



Казанский федеральный  
УНИВЕРСИТЕТ

# ИТОВОВАЯ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ КАЗАНСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА 2018 ГОДА



Сборник тезисов

Том 1

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**КАЗАНСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**ИТОГОВАЯ  
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ  
КАЗАНСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО  
УНИВЕРСИТЕТА  
2018 ГОДА**

**Сборник тезисов**

**Том 1**

**ВЫСШАЯ ШКОЛА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
И ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ  
ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ  
И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И МЕХАНИКИ  
ИМ. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО  
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ  
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И НЕФТЕГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
ИНСТИТУТ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОЛОГИИ  
ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ  
ХИМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.М. БУТЛЕРОВА**



**КАЗАНЬ  
2018**

**УДК 001.1(082)**  
**ББК 72я43**  
**И93**

**И93** **Итоговая научно-образовательная конференция студентов Казанского федерального университета 2018 года: сб. тезисов: в 4 т. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2018. – Т. 1: Высшая школа информационных технологий и информационных систем; Инженерный институт; Институт вычислительной математики и информационных технологий; Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского; Институт физики; Институт геологии и нефтегазовых технологий; Институт фундаментальной медицины и биологии; Институт экологии и природопользования; Химический институт им. А.М. Бутлерова. – 348 с.**

**ISBN 978-5-00130-083-0 (Т. 1)**  
**ISBN 978-5-00130-082-3**

**УДК 001.1(082)**  
**ББК 72я43**

**ISBN 978-5-00130-083-0 (Т. 1)**  
**ISBN 978-5-00130-082-3**

**© Издательство Казанского университета, 2018**

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВЫСШАЯ ШКОЛА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ</b> .....	22
<b>Герасимов Ю.А.</b> РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ ЛЕСНЫХ МАССИВОВ .....	22
<b>ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ</b> .....	23
<b>Андреева А.А.</b> ПРИМЕНЕНИЕ УСТАНОВКИ «ТЕРМОПЛАЗМА 50-01» ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ ИЗ ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ НА ФОРМЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОТЛИВКЕ ТИТАНА .....	23
<b>Гибадуллин А.М., Муксинов И.И.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЭНЕРГИИ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ ПРИ ПЛАЗМЕННОМ НАПЫЛЕНИИ ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ НА ПОВЕРХНОСТЬ СТЕКОЛ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОТРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЬЯ ТИТАНА .....	24
<b>Мамонова А.О.</b> УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬЮ В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ .....	24
<b>Мамонтов Г.А.</b> ПРИМЕНЕНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТВЕРДООКСИДНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ .....	25
<b>Муксинов И.И., Гибадуллин А.М.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ СМАЧИВАЕМОСТИ И ПОВЕРХНОСТНОЙ ЭНЕРГИИ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ ПРИ ПЛАЗМЕННОМ НАПЫЛЕНИИ МЕТАЛЛОВ НА ПОВЕРХНОСТЬ ОБРАЗЦОВ ИЗ ВОСКА, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОТРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЬЯ ТИТАНА .....	26
<b>Муради М.</b> ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫЕ МЕТОДЫ НАНЕСЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ЭЛЕМЕНТЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ .....	26
<b>Плугатырева О.А.</b> АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА ПРЕДПРИЯТИЙ ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ НА ПРИМЕРЕ ЯМАЛО- НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА .....	27
<b>Ульданова Ю.М.</b> СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА .....	28
<b>Хазиева А.Р.</b> РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ПРОЦЕССОВ СМК НА ОСНОВЕ СТАНДАРТА ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 И ПРИКАЗА МИНЭКОНОМРАЗВИТИЯ ОТ 30 МАЯ 2014 Г. № 326 НА ПРИМЕРЕ АО «АРКТИКГАЗ» .....	29
<b>Хатмуллина А.И., Петров Е.Ю.</b> ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ ОБРАБОТКИ ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КЕРАМИЧЕСКИХ ФОРМ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНОВОЙ ОТЛИВКИ .....	30
<b>ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ</b> .....	32
<b>Архипова А.И.</b> ПАУТИНООБРАЗНАЯ МОДЕЛЬ И ЕЕ ГРАФИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ В 3DS MAX .....	32
<b>Ахметвалиева Д.М.</b> МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРИМЕСЕЙ В ВОДОЕМЕ .....	33
<b>Бурханшина А.Р.</b> ЛИНЕЙНАЯ РЕГРЕССИЯ С ТОЧКОЙ СЛОМА (ПРИЛОЖЕНИЕ К ПРОГНОЗУ СМЕРТНОСТИ) .....	34
<b>Ефимов В.С.</b> РАСШИРЕНИЕ САЙТА КАФЕДРЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И СОЗДАНИЕ РАЗДЕЛА КАФЕДРЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ В РАМКАХ САЙТА КАЗАНСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА .....	34
<b>Ефимова А.А.</b> НИЖНЯЯ ГРАНИЦА ДЛЯ СРЕДНЕГО ОБЪЕМА ВЫБОРКИ ПРИ ОГРАНИЧЕНИЯХ НА $D$ -РИСКИ .....	35

<b>Кондратьев В.В.</b> РАЗНОСТНЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ДВУХФАЗНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ .....	36
<b>Мельникова С.О.</b> КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА ЕСТЕСТВЕННО-ЯЗЫКОВЫХ ТЕМАТИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ В РАМКАХ ВОПРОСНО-ОТВЕТНОЙ СИСТЕМЫ .....	37
<b>Мухаметгалеева Р.Р., Самсонов А.А.</b> КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНАЯ АППРОКСИМАЦИЯ ЗАДАЧИ О СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЯХ НАГРУЖЕННОЙ СТРУНЫ .....	38
<b>Мясникова В.А.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКЛИКА ИММУННОЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА НА БИОСТИМУЛЯЦИЮ .....	39
<b>Недава В.Д.</b> СКОРИНГОВЫЕ МЕТОДЫ В ЗАДАЧАХ ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКО .....	39
<b>Репина А.И.</b> ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ РЕДГОЛЬМА ПЕРВОГО РОДА .....	40
<b>Сабинова А.Ф.</b> ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ РАБОТЫ С ВРЕМЕННЫМИ РЯДАМИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ СЕМАНТИЧЕСКОЙ БЛИЗОСТИ СЛОВ .....	41
<b>Сагдиева З.З.</b> ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ КРАЕВЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ БЛЭКА – ШОУЛЗА .....	42
<b>Саженкова М.Г.</b> ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ФУТБОЛЬНЫХ МАТЧЕЙ МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ .....	42
<b>Сафиуллина А.Н.</b> ОБРАТНЫЙ ТОЧЕЧНЫЙ ПРОЦЕСС ПОЙА С ПРИЛОЖЕНИЕМ К АНАЛИЗУ ХАРАКТЕРИСТИК НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО СИНАПСА .....	43
<b>Сиднева Е.А.</b> КОНЕЧНО-РАЗНОСТНЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНОГО ПАРАБОЛИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ С НЕЛОКАЛЬНЫМ ПО ГРАДИЕНТУ РЕШЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ ОПЕРАТОРОМ .....	44
<b>Созыкина А.Ю.</b> БАЙЕСОВСКИЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ЗАДАЧАХ АНАЛИЗА ДАННЫХ .....	45
<b>Соловьёв П.С.</b> КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНАЯ АППРОКСИМАЦИЯ ПРОИЗВОЛЬНОГО ПОРЯДКА НЕЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧИ ШТУРМА – ЛИУВИЛЛЯ .....	45
<b>Фаляхов И.Р.</b> ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ К ЗАДАЧАМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ НА ВАЛЮТНЫХ РЫНКАХ .....	46
<b>Ходунова А.В.</b> ИТЕРАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ДИФРАКЦИИ ПЛОСКОЙ УПРУГОЙ ВОЛНЫ НА ГРАДИЕНТНОМ АНИЗОТРОПНОМ СЛОЕ .....	47
<b>Чумарина Л.И.</b> РАЗНОСТНЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ С ПРЕДЕЛЬНЫМ ГРАДИЕНТОМ .....	48
<b>Шайхиева Д.Р.</b> РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ МАЛОГО БИЗНЕСА НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФИРМЫ «1С» .....	49
<b>Якупова Л.М.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ <i>D</i> -АПОСТЕРИОРНОЙ ПРОЦЕДУРЫ ПЕРВОГО ПЕРЕСКОКА ДЛЯ ЗАДАЧИ ОТБОРА .....	49
<b>Яппарова А.Ф.</b> БЕЗУСЛОВНО УСТОЙЧИВЫЙ ЯВНЫЙ МЕТОД ДЛЯ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ .....	50
<b>ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И МЕХАНИКИ ИМ. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО .....</b>	52
<b>Вершинина М.А.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ БРИНКМАНА .....	52
<b>Замалиев М.Р.</b> ИСКУССТВЕННАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ КАК ИНСТРУМЕНТ ПЛАНИРОВАНИЯ РАСПИСАНИЯ .....	53
<b>Немкова А.И.</b> РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ФРОНТАЛЬНОГО ОПРОСА УЧАЩИХСЯ .....	53
<b>Нигматуллина Л.И.</b> О 3-ТРАНЗИТИВНОСТИ СПЕЦИАЛЬНОЙ ГРУППЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ НА ПЛОСКОСТИ ЛОБАЧЕВСКОГО .....	54
<b>Обидов Т.З.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЙРОЭВОЛЮЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДВИЖЕНИЯ ДВУМЕРНЫХ РОБОТОВ .....	55

<b>Рязанов Т.С.</b> КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ СИГНАЛОВ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ MAPLE .....	56
<b>Сабилов Р.Р.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ГАЗОВЗВЕСИ С ИСПАРЯЮЩИМИСЯ КАПЛЯМИ .....	56
<b>ИНСТИТУТ ФИЗИКИ</b> .....	58
<b>Абзалова Д.И.</b> РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО РУКОВОДСТВА К ЦИФРОВЫМ ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ ПО ТЕМЕ «ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ» .....	58
<b>Абрамов А.В.</b> НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ИОНОГРАММ .....	58
<b>Аль-Итхави Бакр Аднан Салех.</b> ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЛЩИНЫ СЛОЯ СЕРОГО ВЕЩЕСТВА ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА ИЗ ДАННЫХ МРТ .....	59
<b>Андреянов А.В.</b> ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КАЛИБРОВОЧНЫХ ПОЛЕЙ С ДИНАМИЧЕСКИМ ЭФИРОМ .....	60
<b>Архипова Е.А.</b> ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СХЕМА УРОВНЕЙ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА $\text{Pr}^{3+}$ В $\text{PrCu}_3\text{Ru}_4\text{O}_{12}$ .....	60
<b>Бакиров А.Р.</b> АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КАНАЛА СВЯЗИ МЕЖДУ ЭЛЕКТРОННЫМ БЛОКОМ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ И СПЕЦИАЛЬНЫМИ СРЕДСТВАМИ .....	61
<b>Барков И.А.</b> СТРУКТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФАКТОРА ЭЛОНГАЦИИ EPR ПАТОГЕННОЙ БАКТЕРИИ <i>STAPHYLOCOCCUS AUREUS</i> МЕТОДАМИ СПЕКТРОСКОПИИ ЯМР ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ .....	62
<b>Бахтиярова В.С.</b> МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИКУ» ДЛЯ СТУДЕНТОВ I КУРСА .....	62
<b>Богданов Р.А.</b> МОНИТОРИНГ СТАБИЛЬНОСТИ ПУНКТОВ ЛИНЕЙНОГО БАЗИСА ЭТАЛОННОГО ПОЛИГОНА КАЗАНСКОЙ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ ИМ. ЭНГЕЛЬГАРДТА ПО ДАННЫМ ГНСС ИЗМЕРЕНИЙ .....	63
<b>Борисова О.Н.</b> УПРАВЛЯЕМЫЙ ДЖОЗЕФСОНОВСКИЙ 0- $\pi$ КОНТАКТ В СИСТЕМЕ $S_1/F_1/S_2/F_2$ .....	64
<b>Бортникова А.А.</b> ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ .....	65
<b>Булатова Р.А.</b> СОЗДАНИЕ МЕТОДИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ «ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПУТИ ОТ ВРЕМЕНИ ПРИ РАВНОУСКОРЕННОМ ДВИЖЕНИИ» ПО КУРСУ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ РАЗДЕЛА «МЕХАНИКА» .....	65
<b>Быстрова Н.А.</b> ПОДГОТОВКА ЭЛЕКТРОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО РЕСУРСА ПО КУРСУ «КОСМИЧЕСКАЯ ГЕОДЕЗИЯ» .....	65
<b>Валимухаметова А.Р.</b> ВЛИЯНИЕ ОКСИДА ГРАФЕНА В СТАБИЛИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ФАЗЫ ЖЕЛЕЗА – $\gamma\text{-Fe}$ .....	66
<b>Валитова А.Ф.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОПУСКАНИЯ СВЕТА ГИБРИДНЫМИ ФОТОН-ПЛАЗМОННЫМИ КРИСТАЛЛАМИ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ ВО ВРЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ .....	67
<b>Воробьева Д.В.</b> РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ НЕВРОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА ОСНОВЕ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МОЗГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	68
<b>Гаврилова А.А.</b> ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ НОВООБРАЗОВАНИЙ .....	69
<b>Гайнулова А.Ф.</b> ИНФОРМАЦИОННО-СТРУКТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСПЕВАЕМОСТИ УЧАЩИХСЯ СРЕДНЕЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ .....	70
<b>Гайнутдинов А.Р.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРИСТОСТИ МИКРОЧАСТИЦ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА СООТВЕТСТВИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРЕЛОМЛЕНИЯ .....	71

<b>Галимов Д.Х.</b> ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ (ВІМ) ....	71
<b>Галиуллин Н.К.</b> КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ДВУМЕРНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ГАЗА НА ПОВЕРХНОСТИ СВЕРХТЕКУЧЕГО ГЕЛИЯ .....	72
<b>Гараева С.В.</b> ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫТЕСНЕНИЯ МАСЛА ВОДОЙ В ЯЧЕЙКЕ ХЕЛЕ – ШОУ .....	73
<b>Гафарова А.Р.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ КОНФОРМАЦИИ $\gamma$ -ОБЛУЧЕННОГО ГЛЮКОНАТА КАЛЬЦИЯ МЕТОДОМ ЭПР .....	74
<b>Герасимова Л.А.</b> РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ПРОХОЖДЕНИЯ ЧЕРЕЗ ОДНОБАРЬЕРНЫЙ МАГНИТНЫЙ ТОЧЕЧНЫЙ КОНТАКТ .....	75
<b>Гиздатов В.С.</b> РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВЫДЕЛЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТ НЕПРЕРЫВНОГО ЛЧМ-СИГНАЛА .....	75
<b>Гиззатуллин И.Ф.</b> РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ И ЗАДАЧА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРЫ .....	76
<b>Гилязетдинов А.Р.</b> МОДЕЛИРОВАНИЕ PLC-МОДЕМА В ПРОГРАММНЫХ ПАКЕТАХ MATLAB И PSCAD .....	76
<b>Гимранова Р.А.</b> КОРРЕЛЯЦИЯ ВРЕМЕННОЙ ФОРМЫ ОБЪЕКТНОГО ЛАЗЕРНОГО ИМПУЛЬСА И ОТКЛИКА СТИМУЛИРОВАННОГО ФОТОННОГО ЭХА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ВОЗБУЖДАЮЩЕГО ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ .....	77
<b>Гиниятуллина Г.М.</b> СОЗДАНИЕ МЕТОДИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДА КОЛЕБАНИЙ МАЯТНИКА НА ПРУЖИНЕ» .....	78
<b>Глинских О.С.</b> УЧЕБНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СВОЙСТВ ЖИДКОСТЕЙ .....	78
<b>Гордеев Р.С.</b> АНАЛИЗ ЧИСЕЛ ВОЛЬФА, ИНДЕКСА МАГНИТНОЙ ВОЗМУЩЕННОСТИ И КОЛЕБАНИЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СУТОК ЗА ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПЕРИОД И ИХ КОРРЕЛЯЦИЯ МЕЖДУ СОБОЙ .....	79
<b>Дитина С.И.</b> ПРОВЕДЕНИЕ ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ШКОЛЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «ТОК В ГАЗАХ» .....	80
<b>Долгоруков Г.А.</b> ЯМР $^3\text{He}$ В КОНТАКТЕ С НАНОРАЗМЕРНЫМИ КРИСТАЛЛИЧЕСКИМИ ПОРОШКАМИ .....	80
<b>Долотбек уулу Б.</b> ETHERNET-ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИК НА ОСНОВЕ WIZNET .....	81
<b>Дудалов А.С.</b> КРИСТАЛЛИЧЕСКОЕ ПОЛЕ И $G$ -ФАКТОРЫ В КРИСТАЛЛЕ $\text{LiYF}_4:\text{Ce}^{3+}$ ....	82
<b>Дубовикова А.А.</b> МОНИТОРИНГ ДЕФОРМАЦИЙ ОКРУЖАЮЩИХ ЗДАНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НОВОГО ОБЪЕКТА .....	83
<b>Дудник А.А.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ БЕЛЫХ КАРЛИКОВ И КАРЛИКОВЫХ НОВЫХ ПО СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИМ НАБЛЮДЕНИЯМ .....	83
<b>Загитова А.А.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНОЙ АНИЗОТРОПИИ УЛЬТРАТОНКИХ ПЛЕНОК СПЛАВА $\text{PdFe}$ МЕТОДОМ ФЕРРОМАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА .....	84
<b>Захаров И.В.</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ФИЗИКИ В РАЗДЕЛЕ «КВАНТОВАЯ ФИЗИКА», «ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА» .....	85
<b>Злищева П.А.</b> СИНТЕЗ ТРИФТОРИДОВ ИОНОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ ....	86
<b>Иванова А.В.</b> ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНАЯ ДИНАМИКА ПИЛЛАР[5]АРЕНА ПО ДАННЫМ СПЕКТРОВ СPMG .....	87
<b>Исанаев Е.А.</b> НЕСТАТИЧЕСКИЕ СФЕРИЧЕСКИ СИММЕТРИЧНЫЕ КРОВОУЕ НОРЫ .....	87
<b>Исупов Е.А.</b> СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ПРО-АКТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ .....	88

<b>Исхакова К.Б.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОКСИАПАТИТОВ, СИНТЕЗИРОВАННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ, МЕТОДОМ ЭПР .....	88
<b>Ишдаuletova К.Р.</b> МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИГРОВЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ .....	89
<b>Каримова А.Ш.</b> СОЗДАНИЕ МЕТОДИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ «ИЗМЕРЕНИЕ УСКОРЕНИЯ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ» ПО КУРСУ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ РАЗДЕЛА «МЕХАНИКА» .....	89
<b>Катков В.И.</b> ЯДЕРНАЯ СПИН-РЕШЕТОЧНАЯ РЕЛАКСАЦИЯ $^{89}\text{Y}$ В МОНОКРИСТАЛЛАХ $\text{SrY}_2\text{O}_4:\text{Ho}^{3+}$ .....	90
<b>Клименко А.С.</b> СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ С УЧЕТОМ ФГОС .....	91
<b>Кобчикова П.П.</b> ЯМР-ПАРАМЕТРЫ FFRE (ЯМР ГИСТОЛОГИЯ) .....	91
<b>Кочергин Д.С.</b> МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСШИХ ГАРМОНИК В ДИСПЕРСИИ СВЕРХПРОВОДЯЩЕЙ ЩЕЛИ ВТСП КУПРАТОВ .....	92
<b>Кошкарров А.А.</b> РАСЧЕТ ТРАЕКТОРИЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ И ИХ АНАЛИЗ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ СТЕПЕНИ ОЛИГОМЕРИЗАЦИИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ ДИНАМИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ ГЛИЦЕРАЛЬДЕГИД-3-ФОСФАТ ДЕГИДРОГЕНАЗЫ .....	93
<b>Крутовских Я.Д.</b> КОМПЬЮТЕРНЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ .....	94
<b>Куракин С.А.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ СМЕСЕЙ ИОННОЙ ЖИДКОСТИ НИТРАТА ЭТИЛАММОНИЯ С ВОДОЙ В ОБЪЕМЕ И ОГРАНИЧЕНИЯХ МЕТОДОМ СПЕКТРОСКОПИИ ЯМР .....	95
<b>Куташова Е.М.</b> МЕССБАУЭРОВСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ FE-V, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ МЕХАНОАКТИВАЦИИ .....	96
<b>Ликеров Р.Ф.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ $\text{YVO}_4$ , ДОПИРОВАННОГО РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ИОНАМИ $^{143}\text{Nd}^{3+}$ И $^{145}\text{Nd}^{3+}$ , МЕТОДОМ ЭПР .....	97
<b>Лис О.Н.</b> ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ КОНСТАНТЫ МАГНИТНОЙ АНИЗОТРОПИИ В ИОННО-СИНТЕЗИРОВАННЫХ ПЛЕНКАХ СИЛИЦИДА ЖЕЛЕЗА $\text{Fe}_3\text{Si}$ .....	98
<b>Макарова К.В.</b> УГЛОВАЯ ЭХО-СПЕКТРОСКОПИЯ В ГАЗАХ .....	99
<b>Максимюк Г.С.</b> ИСКУССТВЕННЫЕ ИММУННЫЕ СИСТЕМЫ: ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА НЕГАТИВНОГО ОТБОРА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ АТАК .....	99
<b>Макушин К.М.</b> АНАЛИЗ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ СПЕКТРОВ ДВОЙНОГО МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА ФТОРИДНЫХ КРИСТАЛЛОВ, АКТИВИРОВАННЫХ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ИОНАМИ .....	100
<b>Маматова А.А.</b> РАСЧЕТ ЭНЕРГИИ АДСОРБЦИИ АТОМА СВИНЦА НА ПОВЕРХНОСТИ ГРАФЕНА КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИМ ПАКЕТОМ ORCA .....	101
<b>Маркелов В.В.</b> ОБРАБОТКА ФАЗОВЫХ МНОГОЛУЧЕВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ GNU RADIO .....	101
<b>Маслова М.В.</b> СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ В ПРОГРАММЕ AUTODESK REVIT .....	102
<b>Махмудов С.Б.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТОМЕТРА HMC5883L НА ОСНОВЕ ARDUINO .....	103
<b>Михайлова А.В.</b> РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ (РЕКОМЕНДАЦИЙ) К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА .....	103
<b>Морозова А.С.</b> СРАВНЕНИЕ НАНОСТРУКТУР, СФОРМИРОВАННЫХ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПАРОВ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ПЛЕНОК ОЛИГОПЕПТИДОВ .....	104



<b>Муртазина Л.Ш. УСТРОЙСТВО ХРАНЕНИЯ И ШИФРОВАНИЯ ПАРОЛЕЙ</b> .....	105
<b>Мусабирова А.Р. РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПА СООТВЕТСТВУЮЩИХ СОСТОЯНИЙ В ПРОСТЫХ ЖИДКОСТЯХ</b> .....	106
<b>Мусабирова Г.С. СТАТИНЫ И ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С МОДЕЛЬНОЙ КЛЕТОЧНОЙ МЕМБРАНОЙ ПО ДАННЫМ СПЕКТРОСКОПИИ ЯДЕРНОГО МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА</b> .....	107
<b>Мусин А.А. ДЕТЕКТОРЫ МЯГКОГО ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ КРЕМНИЕВЫХ ФОТОЭЛЕКТРОННЫХ УМНОЖИТЕЛЕЙ</b> .....	107
<b>Мустафина Д.И. СОЗДАНИЕ МЕТОДИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ «ПРОВЕРКА ТЕОРЕМЫ ОБ ИЗМЕНЕНИИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ»</b> .....	108
<b>Мягков А.Е. СУПЕРСВЕРХТОНКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ИОННЫХ КРИСТАЛЛАХ С НЕЗАПОЛНЕННЫМИ 3D ОБОЛОЧКАМИ</b> .....	108
<b>Насыбуллин А.И. МИКРОСКОПИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ РЕЛАКСАЦИИ ЛЬДА <math>I_h</math></b> .....	109
<b>Наумова С.Н. СРАВНЕНИЕ ВНУТРЕННЕЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ НИЗКО- И ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИК-ФУРЬЕ-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОГО МЕТОДА КОНФОРМАЦИОННЫХ ЗОНДОВ</b> .....	110
<b>Нестерова А.А. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ОСЛАБЛЕНИЯ ПОМЕХ ПРИ ПРИЕМЕ СИГНАЛА С ЛЧМ</b> .....	111
<b>Нотфуллин К.М. РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕЛЕСКОПОМ РТТ150</b> .....	111
<b>Нуруллина Л.И. СТРУКТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФАКТОРА RVFA ПАТОГЕННОЙ БАКТЕРИИ STAPHYLOCOCCUS AUREUS МЕТОДАМИ СПЕКТРОСКОПИИ ЯМР ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ</b> .....	112
<b>Оспенников И.В. РЕАЛИЗАЦИЯ GPS-ТРЕКЕРА НА ОСНОВЕ ARDUINO</b> .....	113
<b>Островская И.К. ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ МАКРОМОЛЕКУЛ</b> .....	113
<b>Пекина А.Э. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА</b> .....	114
<b>Петрова Л.З. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ МАКРОМОЛЕКУЛ ИЗ СПИНОВОЙ РЕЛАКСАЦИИ ПРОТОНОВ</b> .....	115
<b>Просвиркина П.Е. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ</b> .....	116
<b>Романовский А.А. ВЛИЯНИЕ ОПТИЧЕСКОГО КОНТРАСТА ТРЕХМЕРНОГО ФОТОННОГО КРИСТАЛЛА НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНУЮ МАССУ ЭЛЕКТРОНА</b> .....	116
<b>Сабаева Т.С. ИССЛЕДОВАНИЕ СИМПЛАСТНОЙ МЕЖКЛЕТОЧНОЙ КОММУНИКАЦИИ В РАСТИТЕЛЬНЫХ ТКАНЯХ МЕТОДОМ ЯМР-ДИФФУЗОМЕТРИИ</b> .....	116
<b>Сабитова Э.И. РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО РУКОВОДСТВА К ЦИФРОВЫМ ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ ПО ТЕМЕ «ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНА ДВИЖЕНИЯ КОЛЕБЛЮЩЕГОСЯ ТЕЛА»</b> .....	117
<b>Сайфутдинов А.Э. РАЗРАБОТКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО АНЕМОМЕТРА</b> .....	118
<b>Сапарина С.В. ГИГАНТСКОЕ КОМБИНАЦИОННОЕ РАССЕЙЯНИЕ СВЕТА В УГЛЕРОДНЫХ НАНОПОКРЫТИЯХ</b> .....	118
<b>Сафиуллин А.С. РЕАЛИЗАЦИЯ OFDM ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКА ДЛЯ КАРОТАЖНОГО КАБЕЛЯ НА ОСНОВЕ ПЛИС</b> .....	119
<b>Световидов А.А. РАЗВИТИЕ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ</b> .....	120
<b>Семакин А.С. ИССЛЕДОВАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ <math>NbS_3</math> МЕТОДОМ ЯМР <math>^{93}Nb</math></b> .....	120

<b>Серебрякова Н.А.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТНОЙ АККРЕЦИИ ДЛЯ ВЫБОРКИ ПОЛЯРОВ .....	121
<b>Серков В.В.</b> ВЫПОЛНЕНИЕ ГРАДУИРОВКИ РЕЗЕРВУАРОВ МЕТОДОМ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ .....	122
<b>Симатов В.Л.</b> МОНИТОРИНГ ВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ФИГУРЫ ГЕОИДА ПО ГЛОБАЛЬНЫМ МОДЕЛЯМ ГЕОПОТЕНЦИАЛА .....	122
<b>Сираев Ф.М.</b> НЕОДНОРОДНЫЕ СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ СОСТОЯНИЯ В МАГНИТНЫХ СВЕРХПРОВОДНИКАХ С ГЕЛИКОИДАЛЬНОЙ НАМАГНИЧЕННОСТЬЮ .....	123
<b>Скворцова Т.А.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ СТЕКЛОВАНИЯ ГЕТЕРОГЕННЫХ АЗОПОЛИМЕРОВ С ПОМОЩЬЮ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ .....	123
<b>Сливка А.В.</b> ГОМОЯДЕРНОЙ РАЗВЯЗКИ В СПЕКТРАХ ЯМР $^1\text{H}$ .....	124
<b>Соколов А.В.</b> ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИОНОСФЕРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ. ИЗМЕРЕНИЯ В ОПТИЧЕСКОМ ДИАПАЗОНЕ .....	125
<b>Сорокина А.Т.</b> ЭПР И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕФТЯНЫХ ФРАКЦИЙ .....	125
<b>Станиславовас А.А.</b> ГАЗОВАЯ САМОДИФФУЗИЯ $^3\text{He}$ В НИТЕВИДНЫХ ОРИЕНТИРОВАННЫХ АЭРОГЕЛЯХ .....	126
<b>Старшова А.С.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОКСИАПАТИТОВ, СИНТЕЗИРОВАННЫХ НА ОСНОВЕ $\text{CaCl}_2$ , МЕТОДОМ ЭПР .....	127
<b>Тимерова А.Ф.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ БОРНАНОВЫХ ТЕРПЕНОИДОВ В РАСТВОРЕ МЕТОДАМИ ЯМР СПЕКТРОСКОПИИ .....	128
<b>Тимирясов М.А.</b> ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПОДХОД В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ .....	128
<b>Тонков А.В.</b> СЕНСОР НАСЫЩЕННОСТИ КРОВИ КИСЛОРОДОМ И ФИКСАЦИИ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ .....	129
<b>Хабибуллина Л.И.</b> РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО РУКОВОДСТВА К ЦИФРОВОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ «ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИСПАРЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ» .....	130
<b>Хайруллина Л.Р.</b> СОЗДАНИЕ ВЫСОКОТОЧНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ МОДЕЛИ ГЛАВНОГО ЗДАНИЯ КФУ .....	130
<b>Хафизова А.Р.</b> ВЫРОЖДЕННЫЕ И НЕВЫРОЖДЕННЫЕ РЕЖИМЫ БИФОТОННЫХ ПОЛЕЙ .....	131
<b>Хисамова А.Р.</b> РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО РУКОВОДСТВА К ЦИФРОВЫМ ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ ПО ТЕМЕ: «ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ ПРИ КОЛЕБАНИИ ГРУЗА НА НИТИ» .....	131
<b>Хисматов Б.Р.</b> БЛИЖНИЙ СТРУКТУРНЫЙ ПОРЯДОК В ЖИДКОМ ГАЛЛИИ .....	132
<b>Цыганков А.А.</b> ПОСТРОЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА МЕЖАТОМНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ 1А ГРУППЫ .....	133
<b>Черных Е.А.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ СИСТЕМ .....	133
<b>Черосов М.А.</b> РОСТ КРИСТАЛЛОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ИОНОВ $\text{Yb}^{3+}$ В СОЕДИНЕНИИ $(\text{Y}_{2-x}\text{Yb}_x)_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ .....	134
<b>Чирков П.К.</b> ФЛУКТУАЦИИ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ ИОНОСФЕРЫ В ПЕРИОД СОЛНЕЧНЫХ ПРОТОННЫХ СОБЫТИЙ .....	135
<b>Чулочникова А.С.</b> ЭФФЕКТ БЛИЗОСТИ В СВЕРХПРОВОДЯЩЕМ СПИНОВОМ ВЕНТИЛЕ ФЕРРОМАГНЕТИК/НОРМАЛЬНЫЙ МЕТАЛЛ/ФЕРРОМАГНЕТИК/ СВЕРХПРОВОДНИК .....	136
<b>Шабакеев Ш.М.</b> СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНЫХ ТУННЕЛЬНЫХ КОНТАКТОВ .....	136

<b>Шакирзянов А.Ф.</b> ДИНАМИЧЕСКИЙ ЭФИР КАК РЕГУЛЯТОР ПОВЕДЕНИЯ АКСИОННОЙ ТЕМНОЙ МАТЕРИИ .....	137
<b>Шакиров А.А.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРОВ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ПРИМЕСНЫХ ЦЕНТРОВ $Ce^{3+}$ В КРИСТАЛЛАХ $LiCaAlF_6$ И $LiSr_{0,8}Ca_{0,2}AlF_6$ .....	137
<b>Шапошников А.В.</b> РЕАЛИЗАЦИЯ ВЕЛОКОМПЬЮТЕРА НА ОСНОВЕ ARDUINO .....	137
<b>Шарафутдинова А.А.</b> ПОЛУЧЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ РАЗЛИЧНОГО ТИПА С ПОМОЩЬЮ СОБИРАЮЩЕЙ ЛИНЗЫ .....	138
<b>Шарипов Д.М.</b> ИЗУЧЕНИЕ ОБЛАСТИ РЕЙНЕР-ГАММА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СНИМКОВ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ .....	138
<b>Шарипова Г.И.</b> РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО РУКОВОДСТВА К ЦИФРОВОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ «ПРОВЕРКА ВТОРОГО ЗАКОНА НЬЮТОНА ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ» .....	139
<b>Шафигулина В.А.</b> АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОБРАБОТКА МАММОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ .....	139
<b>Шаяхметова Л.Х.</b> СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ЛЕСНОЙ ТЕРРИТОРИИ .....	140
<b>Шуртакова Д.В.</b> СПИН-РЕШЕТОЧНАЯ РЕЛАКСАЦИЯ $NO_3^{2-}$ -РАДИКАЛОВ В СИНТЕТИЧЕСКОМ ГИДРОКСИАПАТИТЕ. РАСЧЕТ СКОРОСТИ РЕЛАКСАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОНОННОГО СПЕКТРА .....	141
<b>Юнусова А.Р.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СКОРОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ ПРИ РАВНОУСКОРЕННОМ ДВИЖЕНИИ .....	142
<b>Ягубов Р.С.</b> УПРАВЛЕНИЕ БЛОКАМИ ПИТАНИЯ ПО ПРОТОКОЛУ DALI С ПОМОЩЬЮ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА .....	142
<b>Яруллин Д.Т.</b> ЗАРОЖДЕНИЕ И ПРОТЕКАНИЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ В ПЕРЕОХЛАЖДЕННОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ .....	143
<b>ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И НЕФТЕГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ</b> .....	144
<b>СЕКЦИЯ «ВЫСОКОВЯЗКИЕ НЕФТИ И ПРИРОДНЫЕ БИТУМЫ»</b> .....	144
<b>Галиева А.Р.</b> АНАЛИЗ РАЗРАБОТКИ САМАРСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ .....	144
<b>Гостенов М.К.</b> ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ СПГ АРС-Х™ И ПРОЦЕССА SPLITMR .....	145
<b>Кинзебулатов Р.Р.</b> ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ СОЛЕОТЛОЖЕНИЯ В СКВАЖИНАХ .....	146
<b>Кузнецов М.В.</b> АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ АБСОРБЕРА НА УСТАНОВКАХ КОМПЛЕКСНОЙ ПОДГОТОВКИ ГАЗА .....	146
<b>Мосунова К.А.</b> ДЕПРЕССОРНО-ДИСПЕРГИРУЮЩИЕ ПРИСАДКИ К ЛЕТНИМ ДИЗЕЛЬНЫМ ТОПЛИВАМ НА ОСНОВЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ЭФТЕХИМИЧЕСКОГО СЫРЬЯ .....	147
<b>Неробов Н.И.</b> ПРИМЕНЕНИЕ СЕРОБЕТОНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ .....	148
<b>Турсунбоев Х.Б.</b> ПОЛУЧЕНИЕ АДСОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ЦЕОЛИТОВ ДЛЯ ОСУШКИ ГАЗОВ .....	149
<b>СЕКЦИЯ «ГЕОФИЗИКА»</b> .....	151
<b>Гаврилов А.Ю.</b> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН И КЕРНА НА ЮЖНО-АШАЛЬЧИНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ СВЕРХВЯЗКИХ НЕФТЕЙ .....	151
<b>Замалов А.Р.</b> ИЗУЧЕНИЕ ТРЕЩИНОВАТОСТИ КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МИКРОСКАНЕРА MCI И КРОСС-ДИПОЛЬНОГО АКУСТИЧЕСКОГО КАРОТАЖА MPAL .....	152

<b>Казаков В.В.</b> ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛНОРАЗМЕРНОГО КЕРНА КАРБОНАТНЫХ ПОРОД .....	153
<b>Кудусова Д.И.</b> МЕХАНИЧЕСКАЯ СТРАТИГРАФИЯ БАШКИРСКИХ КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ АКАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ .....	154
<b>Ломоносов А.Т.</b> АНАЛИЗ РАБОТЫ ПАР СКВАЖИН, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХСЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ ПГД НА ОСНОВЕ ОПТОВОЛОКОННОЙ ТЕРМОМЕТРИИ .....	155
<b>Нурмиев А.Р.</b> ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СВЕРХВЯЗКИХ НЕФТЕЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ ПАРАГРАВИТАЦИОННОГО ДРЕНАЖА .....	156
<b>Сафина Р.Э.</b> РАЗРАБОТКА ПОДХОДА К ПОСТРОЕНИЮ ГЕОХИМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЗАЛЕЖЕЙ СВЕРХВЯЗКОЙ НЕФТИ .....	156
<b>Тимофеев А.М.</b> ПРИМЕНЕНИЕ СЕКТОРНОГО АКУСТИЧЕСКОГО ЦЕМЕНТОМЕРА АКЦ8СМ ДЛЯ ДЕТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ СКВАЖИН .....	157
<b>СЕКЦИЯ «ПАЛЕОНТОЛОГИЯ И СТРАТИГРАФИЯ» .....</b>	<b>158</b>
<b>Гимадиев Р.Н.</b> ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НИЖНЕПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНОГО УРАЛА (РАЗРЕЗ ДАЛЬНИЙ ТЮЛЬКАС) .....	158
<b>Жирнова О.В.</b> КОНОДОНТЫ НА РУБЕЖЕ МОСКОВСКОГО И КАСИМОВСКОГО ВЕКОВ РАЗРЕЗА УСОЛКА (ЮЖНЫЙ УРАЛ) .....	159
<b>Каримова В.Э.</b> МЕЛОВЫЕ ФОРАМИНИФЕРЫ ТУРАНСКОЙ ПЛИТЫ .....	159
<b>Максютова Л.Ф.</b> НОВЫЕ ДАННЫЕ О БИО- И ЛИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ НИЖНЕМЕЛОВЫХ И ВЕРХНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОСТОКА РУССКОЙ ПЛИТЫ .....	160
<b>Никашин К.И.</b> ЧЕРНОСЛАНЦЕВЫЕ ГОРИЗОНТЫ СЕВЕРО-ВОСТОКА УЛЬЯНОВСКО-САРАТОВСКОГО ПРОГИБА .....	161
<b>Хабибянов Л.С.</b> НОВЫЕ ДАННЫЕ О ЛИТО- И ХЕМОСТРАТИГРАФИИ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ САРАТОВСКОГО ПОВОЛЖЬЯ НА ПРИМЕРЕ РАЗРЕЗА «МЕЗИНО-ЛАПШИНОВКА» .....	162
<b>Шайхутдинова А.Р.</b> ЮРСКИЕ ФОРАМИНИФЕРЫ УЛЬЯНОВСКО-САРАТОВСКОГО ПРОГИБА .....	163
<b>СЕКЦИЯ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ГИДРОГЕОЛОГИЯ» .....</b>	<b>164</b>
<b>Абызов А.В.</b> СОСТАВ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ ПЛОЩАДКИ ИЗЫСКАНИЯ ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО ПИВОВАРЕННОГО ЗАВОДА В ГОРОДЕ ЧИСТОПОЛЕ .....	164
<b>Ахмедов А.А.</b> ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ВЕРХНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ КИНДЕРКА («ПАНОВСКИЕ ИСТОЧНИКИ», ВЫСОКОГОРСКИЙ РАЙОН РТ) .....	165
<b>Дунахина А.С.</b> ФИЗИЧЕСКОЕ И ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАДИАЛЬНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ .....	166
<b>Кононов А.В.</b> ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ ЧАСТИЦ ПЕСЧАНОГО ГРУНТА НА СОПРОТИВЛЕНИЕ СДВИГУ .....	167
<b>Куликова А.И.</b> СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЛЕОПОЧВЕННЫХ ПРОФИЛЕЙ ИЗ ОПОРНЫХ РАЗРЕЗОВ УРЖУМСКОГО ЯРУСА КАЗАНСКОГО ПОВОЛЖЬЯ .....	168
<b>СЕКЦИЯ «ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА» .....</b>	<b>169</b>
<b>Ишкинеев Б.Д.</b> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НАПРАВЛЕННОЙ СОЛЯНО-КИСЛОТНОЙ ОБРАБОТКИ БАШКИРСКИХ И ВЕРЕЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ КУРМЫШСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ .....	169

<b>Киршина И.С. СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ОБРАЗЦОВ ЗАЛЕЖИ СВН ЧЕРЕМШАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ .....</b>	<b>169</b>
<b>Сабирзянов Р.Р. ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И РАЗРАБОТКИ ПЛАСТА ЮС2/1 ВОСТОЧНО-СУРГУТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ .....</b>	<b>170</b>
<b>Файзетдинова Р.Р. ФИЗИКО-ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ НЕФТЕНОСНЫХ КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ТУРНЕЙСКОГО ЯРУСА НА ЮЖНОМ СКЛОНЕ ЮЖНО-ТАТАРСКОГО СВОДА .....</b>	<b>171</b>
<b>Фаткулин М.Р., Гайнутдинова А.Р. ВЛИЯНИЕ РЕАГЕНТА «ЭКООРГАНИКА» НА ВЯЗКОСТЬ ВОДОНЕФТЯНОЙ ЭМУЛЬСИИ ВИШНЕВО-ПОЛЯНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ .....</b>	<b>172</b>
<b>Фахрутдинов И.Р. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ .....</b>	<b>173</b>
<b>СЕКЦИЯ «ГЕОЛОГИЯ» .....</b>	<b>174</b>
<b>Бондарев Е.В. ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ОТЛОЖЕНИЙ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ....</b>	<b>174</b>
<b>Колесников Е.Д. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И НЕФТЕНОСНОСТЬ МАМОНТОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН) .....</b>	<b>175</b>
<b>Петренко К.С. ЛИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КАМСКО-УСТЬИНСКОГО ГИПСОВОГО РУДНИКА .....</b>	<b>176</b>
<b>Файзханов Р.А. МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГАББРОИДОВ АТЛЯНСКОГО ПОЛИГОНА .....</b>	<b>177</b>
<b>Фарукшина А.Р. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОЛЛЕКТОРОВ МУСЛЮМОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ .....</b>	<b>177</b>
<b>СЕКЦИЯ «МИНЕРАЛОГИЯ И ЛИТОЛОГИЯ» .....</b>	<b>179</b>
<b>Ахметзянова А.Р. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ ИЗУМРУДОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЙ ФЛЮИДНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ МЕТОДОМ ТЕРМОБАРОГЕОХИМИИ.....</b>	<b>179</b>
<b>Темная Н.В. ФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И СЕДИМЕНТОГЕНЕЗ НЕФТЕНОСНЫХ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД БАШКИРСКОГО ЯРУСА ВОЛГО-УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА .....</b>	<b>180</b>
<b>Хабибуллина Н.И. ГЛИНИСТЫЕ КОМПОНЕНТЫ ТЕРРИГЕННЫХ ПОРОД И ИХ ВЛИЯНИЕ НА КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА .....</b>	<b>180</b>
<b>Шаяхметов И.А. ПРИРОДА ОКРАСКИ ГРАНАТОВ УРАЛА .....</b>	<b>181</b>
<b>СЕКЦИЯ «ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКЕ» .....</b>	<b>183</b>
<b>Волков А.И., Ананьев А.М. СОЗДАНИЕ КАРТ-ИСТОРИЙ С ПОМОЩЬЮ ARCGIS ONLINE .....</b>	<b>183</b>
<b>Дегтярева Е.Д. ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ РАИФСКОГО УЧАСТКА ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ЗАПОВЕДНИКА .....</b>	<b>183</b>
<b>Игнатьева О.А. МОНИТОРИНГ РАЗВИТИЯ ОВРАЖНОЙ СЕТИ МЕТОДАМИ ДЗЗ И ГИС .....</b>	<b>184</b>
<b>Низамова А.Р. РОЛЬ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РЕШЕНИИ ГЕОМАРКЕТИНГОВЫХ ЗАДАЧ .....</b>	<b>185</b>
<b>Рахматуллин Т.Р. МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ 3D-МОДЕЛЕЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОТОГРАММЕТРИИ И ГИС .....</b>	<b>186</b>

<b>ИНСТИТУТ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОЛОГИИ</b> .....	187
<b>СЕКЦИЯ «ГЕНЕТИКА»</b> .....	187
<b>Агабекян И.А.</b> ИДЕНТИФИКАЦИЯ НОВОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПУТИ, КОНТРОЛИРУЮЩЕГО ДЛИНУ ТЕЛОМЕР В МОДЕЛЬНОМ РАСТЕНИИ ARABIDOPSIS THALIANA .....	187
<b>Куприянова Е.А.</b> МЕТАГЕНОМНЫЙ АНАЛИЗ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ ЖЕЛУДКА ПРИ ИНФЕКЦИИ <i>HELICOBACTER PYLORI</i> .....	187
<b>СЕКЦИЯ «МИКРОБИОЛОГИЯ»</b> .....	189
<b>Ахметова Г.Р.</b> ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НА ОБРАЗОВАНИЕ БИОПЛЕНОК БАЦИЛЛАМИ .....	189
<b>Горохова И.В.</b> ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ЛАКТОБАЦИЛЛ К КЛИНИЧЕСКИ РАСПРОСТРАНЕННЫМ АНТИБИОТИКАМ .....	190
<b>Каримуллина Г.Р.</b> ХАРАКТЕРИСТИКА УСТОЙЧИВОСТИ КОММЕРЧЕСКИХ ШТАММОВ ЛАКТОБАЦИЛЛ К ЭРИТРОМИЦИНУ И ТЕТРАЦИКЛИНУ .....	190
<b>Мишеева П.С.</b> ЗАКОНОМЕРНОСТИ БИОСИНТЕЗА СЕРРАЛИЗИНОПОДОБНЫХ ПРОТЕИНАЗ .....	191
<b>Родионова М.С.</b> ВЛИЯНИЕ СОСТАВА СРЕД НА ОБРАЗОВАНИЕ БИОПЛЕНОК РАЗНЫМИ БАКТЕРИЯМИ .....	192
<b>Стрюч Е.К.</b> ОЦЕНКА БАКТЕРИАЛЬНОЙ ФИТАЗЫ В КАЧЕСТВЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ .....	193
<b>Юдина Ю.С.</b> ХАРАКТЕРИСТИКА АНТАГОНИСТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЛАКТОБАЦИЛЛ .....	193
<b>СЕКЦИЯ «МОРФОЛОГИЯ И ОБЩАЯ ПАТОЛОГИЯ»</b> .....	195
<b>Батгалов Б.М.</b> ГЕННО-КЛЕТОЧНАЯ ТЕРАПИЯ ХРОНИЧЕСКОЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ .....	195
<b>Гараева Ф.А.</b> ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗВЕЗДЧАТЫХ КЛЕТОК ПЕЧЕНИ НА РЕГЕНЕРАЦИЮ ПЕЧЕНИ КРЫС ПОСЛЕ ЧАСТИЧНОЙ ГЕПАТЭКТОМИИ НА ФОНЕ ПОДАВЛЕНИЯ ПРОЛИФЕРАЦИИ ГЕПАТОЦИТОВ .....	196
<b>Гатауллина Л.Р., Филатов Н.С., Султанова К.Н.</b> ИЗМЕНЕНИЯ ИНСУЛИН- И ГЛЮКАГОН-ПРОДУЦИРУЮЩИХ КЛЕТОК ОСТРОВКОВ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ КРЫСЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ МЕДЬ-ДЕФИЦИТНОЙ ДИЕТЫ .....	197
<b>Горшкова Е.С.</b> ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВА МИЕЛИНОВЫХ ВОЛОКОН В ТРАВМИРОВАННОМ СЕДАЛИЩНОМ НЕРВЕ КРЫСЫ .....	197
<b>Диярова Г.А.</b> МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БЕЛКА В МОЧЕ .....	198
<b>Идрисова К.Ф.</b> ВЫДЕЛЕНИЕ И КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МЕЗЕНХИМНЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК ПУЛЬПЫ ЗУБА .....	199
<b>Кочергина А.А.</b> РЕАКЦИЯ КЛЕТОК ПЕЧЕНИ НА ПОВРЕЖДЕНИЕ ЧЕТЫРЕХХЛОРИСТЫМ УГЛЕРОДОМ И ТРАНСПЛАНТАЦИЮ ЗВЕЗДЧАТЫХ КЛЕТОК ПЕЧЕНИ .....	200
<b>Лимонов Д.В.</b> ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ СКЕЛЕТНОЙ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ В ОНТОГЕНЕЗЕ МЫШЕЙ <i>BLA/J</i> .....	200
<b>Махмудов К.Ш.</b> ЛОКАЛИЗАЦИЯ МИКРОМЕТАСТАЗОВ РАКА В СТРУКТУРНЫХ КОМПОНЕНТАХ РЕГИОНАРНЫХ ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛОВ .....	201
<b>Мельникова А.А.</b> КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПЕРИНЕЙРОНАЛЬНЫХ СЕТЯХ В ПЕРИОД РАЗВИТИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА МЫШИ .....	202
<b>Салишева Д.И.</b> АНАЛИЗ ЭКСПРЕССИИ ЯДЕРНОГО АНТИГЕНА ПРОЛИФЕРИРУЮЩИХ КЛЕТОК И KI-67 НА РАЗЛИЧНЫХ МОДЕЛЯХ ПОВРЕЖДЕНИЯ ПЕЧЕНИ У КРЫС .....	203

<b>Умарова Г.Т. МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ СКРЫТЫХ МИКРОМЕТАСТАЗОВ РАКА В РЕГИОНАРНЫХ ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛАХ .....</b>	<b>204</b>
<b>Фомина К.А. ПАТОГИСТОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ КОЖНОГО ПОКРОВА МЫШЕЙ В УСЛОВИЯХ ФОТОСТАРЕНИЯ .....</b>	<b>205</b>
<b>Хасбиуллин Б.А. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПРЕССИИ MAFA В ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЕ КРЫС ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ САХАРНОМ ДИАБЕТЕ .....</b>	<b>205</b>
<b>Шайхуллин З.З. КУЛЬТИВИРОВАНИЕ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ МЕЗЕНХИМНЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК ЖИРОВОЙ ТКАНИ .....</b>	<b>206</b>
<b>Чичканова Ю.А., Нурисламова А.А. ИЗУЧЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ СУБПОПУЛЯЦИЙ ЛИМФОЦИТОВ В СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКЕ ТОНКОГО КИШЕЧНИКА У ДЕТЕЙ С НЕОНАТАЛЬНЫМ СЕПСИСОМ .....</b>	<b>207</b>
<b>СЕКЦИЯ «СТОМАТОЛОГИЯ» .....</b>	<b>208</b>
<b>Зарипов Р.А. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРЕПАРИРОВАНИЯ ЗУБОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ КОРОНОК РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ ОБРАБОТКИ НА ФАНТОМАХ .....</b>	<b>208</b>
<b>Куприянов Ю.В. УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА ИЗГОТОВЛЕНИЯ КУЛЬТЕВЫХ ШТИФТОВЫХ ВКЛАДОК .....</b>	<b>209</b>
<b>Мингалиева К.Р. ВЫДЕЛЕНИЕ КЛЕТОК ИЗ ЖИРОВОЙ ТКАНИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОСТИ В СТОМАТОЛОГИИ .....</b>	<b>210</b>
<b>Насыбуллина Д.Д. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КЛЕТОК СТРОМАЛЬНО-ВАСКУЛЯРНОЙ ФРАКЦИИ ЖИРОВОЙ ТКАНИ МЕЧЕННЫХ АКРИДИНОВЫМ ОРАНЖЕВЫМ .....</b>	<b>211</b>
<b>Сабаиха С.З. КОРРЕКЦИЯ ВЫСОТЫ ПРИКУСА ОПТИМИЗАЦИЕЙ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ .....</b>	<b>212</b>
<b>Сулейманова Л.А. ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТКАНЕИНЖЕНЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ СПЛАВА С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ С ТКАНЯМИ ОРГАНИЗМА .....</b>	<b>212</b>
<b>Тимурханов И.М. СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ДЕСНЫ ВОКРУГ ФОРМИРОВАТЕЛЕЙ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ .....</b>	<b>213</b>
<b>СЕКЦИЯ «ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ» .....</b>	<b>215</b>
<b>Александров В.А., Милицкова А.Д. ОТВЕТЫ МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ, ВЫЗВАННЫЕ ЧРЕСКОЖНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИЕЙ СПИННОГО МОЗГА ПРИ НАРУШЕНИИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ .....</b>	<b>215</b>
<b>Галимуллина Р.Р. РОЛЬ КАТИОННО-ХЛОРИДНЫХ КО-ТРАНСПОРТЕРОВ В МОДУЛЯЦИИ ВНУТРЕННЕГО ОПТИЧЕСКОГО СИГНАЛА .....</b>	<b>216</b>
<b>Галиуллина Н.В. СОСТОЯНИЕ НЕЙРО-МОТОРНОГО АППАРАТА АМБАЛОВИДНОЙ МЫШЦЫ КРЫСЫ ПРИ ГРАВИТАЦИОННОЙ РАЗГРУЗКЕ, СОЧЕТАННОЙ СО СТИМУЛЯЦИЕЙ СПИННОГО МОЗГА .....</b>	<b>216</b>
<b>Палий В.В. ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ СТРЕССА У КРЫС С ГИПЕРГОМОЦИСТЕИНЕМИЕЙ В ПЕРИОД БЕРЕМЕННОСТИ .....</b>	<b>217</b>
<b>Премет О.П. ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИИ ЛОКТЕВОГО НЕРВА НА ПАРАМЕТРЫ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА .....</b>	<b>218</b>
<b>Раимова М.В. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СПИНАЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ ПОСЛЕ ТРАВМЫ СПИННОГО МОЗГА У КРЫС ПРИ ЛОКАЛЬНОЙ ГИПОТЕРМИИ .....</b>	<b>219</b>
<b>Юдина И.В. ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОДОВ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫЗВАННЫХ ОТВЕТОВ МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ПРИ ЧРЕСКОЖНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИИ СПИННОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА .....</b>	<b>220</b>

<b>СЕКЦИЯ «ФАРМАКОЛОГИЯ, КЛИНИЧЕСКАЯ ФАРМАКОЛОГИЯ»</b> .....	221
<b>Карпенко А.И., Мишин А.Р. ИЗУЧЕНИЕ ПРОТИВОСУДОРОЖНОЙ АКТИВНОСТИ СРЕДНИХ ТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ ДОЗ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ ДИМЕФОСФОН И МЕБИКАР</b> .....	221
<b>СЕКЦИЯ «ВНУТРЕННИЕ БОЛЕЗНИ»</b> .....	222
<b>Гайсина Г.А. КОРРЕЛЯЦИЯ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ У БОЛЬНЫХ С РА СО СТЕПЕНЬЮ АКТИВНОСТИ ЗАБОЛЕВАНИЯ СОГЛАСНО ИНДЕКСУ DAS28</b> .....	222
<b>Гамирова Р.Р. СИНДРОМ ВАТАНАБЕ-ВИДЖЕВАНО – ГЕНЕТИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННАЯ МЛАДЕНЧЕСКАЯ ФОРМА ЭПИЛЕПСИИ</b> .....	223
<b>Гафиятуллина Г.Р. ОЦЕНКА ДИНАМИКИ КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ОБОСТРЕНИЯМИ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ И ХОБЛ В УСЛОВИЯХ ТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ СТАЦИОНАРА</b> .....	224
<b>Гимадиева Л.З. ПРИМЕНЕНИЕ ANTI-VEGF В ЛЕЧЕНИИ РЕТИНОПАТИИ НЕДОНОШЕННЫХ</b> .....	225
<b>Закиязнова Р.Р. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ПАЦИЕНТОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА</b> .....	226
<b>Зиганшина А.К. СВОЙСТВА ОКСИТОЦИНА В РАЗВИТИИ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ И ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ У ЧЕЛОВЕКА</b> .....	227
<b>Липатова А.Г. ВЛИЯНИЕ МЕТОДА ОБЕЗБОЛИВАНИЯ НА КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ ПАЦИЕНТОВ</b> .....	228
<b>Мухина В.В. ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСОБЕННОСТЕЙ МОНОСИНАПТИЧЕСКОЙ РЕФЛЕКТОРНОЙ ВОЗБУДИМОСТИ У СПОРТСМЕНОВ</b> ....	229
<b>Петрова Е.Ю. АКТУАЛЬНОСТЬ ВИТРЕКТОМИИ В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ РЕТИНОПАТИИ НЕДОНОШЕННЫХ ДЕТЕЙ</b> .....	230
<b>Сафин Д.И. АКТУАЛЬНОСТЬ ЛАЗЕРНОЙ И КРИОХИРУРГИИ В ЛЕЧЕНИИ РЕТИНОПАТИИ</b> .....	231
<b>Фасхутдинова Д.С. ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОФЛОРЫ КИШЕЧНИКА ПРИ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ЖКТ</b> .....	231
<b>СЕКЦИЯ «МЕДИЦИНСКАЯ БИОХИМИЯ, МЕДИЦИНСКАЯ БИОФИЗИКА»</b> .....	233
<b>Авдеева П.И. МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ АНГИОГРАФИЯ</b> .....	233
<b>Авдонина О.А. ПОЛИСОМНОГРАФИЯ КАК МЕТОД ДИАГНОСТИКИ РИСКА ВНЕЗАПНОЙ СЕРДЕЧНОЙ СМЕРТИ</b> .....	234
<b>Бурумбаева А.Д. ДИАГНОСТИКА ИНФЕКЦИЙ, ПЕРЕДАЮЩИХСЯ ПОЛОВЫМ ПУТЕМ</b> .....	235
<b>Гарифуллина Р.Л. АКТУАЛЬНОСТЬ ЛАБОРАТОРНОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРИ ОКАЗАНИИ НЕОТЛОЖНОЙ ПОМОЩИ НА ПРИМЕРЕ ОСТРОГО КОРОНАРНОГО СИНДРОМА, ОСТРОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ И ПНЕВМОНИЙ</b> .....	236
<b>Головяхина А.В. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИАГНОСТИКЕ ОСТЕОПОРОЗА</b> .....	236
<b>Кашапова А.Н. ГЛОБАЛЬНЫЕ И ТОЧЕЧНЫЕ ТЕСТЫ СИСТЕМЫ ГЕМОСТАЗА</b> .....	237
<b>Кириллова Д.А. ДИАГНОСТИКА TORCH-ИНФЕКЦИЙ У БЕРЕМЕННЫХ</b> .....	237
<b>Николаева А.П. МОЧЕКАМЕННАЯ БОЛЕЗНЬ В СТРУКТУРЕ СИНДРОМА ОСТРОГО ЖИВОТА. ВОЗМОЖНОСТИ ЛУЧЕВЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В НЕОТЛОЖНОЙ ДИАГНОСТИКЕ</b> .....	239
<b>Рычкова В.С. РОЛЬ МРТ В ДИАГНОСТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ</b> .....	240



<b>Шакирова Л.И.</b> СТАБИЛОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИСФУНКЦИИ КРЕСТЦОВО-ПОДВЗДОШНОГО СОЧЛЕНЕНИЯ У СПОРТСМЕНОВ .....	241
<b>Яндайкина Е.С.</b> АНОМАЛИИ КАРИОТИПА КАК ПРИЧИНА ОСТАНОВКИ РАЗВИТИЯ ПЛОДА .....	242
<b>СЕКЦИЯ «ХИРУРГИЧЕСКИЕ БОЛЕЗНИ»</b> .....	243
<b>Валиева Г.М.</b> ВПЧ. К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМАХ КАНЦЕРОГЕНЕЗА .....	243
<b>Ионова Э.Э.</b> НЕВЫНАШИВАНИЕ БЕРЕМЕННОСТИ (РОЛЬ ХРОМОСОМНЫХ АНОМАЛИЙ) .....	244
<b>Камалетдинова Г.А.</b> ОНКОФЕРТИЛЬНОСТЬ .....	244
<b>Тазетдинова А.И.</b> ПАТОЛОГИЧЕСКАЯ КРОВОПОТЕРЯ В РАННЕМ ПОСЛЕРОДОВОМ ПЕРИОДЕ .....	245
<b>Хасанова К.М.</b> ФАКТОРЫ РИСКА ПРЕЖДЕВРЕМЕННЫХ РОДОВ ПРИ МНОГОПЛОДНОЙ БЕРЕМЕННОСТИ .....	246
<b>СЕКЦИЯ «БИОЭКОЛОГИЯ, ГИГИЕНА И ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДОРОВЬЕ»</b> .....	248
<b>Антонова О.А.</b> ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ НА ДИНАМИКУ ЧИСЛЕННОСТИ СЕРОЙ ЦАПЛИ .....	248
<b>Батдалова И.Р.</b> ОЦЕНКА НЕКАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ (НА ПРИМЕРЕ Г. КАЗАНИ) .....	249
<b>Давлетшина А.И.</b> ОЦЕНКА ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОЙ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ (СКАС) КФУ И ПРИЛЕГАЮЩИХ К НЕЙ ТЕРРИТОРИЙ .....	250
<b>Исмагилова Л.И.</b> ОЦЕНКА НЕКАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ПОДРОСТКОВ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ (НА ПРИМЕРЕ Г. КАЗАНИ) .....	251
<b>Сиргалина Д.Р., Сурнина Т.А.</b> ОРНИТОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА АЭРОДРОМА «КУРКАЧИ» .....	251
<b>Ященко Г.А.</b> ИЗУЧЕНИЕ ПОРИСТОСТИ СКОРЛУПЫ КУРИНОГО ЯЙЦА .....	252
<b>СЕКЦИЯ «ЗООЛОГИЯ И ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ»</b> .....	254
<b>Банникова М.А.</b> МОРФОЛОГИЯ МАССОВЫХ ВИДОВ ТИХОХОДОК (EUTARDIGRADA) .....	254
<b>Зайнуллин М.А.</b> ИЗУЧЕНИЕ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ-КСИЛОФАГОВ АРСКОГО И РАЙФСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН .....	255
<b>Зайнутдинова Р.Р.</b> ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ЧИСЛЕННОСТЬ СЕГОЛЕТОК РЫБ В ПРИБРЕЖЬЕ ВОЛЖСКО-СВИЯЖСКОГО УЧАСТКА ВОЛЖСКОГО ПЛЕСА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 2016–2017 ГОДЫ .....	255
<b>Зарипова З.И.</b> СТРОЕНИЕ И ИЗОТОПНЫЙ АНАЛИЗ КЛЮВОВ КАЛЬМАРОВ РОДА GONATUS В СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКЕ: ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОЛОЖЕНИЯ ВИДОВ В ЭКОСИСТЕМЕ .....	256
<b>Новиков А.А.</b> РЕПРОДУКТИВНАЯ СИСТЕМА САМЦОВ СПИРУЛЫ (SERIALOPODA: SPIRULA SPIRULA) .....	257
<b>Саяхова Г.Р.</b> МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЖУЖЕЛИЦ РОДА CARABUS В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «НИЖНЯЯ КАМА» И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ, ПОДВЕРЖЕННЫХ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	258
<b>Тазетдинова А.Р.</b> НОВЫЕ ДАННЫЕ О ФАУНЕ ORIPIONES СЕВЕРО-ОСЕТИНСКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА .....	259
<b>Таширева И.А.</b> МОРФОЛОГИЯ КЛЮВА И РАДУЛЫ ROSSIA MOELLERI STEENSTRUP, 1856 (SERIALOPODA, SERIOLIDA) В БАРЕНЦЕВОМ И КАРСКОМ МОРЯХ .....	259

<b>Шарафутдинова Д.Н.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕПАРАТА «37D» НА РЕГЕНЕРАЦИЮ ПЛАНАРИЙ <i>SCHMIDTEA MEDITERRANEA (PLATHELMINTHES, TRICLADIDA)</i> .....	260
<b>Яковлева А.И.</b> ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИИ НА УЛЬТРАСТРУКТУРУ КЛЕТОК ПЕЧЕНИ КРЫСЫ .....	261
<b>Юзекаева Р.Р.</b> ФАУНА И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДВУКРЫЛЫХ НЕКРОФАГОВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН И ПРИЛЕЖАЩИХ ТЕРРИТОРИЙ .....	262
<b>СЕКЦИЯ «БИОХИМИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ»</b> .....	264
<b>Агълямова А.Р.</b> КОНКУРЕНТНОЕ ИНГИБИРОВАНИЕ ГИДРОЛИЗА БЕНЗОИЛТИОХОЛИНА БУТИРИЛХОЛИНЭСТЕРАЗОЙ ПЛАЗМЫ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА СИНТЕТИЧЕСКИМ СУБСТРАТОМ БУТИРИЛХОЛИНОМ .....	264
<b>Ахмадуллина Р.Д.</b> ИММУНО- И ГИСТОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОРГАНОВ МЫШЕЙ ЛИНИИ <i>Nude</i> ПОСЛЕ ИМПЛАНТАЦИИ ТКАНИ РАКА ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ЧЕЛОВЕКА .....	264
<b>Ким А.В., Устинова С.М.</b> ВЛИЯНИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ «ОКТЕНИСЕПТ» и «МИРАМИСТИН» НА АКТИВНОСТЬ МУЦИНОВ СЛЮНЫ .....	265
<b>Козлова А.С.</b> ПРЕДСКАЗАНИЕ 3D-СТРУКТУРЫ НАТРИЙ-ЗАВИСИМОГО ФОСФАТНОГО ТРАНСПОРТЕРА <i>NaPi2b</i> .....	266
<b>Майоров Р.Д.</b> ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОЯДЕРНОГО ТЕСТА В КЛИНИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЕ .....	267
<b>Нуриева Ч.К.</b> ЭКСПРЕССИЯ ГЕНА <i>RAD50</i> В КЛЕТОЧНЫХ ЛИНИЯХ РАКА ЯИЧНИКА .....	267
<b>Петрова Д.С., Минигулова Л.Ф., Хабибрахманова В.Р., Киямова Р.Г., Минибаева Ф.В.</b> ЦИТОТОКСИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ЭКСТРАКТОВ МХА <i>DICRANUM SCOPARIUM</i> НА ОПУХОЛЕВЫХ КЛЕТОЧНЫХ ЛИНИЯХ .....	268
<b>Савенкова Д.В.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ ИНГИБИТОРА 6-ФОСФОГЛЮКОНАТ ДЕГИДРОГЕНАЗЫ <i>RHUSCION</i> НА УРОВЕНЬ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА В КЛЕТКАХ КЛЕТОЧНЫХ ЛИНИЙ РАКА ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ( <i>AsPC-1</i> ) И КАРЦИНОМЫ ЛЕГКОГО ( <i>H1299</i> ) В РАЗНЫХ РАСТВОРИТЕЛЯХ .....	269
<b>Тихомирова М.В.</b> ХАРАКТЕРИСТИКИ КАЧЕСТВЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ T-REG ЛИМФОЦИТОВ ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНИ ЛЕГКИХ И БОЛЬНЫХ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ .....	269
<b>Топчу Ю.А.</b> ЛЕЧЕНИЕ ЦИСПЛАТИНОМ ВЫЗЫВАЕТ АУТОФАГИЮ И СНИЖАЕТ РЕГУЛЯЦИЮ Е-КАДГЕРИНА В КЛЕТКАХ КАРЦИНОМЫ ЯИЧНИКОВ <i>IN VITRO</i> : ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ .....	270
<b>СЕКЦИЯ «ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ»</b> .....	271
<b>Ибрагимов А.Р.</b> ДИНАМИКА ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ У СПОРТСМЕНОВ В ПРОЦЕССЕ ТРЕНИРОВКИ В КОМПЬЮТЕРНОМ СПОРТЕ .....	271
<b>Фирсова Ю.Д.</b> ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗМА СЛАБОВИДЯЩИХ ШКОЛЬНИКОВ 7 И 8 ЛЕТ .....	272
<b>Фахрисламова М.И.</b> НЕЙРОПЕПТИД $\gamma$ УЧАСТВУЕТ В СОКРАТИМОСТИ МИОКАРДА КРЫС В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ .....	272
<b>Хафизова Э.Ф.</b> ГАЛОПЕРИДОЛА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА СОКРАТИМОСТЬ МИОКАРДА КРЫС .....	273
<b>СЕКЦИЯ «БОТАНИКА И ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ»</b> .....	274
<b>Кадирова З.И.</b> ВЛИЯНИЕ СТЕВИОЗИДА НА ФОТОСИНТЕЗ И ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЙ СТАТУС РАСТЕНИЙ КАПУСТЫ КАЛЕ ( <i>BRASSICA OLERACEA</i> L.) .....	274

<b>Панина А.Д.</b> ВОДОРОСЛИ ПРУДОВ В ЧЕРТЕ Г. ВЫКСА (НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛАСТЬ) .....	275
<b>Сергеева С.Д.</b> БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ <i>BRASSICA OLERACEA VAR. SABELLICA, OCIMUM BASILICUM, PETROSELINUM CRISPUM</i> ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА РАЗЛИЧНЫХ СПЕКТРАХ СВЕТА .....	276
<b>Степанов Н.С.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ АЛЬГОФЛОРЫ ВОДОЕМОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НИЖНЯЯ КАМА» (РЕСПУБЛИКА ТАТАРСТАН РФ) .....	277
<b>СЕКЦИЯ «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ» .....</b>	<b>278</b>
<b>Исмагилова Г.Т.</b> ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗДОРОВЫХ И БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ .....	278
<b>Миначев Р.Р.</b> ОСОБЕННОСТИ ВНЕКЛАССНОЙ РАБОТЫ С УЧАЩИМИСЯ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ОСНОВ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	279
<b>Сабилов И.Т.</b> ИЗУЧЕНИЕ АВАРИЙ С ВЫБРОСОМ АВАРИЙНО-ХИМИЧЕСКИХ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ОСНОВ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	279
<b>СЕКЦИЯ «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА» .....</b>	<b>281</b>
<b>Власова Е.А.</b> ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА В СПОРТИВНЫХ КЛАССАХ ШКОЛЫ .....	281
<b>Иксанова Э.И.</b> ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ТРЕНИРОВКИ ЛЕГКОАТЛЕТОВ С УЧЕТОМ ВОЗРАСТА И ПОЛА .....	282
<b>Масленникова Д.В.</b> РАЗВИТИЕ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА, СИСТЕМАТИЧЕСКИ ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТОМ.....	283
<b>Павлов А.В.</b> МЕТОДИКА РАЗВИТИЯ СКОРОСТНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ У СПОРТСМЕНОВ РАЗЛИЧНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ .....	284
<b>Сабилов М.И.</b> ВЛИЯНИЕ ЗАНЯТИЙ СПОРТОМ НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОРГАНИЗМА (НА ПРИМЕРЕ БОРЬБЫ) .....	284
<b>Саматова Р.Р.</b> ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ У СТУДЕНТОВ РАЗНОГО ВОЗРАСТА И ПОЛА .....	285
<b>ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ .....</b>	<b>287</b>
<b>Гайнулина Р.И.</b> ВЛИЯНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ЕСТЕСТВЕННЫЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ .....	287
<b>Джумайло А.Д.</b> МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДИНАМИКИ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ .....	288
<b>Заббаров Д.Э.</b> ВЛИЯНИЕ ФОСФОРИТНОЙ МУКИ НА СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ МЕДИ И МАРГАНЦА В ЧЕРНОЗЕМЕ ТИПИЧНОМ .....	288
<b>Ибатуллина К.А., Мазитова Г.Р.</b> ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО БИОУГЛЯ В УСЛОВИЯХ ВЕГЕТАЦИОННОГО ОПЫТА ....	289
<b>Мазитова Г.Р., Ибатуллина К.А.</b> ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО БИОУГЛЯ НА РЕСПИРАТОРНУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ .....	290
<b>Маснавиева Р.Р.</b> МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ ТЕРРИТОРИИ ИНТЕНСИВНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО СОРТОИСПЫТАТЕЛЬНОГО УЧАСТКА) .....	291
<b>Сахапова Э.А.</b> АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ШИРИНУ ГОДИЧНЫХ КОЛЕЦ (НА ПРИМЕРЕ СОСНЫ) .....	292
<b>Хузина Д.Р.</b> ФОРМЫ И СОЕДИНЕНИЯ ФОСФОРА В ПОЧВАХ УГОДИЙ С РАЗЛИЧНЫМ ТИПОМ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ .....	293
<b>Чернышов А.Г.</b> ОЦЕНКА ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА С ПОМОЩЬЮ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ .....	294

<b>Шарафутдинова З.Ф. БИНАРНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИ БИНОМИАЛЬНОЙ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ РЕГРЕССИИ</b> .....	295
<b>ХИМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.М. БУТЛЕРОВА</b> .....	296
<b>СЕКЦИЯ «ХИМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ»</b> .....	296
<b>Аболмусова Е.Ю. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРЦЕПТИВНОЙ МОДАЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ В РАБОТЕ УЧИТЕЛЯ ХИМИИ</b> .....	296
<b>Бендюкевич К.Г. МЕТОДИКА ВЫЯВЛЕНИЯ ОДАРЕННОСТИ ПО ХИМИИ</b> .....	297
<b>Валеев Н.Ф. КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПРОГРАММЫ КАК СРЕДСТВО ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ</b> .....	298
<b>Валиева Ч.Д. МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ИНКЛЮЗИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ У БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ХИМИИ</b> .....	298
<b>Глушкова В.А. ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ ОДАРЕННЫХ ПОДРОСТКОВ</b> .....	299
<b>Дарземанова Д.Л. ПОДГОТОВКА БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ХИМИИ К ФОРМИРОВАНИЮ У ДЕТЕЙ МИГРАНТОВ УЧЕБНОЙ УСПЕШНОСТИ</b> .....	300
<b>Дербышева Д.Л. ЗНАЧЕНИЕ ЭОР В СИСТЕМЕ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ – БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ</b> .....	301
<b>Евсеева А.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРАЕВЕДЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА В ПРЕПОДАВАНИИ ХИМИИ В 8–9 КЛАССАХ</b> .....	302
<b>Егоров В.Н. ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ ХИМИИ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ</b> .....	302
<b>Заялетдинова Г.Г. ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ В УСЛОВИЯХ ИНТЕГРАТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ</b> .....	303
<b>Иванова М.О. РОЛЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ЛИЧНОСТНЫХ КАЧЕСТВ УЧИТЕЛЯ, РАБОТАЮЩЕГО С ОДАРЕННЫМИ ДЕТЬМИ</b> .....	304
<b>Каримова О.Р. ОРГАНИЗАЦИЯ ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РАБОТ У ШКОЛЬНИКОВ 8 КЛАССА ВО ВНЕУРОЧНОЕ ВРЕМЯ</b> .....	305
<b>Каримуллина А.Ф. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАТЧИКОВ ЦИФРОВЫХ ЛАБОРАТОРИЙ НА УРОКАХ ХИМИИ</b> .....	305
<b>Миннахметов Т.Р. КОМПЬЮТЕРНАЯ ИНТЕРАКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В ОБУЧЕНИИ ХИМИИ</b> .....	306
<b>Михайлова У.В. ВИДЕОФРАГМЕНТЫ ХИМИЧЕСКИХ ОПЫТОВ НА УРОКАХ ХИМИИ</b> .....	307
<b>Нургалиева А.Д. ФОРМИРОВАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ СРЕДСТВАМИ ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА</b> .....	308
<b>Нургалиева А.И. ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УЧАЩИХСЯ ПО ХИМИИ</b> .....	309
<b>Пономарёва З.А. ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ УРОКА ХИМИИ КАК ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ КОМПОНЕНТ ФГОС НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ</b> .....	310
<b>Саяхова Г.Ф. ПОДГОТОВКА УЧИТЕЛЕЙ ХИМИИ ДЛЯ РАБОТЫ В ШКОЛАХ ПРЕВОСХОДСТВА</b> .....	311
<b>Сочнева Е.В. ФОРМИРОВАНИЕ ЛИЧНОСТНЫХ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ ВО ВНЕУРОЧНОЕ ВРЕМЯ ПО ХИМИИ</b> .....	312
<b>Фролычева Ю.А. ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ БИЛИНГВАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РАМКАХ УВП ПО ХИМИИ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ</b> .....	313
<b>Халаман А.В. ОБУЧЕНИЕ ОДАРЕННОЙ МОЛОДЕЖИ В ОБЛАСТИ ХИМИИ ЗА РУБЕЖОМ</b> .....	314
<b>Хисанов Р.Р. ГРУППОВАЯ ФОРМА ОРГАНИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ ХИМИИ</b> .....	314
<b>Худиева К.Х. ТЬЮТОРСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ В ХИМИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ</b> ....	315

<b>СЕКЦИЯ «ХИМИЯ»</b> .....	317
<b>Аксенин Н.С.</b> ТЕРМОДИНАМИКА, СТРУКТУРА И СТЕРЕОСЕЛЕКТИВНОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ ГОМО- И ГЕТЕРОЛИГАНДНЫХ КОМПЛЕКСОВ В РАСТВОРАХ МЕДИ(II) С АМИНОКИСЛОТАМИ .....	317
<b>Аллахвердили Г.Р.</b> СИНТЕЗ И СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СВОЙСТВА НОВЫХ КАРБОКСИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ТИАКАЛИКС[4]АРЕНА С АЗОФЕНИЛЬНЫМИ ГРУППАМИ .....	317
<b>Андрианов Р.А.</b> КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ ПОЛИЛАКТИДА ПО ДАННЫМ СВЕРХБЫСТРОЙ КАЛОРИМЕТРИИ И ИК-СПЕКТРОСКОПИИ .....	318
<b>Аухадиева Р.И.</b> СИНТЕЗ И СВОЙСТВА МАКРОЦИКЛИЧЕСКИХ РЕЦЕПТОРОВ НА ОСНОВЕ <i>П-ТРЕТ</i> -БУТИЛКАЛИКС[4]АРЕНА, СОДЕРЖАЩИХ ФОТОПОЛИМЕРИЗУЕМЫЕ ФРАГМЕНТЫ 10,12- ПЕНТАКОЗАДИИНОВОЙ КИСЛОТЫ .....	319
<b>Ахмадуллина Л.И., Давлетшина Н.В.</b> МЕМБРАННЫЙ ТРАНСПОРТ ОРГАНИЧЕСКИХ СУБСТРАТОВ ФОСФОРИЛИРОВАННЫМИ ДИАЗАПОДАНДАМИ .....	320
<b>Баярашов Е.Е.</b> ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАКРОЦИКЛЫ С БЕТАИНОВЫМИ ФРАГМЕНТАМИ НА ПЛАТФОРМЕ ТИАКАЛИКС[4]АРЕНА: СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ....	321
<b>Белов Р.Н.</b> НОВЫЕ МЕДЬ- И СМЕШАННЫЕ МЕДНО-ПАЛЛАДИЕВЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ НА ОСНОВЕ АМИНО-МОДИФИЦИРОВАННОГО СИЛИКАГЕЛЯ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В КАТАЛИЗЕ ОРГАНИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ В ОБЫЧНОМ И ПРОТОЧНОМ РЕЖИМЕ .....	322
<b>Болматенков Д.Н.</b> СИНТЕТИЧЕСКИЕ ОПАЛЫ КАК МОДЕЛЬНАЯ СРЕДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ РЕАКЦИЙ В УСЛОВИЯХ НАНООГРАНИЧЕНИЯ .....	323
<b>Газизуллина Э.Р.</b> ИММУНОХИМИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ АМИТРИПТИЛИНА .....	324
<b>Гафиатуллин Б.Х.</b> НОВЫЕ NHC КОМПЛЕКСЫ ПАЛЛАДИЯ НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДНЫХ <i>П-ТРЕТ</i> -БУТИЛТИАКАЛИКС[4]АРЕНА: СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ .....	325
<b>Гизатуллин А.И.</b> КИНЕТИКА РЕАКЦИЙ ЗАМЕЩЕНИЯ СЕРИНА, ТРЕОНИНА И МЕТИОНИНА НА ГИСТИДИН В КОМПЛЕКСАХ НИКЕЛЯ(II) .....	326
<b>Гилязева А.И.</b> СИНТЕЗ И СУПРАМОЛЕКУЛЯРНАЯ САМОСБОРКА МОНОЗАМЕЩЕННЫХ ПИЛЛАР[5]АРЕНОВ, СОДЕРЖАЩИХ АМИДНЫЕ ФРАГМЕНТЫ .....	327
<b>Григорьев И.А.</b> НОВЫЕ НЕСИММЕТРИЧНЫЕ АМФИФИЛЬНЫЕ МАКРОЦИКЛЫ НА ОСНОВЕ <i>П-ТРЕТ</i> -БУТИЛТИАКАЛИКС[4]АРЕНА, СОДЕРЖАЩИЕ РЕЦЕПТОРНЫЕ И ФОТОПОЛИМЕРИЗУЕМЫЕ ДИАЦЕТИЛЕНОВЫЕ ФРАГМЕНТЫ .....	327
<b>Ермолаев А.В.</b> ТЕРМОДИНАМИКА ОБРАЗОВАНИЯ, СПЕКТРАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И СТРУКТУРА ГОМО- И ГЕТЕРОЛИГАНДНЫХ КОМПЛЕКСОВ В СИСТЕМАХ МЕДЬ(II) – 1,10-ФЕНАНТРОЛИН – АМИНОКИСЛОТЫ .....	328
<b>Колесникова А.О.</b> РЕАКЦИЯ ЕНОВОГО СИНТЕЗА 4-ФЕНИЛ-1,2,4-ТРИАЗОЛИН-3,5-ДИОНА С 2-КАРЕНОМ: ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ, ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ И РАСТВОРИТЕЛЕЙ .....	329
<b>Кузнецова А.А.</b> ПОЛЯРНОСТЬ И СТРОЕНИЕ ТРИС(3-МЕТИЛФЕНИЛ)ФОСФИНА И ЕГО ХАЛЬКОГЕНИДОВ .....	330
<b>Лапук С.Е.</b> КИНЕТИКА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ МОДЕЛЬНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ В ТВЕРДЫХ ДИСПЕРСИЯХ .....	331
<b>Максимова М.С.</b> ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНЫХ ПОКРЫТИЙ ПОЛИ(НЕЙТРАЛЬНЫЙ КРАСНЫЙ)-ДНК .....	332
<b>Николаев И.А.</b> ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ПИРОЛИЗА КЕРОГЕНА ДОМАНИКОВОЙ СВИТЫ .....	333
<b>Саранова О.С.</b> ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА(III) С ОКСИДОМ ГРАФЕНА В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ .....	334

---

<b>Севастьянов Д.А.</b> СИНТЕЗ ПОЛИМАКРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ НА ПЛАТФОРМЕ ПИЛЛАР[5]АРЕНА И <i>П-ТРЕТ</i> -БУТИЛТИАКАЛИКС[4]АРЕНА: НОВЫЕ ТЕМПЛАТЫ ДЛЯ СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ ПОИАНИЛИНА .....	335
<b>Трошанин Н.В.</b> ТЕРМОДИНАМИКА ОБРАЗОВАНИЯ И СТРУКТУРА КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕДИ(II) С ГИДРАЗИДОМ САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ .....	336
<b>Уразаева К.В.</b> КИНЕТИКА РЕАКЦИЙ ЗАМЕЩЕНИЯ ЛИГАНДОВ И РЕДОКС-ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМАХ МЕДЬ(II) – АМИНОКИСЛОТЫ – ГЛУТАТИОН .....	337
<b>Уразгалиева А.А.</b> МЕМБРАННАЯ ЭКСТРАКЦИЯ ЛИТИЯ N,N-БИС((ДИГЕКСИЛФОСФОРИЛ)МЕТИЛ)ЭТАН-1,2-ДИАМИНОМ .....	338
<b>Файзуллин Б.А.</b> ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТ-СТАБИЛИЗИРОВАННЫЕ НАНОЧАСТИЦЫ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСА Au(I) С ЦИКЛИЧЕСКИМ ДИФОСФИНЫМ ЛИГАНДОМ В КАЧЕСТВЕ СЕНСОРА НА БИОТИОЛЫ В ВОДНЫХ СРЕДАХ .....	339
<b>Фасхутдинов Р.И.</b> ГИДРОФОСФОРИЛОВАНИЕ АКТИВИРОВАННЫХ АЛКИНОВ В УСЛОВИЯХ КАТАЛИЗА ТРЕТИЧНЫМИ ФОСФИНАМИ .....	340
<b>Чугурова А.М.</b> 4-ХЛОРМЕТИЛ-1,2-ОКСАФОСФОРИНЫ В СИНТЕЗЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ .....	341
<b>Шевелёв М.Д.</b> ВЗАИМОСВЯЗЬ САМООРГАНИЗАЦИИ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ВОДНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ ОЛИГОПЕПТИДА ТИРОЛИБЕРИНА .....	342
<b>Шемахина М.Э.</b> $\alpha,\beta$ -НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ ТЕРПЕНОКЕТОНЫ В РЕАКЦИЯХ ФОСФОРИЛОВАНИЯ .....	342
<b>Шулятьев А.А.</b> ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОГО ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ, ТЕМПЕРАТУРЫ И СРЕДЫ НА СКОРОСТЬ АЛЬДЕР-ЕНОВОЙ РЕАКЦИИ 4-ФЕНИЛ-1,2,4-ТРИАЗОЛИН-3,5-ДИОНА С $\beta$ -ПИНЕНОМ .....	343
<b>Юрко Е.О.</b> ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИ ИНДУЦИРОВАННОЕ ФОСФОРИЛОВАНИЕ ГЕТЕРОАРОМАТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ .....	344
<b>Явишева А.А.</b> ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИКЛОФЕНАКА АМПЕРОМЕТРИЧЕСКИМИ ТИРОЗИНАЗНЫМИ БИОСЕНСОРАМИ, МОДИФИЦИРОВАННЫМИ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ .....	345
<b>Ярко Е.И.</b> КИНЕТИКА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ И НУКЛЕАЦИИ ПОЛИКАПРОЛАКТОНА ПО ДАННЫМ СВЕРХБЫСТРОЙ КАЛОРИМЕТРИИ .....	346

# ВЫСШАЯ ШКОЛА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОБСЛЕДОВАНИЯ ЛЕСНЫХ МАССИВОВ

*Герасимов Ю.А.*

*Научный руководитель – канд. техн. наук Магид Е.А.*

На сегодняшний день беспилотные летательные аппараты (БПЛА) распространены очень широко. С их помощью осуществляется огромный объем различных работ. Их преимущество – доступность и простая предполетная подготовка, и при этом их можно оснастить огромным количеством различных датчиков. Мы предлагаем создать специальный комплекс для обследования лесных массивов с помощью группы БПЛА, работающих автономно. Это позволит следить за состоянием самих деревьев, вырубкой, пожарной обстановкой, а также выполнять оценку объема леса. Для указанных задач предлагается применять различные виды датчиков, в том числе камеры видимого спектра и инфракрасные камеры. Программная часть комплекса будет осуществлять автономное планирование маршрута рабочих дронов, сбор и обработку информации, полученных с помощью различных сенсоров, а также построение подробной карты леса.

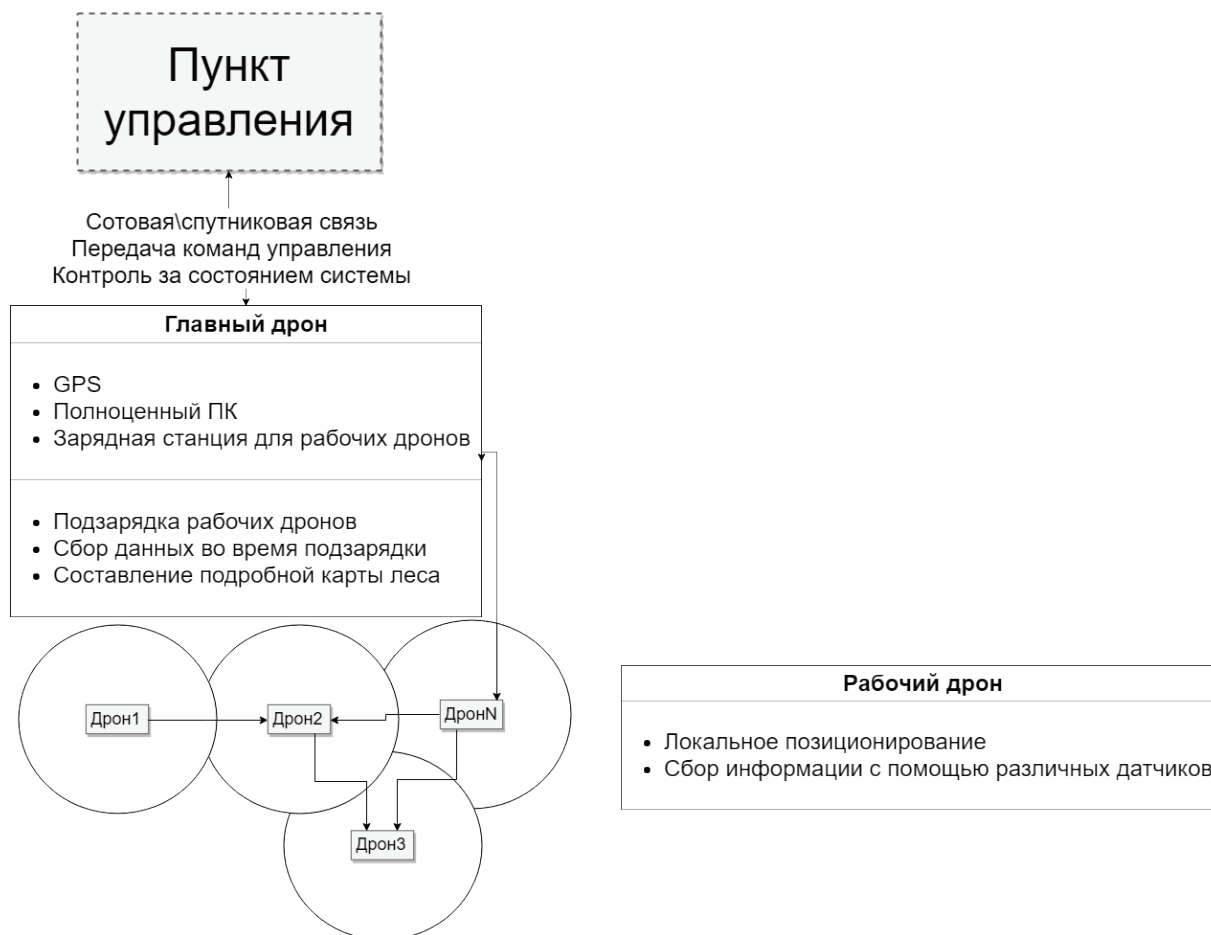


Рисунок 1. Структура комплекса

На рисунке представлена примерная схема устройства комплекса. Круги вокруг рабочих означают радиус связи. Взаимодействие внутри роя будет осуществляться между доступными устройствами.

В рамках ближайших работ планируется проведение симуляций работы программной части комплекса в среде ROS/Gazebo. В дальнейшем планируется разработка аппаратной части с учетом результатов, полученных при моделировании.

## ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ

### ПРИМЕНЕНИЕ УСТАНОВКИ «ТЕРМОПЛАЗМА 50-01» ДЛЯ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ ИЗ ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ НА ФОРМЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ОТЛИВКЕ ТИТАНА

*Андреева А.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Даутов И.Г.*

При литье титановых изделий и заготовок образуется альфированный слой, толщина которого зависит от геометрии литейной формы и содержания кремния в материале формы.

Исследования на электронном микроскопе позволили установить, что слой повышенной твердости образуется при поглощении кислорода с поверхности элементов литейных форм. Сравнение данных по исходному материалу и поверхностному слою опытной отливки показало увеличение массовой доли кислорода в 10 и более раз на различных участках поверхности. Температура литейного процесса обеспечивает благоприятные условия для образования соединений  $TiO_x$  и твердого раствора кислорода. Послойный анализ показал, что по мере удаления от поверхностного слоя вглубь отливки происходит постепенное плавное снижение массовой доли кислорода. Установлена приблизительная корреляция между твердостью материала и концентрацией кислорода.

Одним из путей снижения поглощения кислорода может являться создание покрытия на поверхности элементов литейных форм. Его функциями являются снижение поглощения кислорода при литье и препятствование контакту с поступающим из литейной формы газом при остывании. Анализ литературных источников показал, что при отливке стальных заготовок хорошие результаты были получены при окрашивании литейной формы составами, содержащими наночастицы  $Al_2O_3$ . Известно также, что данный материал используется для создания термобарьерных покрытий на деталях энергетических установок.

С учетом температур плавления и диссоциации было предложено использовать плазменное порошковое напыление на установке «Термоплазма 50-01» для нанесения покрытий из  $Al_2O_3$  и оксидов тугоплавких металлов на поверхность литейных форм. Среди известных газотермических методов плазменное напыление имеет ряд преимуществ при реализации задачи получения покрытия с заданными функциональными свойствами. Скорость частицы напыляемого порошка является определяющим при формировании покрытия наряду с температурой частицы и определяет такие важные характеристики, как пористость и адгезионная прочность покрытия. Другим критерием, использованным при выборе метода напыления, является возможность управления параметрами с целью дальнейшего внедрения роботов и манипуляторов в технологическом процессе получения покрытия. Процесс плазменного напыления можно описать как связанный процесс переноса энергии. Начиная с передачи энергии от электрического поля до плазмообразующего газа происходит передача энергии и импульса (теплоты) от плазмы к частицам распыляемого материала и заканчивая переносом тепловой и кинетической энергии от частиц к покрываемой подложке. При традиционном плазменном напылении длина дуги в плазмотронах достигает 50 мм. В области, где вводится порошок, дуга становится более длинной и развитой. В данном месте горит оптимальная электрическая дуга, по току, длине дуги, диаметру канала, расходу плазмообразующего газа и другим различным параметрам. Традиционные плазменные устройства напыления в несколько раз стабильнее в работе за счет фиксации анодного участка дуги. Данная характеристика позволяет получать покрытия с лучшими качествами, а именно более равномерные, с минимальной шероховатостью и пористостью, с максимальной плотностью.

При напылении покрытия на керамическую подложку происходит изменение приповерхностного слоя, в результате чего уменьшается когезионная прочность формы, при литье возможен переход материала покрытия и формы в титановую отливку. При увеличении расстояния от среза плазмотрона установки «Термоплазма 50-01» до напыляемой формы позволяет также получить покрытия, но при этом КПД использованного порошка снижается на 30–70 %. Для улучшения свойств получаемых покрытий предполагается производить напыления на предварительно нагретые формы, температура которых составляет 300–400 °С. А для защиты анода и фокусировки плазменной струи необходимо использовать пропановую смесь, что приводит к образованию включений углерода в поверхность покрытий и, соответственно, последующий переход в материал отливки, это видно на результатах проведенных исследований растровой электронной микроскопией.



## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЭНЕРГИИ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ ПРИ ПЛАЗМЕННОМ НАПЫЛЕНИИ ОКСИДОВ МЕТАЛЛОВ НА ПОВЕРХНОСТЬ СТЕКОЛ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОТРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЬЯ ТИТАНА<sup>1</sup>

*Гибадуллин А.М., Муксинов И.И.*

*Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор Ляхович А.М.*

Отработку технологии литья металлов лучше всего проводить на модельных образцах. В работе рассмотрены модельные образцы, представляющие собой покрытия, нанесенные магнетронным распылением алюминия и титана на подложку из стекла. Эти покрытия должны служить барьерным слоем между отливкой металла и формой. Поскольку контакт проходит через поверхность, то ее свойства являются определяющими.

В работе определена поверхностная энергия и шероховатость покрытий. Поверхностная энергия определялась посредством измерения краевых углов смачиваний. Для этого была создана установка по определению краевых углов смачивания поверхности твердых тел, отработана методика измерения краевых углов смачивания. Проведена апробация работы установки. При исследовании свойств поверхности покрытий, получаемых при магнетронном напылении металлов на стекла, установлено:

- осаждения покрытия как из Ti, так из Al носит островковый характер;
- шероховатость покрытия, полученного из Ti, выше, чем покрытие из Al;
- поверхностная энергия покрытия, полученного из Al, выше, чем из Ti;
- худшее пропускание света через покрытие из Al по сравнению с покрытием из Ti;
- напыленные металлические покрытия имеют окисленную форму;
- гидрофильность поверхности покрытия, полученной из Al, выше, чем из Ti, что связано с различным типом окислов Ti и Al, получаемых при напылении покрытия.

## УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬЮ В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

*Мамонова А.О.*

*Научный руководитель – ассистент Хуснутдинова Э.М.*

Эффективное использование энергетических ресурсов во многом определяет развитие промышленных предприятий и их конкурентоспособность. Применение энергосберегающих и энергоэффективных технологий способствует сокращению затрат и усовершенствованию процесса производства.

Нефтегазовый комплекс является важной частью топливно-энергетической промышленности. Его значимость определяется высокой долей нефти, нефтепродуктов и газа в экспортном балансе Российской Федерации. Нефтяная промышленность занимает центральное место в экономике России, поскольку является одним из основных источников доходов государственного бюджета.

Динамичное развитие нефтегазового комплекса влечет за собой необходимость оптимизации потребления энергоресурсов и внедрения механизмов энергосбережения.

Стоит отметить, что повышение энергетической эффективности в нефтяной отрасли приведет к сокращению затрат только при комплексном подходе: эффективном использовании всех видов энергоресурсов, таких как тепло- и электроэнергия, воды, сжатого воздуха.

Повышение энергоэффективности процессов в нефтяной промышленности касается, главным образом, установок нефтедобычи и технологий нефтепереработки.

На стадии добычи объем потребляемых энергоресурсов зависит от типа месторождения. Наибольшей эффективностью отличаются скважины фонтанного типа. Однако их применение в России не распространено. Для регулирования режима работы динамического оборудования, используемого на нефтегазовом комплексе, устанавливаются частотные преобразователи, которые позволяют сократить энергозатраты при добыче сырья. Благодаря внедрению этого оборудования количество электроэнергии, потребляемое насосом, сокращается на 5–25 %.

Относительно нефтеперерабатывающих технологий существует множество путей повышения энергоэффективности – от модернизации технологического оборудования до внедрения распределен-

<sup>1</sup> Результаты были получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России 11.1300.2017/4.6.

ных систем управления. Они, как правило, применяются для управления непрерывными технологическими процессами, в строгом соответствии с математическими моделями, что, в свою очередь, обеспечивает минимальное потребление энергоресурсов. Однако желаемый результат достигается только при одновременном внедрении усовершенствованного оборудования и системы управления. Иначе, оно не имеет смысла.

Также следует обратить внимание на тот факт, что задача повышения энергоэффективности имеет важное значение не только для процессов добычи и переработки, но и для транспортировки нефти.

## **ПРИМЕНЕНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЛАЗМЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ТВЕРДООКСИДНЫХ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

*Мамонтов Г.А.*

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Лучкин А.Г.*

Стремительное сокращение не возобновляемых источников энергии и ухудшение экологической обстановки ставит человечество перед проблемой поиска новых способов генерации электроэнергии. Большая часть возможных источников энергии не используется или используется не эффективно. Например, не используется энергия свального газа. Любое хозяйство ежедневно производит отходы. В Казани производится более 9,5 млн тонн отходов в год. Все эти отходы отправляются на полигоны. Газ, который накапливается на полигонах, состоит из 40–75 %  $\text{CH}_4$  и 25–50 %  $\text{CO}_2$ , включая небольшие примеси  $\text{H}_2\text{S}$  и органических веществ [Гурвич, 2006. № 8. С. 4–9]. Большинство полигонов этот газ либо сжигает в факелах, либо сжигает его в механических двигателях для производства электроэнергии. Проблема этих методов в том, что происходит не полное сжигание газа, что может привести к загрязнению окружающей среды.

Проблему свалочного газа можно решить применением топливных элементов. Топливные элементы способны преобразовать напрямую химическую энергию свалочного газа в электрическую энергию с КПД не менее 60 % и при этом не загрязняют окружающую среду [Langnickel, 2017].

Топливные элементы состоят из электролита, заключенного между анодом и катодом. На катоде происходит реакция восстановления окислителя (кислорода) с образованием иона  $\text{O}^{2-}$ . Ионы кислорода диффундируют с катода на анод, через электролит с повышенной ионной проводимостью. К аноду подводим водородосодержащее топливо, в результате ионы кислорода с катода вступают в реакцию с водородом. Таким образом, с анода отводится вода, а электроны, обрезавшиеся в результате реакции иона  $\text{O}^{2-}$  с водородом, проходят по внешней цепи через нагрузку на катод, где снова реализуется реакция восстановления кислорода [Топливные элементы, 1968. 419 с.].

Топливные элементы разделяются по материалу электролита. Наиболее перспективный тип топливных элементов – это твердооксидные топливные элементы (ТОТЭ). Проблемой такого типа топливного элемента можно считать высокую рабочую температуру (1024 °С). Для снижения температуры необходимо уменьшить толщину электролита [Kek, 2001. V. 21. P. 1861–1865].

Анализ литературных источников показывает, что магнетронное распыление является одним из наиболее подходящих методов напыления тонких пленок с точки зрения стабильности процесса, возможности независимого регулирования основных параметров процесса напыления и как результат – получение однородных покрытий с необходимыми структурными и эксплуатационными характеристиками, а также возможности обработки поверхностей с большой площадью, [Юрьев, 2014. 90 с.].

Проблемой для создания топливных элементов при помощи магнетронного распыления являются требования для каждого из слоев топливного элемента. Анод и катод необходимо сделать высокопористыми (35–45 % с размерами пор не менее 0,5 мкм). Электролит в отличие от электродов должен быть плотным. Как показывают исследования, задать определенную пористость можно параметрами осаждения, такими как температура подложки во время осаждения и остаточное давление в камере [Hidalgo, 2011. V. 205. P. 4495–4499]. Перед осаждением материала электролита на пористый анод необходимо обработать приповерхностный слой анода электронным пучком для создания на поверхности плотной структуры [Соловьев, 2011. Т. 47. № 4. С. 524–533].

## ИССЛЕДОВАНИЕ СМАЧИВАЕМОСТИ И ПОВЕРХНОСТНОЙ ЭНЕРГИИ ПОКРЫТИЙ, ПОЛУЧАЕМЫХ ПРИ ПЛАЗМЕННОМ НАПЫЛЕНИИ МЕТАЛЛОВ НА ПОВЕРХНОСТЬ ОБРАЗЦОВ ИЗ ВОСКА, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОТРАБОТКЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛИТЬЯ ТИТАНА<sup>1</sup>

*Муксинов И.И., Гибадуллин А.М.*

*Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор Ляхович А.М.*

Эксплуатационные свойства изделий, которые работают при трении, используются в качестве защитных покрытий и при создании неразъемных соединений, в значительной степени зависят от значения поверхностной энергии. Учет уровня поверхностной энергии деталей таких изделий имеет большое значение при проектировании, производстве, эксплуатации и ремонте в медицинской, авиационной, космической, судостроительной и других отраслях.

В работе исследованы модельные образцы, представляющие собой покрытия, нанесенные магнетронным напылением титана и алюминия на поверхность воска для определения их смачиваемости и поверхностной энергии. Эти покрытия должны служить барьерным слоем между отливкой металла и формой. Поскольку контакт проходит через поверхность, то ее свойства становятся определяющими.

Установлено, что из факторов, влияющих на измерение краевого угла смачивания (шероховатость, неоднородность состава поверхности, температура и влажность окружающей среды), наибольшее влияние на измерение краевого угла смачивания оказывает влажность окружающей среды. Измерения краевых углов смачивания были проведены в условиях нулевой влажности. Кинетические кривые смачивания были экстраполированы в точку с нулевым временем экспозиции.

При исследовании образцов с напылением алюминия на воск установлено:

- алюминий на поверхности распределен неравномерно;
- на поверхности покрытия обнаружен слой воска, практически весь напыленный алюминий «утонул» в слое воска.

При исследовании образцов с напылением титана на воск установлено:

- покрытие характеризуется высокой сплошностью;
- реализуется островковый механизм осаждения металла;
- титан, находящийся на поверхности покрытия, окислен;
- вероятнее всего, расплавленный воск по порам выходит на поверхность покрытия;
- уменьшение поверхностной энергии и краевых углов смачивания поверхности при напылении титана по сравнению с алюминием, возможно, связано с различным типом окислов титана и алюминия.

## ВАКУУМНО-ПЛАЗМЕННЫЕ МЕТОДЫ НАНЕСЕНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ЭЛЕМЕНТЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

*Муради М.*

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Лучкин А.Г.*

В измерительной технике из стали изготавливают детали разнообразных установок и приборов. При контакте с агрессивными и коррозионными средами используют нержавеющие стали. В частности, нержавеющая сталь используется для изготовления компонентов лабораторных и промышленных газоанализаторов, таких как колонки, вентили, детекторы, капилляры, запорно-регулирующая арматура.

С применением нержавеющей стали в аналитическом оборудовании традиционно связан ряд проблем. Достоверное измерение концентраций примесей серосодержащих соединений, воды и ртути в газовых средах – сложная задача, каждый этап которой с момента отбора до анализа пробы является проблемой.

---

<sup>1</sup> Результаты были получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России 11.1300.2017/4.6.

Проблема, на решение которой направлено исследование – взаимодействие измеряемых соединений с компонентами газоносных систем – пробоотборными цилиндрами, системами отбора и подготовки пробы для поточных анализаторов, компонентами аналитического тракта анализаторов. Для решения этой проблемы применяют барьерные инертные покрытия на компонентах газоносных систем.

Существующие решения в зависимости от метода нанесения и состава покрытия ограничены в применении, и не обеспечивают быстрое и достоверное измерение концентраций примесей. Первая группа проблем связана со свойствами покрытий: покрытия слишком толстые и не позволяют сгибать деталь или сравнимы с проходным сечением покрываемой детали; слабая адгезия – отслаиваются при большом расходе; инертны в отношении только части компонентов газовой среды. Вакуумно-плазменный метод нанесения защитных покрытий призван решить данные проблемы посредством осаждения кремния на поверхность нержавеющей стали.

Способ нанесения кремния на элементы газового тракта хроматографа достигнут методом PECVD. Разработанный способ включает следующие этапы:

1. Подготовка образцов.
2. Размещение образцов в камере на расстоянии 6–10 мм.
3. Откачка камеры до 1 Па.
4. Напуск аргона до 6–10 Па.
5. Зажигание тлеющего разряда ( $U = 800\text{--}1100\text{ В}$ ).
6. Добавление тетрабромсилана методом барботирования (40–60 % Ar) (10 мин).
7. Напуск атмосферы.
8. Выгрузка образцов.

Способ подходит для нанесения покрытий на плоские и трубчатые образцы.

Покрытия исследованы и прошли испытание на коррозионную стойкость и микротвердость.

В результате была разработана и собрана установка для плазмохимического осаждения кремний-содержащих покрытий на изделия из нержавеющей стали. Исследования покрытий показали наличие значительного содержания кремния (8,33 %) и, как следствие, хорошие защитные свойства покрытий. Следовательно, цель работы достигнута, а именно разработан способ нанесения защитных покрытий на стальные изделия, которые используются в газовом тракте хроматографа.

## **АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА ПРЕДПРИЯТИЙ ГАЗОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ НА ПРИМЕРЕ ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТНОМНОГО ОКРУГА**

*Плугатьрева О.А.*

*Научный руководитель – ассистент Хуснутдинова Э.М.*

Система экологического менеджмента является частью общей системы менеджмента, которая включает планирование, организационную структуру, практическую деятельность, процессы и ресурсы, необходимые для разработки, внедрения и достижения целей экологической политики предприятия. Главная задача экологического менеджмента – это снижение негативного воздействия на окружающую среду, состоящего из понижения уровня образования отходов и их переработки, а также повышения экологической эффективности деятельности предприятия. Нормативной базой данной системы управления являются международные стандарты ИСО 14001:2015 и 9001:2015 (в России ГОСТ Р ИСО 14001-2007 и ГОСТ Р ИСО 9001-2015), которые включают в себя основные правила и требования, относящиеся к процессам производства продукции, которым организация на добровольной основе может следовать для повышения эффективности использования ресурсов, снижению рисков, потерь и издержек, а также для выявления более рационального и быстрого способа достижения экологических целей. Выявить возможности и недостатки системы экологического менеджмента нам поможет анализ данной системы в газоперерабатывающем предприятии ООО «Газпром переработка», которое определяет охрану окружающей среды как неотъемлемую часть своей производственной деятельности.

Общество «Газпром переработка» полностью осознает потенциальную опасность возможного негативного влияния на окружающую среду своим технологически сложным и масштабным производством. Стратегической целью Общества является достижение устойчивого развития и повышения конкурентоспособности при условии бережного отношения к окружающей природной среде и обес-

печения безопасных условий труда работников, для чего реализует и постоянно совершенствует Экологическую политику публичного акционерного общества «Газпром». Для минимизации вторжения производства в окружающую среду и ее изменения в 2017 году в рамках Года экологии был проведен ряд мероприятий, направленных на сохранение уникальной природы Ямало-Ненецкого автономного округа. К ним относятся технологическое обновление и модернизация производств, внедрение инновационных природоохранных технологий, благоустройство и озеленение населенных пунктов, финансовая помощь особо охраняемых природных территорий, а также экологическое обучение и просвещение. В производственной сфере в Обществе была реализована программа по расширению использования компримированного природного газа вместо нефтепродуктов в качестве моторного топлива на собственном транспорте предприятия, что повысило его экологичность и уменьшило будущие расходы организации. На выполнение мероприятий в рамках Года экологии ООО «Газпром переработка» было затрачено 1735,4 млн рублей.

Наличие системы экологического менеджмента на предприятии, несомненно, является фактором конкурентоспособности и повышенного внимания к защите окружающей природы. Общество «Газпром переработка» реализует данную систему в соответствии с требованиями международного стандарта ИСО 14001:2015 и нормативной документацией, действующей в ПАО «Газпром». Постоянное совершенствование экологической политики, улучшение возможностей и механизмов, необходимых для достижения целей и выполнения задач, а также непрерывный аудит в качестве средства получения и оценки экологической информации о предприятии с целью выработки решений и принятия необходимых корректирующих мер способствуют непрерывному контролю экологической безопасности, снижению возможности возникновения различных экологических рисков, а также сохранению конкурентоспособности производимой продукции и повышению значимости роли организации на международном рынке.

## **СИСТЕМА МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

*Ульданова Ю.М.*

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Хафизов И.И.*

Движущей силой развития промышленности в условиях рыночной экономики является стремление повысить качество выпускаемой продукции. Повышение качества продукции в значительной мере определяет выживаемость предприятия в условиях рынка, темпы научно-технического прогресса, рост эффективности производства, экономию всех видов ресурсов, используемых на предприятии.

В условиях обостряющейся конкурентной борьбы высокое качество выпускаемой продукции должно подтверждаться сертификатом соответствия международным стандартам. Распространенным международным документом для системы менеджмента качества является стандарт ISO 9001 «Системы менеджмента качества. Требования». В настоящее время большое количество предприятий-производителей уже имеют внедренные системы менеджмента качества, которые в полной мере соответствуют требованиям данного стандарта.

С сентября 2018 года вступает в силу новая версия стандарта ISO 9001:2015. Пересмотренный документ значительно отличается от его предыдущей версии. Изменения коснулись в той или иной степени всех аспектов стандарта – его структуры, принципов, на которых он базируется, требований, а также используемых терминов и основных концепций.

На предприятиях оборонно-промышленного комплекса обязательным является соответствие требованиям военного стандарта ГОСТ РВ 0015-002-2012 «Система разработки и постановки на производство военной техники. Системы менеджмента качества. Общие требования», который включает в себя требования ISO 9001 и дополнения к ним, отражающие специфику обеспечения качества на всех стадиях жизненного цикла военной продукции.

Следовательно, в связи с выходом новой версии стандарта ISO 9001 на предприятиях оборонно-промышленного комплекса исследования, посвященные интеграции системы менеджмента качества требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2015 и ГОСТ РВ 0015-002-2012, приобретают особенную актуальность.

Объектом исследования является Общество с ограниченной ответственностью «Фирма «МВЕН».

Предмет исследования – интеграция системы менеджмента качества требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2015 и ГОСТ РВ 0015-002-2012.

Целью работы является интеграция системы менеджмента качества требованиям ГОСТ Р ИСО 9001-2015 и ГОСТ РВ 0015-002-2012 на ООО «Фирма «МВЕН».

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

- 1) изучить основные положения стандартов ГОСТ Р ИСО 9001-2015 и ГОСТ РВ 0015-002-2012;
- 2) рассмотреть методологию разработки элементов системы менеджмента качества в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9001-2015 и ГОСТ РВ 0015-002-2012;
- 3) провести анализ системы менеджмента качества на ООО «Фирма «МВЕН»;
- 4) разработать элементы системы менеджмента качества в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9001-2015 и ГОСТ РВ 0015-002-2012 на ООО «Фирма «МВЕН».

## **РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ПРОЦЕССОВ СМК НА ОСНОВЕ СТАНДАРТА ГОСТ ИСО/МЭК 17025-2009 И ПРИКАЗА МИНЭКОНОМРАЗВИТИЯ ОТ 30 МАЯ 2014 Г. № 326 НА ПРИМЕРЕ АО «АРКТИКГАЗ»**

*Хазиева А.Р.*

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Хафизов И.И.*

В 2017 году в АО «Арктическая газовая компания» (далее – АО «АРКТИКГАЗ») была создана испытательная лаборатория (метрологическая служба).

Лаборатория оснащена необходимым испытательным оборудованием, средствами измерений, эталонами, вспомогательным оборудованием; располагает современным методическим и математическим обеспечением, базами данных и программными продуктами, обеспечивающими проведение поверки.

Для признания компетентности лаборатории АО «АРКТИКГАЗ» необходимо пройти аккредитацию.

Основными преимуществами, которые дает аккредитация лаборатории, являются:

- гарантии для заказчиков и потребителей предоставить качественную услугу в той области, где аккредитована лаборатория;
- постоянное совершенствование деятельности;
- расширение доли рынка за счет признания результатов работы лаборатории участниками рынка;
- сокращение затрат времени на доказательства компетентности лаборатории;
- повышение квалификации и компетентности персонала.

При аккредитации лабораторий используются специально разработанные критерии и процедуры для определения технической компетентности. Одним из необходимых требований является наличие действующей системы менеджмента качества в лаборатории.

Актуальность данной работы заключается в обеспечении конкурентоспособности и признании результатов поверки, повышении уровня доверия заказчиков к достоверности предоставляемых результатов и качеству предоставляемых услуг лабораторией.

В связи с этим целью данной работы является подготовка испытательной лаборатории (метрологической службы) АО «АРКТИКГАЗ» к аккредитации.

Требования к компетентности испытательных лабораторий в настоящее время регламентированы в стандарте ГОСТ ИСО/МЭК 17025 и критериях аккредитации. Критерии аккредитации представляют собой совокупность требований к испытательной лаборатории, используемых органом по аккредитации в целях признания компетентности в области аккредитации.

В соответствии с поставленной целью в работе необходимо решить следующие задачи:

- изучить действующую систему менеджмента качества в деятельности испытательной лаборатории АО «АРКТИКГАЗ» (при наличии);
- определить состав документов, необходимых для аккредитации испытательной лаборатории;
- разработать необходимые для аккредитации документы;
- разработать процедуру оценки деятельности лаборатории.

Так как к задачам данной работы относится подготовка испытательной лаборатории (метрологической службы) к аккредитации, необходимо разработать комплект документов для отправки их в аккредитующий орган и обеспечить соответствие деятельности лаборатории заявленным в документах требованиям.

Перечень необходимых документов:

- заявка на аккредитацию;
- область аккредитации;
- паспорт метрологического обеспечения испытательной лаборатории (метрологической службы);
- положения об испытательной лаборатории (метрологической службы);
- руководство по качеству;
- должностные инструкции.

Данный перечень был составлен на основании того, что данные документы в полном объеме будут содержать информацию, необходимую и достаточную для оценки готовности лаборатории АО «АРКТИКГАЗ» к аккредитации.

## ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ ОБРАБОТКИ ВНУТРЕННИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ КЕРАМИЧЕСКИХ ФОРМ НА ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНОВОЙ ОТЛИВКИ<sup>1</sup>

*Хатмуллина А.И., Петров Е.Ю.*

*Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор Ляхович А.М.*

Основной проблемой титановых сплавов является образование диффузионного газонасыщенного слоя, обладающего высокой твердостью, пониженной пластичностью, склонностью к трещинообразованию, называемого «альфированным» слоем. Образование его происходит при отливке вследствие миграции элементов литейной формы и окружающей среды.

Одним из способов уменьшения образования альфированного слоя при отливке титана является применение защитных технологических покрытий на внутренних поверхностях литейных форм, предотвращающих образования альфированного слоя. В работе рассмотрено плазменное нанесение защитного покрытия.

Керамическая форма состояла из оксидов Mg, Ca, Si, в качестве связующего использовалось жидкое стекло. При исследовании образца отливки рассматривались поверхность отрыва от формы и поперечное сечение граничных слоев.

Исследования электронной микроскопией показали, что поверхность образца неоднородная по структуре. В составе альфа-слоя кроме элементов сплава Ti и Al содержатся элементы формы: Si, Mg и O. Элементный состав рассмотренных участков (табл. 1) различен, что свидетельствует о неоднородности химического состава поверхности.

*Таблица 1*

Элементный состав участков поверхности образца (ат. %)

Область поверхности	Элементы								
	C	O	Mg	Al	Si	Ti	Cr	Mn	Fe
1	51.53	7.16	0.15	0.22	0.74	3.10	0.15	0.23	36.73
2	28.46	9.28	–	3.19	0.94	57.94	–	–	0.18
3	26.27	21.03	–	3.72	1.07	47.92	–	–	–

Для исследования профиля концентраций химического состава образцов по глубине были приготовлены шлифы. Анализ образца показал, что поперечное сечение шлифа неоднородно. Внешний слой образца представляет собой альфа-слой. На основании электронных изображений и карты распределения элементов по толщине шлифа установлено, что толщина альфа-слоя меняется от 2 мкм до 14 мкм.

Элементный состав меняется по глубине альфа-слоя (табл. 2). Так, область, находящаяся на 1 мкм от поверхности, характеризуется повышенным содержанием элементов формы Mg, Ca, Si. При движении вглубь образца (точка на глубине 3 мкм от поверхности) наблюдается уменьшение содержания элементов формы и увеличение содержания элементов сплава (титана и алюминия).

<sup>1</sup> Результаты были получены в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России 11.1300.2017/4.6.

Таблица 2

Элементный состав участков поверхности образца (ат. %)

Расстояние от поверхности, мкм	Элементы					
	O	Mg	Al	Si	Ti	Ca
1	55.56	0.28	1.96	1.94	39.53	0.73
3	36.18	–	3.26	1.31	59.04	0.21

Таким образом, при плазменном нанесении защитного покрытия на внутренние поверхности формы толщина альфа-слоя для сплава ТЛ-3, контактирующего с отливкой, составляет от 2 до 13 мкм. Для немодифицированной формы толщина альфа-слоя достигает нескольких мм.



# ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

## ПАУТИНООБРАЗНАЯ МОДЕЛЬ И ЕЕ ГРАФИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ В 3DS MAX

*Архипова А.И.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Филиппов И.Е.*

Основными проблемами экономики являются бесконечное число потребностей и ограниченность возможностей. Это, в свою очередь, порождает необходимость выбора. Принимая такую предпосылку, главными вопросами, с которыми приходится столкнуться, являются: как достигается соответствие спроса и предложения на рынке с совершенной конкуренцией?; как устанавливается равновесие?; как образуются рыночные цены?; как рассчитывается объем сделок? Иначе говоря, необходимо построить процесс рыночного регулирования. Для этого требуется:

- построить математическую модель рыночного регулирования;
- разработать программу, позволяющую решать уравнения модели в Матлаб;
- построить график зависимости изменения цены и количества сделок от спроса и предложения и вывести таблицы, полученные из модели общего равновесия;
- решить графически уравнения паутинообразной модели, используя 3Ds Max;
- сделать выводы.

Предположим, что на рынке одного товара функция спроса  $D(t)$  и функция предложения  $S(t)$  – линейные функции цены  $P(t)$  на данный момент времени  $t$  или цены  $P(t - 1)$  предыдущего момента времени. Нужно построить маршрут «изменение цены → изменение количества сделок», который имеет вид «паутины», повторив несколько раз процессы (a) и (b):

- a) определяем  $P(t)$  так, чтобы  $S(t) = S(P(t - 1)) = D(t) = D(P(t))$ ;
- b) производим поиск  $S(t + 1) = S(P(t))$ , соответствующего  $P(t)$ ,  $T = 1, 2, \dots, TT$ .

Стабильность процесса можно легко увидеть, если приравнять функцию спроса к функции предложения, тогда получим линейное уравнение с ценой, выступающей в роли переменной:

$$P(t) = \frac{M}{N}P(t - 1) + \frac{\beta - \alpha}{N}. \quad (1)$$

Если  $P(t) = P(t - 1)$  при цене равновесия  $P^*$ , то из формулы (1) видим, что  $P^* = \frac{\beta - \alpha}{N - M}$ . Следовательно, условием, определяющим стремление  $P(t)$  к  $P^*$  при  $t \rightarrow \infty$ , служат неравенства:  $-1 < \frac{M}{N} < 1$ ;  $|\frac{M}{N}| < 1$ .

Тот факт, что  $P(t)$  будет отклоняться от  $P^*$  попеременно то вверх, то вниз, явствует из переписанной с учетом обозначений  $p(t) = P(t) - P^*$  и  $r = |M/N| = M/(-N)$  формулы (1):  $p(t) = p(0) * (-1)^t r^t$ ,  $r > 0$ . В результате получаем график зависимости изменения цены и количества сделок от спроса и предложения и можем сделать вывод, что цена будет стремиться к равновесной цене (рис. 1). Полученная модель, как правило, называется паутинообразной.

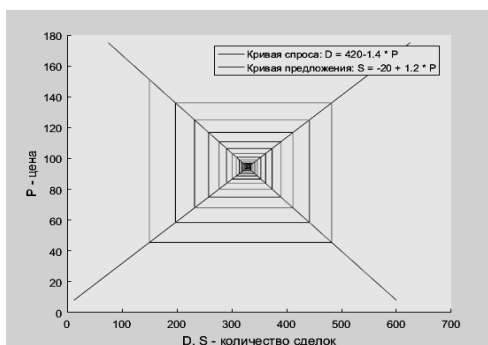


Рисунок 1. График зависимости изменения цены и количества сделок от спроса и предложения

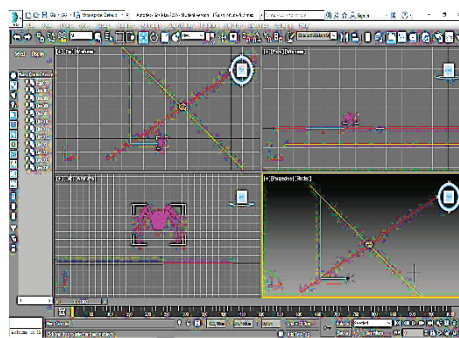


Рисунок 2. Решение паутинообразной модели в программе 3Ds Max

При реализации паутинообразной модели в программе 3Ds Max сначала рисуется паучок, затем создается траектория пути, которая у него должна быть. В результате после выполнения всех необходимых операций получается паучок, который бежит и рисует свой пройденный путь (рис. 2).

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРИМЕСЕЙ В ВОДОЕМЕ

*Ахметвалиева Д.М.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Бахтиева Л.У.*

Загрязнение водоемов является одной из наиболее острых экологических проблем. Причинами загрязнения могут являться промышленные, бытовые сточные воды, кислотные дожди, твердые отходы, радиационные выбросы. Цель данной работы – исследовать известные математические модели распространения примесей и разработать компьютерную программу, позволяющую прогнозировать качество воды в водоемах при аварийных сбросах загрязняющих веществ. Результатом работы программы должны быть ответы на следующие вопросы:

1. Когда фронт загрязнения дойдет до экологически значимых объектов?
2. Как со временем будет изменяться интенсивность загрязнения?
3. Когда необходимо прекратить забор воды (возобновить подачу воды)?

Определяющее значение в распространении примесей играют диффузия и механические факторы. В первом случае процесс описывается известным уравнением молекулярной диффузии [Методические основы оценки, 1987. С. 62]:

$$\frac{\partial c}{\partial t} = D \left( \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial z^2} \right), \quad (1)$$

а с учетом механики движения жидкости – уравнением турбулентной диффузии ( $u_x, u_y, u_z$  – компоненты скорости течения,  $D$  – коэффициент диффузии):

$$\frac{\partial c}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(u_x c) + \frac{\partial}{\partial y}(u_y c) + \frac{\partial}{\partial z}(u_z c) = \frac{\partial}{\partial x} \left( D_x \frac{\partial c}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( D_y \frac{\partial c}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( D_z \frac{\partial c}{\partial z} \right), \quad (2)$$

которое в случае неглубоких водоемов можно записать в виде:

$$\frac{\partial c}{\partial t} + D \left( \frac{\partial^2 c}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 c}{\partial y^2} \right) = -u_x \frac{\partial c}{\partial x} - u_y \frac{\partial c}{\partial y}. \quad (3)$$

Уравнение (3) при соответствующих начальных и краевых условиях допускает численное решение в пакете PDEtool системы Matlab. Полученное решение определяет концентрацию примеси в зависимости от времени  $t$  и координат точки водоема  $(x, y)$ . На рисунке 1 представлены результаты расчетов концентрации примеси в реке (горизонтальная ось – значения  $x$ , вертикальная ось – значения концентрации  $c$ , кривые разных цветов соответствуют различным моментам времени, сброс вещества произведен при  $t = 0$  в окрестности точки  $(1000, 0)$ ,  $u_x = 5 \frac{\text{м}}{\text{сек}}$ ,  $u_y = 0$ ).

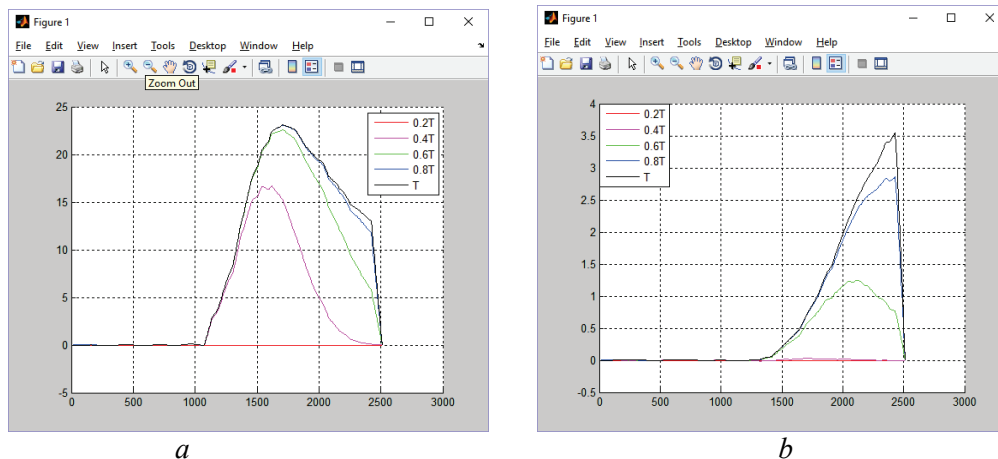


Рисунок 1. Значение концентрации в различные моменты времени: а) при  $y = 300$ ; б) при  $y = 700$

Разработанная программа вычисляет уровень содержания вредных примесей в различных точках конкретного водоема в зависимости от времени, что позволяет прогнозировать экологическую ситуацию в водоеме.

## **ЛИНЕЙНАЯ РЕГРЕССИЯ С ТОЧКОЙ СЛОМА (ПРИЛОЖЕНИЕ К ПРОГНОЗУ СМЕРТНОСТИ)**

*Бурханишина А.Р.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Володин И.Н.*

По поручению Зеленодольского здравоохранения проводится анализ данных смертности по трем группам заболеваний: онкологические заболевания, заболевания сердечно-сосудистой системы, внешние факторы. Рассматриваются данные за последние несколько лет с целью построения вероятностного прогноза смертности на 2017 год.

Использовалась модель линейной регрессии со сломом. Уравнение регрессии:

$$y = b_1x + a_1 \text{ для } x \leq x_0 \text{ и } y = b_2x + a_2 \text{ для } x \geq x_0,$$

где  $x_0$  – точка слома.

Линейная регрессия со сломом построена для каждого типа заболеваний, а также с надежностью 0,95 построен прогноз. Сравнены простая линейная регрессия и регрессия со сломом. Произведен анализ построенных графиков.

Произведено моделирование случайных величин из нормального распределения. Найдена точка слома для этих данных. Проведены эксперименты по частоте встречаемости точек слома. Результаты отражены в гистограмме.

В данных, предоставленных Зеленодольским здравоохранением, имеются сильно выпадающие точки, которые для проведения эксперимента были убраны. Найдена точка слома для полученного набора данных, проведены эксперименты и представлена гистограмма. Проведено сравнение экспериментов и полученных результатов.

## **РАСШИРЕНИЕ САЙТА КАФЕДРЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И СОЗДАНИЕ РАЗДЕЛА КАФЕДРЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ В РАМКАХ САЙТА КАЗАНСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА**

*Ефимов В.С.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Абдюшева Г.Р.*

В качестве задания моей магистерской диссертации предо мной был поставлен ряд задач: на сайте кафедры вычислительной математики обновить базу данных расписания, а также найти и исправить ошибки в коде страницы раздела, подготовить и разместить информационные материалы в разделе кафедры вычислительной математики на сайте факультета, а также подготовить красочную презентацию кафедры.

Расписание на сайте кафедры вычислительной математики – важный раздел. С его помощью студенты могут посмотреть расписание преподавателя кафедры или свое, если он обучается на кафедре вычислительной математики. Базу данных расписания я обновил с помощью созданного мной в прошлом году раздела редактирования расписания на сайте кафедры вычислительной математики, который позволяет добавлять, изменять и удалять занятия, не требуя от человека познаний базы данных *MySQL*. Раздел редактирования расписания был также доработан, я переписал код функций, используемых для добавления и редактирования занятия в таблице расписания преподавателей кафедры, и добавил возможность размещать консультационное занятие, которое не требует ввода номера студенческой группы.

На сайте кафедры есть еще один важный раздел, который мне поручили доработать, – раздел скачивания расписания в формате pdf. С его помощью любой желающий может скачать расписание преподавателей и просматривать его без подключения к Интернету, а также лаборанты кафедры могут распечатать его для использования на кафедре. В коде этого раздела возникала ошибка переполнения

выделенной оперативной памяти, которая не позволяла полностью создать pdf-файл с расписанием и скачать его. Для исправления ошибок я установил на свой компьютер локальный web-сервер *xampp* и подключил к нему отладочный модуль *xdebug*, с помощью которого я локализовал участок кода, на котором возникала ошибка, и справил ее.

Сайт Казанского федерального университета – крупный интернет-ресурс. Мне было поручено обновить раздел кафедры вычислительной математики. На страницы раздела необходимо было разместить актуальную информацию о кафедре, публиковать новости и объявления в информационный блок, создать англоязычную страницу раздела для просмотра сайта на английском языке. Для этого я обратился к преподавателям кафедры, чтобы узнать, какие научные исследования проводятся на кафедре, спросил об образовательной и научной деятельности. После этого я собрал всю информацию и разместил на соответствующих страницах раздела. Англоязычную версию раздела мне прислали преподаватели кафедры. Кроме этого я спрашивал у лаборанта кафедры о проводимых заседаниях преподавателей и сотрудников кафедры и публиковал объявления в информационный блок.

Создание презентации – важная работа, от ее внешнего вида и содержания зависит, какое впечатление она оставит у просматривающего ее человека. В ходе работы над созданием презентации я определился с ее концепцией, составил план оформления каждого из слайдов. Поскольку возможности программы для создания презентации *Microsoft PowerPoint* ограничены, я решил подготовить слайды в векторном графическом редакторе *Adobe Illustrator CC*. Для этого я изучил базовые возможности этого графического редактора [Тучкевич, Самоучитель Adobe Illustrator CC, 2015]. Мной была создана красочная презентация из 9 слайдов, на которых я разместил информацию о кадровом составе кафедры, ее научной и образовательной деятельности, научном сотрудничестве и трудоустройстве выпускников.

## НИЖНЯЯ ГРАНИЦА ДЛЯ СРЕДНЕГО ОБЪЕМА ВЫБОРКИ ПРИ ОГРАНИЧЕНИЯХ НА $D$ -РИСКИ

*Ефимова А.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Кареев И.А.*

В работе рассматривается задача оценки среднего объема наблюдений. Допустим, есть некоторая популяция – наблюдаемая случайная величина  $\xi$ . Предположим, что  $\xi$  имеет нормальное распределение с известной дисперсией  $\sigma^2$  и средним  $\theta$ , где  $\theta$  является случайной величиной, распределенной нормально с параметрами  $\mu$  и  $\tau^2$ . Считаем, что параметры  $\mu$ ,  $\tau^2$ ,  $\sigma^2$  известны. Рассматриваемая проблема: по результатам наблюдений случайной величины  $\xi$  провести проверку гипотезы  $H_0$ , против альтернативы  $H_1$ , где

$$H_0: \theta \in \Theta_0 = (-\infty, 0), \quad H_1: \theta \in \Theta_1 = (0, = \infty).$$

Также наложены ограничения на  $d$ -риски 1 и 2 рода:

$$P(H_0|\delta = d_1) \leq \beta_0, \quad P(H_1|\delta = d_0) \leq \beta_1.$$

Пусть существует некоторая процедура  $\varphi$ , удовлетворяющая, заданным ограничениям на  $d$ -риски. Характеристики процедуры  $\varphi$ :

$\Psi$  – оперативная характеристика. Функция от  $t$ , показывающая, как часто принимается  $H_0$  при  $t$  – истинном параметре;

$v$  – объем выборки, который требуется оценить;

$\delta$  – решение принять нулевую гипотезу или принять альтернативу. В каждом эксперименте невозможно гарантированно предсказать объем выборки.

Ввиду этого сделаем оценку снизу для среднего объемов выборок в каждом эксперименте:

$$v_{lb} \leq E(v|\theta < \theta_0) \quad \forall \varphi.$$

Эту оценку  $v_{lb}$  будем называть нижней границей. Оценим ее как

$$v_{lb} = \inf_{\varphi} \frac{1}{G_0 G_1} \int_{\Theta_0} d G(\theta) \int_{\Theta_1} \frac{I(\theta, \vartheta; \delta_{\varphi})}{I(\theta, \vartheta; \xi)} dG(\vartheta),$$

где  $I$  – информация по Кульбаку – Лейблеру,  $G_0, G_1$  – априорные вероятности  $H_0$  и  $H_1$ .

Для рассматриваемой нормальной-нормальной модели при  $\sigma^2 = 1, \mu = 0$  нижняя граница запишется как

$$v_{lb} = \inf_{\varphi} \frac{1}{2} \int_{-\infty}^0 dG(\theta) \int_0^{+\infty} \frac{\psi(\theta(\ln\psi(\theta) - \ln\psi(\vartheta)) + (1 - \psi(\theta))(\ln(1 - \psi(\theta)) - \ln(1 - \psi(\vartheta)))}{(\theta - \vartheta)^2} dG(\vartheta),$$

где оперативная характеристика:  $\psi(t) = P(\delta_{\varphi} = H_0 | \theta = t)$ . Производим преобразования ограничений на  $d$ -риски:

$$\frac{1}{2} \int_{-\infty}^0 \psi(\theta) dG(\theta) = \frac{1}{2} \frac{(1 - \beta_1)(1/2 - \beta_0)}{1 - \beta_0 - \beta_1}, \quad \frac{1}{2} \int_0^{+\infty} \psi(\theta) dG(\theta) = \frac{1}{2} \frac{\beta_1(1/2 - \beta_0)}{1 - \beta_0 - \beta_1},$$

Оперативную характеристику  $\psi(t)$  аппроксимируем рядом Грама – Шарлье:

$$\psi(t) = 1 + \Phi\left(\frac{t - m}{s}\right) + \frac{\gamma_1}{3!} \Phi^{(3)}\left(\frac{t - m}{s}\right) - \frac{\gamma_2}{4!} \Phi^{(4)}\left(\frac{t - m}{s}\right)$$

Получили следующие результаты при разных значениях  $\beta_0$  и  $\beta_1$  и при  $\tau = \sqrt{2}$  и  $\tau = 1$ :

Таблица 1

Значения нижней границы

$\tau = \sqrt{2}$				$\tau = 1$			
$\beta_0 / \beta_1$	0,01	0,05	0,10	$\beta_0 / \beta_1$	0,01	0,05	0,1
0,01	14,71	2,22	0,82	0,01	30,04	4,45	1,64
0,05	2,55	0,59	0,29	0,05	5,09	1,18	0,59
0,10	1,09	0,31	0,18	0,1	2,17	0,62	0,36

## РАЗНОСТНЫЙ МЕТОД РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ДВУХФАЗНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ

**Кондратьев В.В.**

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Рунг Е.В.*

Рассматривается математическая модель, описывающая процесс неизотермической двухфазной фильтрации. Такие задачи возникают, например, при вытеснении тяжелой нефти горячей водой. Задача в одномерном случае состоит из трех нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных относительно давления  $P$ , насыщенности  $S$  и температуры  $T$ .

$$\beta_p(S) \frac{\partial P}{\partial t} + \beta_T(S) \frac{\partial T}{\partial t} - m \frac{\partial}{\partial x} \left( \left( \frac{f_w(S)}{\mu_w(T)} + \frac{f_0(S)}{\mu_0(T)} \right) \frac{\partial P}{\partial x} \right) = 0, \quad (1)$$

$$m \frac{\partial S}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{f_w(S)}{\mu_w(T)} \frac{\partial P}{\partial x} \right) = 0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial}{\partial t} (c(s)T) = m \frac{\partial}{\partial x} \left( T A \frac{\partial P}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial x} \left( \lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right). \quad (3)$$

Здесь  $\mu_w(\mu_0)$  – вязкость воды (нефти),  $f_w(f_0)$  – фазовая проницаемость воды (нефти),  $\beta_p(S)$  – коэффициент упругоэластичности,  $\beta_T(S)$  – коэффициент температуроэластичности,  $m$  – пористость среды,  $c(s)$  – суммарная теплоемкость,  $\lambda(s)$  – суммарная теплопроводность. Функция  $A(S, T) = \frac{f_w(s)c_w}{\mu_w} + \frac{f_0(s)c_0}{\mu_0}$ , где  $c_w, c_0$  – объемные теплоемкости воды и нефти соответственно.

Краевые условия выбраны в следующем виде:

$$T(0, t) = 1.25, \frac{\partial T}{\partial x}(l, t) = 0, P(0, t) = 1, P(l, t) = 0, S(0, t) = 1, S(l, t) = 0.2. \quad (4)$$

Система (1) – (4) дополняется начальными условиями

$$S(x, 0) = 0.4, T(x, 0) = 0, P(x, 0) = 0. \quad (5)$$

Для задачи (1) – (5) методом сумматорных тождеств была построена разностная схема. Было доказано, что погрешность аппроксимации разностной схемой составляет  $O(h^2 + \tau)$ , где  $h, \tau$  – шаги сетки

по пространственной и временной переменным соответственно. Для полученной в результате аппроксимации системы нелинейных уравнений был предложен итерационный метод, внешний цикл которого образуют итерации по насыщенности при известных значениях температуры и давления, а во внутреннем цикле с помощью итерационного процесса отыскиваются значения давления и температуры при известной насыщенности. В среде Matlab была написана программа, реализующая данный итерационный метод, и на тестовых задачах была проведена серия численных экспериментов, подтверждающих правильность работы программы.

## КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА ЕСТЕСТВЕННО-ЯЗЫКОВЫХ ТЕМАТИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ В РАМКАХ ВОПРОСНО-ОТВЕТНОЙ СИСТЕМЫ

*Мельникова С.О.*

*Научный руководитель – ассистент, б/с Прокопьев Н.А.*

В настоящее время трудно сориентироваться в том многообразии, что нам предлагают имеющиеся информационные ресурсы. Поиск информации мог бы занимать катастрофически много времени без специальных поисковых систем, которые ориентированы на то, чтобы сэкономить время пользователей, т. е. как можно точнее и быстрее отвечать на запрос, тем самым избавить человека от механического поиска и просмотра всех возможных файлов.

Модели поисковых систем для сети Интернет, как правило, базируются на вероятностно-статистических алгоритмах, ориентированных на отбор текстовой информации по относительно простым формальным правилам и признакам (сигнатурам ключевых слов или их сочетаний). В них слабо учитываются (или не учитываются вообще) лингвистические особенности и грамматический строй языковой основы отбираемой текстовой информации.

Данная работа нацелена на решение задачи поиска в локальных, т. е. корпоративных или персональных базах, данные в которых объединены какой-то тематикой, что позволяет в простейшем варианте реализации свести семантический анализ к синтаксическому. Объединяющей тематикой для настоящей вопросно-ответной системы будет «Картинная галерея».

Алгоритмы поиска в локальных базах, ограниченных какой-либо тематикой, не должны быть такими же, как и для поиска в глобальных базах текстовой информации. Программы, созданные для нахождения информации в Интернете, требуют для своей корректной работы очень большую обучающую выборку, и после обучения программа становится способной выдавать пользователям релевантные ответы. Для относительно небольших баз такой подход не оптимален, так как сама обучающая выборка может значительно превышать размеры базы с основными данными. Описанный далее подход не требует большой обучающей выборки, что является основным его преимуществом, релевантность ответов при этом зависит во многом от полноты самой базы.

В основе настоящей работы использовалась диссертация [Сулейманов, 2000. С. 336]<sup>1</sup>. Задача автора была обратной текущей, т. е. программа задавала вопрос, а человеку было необходимо дать ответ. Настоящая задача решается немного иначе, но в ее решении используются понятия, введенные Сулеймановым. Основопологающим понятием являлось понятие концептулы. Схемы сочетания концептул (формулы), соответствующие правильной передаче ожидаемого смысла, называются индивидуальными концептуальными грамматиками (ИКГ). Каждая ИКГ передает определенный смысл, который был назван каноническим смыслом. Совокупность всех ИКГ составляет концептуальную грамматику (КГ).

В настоящей работе используются эти понятия, но следовать полностью им здесь нельзя, так как основное отличие этой работы заключалось в том, что у автора диссертации была возможность предположить ответы человека, так как вопрос, заданный программой ограничивал возможные варианты ответов, и он смог разбить ответы на группы. В настоящей работе не получится конкретно ограничить круг вопросов, поэтому заранее были подобраны возможные варианты вопросов, которые мог бы задать пользователь. Здесь вопросы разделяются только по вопросным словам, а принадлежность группы слов к какой-либо концептуле означает, что в какой-то группе вопросов слова этой группы являются практически синонимами для текущего вопроса.

---

<sup>1</sup> Системы и информационные технологии обработки естественно-языковых текстов на основе прагматически-ориентированных лингвистических моделей, 2000. С. 170–236.

## КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНАЯ АППРОКСИМАЦИЯ ЗАДАЧИ О СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЯХ НАГРУЖЕННОЙ СТРУНЫ<sup>1</sup>

*Мухаметгалеева Р.Р., Самсонов А.А.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, доцент Соловьёв С.И.*

Рассмотрим задачу о малых поперечных колебаниях струны. Пусть имеется струна длиной  $l$ , растянутая с силой  $T_0$ , и занимающая в равновесном положении отрезок  $[0, l]$  оси  $Ox$ . Обозначим через  $\rho$  линейную плотность струны. Предположим, что точки струны  $x=0$  и  $x=l$  закреплены жестко. В точке струны  $x=\xi$  присоединен груз массой  $m$ . Предположим,  $\Omega = (0, \xi) \cup (\xi, l)$ .

Обозначим через  $w(x, t)$  отклонение от положения равновесия точки струны с координатой  $x$  в момент времени  $t$ . Учитывая уравнения движения точек струны, уравнение движения груза, условие непрерывности струны и граничные условия, приходим к системе дифференциальных уравнений:

$$\begin{aligned} T_0 w_{xx}(x, t) &= \rho w(x, t), \quad x \in \Omega, \quad t > 0, \\ w(0, t) &= w(l, t) = 0, \quad t > 0, \\ [w(x, t)]_{x=\xi} &= 0, \quad t > 0, \\ T_0 [w_x(x, t)]_{x=\xi} &= m w_{tt}(\xi, t), \quad t > 0. \end{aligned}$$

Собственные колебания определяются решениями этой системы вида  $w(x, t) = u(x) \sin(\omega t + \varphi)$ . Функция  $u(x)$  определяет амплитуду собственного колебания каждой точки  $x$  струны, число  $\omega$  определяет частоту собственного колебания, число  $\varphi$  задает фазу собственного колебания.

Для определения амплитуд и частот собственных колебаний получим задачу на собственные значения:

$$\begin{aligned} -T_0 u''(x) &= \mu \rho u(x), \quad x \in \Omega, \\ u(0) &= u(l) = 0, \\ [u(x)]_{x=\xi} &= 0, \\ T_0 [u'(x)]_{x=\xi} &= -\mu m u(\xi). \end{aligned}$$

Имеет место соотношение  $\omega = \sqrt{\mu}$ . Допустим,  $\lambda = \frac{\mu \rho}{T_0}$ ,  $M = \frac{m}{\rho}$ . Тогда задача примет следующий вид:

$$\begin{aligned} -u''(x) &= \lambda u(x), \quad x \in \Omega, \\ u(0) &= u(l) = 0, \\ [u(x)]_{x=\xi} &= 0, \\ [u'(x)]_{x=\xi} &= -\lambda M u(\xi). \end{aligned}$$

Определим равномерную сетку с узлами  $x_i = ih$ ,  $i = 0, 1, \dots, N$ ,  $h = l/N$ . Предположим, что точка  $\xi$  совпадает с узлом сетки  $x_k$ , т. е.  $x_k = \xi$ . Зададим непрерывные, линейные на каждом элементе, базисные функции  $\varphi_i^h(x)$ ,  $\varphi_i^h(x_j) = \delta_{ij}$ ,  $i, j = 0, 1, \dots, N$ . Дифференциальную задачу на собственные значения будем аппроксимировать сеточной схемой метода конечных элементов:

$$\begin{aligned} \int_0^l (u^h(x))' (v^h(x))' dx &= \lambda^h \left( \int_0^l u^h(x) v^h(x) dx + M u^h(\xi) v^h(\xi) \right), \\ u^h(x) &= \sum_{i=1}^{N-1} y_i \varphi_i^h(x), \quad v^h(x) = \sum_{i=1}^{N-1} z_i \varphi_i^h(x). \end{aligned}$$

Установлены следующие оценки погрешности:  $0 \leq \lambda^h - \lambda \leq ch^2$ ,  $\|u^h - u\| \leq ch^2$ , где  $c$  – положительная постоянная, не зависящая от  $h$ ,  $\|u\| = \max_{x \in [0, l]} |u(x)|$ .

<sup>1</sup> Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (проекты 16-01-00301, 17-08-01279).

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКЛИКА ИММУННОЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗМА НА БИОСТИМУЛЯЦИЮ

*Мясникова В.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Бахтиева Л.У.*

Цель работы – исследовать модель иммунной защиты организма с добавлением биостимуляции, разработать компьютерную программу, позволяющую анализировать эффективность выбранного лечения. Пусть

$V = V(t)$  – концентрация размножающихся антигенов (патогенов) в пораженной части органа-мишени [част./мл];

$C = C(t)$  – концентрация антиген-специфических лимфоцитов [клет./мл];

$F = F(t)$  – концентрация антител в крови [част./мл];

$M = m(t)$  – доля разрушенных антигеном клеток в пораженной части органа-мишени.

Рассматриваемая задача сводится к решению системы дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом [Болодурина, 2009. С. 7]:

$$\begin{aligned} \frac{dV}{dt} &= (\beta - \gamma F)V \\ \frac{dF}{dt} &= \rho C - \eta \gamma FV - \mu_f F + u_2 \\ \frac{dC}{dt} &= \xi(m)\alpha \frac{FV}{FV + F_1 V_1} F(t - \tau)V(t - \tau) - \mu_c (C - C^*) \\ \frac{dV_1}{dt} &= -\gamma_1 F_1 V_1 + u_1 \\ \frac{dF_1}{dt} &= \rho_1 C_1 - \eta_1 \gamma_1 F_1 V_1 - \mu_{f1} F_1 \\ \frac{dC_1}{dt} &= \xi(m)\alpha_1 \frac{F_1 V_1}{FV + F_1 V_1} F_1(t - \tau)V_1(t - \tau) - \mu_{c1} (C_1 - C_1^*) \\ \frac{dm}{dt} &= \sigma V - \mu_m m. \end{aligned} \tag{1}$$

Система (1) решалась численно в пакете Matlab с помощью функции dde23. Был разработан удобный пользовательский интерфейс, позволяющий задавать коэффициенты уравнения в интерактивном режиме. Расчеты проводились для хронической, острой и летальной форм заболевания. Получены соответствующие графические зависимости, позволяющие делать прогнозы и давать рекомендации по лечению (объем биостимуляции, время начала стимуляции и пр.).

Результаты численных экспериментов подтвердили выводы И.П. Болодуриной, которая для определения объема введенного вещества и временного интервала использовала один из критериев оценки функционирования иммунной системы.

## СКОРИНГОВЫЕ МЕТОДЫ В ЗАДАЧАХ ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКО

*Недава В.Д.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Халиуллин С.Г.*

Целью данной работы является изучение скоринговых методов, в частности использования логистической регрессии и метода ближайших соседей.

Актуальность этой работы обусловлена широким спектром применения скоринговых систем, не ограничиваясь только на кредитных решениях. Скоринговые технологии используются для расчета предодобренных лимитов, изменения лимитов по кредитным картам, истребования проблемной задолженности, обеспечения кибербезопасности, оценки рисков сформированного кредитного портфеля, а также в маркетинге, медицине и других областях.



С помощью скоринговых методов можно произвести анализ данных, а именно они помогают структурировать данные, выделить схожие признаки объектов и отнести их в группы. Если в качестве интересующей характеристики взять способность клиента вернуть кредит, то скоринговые технологии разбивают множество объектов на тех, которым можно выдать кредит, и клиентов, кредитование которых очень рискованно. На данный момент насчитывается несколько десятков алгоритмов скоринга и еще больше их различных модификаций.

Рассматривая два метода скоринга на реальных данных (медицинские данные были взяты из эмбриологической клиники, которые описывают процесс оплодотворения клеток и пересадки эмбриона, а также до появления беременности), можно сделать вывод, что лучшие результаты по ошибке первого рода показывает логистическая регрессия, так как она не требует настраивать параметры для работы, в то время как в методе ближайших соседей необходимо настраивать такой параметр, как «число соседей», которые находятся вокруг определяемого объекта. А если посмотреть по мощности критерия, то мощность метода ближайших соседей выше, чем у логистической регрессии.

Проанализировав, полученные результаты на основе методов скоринга, мы пришли к выводу, что исход процедуры в первую очередь зависит от способности женщины к деторождению, а в последующем от возраста женщины, качества оплодотворенных клеток, процента оплодотворения и процента дорастания до бластоцисты, которые находились в инкубаторах на протяжении от 3 до 5 дней.

## ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ ФРЕДГОЛЬМА ПЕРВОГО РОДА

*Репина А.И.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Карчевский Е.М.*

Уравнения Фредгольма первого рода являются типичными при математической обработке данных экспериментов. Задача состоит в следующем. Изучается явление, характеристики которого недоступны для непосредственного измерения. Можно измерить косвенные проявления процесса, так называемые исходные данные. Для изучения явления строится теоретическая модель, определяющая функцию ядра. Тогда интересующие нас характеристики могут быть найдены из интегрального уравнения:

$$\int_a^b K(x, s)\varphi(s)ds = f(x), a \leq s \leq b, c \leq x \leq d. \quad (1)$$

В уравнении (1) дано ядро  $K(x, s)$  и вектор правой части  $f(x)$ , необходимо найти неизвестную функцию  $\varphi(s)$ .

Решение интегрального уравнения Фредгольма первого рода неустойчиво относительно возмущения функции  $f(x)$ , поэтому интегральное уравнение принадлежит к классу некорректно поставленных задач. Малая погрешность в задании исходных данных может настолько сильно изменить решение, что оно не будет иметь ничего общего с тем физическим процессом, который описывает уравнение. Такое зачастую приводит к тому, что решение не будет существовать.

Долгое время считалось, что по этой причине уравнения Фредгольма первого рода нецелесообразно использовать для описания физических процессов. Однако в последние десятилетия этот взгляд коренным образом изменился и некорректные задачи стали объектом интенсивного исследования.

В данной работе получены точные решения модельных задач методами Пикара и последовательных приближений. Интегральное уравнение Фредгольма первого рода аппроксимировано конечномерным. Изложен регуляризирующий алгоритм Тихонова решения построенной алгебраической задачи. Он реализован в виде комплекса программ в системе Matlab. Построены и проанализированы графики решения тестовых задач для разных значений параметра регуляризации.

По результатам работы программного комплекса можно сделать следующие выводы:

1. Метод регуляризации Тихонова является надежным и устойчивым средством решения некорректно поставленных интегральных уравнений Фредгольма первого рода.
2. Параметр регуляризации следует выбирать из соображений компромисса между точностью и устойчивостью вычислений.
3. Система Matlab позволяет быстро и эффективно реализовывать и тестировать вычислительные алгоритмы, такие как метод регуляризации Тихонова.

## ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ РАБОТЫ С ВРЕМЕННЫМИ РЯДАМИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СТЕПЕНИ СЕМАНТИЧЕСКОЙ БЛИЗОСТИ СЛОВ

*Сабирова А.Ф.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Байрашева В.Р.*

В статистике под временным рядом понимаются последовательно измеренные через некоторые (обычно равные) промежутки времени данные. В классическом понимании анализ временных рядов объединяет методы изучения временных рядов, как пытающиеся понять природу точек данных, так и пытающиеся построить прогноз.

Степень ассоциации временных рядов (похожесть их друг на друга) до настоящего времени изучены недостаточно. В статье [Hamilton, 2013, p. 356; Beckett, 2013, ch. 11] обосновано, что важную роль в анализе временных рядов играет их визуальное изучение.

Для рассмотрения временных рядов с точки зрения закономерностей их динамики были разработаны и реализованы новые методы оценки меры похожести временных рядов.

Разработка и реализация новых методов заключается в разбиении графика на временные интервалы, подсчет отрезков ломаной и вывод подобия графиков из разных отрезков; во сдвиге графика по временной шкале на небольшой участок; в учете скорости роста и ускорения при выводе подобия графика из разных отрезков; в сглаживании графиков для случайного шума изначальных данных.

В эксперименте участвовало 32 пары временных рядов. Для каждой пары были найдены оценки подобия по реализованным методам. Также был проведен опрос среди студентов по этим парам для сравнения результатов человеческой и программной экспертизы.

Далее для каждой пары был проведен анализ на наличие закономерности в полученных оценках, а также лучшего реализованного метода. Однако ни один метод не смог дать благоприятный результат во всех случаях. В связи с этим была предложена идея разделить графики на несколько групп. В первую группу входят графики, у которых существует совпадение по росту и падению графиков. Во вторую группу входят графики, у которых данное совпадение проявляется только в некоторых участках. А в третью – у которых нет совпадения либо оно слишком мало.

*Таблица 1*

Разделение пар

Существует совпадение по росту и спуску графиков	Существует совпадение в некоторых частях графиков	Нет совпадения, либо слишком мало
Делать – сделать	Верить – поверить	Вынюхать – вынюхивать
Назвать – называть	Влечь – повлечь	Копать – выкопать
Выпросить – выпрашивать	Зажечь – зажигать	Мерзнуть – замерзнуть
Рисовать – нарисовать	Играть – сыграть	Нащупать – нащупывать
Переработать – перерабатывать	Казаться – показаться	Обокрасть – обкрадывать
Привлечь – привлечь	Прятать – спрятать	Оказаться – оказываться
	Растить – вырастить	Оплевать – оплевывать
	Переделывать – переделывать	Отрастить – отращивать
	Нюхать – понюхать	Охранить – охранять
	Проверить – проверять	Припрятать – припрятывать
		Приставить – приставлять
		Промерзнуть – промерзнуть
		Просить – попросить
		Работать – сработать
		Раскопать – раскапывать
		Срисовать – срисовывать

Среди методов в каждой группе был произведен сравнительный анализ для нахождения методов, дающих наилучший результат. Результаты сравнительного анализа следующие. Для 1-й группы наилучшими методами оказались: метод простого скользящего среднего с учетом скорости роста, метод экспоненциального сглаживания с учетом сдвига и скорости роста. Для 2-й группы – метод простого скользящего среднего с учетом ускорения роста либо метод простого скользящего среднего с учетом сдвига и скорости роста. А для третьей группы – метод экспоненциального сглаживания с учетом скорости роста либо реализация скорости роста.

## ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ КРАЕВЫХ УСЛОВИЙ ДЛЯ УРАВНЕНИЯ БЛЭКА – ШОУЛЗА

*Сагдиева З.З.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Даутов Р.З.*

Уравнение Блэка – Шоулза представляет собой одномерное уравнение в частных производных параболического типа и имеет следующий вид:

$$\frac{\partial u}{\partial t} - \frac{\sigma x^2}{2} \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + rx \frac{\partial u}{\partial x} + (r - d)u = 0, x \in (0, \infty), t \in (0, T]. \quad (1)$$

Оно вырождается при  $x = 0$ . В начальном условии

$$u(x, 0) = u_0(x), x \in [0, \infty). \quad (2)$$

Граничными условиями для уравнения Блэка – Шоулза рассмотрим нижеуказанные граничные условия:

- первое граничное условие Дирихле,
- второе граничное условие Дирихле,
- граничное условие Неймана,
- линейное граничное условие.

Целью работы является численный анализ вышеуказанных краевых условий.

Численное решение этого уравнения будем рассматривать в конечной области  $[0, L]$ . Для численного решения уравнения необходимо использовать метод конечных разностей.

Путем применения неявной разностной схемы для уравнения Блэка – Шоулза получили неявную разностную схему следующего вида:

$$\frac{u_i^{n+1} - u_i^n}{\Delta t} = \frac{\sigma^2 x_i^2}{2} \frac{u_{i-1}^{n+1} - 2u_i^{n+1} + u_{i+1}^{n+1}}{h^2} + rx_i \frac{u_{i+1}^{n+1} - u_{i-1}^{n+1}}{2h} - ru_i^{n+1}. \quad (3)$$

При помощи этой неявной разностной схемы исследуем эффективность различных граничных условий. Также исследуем влияние размера области и граничного условия на погрешность решения задачи.

Для выполнения работы были разобраны следующие понятия, методы и реализованы в среде Matlab алгоритмы, связанные с выполнением задания:

1. Определение обобщенного решения задачи (1), (2).
2. Разбор различных граничных условий для уравнения (1).
3. Разбор конечноразностных методов решения задачи (1), (2) (явный и неявный метод Эйлера), их устойчивость и точность.
4. Программная реализация метода решения задачи (3).

Результатом работы являются:

1. Теоретический анализ корректности задачи (1), (2).
2. Расчетные формулы и функции Matlab решения поставленных ранее задач.

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ФУТБОЛЬНЫХ МАТЧЕЙ МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ СТАТИСТИКИ

*Саженкова М.Г.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Кареев И.А.*

Рассматривается задача построения вероятностной модели для прогнозирования исхода футбольных матчей. Нами использовались данные английской футбольной премьер-лиги с 1993 по 2016 год. В соревнованиях принимало участие 20 команд, всего было сыграно 3 334 матча. Данные были разделены на обучающую (1993–2015 годы, 2 954 игры) и тестовую (2016 год, 380 игр) выборку, и имели следующий вид:

Пример исходных данных

	X	Match_ID	Div	Season	Home Team	Away Team	FTHG	FTAG	FTR
8905	24246	46395	E0	2016	Burnley	Swansea	0	1	A
8906	24247	46396	E0	2016	Crystal Palace	West Brom	0	1	A
8907	24248	46397	E0	2016	Everton	Tottenham	1	1	D

Исходные данные были переформатированы к дискретному виду, где в столбце под названием res представлены результаты матча (A – победа «команды-гостя», H – победа «команды-хозяина», D – ничья), а в остальных столбцах содержится информация о соперниках матча (1 – «команда-хозяин», -1 – «команда-гость», 0 – команда в матче не участвовала).

Чтобы обучить программу прогнозировать исход матча, требовалось разработать подходящую вероятностную модель. Для этого были сделаны следующие предположения. Пусть  $\eta_k = a_i - a_j + \varepsilon_k$ , где  $a_i$  – «сила» команды-хозяина,  $a_j$  – «сила» команды-гостя,  $\varepsilon_k \sim N(0,1)$ . Тогда распределение исходов  $\xi_k$ :

$$\begin{aligned} P(\xi_k = H) &= P(\eta_k > T) = \Phi(-T + \gamma_{ij}), & P(\xi_k = A) &= P(\eta_k < -T) = \Phi(-T - \gamma_{ij}), \\ P(\xi_k = D) &= P(|\eta_k| < T) = \Phi(T - \gamma_{ij}) - \Phi(-T - \gamma_{ij}), \end{aligned}$$

где  $\gamma_{ij} = a_i - a_j$ , T – заданный порог. Для оценки  $\gamma_{ij}$  использовался приближенный метод максимального правдоподобия – производилась максимизация функции правдоподобия по каждой паре команд по отдельности в предположении об отсутствии линейной зависимости между  $\gamma_{ij}$ :

$$L_{ij}(\gamma_{ij}) = P(\xi = H)^{nH} P(\xi = A)^{nA} P(\xi = D)^{nD},$$

откуда  $\hat{\gamma} = \arg \max_{\gamma_{ij}} \ln L_{ij}(\gamma_{ij})$ . Поскольку для  $a_k$  выполняется:  $\sum_j \gamma_{kj} = na_k - \sum_j a_j$  в предположении  $\frac{1}{n} \sum_j a_j = 0$ , то  $a_k = \frac{1}{n} \sum_j \gamma_{kj}$ . Отсюда приходим к оценке:  $\hat{a}_k = \frac{1}{n} \sum_j \hat{\gamma}_{kj}$ . Пример нескольких полученных оценок  $\gamma_{ij}$ :

Таблица 2

Примеры полученных оценок

	1	2	3	4	5
1	0	-1,05361	-1,00696	4,431257	1,685568
2	1,053614	0	-0,16357	-0,982186	-1,0165
3	1,006956	0,163568	0	0,495701	0,162517
4	-4,43126	0,982186	-0,4957	0	-0,7649
5	-1,685568	1,016504	-0,16252	0,764901	0

Соответствующие оценки  $a_k$ : -0,71; -0,49; 0,19; -0,96; 0,39. При использовании полученной вероятностной модели точность прогнозируемых исходов составляет  $\approx 50\%$ .

## ОБРАТНЫЙ ТОЧЕЧНЫЙ ПРОЦЕСС ПОЙА С ПРИЛОЖЕНИЕМ К АНАЛИЗУ ХАРАКТЕРИСТИК НЕРВНО-МЫШЕЧНОГО СИНАПСА

*Сафиуллина А.Н.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Володин И.Н.*

Передача информации от нервной клетки на клетку-мишень происходит в области контакта, называемом синапсом. Применение статистических методов может помочь в изучении механизмов, лежащих в основе обеспечения эффективности передачи возбуждения в синапсах, выявлении причин многих заболеваний нервной системы и их лечения. Нервно-мышечный синапс проводит возбуждения с нервного волокна на мышечное с помощью медиатора (посредника передачи) – ацетилхолина. Медиатор освобождается из нервного окончания мультимолекулярными порциями – квантами (везикулами). Один квант содержит несколько тысяч молекул ацетилхолина.

В нормальных физиологических условиях вероятность освобождения ацетилхолина мала. Освобождения большего количества квантов ацетилхолина можно достичь путем увеличения потенциала действия нервного импульса, например раздражением нерва электрическим импульсом. Исследование работы нервно-мышечного синапса проводилось на препарате портняжной мышцы лягушки. Было установлено, что количество освобождаемых везикул в покое имеет распределение Пуассона, а количество везикул, освобождаемых в ответ на раздражение нерва, подчиняется биномиальному закону. Полученная оценка количества везикул с ацетилхолином в окрестности мембраны нервной клетки позволила оценить вероятность выброса ацетилхолина в покое. Также был рассмотрен случай, когда на нерв действуют химическим веществом. При помещении препарата в раствор КСl вероятность освобождения везикул зависит от времени и от количества уже освободившихся везикул. Для данного случая строилась модель обратного распределения Пойа. Были составлены дифференциальные уравнения для вероятности появления  $k$  событий. Была выведена формула для вероятности появления  $k$  событий за время  $t$ , а также функция плотности момента появления  $k$ -го события.

## КОНЕЧНО-РАЗНОСТНЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНОГО ПАРАБОЛИЧЕСКОГО УРАВНЕНИЯ С НЕЛОКАЛЬНЫМ ПО ГРАДИЕНТУ РЕШЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫМ ОПЕРАТОРОМ

*Сиднева Е.А.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Павлова М.Ф.*

Цель настоящей работы – построение конечно-разностных методов решения нелинейного параболического уравнения с нелокальным по градиенту решения пространственным оператором.

В данной работе рассматривается начально-краевая задача для нелинейного двумерного параболического уравнения вида

$$\frac{\partial u}{\partial t} - Au = f(x, t), \quad x \in \Omega, t \in (0, T), \quad (1)$$

с нелокальным по градиенту решения пространственным оператором следующего вида:

$$Au = \sum_{i=1}^2 \frac{\partial}{\partial x_i} (a(\|\nabla u\|^2)k(x, \nabla u)), \quad (2)$$

с граничным и начальным условиями вида

$$\left. \frac{\partial u(x, t)}{\partial n} \right|_{\Gamma_1} = q_1(x, t), \quad u(x, t)|_{\Gamma_{21}} = q_2(x, t), \quad (3)$$

$$\left. \frac{\partial u(x, t)}{\partial n} \right|_{\Gamma_{22}} + \alpha u(x, t)|_{\Gamma_{22}} = \gamma, \quad \left. \frac{\partial u(x, t)}{\partial n} \right|_{\Gamma_3} = q_3(x, t), \quad (4)$$

$$\left. \frac{\partial u(x, t)}{\partial n} \right|_{\Gamma_3} = q_3(x, t), \quad u(x, t)|_{\Gamma_4} = 0, \quad (5)$$

$$u(x, 0) = \mu(x), \quad (6)$$

где  $q_1, q_2, q_3, a(\xi), k(x, \xi), \mu$  – заданные функции,

$$\|\nabla u\|^2 = \int_{\Omega} \left( \frac{\partial u}{\partial x_1} \right)^2 + \left( \frac{\partial u}{\partial x_2} \right)^2 dx.$$

Построение разностной схемы проводится с помощью метода сумматорных тождеств.

При тестировании построенной программы используется модельный пример с точным решением:

$$\tilde{u}(x, t) = \varphi_1 \varphi_2 \varphi_3 10x^3(1-x)^2 e^t,$$

где

$$\varphi_1 = x_1(\alpha - x_1^2), \quad \varphi_2 = \cos \frac{\pi x_2}{l_1}, \quad \varphi_3 = (1 + e^t).$$

## БАЙЕСОВСКИЕ СТАТИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В ЗАДАЧАХ АНАЛИЗА ДАННЫХ

*Созыкина А.Ю.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Кареев И.А.*

В работе рассматривается задача классификации аминокислотных последовательностей белков. Целью работы является сравнение байесовских и стандартных методов классификации.

Для начала была поставлена цель – преобразовать аминокислотные последовательности в числовые векторы. Для этого была применена модификация алгоритма Word2Vec. Алгоритм принимает большой текстовый корпус в качестве входных данных и сопоставляет каждому слову вектор, выдавая координаты слов на выходе. Векторное представление основывается на контекстной близости.

$CCGGCGCCGG \Rightarrow [-9,375; 34,0001]$

$MVLSEGEWQLVLHVWAKVEADVAGHGQDILIRLFKSHPETLE \Rightarrow [-8,03; -35,66]$

Проведена классификация методом случайного леса, качество обучения модели – 0,885.

Построен байесовский наивный байесовский классификатор (bayesian naive bayes classifier). Используются данные обучения, чтобы узнать последующее распределение, которое подсчитывает, как часто происходит событие. Предсказание – это подсчет событий в тестовом векторе. Чем больше счет отличается от подсчитанных классов, тем ниже вероятность того, что текущий класс кандидата соответствует. Качество обучения байесовской модели – 0,91.

## КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНАЯ АППРОКСИМАЦИЯ ПРОИЗВОЛЬНОГО ПОРЯДКА НЕЛИНЕЙНОЙ ЗАДАЧИ ШТУРМА – ЛИУВИЛЛЯ<sup>1</sup>

*Соловьёв П.С.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, доцент Соловьёв С.И.*

Пусть  $\Lambda = [0, \infty)$ ,  $\Omega = (0, \pi)$ ,  $\bar{\Omega} = [0, \pi]$ ,  $L_2(\Omega)$  – вещественное пространство Лебега с нормой

$$\|v\|_0 = \left( \int_0^\pi v^2(x) dx \right)^{1/2}.$$

Обозначим через  $V = \{v: v, v' \in L_2(\Omega), v(0) = v(\pi) = 0\}$  вещественное пространство Соболева с нормой  $\|v\|_1 = \|v'\|_0$ . Положим,  $K = \{v: v \in V, v(x) > 0, x \in \Omega\}$ . Предположим, что функции  $p(\mu)$ ,  $r(\mu)$ ,  $\mu \in \Lambda$ ,  $s(x)$ ,  $x \in \bar{\Omega}$  являются достаточно гладкими непрерывными положительными функциями,  $p(0) > r(0)$ . Кроме того, функция  $p(\mu)$ ,  $\mu \in \Lambda$ , считается ограниченной, а функция  $r(\mu)$ ,  $\mu \in \Lambda$ , – неограниченной. При фиксированном  $\mu \in \Lambda$  определим билинейные формы

$$a(\mu, u, v) = \int_0^\pi p(\mu s(x)) u'(x) v'(x) dx, \quad b(\mu, u, v) = \int_0^\pi r(\mu s(x)) u(x) v(x) dx,$$

для  $u, v \in V$ .

Сформулируем нелинейную задачу Штурма – Лиувилля в вариационной форме: найти минимальное число  $\lambda \in \Lambda$ ,  $u \in K$ ,  $b(\lambda, u, u) = 1$ , такие, что

$$a(\lambda, u, v) = b(\lambda, u, v) \quad \forall v \in V.$$

Установлено существование решений этой задачи.

Разобьем отрезок  $[0, \pi]$  равноотстоящими точками  $x_i = ih$ ,  $i = 0, 1, \dots, N$  на элементы  $e_i = [x_{i-1}, x_i]$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$ ,  $h = \pi/N$ . Обозначим через  $V_h$  подпространство пространства  $V$ , состоящее из непрерывных функций  $v^h$ , являющихся полиномами степени не выше  $n$  на каждом элементе  $e_i$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$ . Положим,  $K_h = \{v^h: v^h \in V_h, v^h(x) > 0, x \in \Omega\}$ .

<sup>1</sup> Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований (проекты 16-01-00301, 17-08-01279).

Нелинейную задачу Штурма – Лиувилля в вариационной форме будем аппроксимировать с помощью метода конечных элементов в подпространстве  $V_h$ : найти минимальное число  $\lambda^h \in \Lambda$ ,  $u^h \in K_h$ ,  $b(\lambda^h, u^h, u^h) = 1$ , такие, что

$$a(\lambda^h, u^h, v^h) = b(\lambda^h, u^h, v^h) \quad \forall v^h \in V_h.$$

Установлено существование решений этой задачи.

Определим  $\gamma'(\lambda)$  по формуле

$$\gamma'(\lambda) = a'(\lambda, v, v) - b'(\lambda, v, v),$$

$$a'(\lambda, v, v) = \int_0^\pi p'(\lambda s(x))s(x)(v'(x))^2 dx, \quad b'(\lambda, v, v) = \int_0^\pi r'(\lambda s(x))s(x)(v(x))^2 dx,$$

при  $v = u$ .

Доказаны следующие результаты.

Пусть  $\lambda$  и  $u$  – точные решения нелинейной задачи Штурма – Лиувилля,  $\gamma'(\lambda) \neq 0$ ,  $\lambda^h$  и  $u^h$  – приближения по методу конечных элементов для  $\lambda$  и  $u$ . Тогда для достаточно малых  $h$  выполняются оценки погрешности

$$0 \leq \lambda^h - \lambda \leq ch^{2n}, \quad |u^h - u|_1 \leq ch^n, \quad |u^h - u|_0 \leq ch^{n+1},$$

где  $c$  – положительная постоянная, не зависящая от  $h$ .

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ К ЗАДАЧАМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ НА ВАЛЮТНЫХ РЫНКАХ

**Фаляхов И.Р.**

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Кареев И.А.*

В работе рассматривается задача предсказания динамики отношения валют евро и американского доллара друг к другу, т. е. котировки показателя EUR/USD, на следующий день, используются при этом различные показатели валют за сегодня или предыдущие дни. Решаем же мы задачу методами машинного обучения.

По сути, рассматривается задача классификации с тремя возможными классами: повышение, не изменение, понижение. Были выбраны четыре модели для работы: логистическая регрессия, дерево принятия решений, нейронная сеть, случайный лес.

Для построения моделей были собраны данные цен закрытия нескольких валют за 3 года, с 13.03.12 по 13.03.15, с интервалом в 1 день.

Валюты, выбранные как параметры, и по которым собирались данные:

- USD/CHF (американский доллар к швейцарскому франку),
- GBP/USD (фунт стерлинга к американскому доллару),
- EUR/GBP (евро к фунту стерлинга).

Предсказываемая величина, по которой наша модель будет тренироваться и по которой тоже собирались данные: EUR/USD.

По предсказанному показателю EUR/USD также была собрана информация по его динамике за предыдущие 3 дня.

Также данные были преобразованы для корректной работы модели. Для параметров модели (USD/CHF, GBP/USD, EUR/GBP) подсчитывались отношения сегодняшних и вчерашних цен валют. Для определения изменения цены была поставлена граница в 0.001, т. е., если изменение было по модулю меньше, чем 0.001, считалось, что изменения не было. Так же была оптимизирована модель случайного леса, ее результаты приведены в той же таблице.

## Результаты работ моделей

Величина	Логистическая регрессия	Дерево принятия решений	Нейронная сеть	Случайный лес	Оптимизированный случайный лес
понижения	0.48	0.38	0.49	0.51	0.53
не изменения	0.1	0.42	0.38	0.34	0.54
повышения	0.54	0.4	0.5	0.46	0.52

### ИТЕРАЦИОННЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ДИФРАКЦИИ ПЛОСКОЙ УПРУГОЙ ВОЛНЫ НА ГРАДИЕНТНОМ АНИЗОТРОПНОМ СЛОЕ

*Ходунова А.В.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Рунг Е.В.*

Рассмотрим на интервале  $(0, L)$  линейную систему обыкновенных дифференциальных уравнений второго порядка относительно неизвестных функций  $u_1(x), u_2(x)$ , описывающую процесс дифракции плоской упругой волны на градиентном анизотропном слое.

$$-\frac{d}{dx} \left( c_{11}(x) \frac{du_1(x)}{dx} + d_{11}(x)u_1(x) + c_{12}(x) \frac{du_2(x)}{dx} + d_{12}(x)u_2(x) \right) + \left( p_{11}(x) \frac{du_1(x)}{dx} + q_{11}(x)u_1(x) + p_{12}(x) \frac{du_2(x)}{dx} + q_{12}(x)u_2(x) \right) = f_1(x), \quad (1)$$

$$-\frac{d}{dx} \left( c_{21}(x) \frac{du_1(x)}{dx} + d_{21}(x)u_1(x) + c_{22}(x) \frac{du_2(x)}{dx} + d_{22}(x)u_2(x) \right) + \left( p_{21}(x) \frac{du_1(x)}{dx} + q_{21}(x)u_1(x) + p_{22}(x) \frac{du_2(x)}{dx} + q_{22}(x)u_2(x) \right) = f_2(x). \quad (2)$$

Краевые условия при  $x = 0$  примем в следующем виде:

$$-\left( c_{11}(0) \frac{du_1(0)}{dx} + d_{11}(0)u_1(0) + c_{12}(0) \frac{du_2(0)}{dx} + d_{12}(0)u_2(0) \right) = g_1, \quad (3)$$

$$-\left( c_{21}(0) \frac{du_1(0)}{dx} + d_{21}(0)u_1(0) + c_{22}(0) \frac{du_2(0)}{dx} + d_{22}(0)u_2(0) \right) = g_2. \quad (4)$$

Аналогично (3) – (4) при  $x = L$  будем использовать следующие краевые условия:

$$c_{11}(L) \frac{du_1(L)}{dx} + d_{11}(L)u_1(L) + c_{12}(L) \frac{du_2(L)}{dx} + d_{12}(L)u_2(L) = h_1, \quad (5)$$

$$c_{21}(L) \frac{du_1(L)}{dx} + d_{21}(L)u_1(L) + c_{22}(L) \frac{du_2(L)}{dx} + d_{22}(L)u_2(L) = h_2. \quad (6)$$

Для системы (1) – (6) методом сумматорных тождеств была составлена разностная схема с равномерным шагом сетки  $h$ . Показано, что построенная разностная схема имеет погрешность аппроксимации  $O(h^2)$ . В среде Matlab были написаны программы, решающие систему (1) – (6) двумя итерационными методами: Гаусса – Зейделя и Якоби. На трех тестовых задачах была проведена серия численных экспериментов, подтверждающих правильность работы программы. Численно исследовано сравнение работы двух итерационных методов.



## РАЗНОСТНЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ С ПРЕДЕЛЬНЫМ ГРАДИЕНТОМ

*Чумарина Л.И.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Павлова М.Ф.*

Работа посвящена разностным методам решения задачи нестационарной фильтрации с предельным градиентом. Она отличается от других задач фильтрации тем, что пространственный оператор вырождается в тех точках области, в которых модуль градиента давления меньше заданного предельного значения.

Процесс нелинейной фильтрации с предельным градиентом описывался параболическим уравнением с нулевой правой частью, которое дополнялось первыми граничными и начальными условиями. Задача решалась в ограниченной прямоугольной области.

Для построения дискретной модели на заданной области были построены равномерные сетки по временной и пространственным переменным. С помощью метода сумматорных тождеств было построено интегральное тождество, определяющее обобщенное решение, на основе которого далее строились явная и неявная с опусканием нелинейности на нижний слой разностные схемы. Все численные расчеты проводились в системе Matlab. В случае явной схемы решение при переходе с одного слоя на следующий отыскивалось по явным формулам. В случае неявной схемы с опусканием нелинейности использовался метод Гаусса.

Полученные с помощью разностных схем приближенные решения далее сравнивались с решениями двух модельных задач, для которых известны аналитические решения. На рисунке 1 приведен график решения одной из модельных задач в различные моменты времени. На графике просматриваются застойные зоны, в которых фильтрация отсутствует.

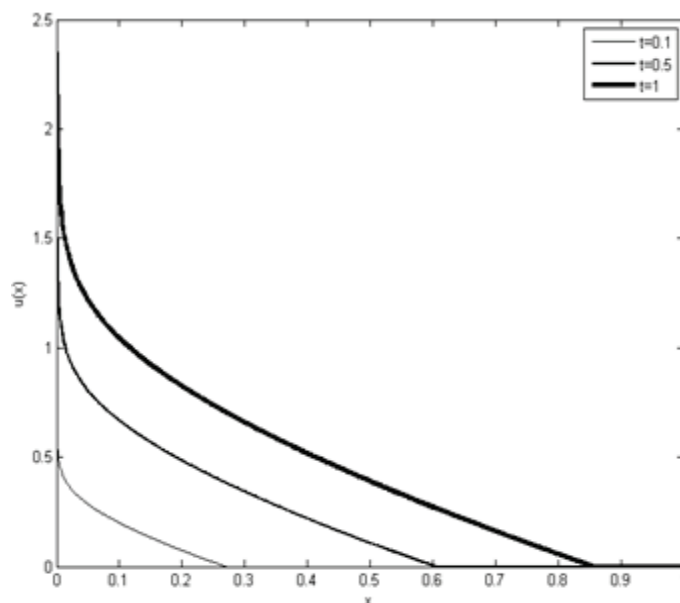


Рисунок 1. График решения второй модельной задачи

Численные эксперименты проводились с целью определения погрешности аппроксимации, также исследовалась устойчивость построенных схем. Был сделан вывод о том, что погрешность аппроксимации имеет порядок  $O(h^2 + \tau)$ , где  $h$  – шаг по пространственной сетке,  $\tau$  – по временной. Были вычислены константы устойчивости для явной разностной схемы. Эксперименты показали, что неявная схема с опусканием нелинейности на нижний слой является более эффективной, чем явная.

## РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ МАЛОГО БИЗНЕСА НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФИРМЫ «1С»

*Шайхиева Д.Р.*

*Научный руководитель – канд. пед. наук, доцент Остроумов А.П.*

В современном мире ключевым фактором производства являются данные в цифровой форме. Обработка больших объемов информации и использование результатов их анализа в электронном виде по сравнению с традиционными формами хозяйствования позволяют существенно повысить эффективность различных видов производства, технологий, хранения, продажи, доставки товаров и услуг и улучшить взаимодействие с клиентами. Цифровым предприятием называют организацию, которая использует информационные технологии в качестве конкурентного преимущества во всех сферах своей деятельности.

Система программ «1С: Предприятие» предназначена для автоматизации управления и учета на предприятиях различных отраслей, видов деятельности и типов финансирования и включает в себя решения для комплексной автоматизации производственных, торговых и сервисных предприятий.

Платформа «1С» может применяться в различных областях:

- автоматизация производственных и торговых предприятий, бюджетных и финансовых организаций, предприятий сферы обслуживания и т. д.
- поддержка оперативного управления предприятием;
- автоматизация организационной и хозяйственной деятельности;
- ведение бухгалтерского учета с несколькими планами счетов и произвольными измерениями учета, регламентированная отчетность;
- широкие возможности для управленческого учета и построения аналитической отчетности, поддержка многовалютного учета;
- решение задач планирования, бюджетирования и финансового анализа;
- расчет зарплаты и управление персоналом;
- другие области применения.

Государственный курс на импортозамещение повлиял на рост доли «1С» на рынке.

Малый и средний бизнес в Российской Федерации в настоящее время является важнейшим способом ведения предпринимательской деятельности. Малые и средние предприятия – это 5,6 млн хозяйствующих субъектов, рабочие места для 18 млн граждан. Сектор малого предпринимательства сосредоточен в основном в сферах торговли и предоставления услуг населению.

Программный продукт «1С: Управление нашей фирмой» предназначен для автоматизации оперативного управления в сервисных, производственных и торговых компаниях малого бизнеса.

В рамках выполнения данной работы нами была разработана методика внедрения программного продукта «1С: Управление нашей фирмой» в деятельность предприятия цветочного хозяйства. Были выполнены настройки системы, разработаны тестовые примеры. В результате была создана типовая конфигурация системы отраслевого решения для предприятий цветочных хозяйств.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ D-АПОСТЕРИОРНОЙ ПРОЦЕДУРЫ ПЕРВОГО ПЕРЕСКОКА ДЛЯ ЗАДАЧИ ОТБОРА

*Якупова Л.М.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Кареев И.А.*

Рассмотрим  $m$  независимых в совокупности популяций  $\xi_1, \dots, \xi_m$ . Таких, что

$$\xi_i \sim N(\vartheta_i, \sigma), \text{ где } \vartheta_i \sim N(0,1) \text{ и } \sigma = \text{const.}$$

Перед нами была поставлена задача проверки гипотез  $H_i: \vartheta_i \geq \max_j \vartheta_j$  по результатам наблюдений  $X^k$  из популяций  $\xi_1, \dots, \xi_m$ , где  $k$  – этап эксперимента, а  $X^k$  – многомерная с. в., реализующая все

наблюдения из всех популяций, совершенные к моменту  $k$ . При этом должно выполняться условие на  $d$ -риск решающей процедуры  $d$ :

$$P(H_i | d = H_i) \geq 1 - \alpha.$$

В работе рассматривалась модификация процедуры первого перескока для задачи отбора. Работа процедуры была моделирована в вычислительной системе Wolfram Mathematica. Правило управления  $h_k$  процедуры отбора для момента  $k$  определяется как (здесь и далее вместо  $X^k$  подставляются ее выборочные значения):

$$h_k = \operatorname{argmax}_j P \left\{ \max_i P(\vartheta_i \geq \max_l \vartheta_l | X^k, \xi_j) \geq 1 - \alpha \mid X^k \right\}.$$

Правило остановки эксперимента процедуры отбора описывается следующим словием:

$$\exists i: P(\vartheta_i > \max_l \vartheta_l | X^k) \geq 1 - \alpha.$$

Работа процедуры была симулирована для задачи отбора из трёх популяций  $\xi_1, \xi_2, \xi_3$  со средними значениями  $-1.15, -0.43, -0.11$ , соответственно, при ограничении  $\alpha = 0.1$  на  $d$ -риск. При этом из каждой популяции было произведено по одному предварительному наблюдению. По результатам численного эксперимента была получена одна траектория наблюдений процедуры.

Таблица 1

Результат единичного моделирования

Количество итераций	Наблюдения из $\xi_1, \xi_2, \xi_3$			Выбранная популяция
3	2	14	19	$\xi_3$

Как можно заметить из приведенной выше таблицы, реализованная нами процедура пришла к правильному ответу спустя 33 итерации. Особо отметим малый объем наблюдений из «наихудшей» популяции  $\xi_1$  – процедура отбора признала ее «наихудшей» уже на самых ранних этапах эксперимента и далее наблюдений отсюда не производила.

## БЕЗУСЛОВНО УСТОЙЧИВЫЙ ЯВНЫЙ МЕТОД ДЛЯ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ

*Яппарова А. Ф.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Даутов Р.З.*

Задача Дирихле для одномерного уравнения в частных производных параболического типа в конечной области имеет следующий вид:

$$\frac{\partial u}{\partial t} - \frac{\partial}{\partial x} \left( p(x) \frac{\partial u}{\partial x} \right) + q(x) \frac{\partial u}{\partial x} + d(x)u = f(x, t), \quad x \in (a, b), \quad t \in (0, T]. \quad (1)$$

$$u(a, t) = u_a(t), \quad u(b, t) = u_b(t), \quad t \in (0, T], \quad (2)$$

$$u(x, 0) = u_0(x), \quad x \in [a, b].$$

После дискретизации уравнений методом конечных разностей второго порядка точности по переменной  $x$  получается задача Коши вида

$$y'(t) = f(y, t), \quad t \in (0, T], \quad y(0) = y_0. \quad (3)$$

Как правило, для его решения применяются неявные схемы. Более простые линейные явные схемы являются, в отличие от линейных неявных методов, условно устойчивыми. В статье [Haiger, 1980, pp. 57–68] предложен нелинейный явный метод для решения задачи (3).

Алгоритмы решения ОДУ могут быть явными или неявными. Явными методами решения ОДУ называются такие методы, которые используют в качестве аргумента правой части ОДУ значение  $y(t)$

с предыдущего шага. Явные схемы записываются на каждом шаге интегрирования в виде рекуррентного алгебраического соотношения:

$$y_{i+1} = f(y_i).$$

Неявные методы связаны с тем, что на каждом шаге интегрирования искомое значение  $y_{i+1}$  входит как в разностную форму производной, так и в правую часть уравнения, которое символически можно записать следующим образом:

$$f(y_{i+1}) = 0.$$

Поскольку изначально  $y_{i+1}$  неизвестны и подлежат определению, то для реализации неявных методов на каждом шаге интегрирования дифференциального уравнения придется решать алгебраическое уравнение, в общем случае, нелинейное.

Явные методы, как правило, очень просты и экономичны в плане компьютерных вычислений. Основной особенностью неявных методов служит их применимость к решению жестких дифференциальных уравнений.

Необходимо выяснить как точность полученного метода решения, так и границы его применимости при варьировании коэффициентов уравнения (1).

Для выполнения работы были разобраны следующие понятия, методы и реализованы в среде Matlab алгоритмы, связанные с выполнением задания:

1. Корректность задачи (1), (2). Гладкость его решения.
2. Конечноразностные методы решения задачи (1), (2) (явный и неявный метод Эйлера, схема Кранка – Николсона), их устойчивость и точность.
3. Программная реализация метода решения задачи (3) из [1].
4. Программирование указанного в п. 3 метода для решения задачи (1), (2), постановка численных экспериментов и анализ полученных результатов.

Результатом работы являются:

1. Усвоение теоретического анализа метода из [1].
2. Программа для решения задачи (3) из [1].
3. Расчетные формулы и функции Matlab решения произвольных одномерных задач теплопроводности (1), (2) рассмотренным методом.
4. Анализ пригодности полученного метода на основе численных экспериментов.

# ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И МЕХАНИКИ ИМ. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МОДЕЛИ БРИНКМАНА

*Вершинина М.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Марданов Р.Ф.*

Расчет движения жидкости в пористой среде – одна из актуальных задач механики, имеющая множество практических приложений. Одной из самых простых моделей решения таких задач является модель Дарси. Она с достаточной точностью описывает процесс фильтрации жидкости в пористой среде во многих задачах. Однако в некоторых задачах, например, таких как расчет течения в тонких фильтрах, где сила взаимодействия жидкости с твердым пористым каркасом сопоставима с вязким трением в самой жидкости, возникает необходимость рассмотрения более общих моделей. Одной из таких моделей является модель Бринкмана:

$$-\nabla p - \frac{\mu}{k} u + \mu_b \Delta u = 0, \quad (1)$$

где  $p$  – давление,  $u$  – скорость фильтрации,  $\mu$  – истинная вязкость движущейся жидкости,  $\mu_b$  – эффективная вязкость,  $k$  – проницаемость. Вязкость  $\mu$  является физическим параметром жидкости и считается известной, а параметры модели Бринкмана  $\mu_b$  и  $k$  необходимо определить.

В настоящей работе решается задача определения параметров модели Бринкмана в плоском случае в зависимости от пористости среды на основе сравнения решения уравнения (1) для модельной задачи с результатами эксперимента. В качестве эксперимента будем проводить не натурный, а вычислительный эксперимент по детальному расчету течения вязкой жидкости в межпоровом пространстве по модели Навье – Стокса в пакете ANSYS(Fluent). Модельная задача состоит в расчете фильтрации жидкости в пористой полосе заданной ширины, расположенной между двумя плоскими пластинами под действием градиента давления (рис. 1, а). Данная задача является одномерной и решение уравнения (1) записывается в аналитической форме. В вычислительном эксперименте пористая среда представляет собой упорядоченную периодическую структуру из круглых частиц, расположенных в шахматном порядке.

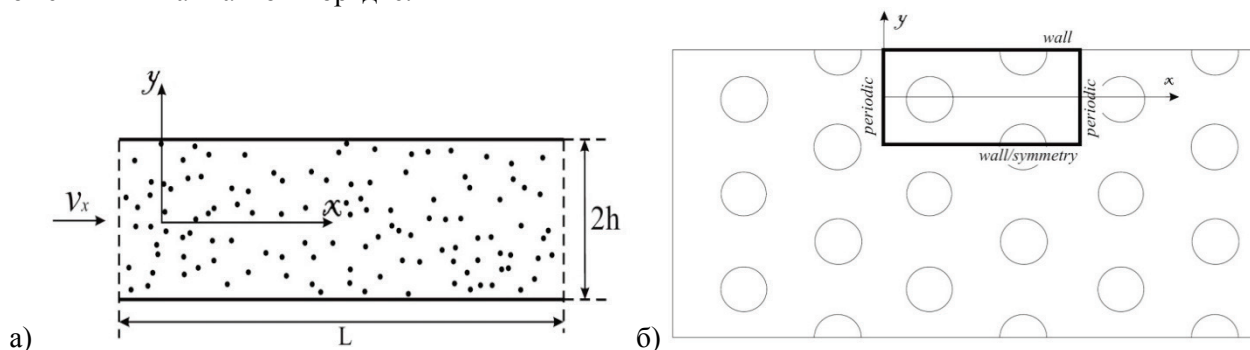


Рисунок 1. Расчетная область в модельной задаче (а) и в вычислительном эксперименте (б)

Проведена серия экспериментов для различных значений ширины расчетной области и пористости  $m$  среды. Для каждого значения пористости  $m$  параметры  $\mu_b$  и  $k$  модели Бринкмана подбирались так, чтобы аналитическое решение уравнения (1) наилучшим образом аппроксимировало результаты вычислительного эксперимента. В результате расчетов получены зависимости  $k(m)$  и  $\mu_b(m)$ . Настоящие результаты могут быть использованы для решения прикладных задач с использованием модели Бринкмана.

## ИСКУССТВЕННАЯ НЕЙРОННАЯ СЕТЬ КАК ИНСТРУМЕНТ ПЛАНИРОВАНИЯ РАСПИСАНИЯ

*Замалиев М.Р.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Агафонов А.А*

Составление учебного расписания высших учебных заведений является важным элементом учебного процесса и играет значительную роль в успешном формировании учебной деятельности.

Составление учебного расписания занимает большое количество времени и является кропотливой работой, в которой необходимо учитывать много нюансов: занятия у нескольких групп не должны проходить в одной аудитории в одно и то же время, должны учитываться пожелания преподавательского состава, наличие аудиторий, оснащенных компьютерами, и многое другое. Каждый из вышеперечисленных факторов может повлиять на учебное расписание, а оно, в свою очередь, – на учебный процесс. В эпоху развития информационных технологий отличным помощником может послужить автоматизированная система, которая могла бы сама в короткие сроки составлять учебное расписание, при этом учитывать все имеющиеся нюансы. Существуют различные технические средства, позволяющие составить и организовать учебный процесс, но у каждого есть собственные особенности и недостатки.

В последние годы быстрыми темпами развивается такая научная дисциплина, как искусственный интеллект. Данная область подразумевает разработку интеллектуальных машин, в особенности интеллектуальных компьютерных программ, основным свойством которых является тесная связь с человеческим разумом. Одним из популярных алгоритмов искусственного интеллекта является искусственная нейронная сеть (ИНС), которая эмулирует функционирование биологических нейронных сетей живого организма. Искусственные нейронные сети не программируются привычным для нас образом, а обучаются. Процесс обучения способствует выявлению сложной взаимосвязи между входными и выходными данными ИНС, другими словами, путем успешного обучения нейронная сеть сможет вернуть верный результат. Нейронные сети применяются в различных областях науки: начиная от анализа данных до систем распознавания речи и объектов.

Одна из сложностей поставленной задачи – сложность выбора начальных состояний разрабатываемой нейронной сети. В данной работе входными параметрами сети предполагается взять следующую группу предикатов:

- учебная группа (A),
- аудитории (B),
- преподаватели (C),
- дисциплины (D).

При выборе конкретного значения из каждого вышеописанного предиката возбуждаются определенные нейроны на входном слое, которые передают возбудимость другим нейронам скрытых слоев. На выходном слое – карта в виде таблицы, представляющая собой дни недели, определенной учебной группы. Выходные нейроны содержат числовые значения, которые обозначают вероятность проведения выбранного предмета в данный день.

Стоит отметить, что использование нейронной сети для решения поставленной задачи имеет ряд сложностей и недостатков, одним из которых является выбор начального состояния сети. Однако разработанная нейронная сеть, способная составлять учебное расписание, значительно повлияет не только на работу учебного отдела, но и на учебный процесс в целом, позволит снизить ошибки, повысит уровень скорости составления расписания и его эффективность.

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ОПЕРАТИВНОГО ФРОНТАЛЬНОГО ОПРОСА УЧАЩИХСЯ

*Немкова А.И.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Агафонов А.А*

Область приложений для мобильных устройств стремительно развивается, представляя собой интересную сферу деятельности для программистов. Значимость мобильных приложений растет и в сфере образования, а основная причина этого – возможности, которые они дают: обмен данными

и способность взаимодействия приложения с облачными сервисами, организация дистанционного обучения, совместная работа учащихся над заданиями во время занятия или урока (опросы, тестирование). И это лишь некоторые аспекты применения мобильных приложений в образовании.

На сегодняшний день большое количество программных продуктов позволяет создавать опросы, тесты и использовать их для контроля знаний учащихся. Например, приложения Kahoot, Plickers и Quizalize ориентированы на использование мобильных устройств участниками опроса, что иногда бывает затруднительным и неудобным во время учебного процесса, к тому же не все приложения позволяют проследить динамику усвоения материала.

Цель работы – разработка программного комплекса для оперативного фронтального опроса учащихся, который будет отличаться от существующих новизной и удобством. В качестве носителя информации выступает карточка конкретного участника с QR-кодом. Главное достоинство любого штрихкода – максимальная простота использования.

Нами было создано мобильное приложение, позволяющее производить сканирование карточек с зашифрованными в QR-код данными, в виде строки JSON с последующим сохранением их в электронную таблицу сервиса Google Spread Sheets. Далее в Google таблице ведется анализ и обработка полученных через Google App Script данных.

Разработка приложения проходила в два этапа:

1) Google App Script (Back End).

В сервисе Google диск был создан новый проект на языке Google App Script для принятия данных с мобильного приложения. Далее скрипт был опубликован в качестве веб-приложения, ссылка на которое была интегрирована в логическую часть кода Android Studio.

2) Android приложение (Front End).

Реализация мобильного приложения осуществлялась в Android Studio, где были созданы java пакеты с необходимым количеством вопросов. Для сканирования и обработки QR-карточек использовалась библиотека ZXing QR code API. Сканирование производится по нажатию на специальную кнопку, и полученная информация в формате JSON объекта отображается на экране устройства в ячейке приложения (TextView). Эти же данные отправляются в Google Shread Sheet, где в конечном итоге подвергаются анализу и обработке.

Таким образом, по наведению камеры смартфона или планшета на изображения кода он автоматически считывается и отправляется в Google таблицу. Приложение позволяет мгновенно оценить ответы всей аудитории и упростить сбор статистики. В процессе тестирования каждому участнику выдается по 4 карточки (4 варианта ответа). Приложение было успешно протестировано в школьных классах. Предполагается дальнейшее расширение функционала приложения с целью улучшения его эффективности.

Ввиду востребованности и роста популярности мобильных приложений, в частности приложений в сфере образования, можно сделать вывод, что проделанная работа является актуальной.

### О 3-ТРАНЗИТИВНОСТИ СПЕЦИАЛЬНОЙ ГРУППЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ НА ПЛОСКОСТИ ЛОБАЧЕВСКОГО

*Нигматуллина Л.И.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Сосов Е.Н.*

Пусть  $\Lambda = \mathcal{B}(O, 1)$  – открытый круг в евклидовой плоскости радиуса 1 с центром в фиксированной точке  $O$ . Точки внутри круга будем задавать их радиусами-векторами относительно точки  $O$ . Расстояние между  $x, y \in \Lambda$  вычисляется по формуле:

$$\rho(x, y) = k \operatorname{Arch} \frac{1 - (x, y)}{\sqrt{1 - x^2} \sqrt{1 - y^2}}$$

Пара  $(\Lambda, \rho)$  называется моделью Бельтрами – Клейна плоскости Лобачевского.

Движением плоскости Лобачевского называется изометрия  $(\Lambda, \rho)$  на себя, т. е. такая сюръекция  $f: (\Lambda, \rho) \rightarrow (\Lambda, \rho)$ , что  $\forall x, y \in \Lambda \rho(f(x), f(y)) = \rho(x, y)$ . В модели Бельтрами – Клейна произвольное движение имеет вид  $f = g_a \circ U$ , где  $U$  – ортогональное преобразование евклидовой плоскости с фиксированной точкой, ограниченное на круг  $\Lambda$ .

Группа всех движений  $G$  плоскости Лобачевского в модели Бельтрами – Клейна:

1) повороты вокруг точки  $O$  с возможным отражением относительно оси  $Ox$ :

$$\begin{cases} \hat{x} = x \cos \varphi \mp y \sin \varphi \\ \hat{y} = y \sin \varphi \pm x \cos \varphi \end{cases}$$

где  $\varphi$  – угол поворота вокруг точки  $O$ ;

2) параллельные переносы вдоль направленного отрезка  $g_{\vec{a}}: L \rightarrow L$ , определенного вектором  $\vec{a}$ ,  $0 \leq |a| < 1$ :

$$g_{\vec{a}}(\vec{x}) = \frac{((\vec{a}, \vec{x}) + \vec{a}^2)\vec{a} + (\vec{a}^2\vec{x} - (\vec{a}, \vec{x})\vec{a})\sqrt{1 - \vec{a}^2}}{\vec{a}^2(1 + (\vec{a}, \vec{x}))}$$

В частности, параллельный перенос вдоль оси  $Ox$  можно представить в следующем виде:

$$\begin{cases} \hat{x} = \frac{x + p}{1 + px} \\ \hat{y} = \frac{y\sqrt{1 - p^2}}{1 + px} \end{cases}$$

где  $p = |a|$ .

Пусть  $\lambda \in \mathbb{R} \setminus \{0\}$ . Рассмотрим преобразование  $\lambda_{\Pi}: (A, \rho) \rightarrow (A, \rho)$  в модели Бельтрами – Клейна:

$$\lambda_{\Pi}(\vec{x}) = \frac{\vec{x}_{\Pi} \operatorname{ch} A_{\Pi} \operatorname{sh}((1 - \lambda)C_{\Pi}) + \vec{x} \operatorname{ch} B \operatorname{sh}(\lambda C_{\Pi})}{\operatorname{ch} A_{\Pi} \operatorname{sh}((1 - \lambda)C_{\Pi}) + \operatorname{ch} B \operatorname{sh}(\lambda C_{\Pi})},$$

где  $A_{\Pi} = \frac{\rho(0, \vec{x}_{\Pi})}{k}$ ,  $B = \frac{\rho(0, \vec{x})}{k}$ ,  $C_{\Pi} = \frac{\rho(\vec{x}_{\Pi}, \vec{x})}{k}$ ,

$\vec{x}_{\Pi}$  – ортогональная проекция по Лобачевскому точки  $x$  на прямую  $\Pi$ .

$\Pi: (\vec{n}, \vec{x}) = q, 0 \leq q < 1, |\vec{n}| = 1$  – уравнение прямой в нормальном виде.

Пусть  $\Pi$  – ось  $Ox$ . Определим группу  $G_1 = G \cup \{\lambda_Q\}_{\lambda \in \mathbb{R} \setminus \{0\}}$ .

**Теорема.** Пусть  $\{M, N, K\}, \{M', N', K'\}$  – две тройки попарно различных точек плоскости  $L$ . Тогда  $\exists g \in G_1: g(M) = M', g(N) = N', g(K) = K'$ , т. е. группа  $G_1$  действует 3-транзитивно.

## ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЙРОЭВОЛЮЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДВИЖЕНИЯ ДВУМЕРНЫХ РОБОТОВ

*Обидов Т.З.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Агафонов А.А*

Искусственный интеллект и робототехника – две области, которые сейчас, без сомнения, являются наиболее активно развивающимися областями науки и техники. Причем речь идет не только и не столько о том, что достигаются какие-то теоретические успехи в лабораториях учеными, сколько о том, что появляется очень много практических внедрений этих результатов. Создавая и проектируя роботов, мы должны заложить в них некоторые знания, на основе которых они будут успешно решать задачи и адекватно себя вести в реальной среде. Сейчас такие знания в виде правил и готовых алгоритмов по большей части закладываются вручную. Однако, очевидно, что это, во-первых, неэффективно, а во-вторых, порождает множество неточностей, потому что заранее все предусмотреть невозможно. Единственный выход из такой ситуации – алгоритм обучения, который бы позволял в процессе деятельности пополнять информацию о доступных и успешных для данной задачи действиях.

В своей работе я исследовал принцип работы нейроэволюционной модели (нейронной сети) на примере движения двумерных роботов в виртуальной физической среде, выполненной посредством языка программирования Python. Виртуальная физическая среда представляет собой физический мир, реализованный с помощью библиотеки двумерной графики `pygame2d` с использованием библиотеки `pygame` для визуализации. Задача роботов – научиться двигаться в заданном направлении.

Под нейроэволюционной моделью понимается система, состоящая из нейронной сети и алгоритма обучения, при котором происходит движение двумерного робота, который обучается движению, взаимодействуя с виртуальной физической средой. Этот метод заключается в обучении робота, который не имеет сведения о виртуальной физической среде, но имеет возможность производить какие-либо действия в ней. Действия переводят виртуальную физическую среду в новое состояние, и робот получает от нее некоторое вознаграждение. Отклик среды на принятое решение – сигнал подкрепления



(награда), поэтому такое обучение является частным случаем обучения с учителем, но учителем выступает виртуальная физическая среда. Робот воздействует на виртуальную физическую среду, а среда воздействует на робота. О такой системе говорят, что она имеет обратную связь. Такую систему нужно рассматривать как единое целое, и поэтому линия раздела между виртуальной физической средой и роботом достаточно условна.

Предполагается, что в каждый дискретный момент времени двумерный робот находится в определенном состоянии  $s$ . В зависимости от этого состояния у робота есть на выбор несколько возможных действий. Робот выбирает некоторое действие, после чего оказывается в новом состоянии и получает определенное подкрепление (награду), которое зависит от предыдущего состояния и выбранного действия. Роботу нужно увеличивать сумму своих подкреплений (наград). В таком методе обучения ключевым моментом является функция  $Q(s, a)$ , выступающая субъективной оценкой действия  $a$  в состоянии  $s$ , на основании которой робот принимает решение о дальнейших действиях. В то же время в результате движения робот постоянно модифицирует эту функцию, что и является обучением.

Исследование нейрореволюционной модели на примере движения двумерных роботов в физической среде показывает, насколько успешно справляется данный метод (алгоритм) с поставленной задачей.

## КОМПЬЮТЕРНАЯ ОБРАБОТКА И АНАЛИЗ СИГНАЛОВ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ MAPLE

*Рязанов Т.С.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Чеботарева Э.В.*

Многие задачи науки и техники, так или иначе, связаны с задачей обработки и анализа сигналов различной природы. Любой сигнал можно представить как функцию одной или нескольких переменных. Практический интерес представляет решение проблемы очистки зашумленных сигналов.

В настоящей работе было проведено исследование возможностей системы компьютерной математики Maple для работы с дискретными одномерными и двумерными сигналами. Результатом работы является комплекс программ для обработки цифровых сигналов, представленных в виде аудиофайлов и изображений.

Разработанный комплекс программ позволяет решать следующие задачи:

- генерация звукового сигнала с заданными характеристиками;
- построение спектрограммы и периодограммы аудиосигнала;
- применение аудиоэффектов;
- фильтрация аудиосигналов;
- применение фильтров к изображениям.

Программы комплекса имеют удобный визуальный интерфейс и могут применяться в качестве интерактивных демонстрационных материалов при изучении основ теории обработки цифровых сигналов.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ГАЗОВЗВЕСИ С ИСПАРЯЮЩИМИСЯ КАПЛЯМИ

*Сабиров Р.Р.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Зарипов Ш.Х.*

Дается описание метода моментов для моделирования движения полидисперсной аэрозоли с испаряющимися каплями. Математическая модель основана на уравнении конвективно-диффузионного переноса моментов в заданном поле скоростей. Для аэродисперсной системы с испаряющимися каплями введем моменты  $M_k$  для функции  $n(v, t)$  распределения концентрации частиц по объемам  $v$  как

$$M_k(t) = \int_0^{\infty} v^k n(v, t) dv.$$

Для движущейся газозвеси записываются уравнения переноса для моментов  $M_1(x, y, t)$ ,  $M_2(x, y, t)$

$$\begin{cases} \frac{\partial M_1}{\partial t} + u_x \frac{\partial M_1}{\partial x} + u_y \frac{\partial M_1}{\partial y} = M_1^{5/9} M_2^{-1/9} \\ \frac{\partial M_2}{\partial t} + u_x \frac{\partial M_2}{\partial x} + u_y \frac{\partial M_2}{\partial y} = 2M_1^{8/9} M_2^{2/9} \end{cases} \quad (1)$$

где  $u_x, u_y$  – декартовы составляющие скорости газа. Уравнения (1) дополняются начальными условиями

$$M_1(x, y, 0) = \begin{cases} M_{10}, & x \in G \\ 0, & x \notin G \end{cases}, \quad M_2(x, y, 0) = \begin{cases} M_{20}, & x \in G \\ 0, & x \notin G \end{cases} \quad (2)$$

Решение системы (1–2) реализовано на основе численной схемы WENO 5 порядка. Пример распределения моментов в различные моменты времени в вихревом поле Тейлора – Грина, задаваемом формулами  $u_x = -\pi \cos x * \sin y$ ,  $u_y = \pi \sin x \cos y$ , приведен на рис. 1.

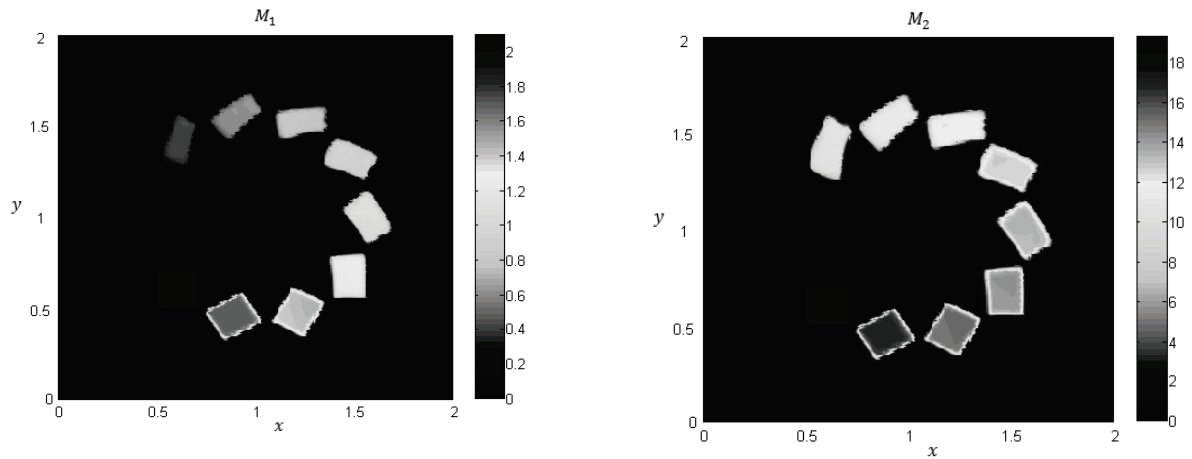


Рисунок 1. Распределение моментов  $M_1(x, y, t)$ ,  $M_2(x, y, t)$  в различные моменты времени

## ИНСТИТУТ ФИЗИКИ

### РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО РУКОВОДСТВА К ЦИФРОВЫМ ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ ПО ТЕМЕ «ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ»

*Абзалова Д.И.*

*Научный руководитель – старший преподаватель Шигапова Э.Д.*

Цифровая лаборатория – это новый уровень в обучении естественно-научных дисциплин, которые на сегодняшний день считаются самым эффективным оборудованием. Важным аспектом в выборе между традиционными лабораториями и цифровыми является то, что цифровые направлены на реализацию требований ФГОС. Данная работа посвящена разработке методического руководства при использовании на уроках физики цифровых лабораторных работ по теме «Фазовые превращения», которые активно внедряются в российские школы.

Для того, чтобы приступить к работе с цифровой лабораторией, необходимо начать с изучения теоретического материала. После этого нужно научить обучающихся правильно пользоваться всеми имеющимися приборами, чтобы они могли самостоятельно применить свои знания, и сформировать у них комплексные экспериментальные предметные умения и навыки.

Методическое руководство открывает возможности учителю доступно объяснить ученикам рациональные способы использования цифровых лабораторных работ. Благодаря данным указаниям педагог сможет для начала сам ознакомиться со всеми этапами выполнения данной работы, а потом уже грамотно подвести учащихся к самостоятельной деятельности.

Данное методическое руководство учитель сможет применять при изучении раздела «Молекулярная физика и термодинамика» для проведения лабораторных работ по теме «Фазовые превращения» на каждом этапе обучения.

На данный момент подробно изложенной разработки методического руководства к цифровым лабораторным работам не существует, поэтому это обстоятельство дает возможность сделать вывод, что это главное преимущество этой работы.

Конечным результатом предоставленной работы является получение пошагово описанного пособия для учителя физики, которым он сможет пользоваться в своей педагогической деятельности.

### НЕЙРОННЫЕ СЕТИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ИОНОГРАММ

*Абрамов А.В.*

*Научный руководитель – ассистент Ильдиряков В.Р.*

В современной радиосвязи для передачи радиоволн за горизонт используются отражения от ионосферных слоев на различных частотах, следовательно, для эффективной передачи радиосигнала требуется точно знать параметры ионосферного слоя. К данным параметрам относятся, например, частота отражения, высота слоя, критическая частота слоя – самая высокая частота волны, отраженной от слоя. Для изучения ионосферы используются ионограммы – наборы точек, имеющих пару координат: действующую частоту и высоту. На основе ионограмм можно получить информацию о слоях, выделив их на изображении. Одним из решений данной задачи является сегментация изображения с помощью сверточных нейронных сетей.

Целью работы является выделение ионосферных слоев среди помех на ионограммах Геофизической обсерватории Соданкюля. Для достижения данной цели требовалось решить следующие задачи: отметить ионосферные слои на ионограммах, выбрать алгоритм для решения задачи, обучить нейронную сеть на данных и оценить качество работы алгоритма. В ходе подготовки данных вручную были размечены 1000 ионограмм, из которых 800 составят обучающую выборку, а 200 – тестовую. Пример используемой ионограммы приведен в приложении А. Для сегментации изображения был выбран метод Patch-based сегментации, при котором из изображения выделяется некая область, и на ее основе сверточная нейронная сеть классифицирует центральный пиксель. Данный метод широко использовался ранее в медицине до появления более сложных и совершенных алгоритмов, и является достаточно простым в реализации. В результате обучения сети получены результаты, при-

веденные в приложении А. Сверточная нейронная сеть может определять, какой из пикселей относится к ионосферному следу. В результате работы сети получается бинарная маска, показывающая местонахождение ионосферного следа на ионограмме.

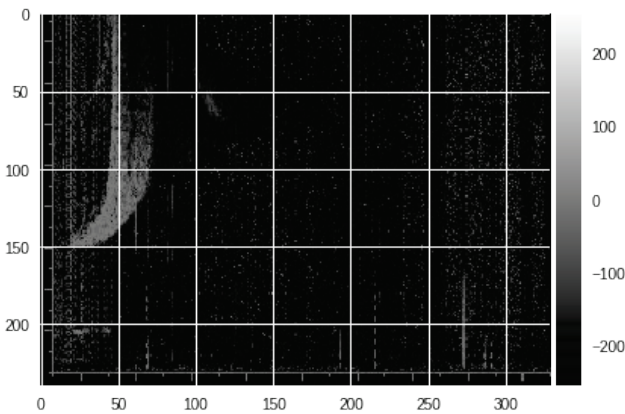


Рисунок 1. Ионограмма, содержащая помехи

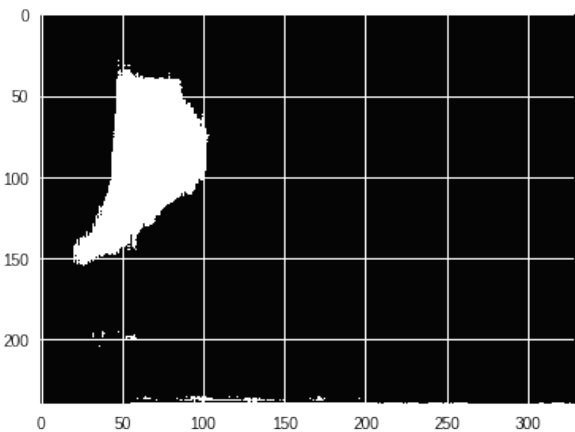


Рисунок 2. Бинарная маска, показывающая местонахождение слоя

## ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЛЩИНЫ СЛОЯ СЕРОГО ВЕЩЕСТВА ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА ИЗ ДАННЫХ МРТ

*Аль-Итхави Бакр Аднан Салех*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Ильясов К.А.*

Оценка толщины коры головного мозга с помощью магнитно-резонансной томографии является важным методом диагностики и мониторинга прогрессирования нейро-дегенеративных заболеваний [Qi Li, Heath Pardoe, 2014; Damien Marie, 2016]. Многие причины могут повлиять на точность оценки толщины, включая ограниченное разрешение изображения и сигнал-шум, движение головы, погрешности совмещения изображений, полученных в разное время [M. Reuter, 2015; M.A. Zuluaga 2008]. В настоящее время наиболее часто используется 2 метода. Первый основан на поверхностной модели, где толщина коры вычисляется как среднее расстояние от поверхности белого вещества до ближайшей возможной точки на поверхности серого вещества, затем обратно в ближайшую точку на поверхности белого вещества. На точность определения толщины коры влияет насколько хорошо визуализируется граница белого и серого вещества головного мозга. Во второй группе МР-изображения классифицируются как серое вещество, белое вещество и спинная жидкость головного мозга (СМЖ). Корректировки неравномерности интенсивности сигнала, сглаживание, интерполяция на эффект частичного заполнения тканью воксела позволяют повысить надежность результатов [Chloe Hutton, 2009].

В нашей работе были проанализированы МРТ данные от 4 добровольцев для серии из 3 или 4 измерений, сделанных с разными положениями головы. МРТ изображения были получены на 1.5 Т клиническом сканере в использовании трехмерной импульсной последовательности МР RAGE с изотропным пространственным разрешением  $1 \times 1 \times 1 \text{ мм}^3$ . Типичное отношение сигнал-шум был не хуже 200, время измерения одного изображения составляло 7'40''. Корегистрация изображений, последующий расчет толщины кортикального слоя и статистический анализ данных был проведен с помощью программы FreeSurfer [<http://surfer.nmr.mgh.harvard.edu>]. Обнаруженные различия толщины кортикального слоя с серии измерения для каждого из добровольцев не превышали размеров воксела, однако статистическая обработка данных в соответствии со стандартной процедурой анализа показала зоны со статически значимым изменением толщины кортикального слоя. Поскольку время между последовательными МРТ измерениями на каждом из добровольцев было мало, очевидно, что наблюдаемые изменения толщины кортикального слоя связаны с погрешностями обработки. Кроме того, наблюдались кажущиеся различия оценки толщины серого вещества для изображений с более низким отношением сигнал-шум, причем различия были больше для 2-й группы методов анализа.

Таким образом, в результате данной работы было показано, что моделирование поверхности кортикального слоя и последующей статистической обработки может выявлять ложные зоны «статистически достоверного» изменения толщины слоя, в реальности не превышающие фактического пространственного разрешения МРТ изображений, что следует учитывать при анализе клинических данных.

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ КАЛИБРОВОЧНЫХ ПОЛЕЙ С ДИНАМИЧЕСКИМ ЭФИРОМ

*Андреянов А.В.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Балакин А.Б.*

Теория динамического эфира (известная в англоязычной литературе как Einstein-aether theory) – это одна из альтернативных версий теории гравитации, в которой помимо метрики пространства-времени введено нормированное на единицу времениподобное векторное поле  $U^i$  ( $g_{ik}U^iU^k = 1$ ), характеризующее скорость движения некоторой космической субстанции (эфира) [Jacobson, 2001. С. 024028]. Теория взаимодействия динамического эфира с электромагнитным полем построена в работе [Balakin, 2014. С. 454]. В данной работе рассмотрена теория взаимодействия динамического эфира с калибровочными полями Янга – Миллса как  $SU(N)$ -симметричное обобщение теории с электромагнитным полем. Теория основана на функционале следующего вида:

$$S = d^4x \sqrt{-g} \left\{ \frac{1}{2\kappa} \left[ R + 2\Lambda + \lambda \left( g^{mn} U_m^{(a)} U_n^{(b)} G_{(a)(b)} - 1 \right) + \mathcal{K}_{(a)(b)}^{ijmn} \widehat{D}_i U_m^{(a)} \widehat{D}_j U_n^{(b)} \right] + \frac{1}{2} \mathcal{A}_{(a)(b)}^{[ik]mn} F_{ik}^{(a)} \widehat{D}_m U_n^{(b)} + \frac{1}{4} \mathcal{C}_{(a)(b)}^{ikmn} F_{ik}^{(a)} F_{mn}^{(b)} \right\}.$$

Здесь  $F_{ik}^{(a)}$  – тензор напряженности поля Янга – Миллса;  $G_{(a)(b)}$  – метрика в групповом пространстве. Объекты  $\mathcal{A}_{(a)(b)}^{[ik]mn}$ ,  $\mathcal{C}_{(a)(b)}^{ikmn}$  – это конституционные тензоры, составленные из комбинаций метрики и векторного поля, обладающие четырьмя пространственно-временными и двумя цветными индексами. Данный функционал действия построен на основе функционала теории динамического эфира с электромагнитным полем путем замены элементов на их цветные аналоги:  $U_m$  на  $U_m^{(a)}$ ,  $\nabla_m U_n$  на  $\widehat{D}_m U_n^{(a)}$ ,  $F_{mn}$  на  $F_{mn}^{(a)}$ ,  $K^{ijmn}$  на  $\mathcal{K}_{(a)(b)}^{ijmn}$ ,  $A^{ikmn}$  на  $\mathcal{A}_{(a)(b)}^{[ik]mn}$ ,  $C^{ikmn}$  на  $\mathcal{C}_{(a)(b)}^{ikmn}$ .

В рамках вариационного формализма получена полная система связанных уравнений для гравитационных, векторных и калибровочных полей, которую, согласно общей терминологии, можно назвать эфирным расширением теории Эйнштейна – Янга – Миллса (Einstein-Yang-Mills-aether theory). Также получен вид конституционных тензоров.

Рассматривается случай спонтанной цветовой поляризации в групповом пространстве векторного поля ( $U_{(a)}^i = q_{(a)} U^i$ ), т. е. вводится специальное направление, и все векторные поля ориентируются вдоль вектора  $q_{(a)}$  в групповом пространстве, по аналогии со скалярными полями в работе [Balakin и др., 2007. С. 124011]. Тем самым установлена связь между стандартным и цветовым динамическим эфиром.

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СХЕМА УРОВНЕЙ И МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА $\text{Pr}^{3+}$ В $\text{PrCu}_3\text{Ru}_4\text{O}_{12}$

*Архипова Е.А.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Еремин М.В.*

В кристалле  $\text{PrCu}_3\text{Ru}_4\text{O}_{12}$  ион празеодима находится в позиции симметрией  $T_h$ . Такая точечная группа симметрии ранее не была обнаружена в природных минералах. Это вещество в виде порошков лишь недавно синтезировано в Германии. Ближайшие к иону празеодима кислороды формируют икосаэдр. Ионы рутения, образующие вторую координационную сферу, находятся в вершинах октаэдров. К настоящему времени в Германии проведены измерения температурных зависимостей магнитной восприимчивости, удельной теплоемкости, транспортных свойств и рассеяния нейтронов. Однако интерпретация данных оказалась затрудненной, так как полученные результаты не укладываются

в рамки сценариев, описанных в научной литературе. Цель данной работы – попытаться объяснить все эти данные, модифицируя известную схему расчета кристаллического поля на ионе Pr на случай позиции с симметрией  $T_h$ . Как показали наши расчеты, в дополнение к обычному виду оператора кубического кристаллического поля, описанного в учебниках, в данном случае требуются дополнительные операторы. В итоге расчетов энергетической схемы уровней основным состоянием иона Pr оказался триплет. Для соответствия рассчитанных температурных зависимостей магнитной восприимчивости и удельной теплоемкости пришлось допустить, что при низких температурах состояния орбитального триплета слегка расщеплены. Причины такого расщепления пока не вполне понятны. Возможно, они связаны с эффектом спонтанного понижения симметрии из-за кооперативного упорядочения квадрупольных моментов у ионов празеодима.

## **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КАНАЛА СВЯЗИ МЕЖДУ ЭЛЕКТРОННЫМ БЛОКОМ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ И СПЕЦИАЛЬНЫМИ СРЕДСТВАМИ**

*Бакиров А.Р.*

*Научный руководитель – Федотов А.Е. (ООО «АСТ Поволжье»)*

Современные автомобили представляют собой сложное техническое устройство и состоят из множества электронных блоков, связанных между собой единой сетью и управляемых центральным блоком управления. Злоумышленники используют различные уязвимости электронных блоков автомобиля для совершения угона. Так, известны случаи, когда злоумышленники несанкционированно прописывали ключи доступа, открывали дверь, запускали двигатель. Для раскрытия подобных преступлений необходимо проведение комплексной компьютерной и радиотехнической экспертизы. После предварительного анализа было обнаружено, что в современных автомобилях используются протоколы передачи данных с нестандартными значениями параметров, таких как скорость, количество бит, передаваемых в одной посылке, и пр. В ряде случаев в течение одной сессии данные пересылаются на различных скоростях. Помимо прочего, назначение некоторых блоков в автомобиле остается неизвестным. Производители автомобилей не публикуют документацию о назначении блоков и механизме межблочного взаимодействия. Без наличия доступа к такой документации и без специализированного программно-аппаратного комплекса экспертиза становится не осуществимой. Соответственно, в целях автоматизации процесса технических экспертиз средств угона были поставлены следующие задачи:

- 1) идентификация блоков;
- 2) запись межблочного обмена;
- 3) идентификация протокола и передаваемых команд.

В данной работе были рассмотрены вторая и третья задачи. После анализа было выявлено, что в большинстве автомобилей для межблочного взаимодействия используются асинхронные последовательные протоколы такие как LIN, CAN, FlexRay, PWM, VPW.

В ходе работы было реализовано устройство на базе микроконтроллера STM32F103, выполняющее регистрацию сигнала и его последующую обработку. Запись происходит с помощью таймеров микроконтроллера и записывается в ОЗУ через канал DMA. Данное решение позволяет снизить нагрузку на вычислительное ядро микроконтроллера и параллельно обрабатывать записываемый сигнал. Для решения задач определения типа протокола и его параметров используются собственные алгоритмы. Для анализа содержимого в записанных данных планируется применение машинного обучения. При разработке была учтена необходимость работы «без потерь» для случаев экспертизы вредоносных устройств одноразового применения, когда необходимо сразу послать ответное сообщение тестируемому устройству.

## СТРУКТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФАКТОРА ЭЛОНГАЦИИ EFР ПАТОГЕННОЙ БАКТЕРИИ STAPHYLOCOCCUS AUREUS МЕТОДАМИ СПЕКТРОСКОПИИ ЯМР ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ<sup>1</sup>

*Барков И.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, вед. науч. сотр. Усачев К.С.*

Представители вида *Staphylococcus aureus* являются возбудителями различных заболеваний человека, несмотря на разнообразие антибиотиков, и в настоящее время являются значительной угрозой здоровью человека, в том числе и в качестве внутрибольничных инфекций. Белоксинтезирующий аппарат клетки – рибосома и работающие с ней факторы инициации, элонгации и терминации – часто является мишенью действия антимикробных веществ. За последние десятилетия достигнут существенный прогресс в понимании механизма белкового синтеза в клетке и структурной организации его аппарата. Методом рентгеноструктурного анализа с атомным разрешением была определена структура рибосомы и нескольких функциональных комплексов, моделирующих различные стадии белкового синтеза. Эти данные создали основу для моделирования в трехмерном пространстве биохимических реакций, протекающих при белковом синтезе, а также позволили определить причину ингибирующего влияния некоторых антибиотиков на синтез белка. Таким образом, информация о структуре белковых комплексов позволяет предсказывать возможное строение антимикробных веществ для ингибирующего взаимодействия с этими комплексами.

Фактор инициации и элонгации EF-P бактериального патогена *S. aureus* обеспечивает специализированную трансляцию белков с полипролиновыми участками [Wiley Interdiscip Rev RNA, 2014. V. 5. P. 209–222]. Белки с такими участками часто вовлечены в процессы секреции, в том числе и факторов патогенности микроорганизмов. Так, было показано, что вирулентные свойства микроорганизмов, могут значительно снижаться, если нарушена работа EF-P [Microb Cell, 2015. V. 2. P. 360–362]. Решение структуры данного белка методами ЯМР и рентгеноструктурного анализа, а также структуры инициаторного комплекса методом криоэлектронной микроскопии, позволит в дальнейшем провести скрининг высокоселективных ингибиторов трансляции патогенной бактерии *Staphylococcus aureus*, которые наряду с общим угнетением патогена будут препятствовать синтезу и выделению его факторов патогенности в организм человека [Nucleic Acids Research, 2017. V. 45. P. 10491–10504].

В рамках данной работы нами был оптимизирован протокол выделения и очистки меченного по изотопам <sup>13</sup>C, <sup>15</sup>N белка EfP, поставлены эксперименты по спектроскопии ЯМР и проведено отнесение сигналов. На основе экспериментальных данных о химических сдвигах были рассчитаны значения двугранных углов основной цепи и определено положение элементов со вторичной структурой. Топология белка EfP в растворе представлена в виде  $\alpha 1-\beta 1-\beta 2-\beta 3-\beta 4-\beta 5-\beta 6-\beta 7-\alpha 2-\beta 8-\beta 9-\beta 10-\beta 11-\beta 12-\beta 13-\beta 14$  структуры. Полученные данные позволяют перейти к этапу решения структуры данного белка методами спектроскопии ЯМР.

## МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА ПО РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ВВЕДЕНИЕ В ФИЗИКУ» ДЛЯ СТУДЕНТОВ I КУРСА

*Бахтиярова В.С.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Гарнаева Г.И.*

Повышение качества профессионального педагогического образования в современных условиях предполагает пересмотр всех элементов педагогической системы от целей до контроля результатов. В исследованиях в области методической подготовки учителя физики сформулированы новые цели обучения, разработаны технологии их достижения и контроля результата. Выделяя отдельные группы целей профессиональной подготовки, каждый автор вносит дополнительную информацию в учебный процесс, систему заданий, обеспечивающую усвоение этой информации.

Цель работы – разработка методического пособия по решению задач по дисциплине «Введение в физику» для студентов I курса научно-педагогического отделения.

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 17-74-20009.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- подбор и анализ информационного и теоретического материала по физике;
- поиск и решение задач по данному материалу;
- проектирование и создание методического пособия по дисциплине «Введение в физику».

В пособии представлены блоки теоретического материала по разделам физики, создана подборка задач разной сложности, размещены подробные решения этих задач. Каждый раздел заканчивается задачами для самостоятельного решения.

Практическая значимость пособия состоит в возможности использования его учащимися и преподавателями образовательных учреждений.

## **МОНИТОРИНГ СТАБИЛЬНОСТИ ПУНКТОВ ЛИНЕЙНОГО БАЗИСА ЭТАЛОННОГО ПОЛИГОНА КАЗАНСКОЙ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ ИМ. ЭНГЕЛЬГАРДА ПО ДАННЫМ ГНСС ИЗМЕРЕНИЙ**

*Богданов Р.А.*

*Научный руководитель – ассистент Комаров Р.В.*

На сегодняшний день ГНСС-приемники, предназначенные для определения пространственных координат, являются наиболее точными и удобными современными геодезическими приборами. Точность определения координат порой достигает всего нескольких миллиметров. Для постоянного достижения высокой точности необходимо выполнять метрологический контроль оборудования. Все это можно выполнить на специальном геодезическом полигоне, содержащем специальные геодезические построения с заданными геометрическими и метрологическими характеристиками. В нашем распоряжении такой полигон есть – линейный базис КФУ, находящийся на территории Казанской астрономической обсерватории имени Василия Павловича Энгельгардта.

Для достижения данной цели необходимо реализовать следующий ряд задач. Первым делом необходимо выполнить планирование по определению зоны перекрытия сигналов ГНСС-спутников на каждом пункте линейного базиса. Планирование позволит на начальном этапе улучшить качество съемки. Далее мы непосредственно переходим к выполнению съемки на пунктах. Съемка выполняется два раза, в разное время года. Измерения проводятся в течение нескольких часов. Схему расположения пунктов можно увидеть на рис. 1. Для съемки выбраны следующие приборы: три приемника TrimbleR8, один приемник TrimbleR5, с антенной типа ZephyrGeodetic, один приемник TrimbleR7 с антенной типа ZephyrGeodetic и приемник TrimbleR9s.

Следующим этапом является камеральная обработка с использованием программного обеспечения TrimbleBusinessCenter. На данном этапе производится анализ полученных результатов по результату съемки, выявляются ошибки и прочие недочеты.

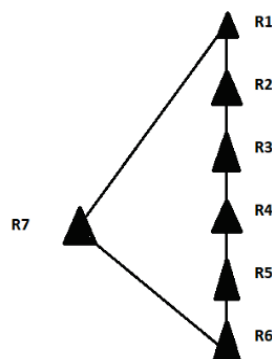


Рисунок 1. Схема расположения пунктов линейного базиса

Последний этап заключается в оценке стабильности пунктов линейного базиса. В результате нами будет выполнен комплекс наблюдений, который станет восьмым по счету. Каждый год уже в течение 7 лет выполняется съемка данных пунктов. Для окончательного результата предстоит сравнение полученных значений со значениями последних 7 лет. Эта работа проводится для мониторинга геодезического полигона и выявления смещений пунктов базиса.



В заключение хотелось бы отметить, что первая часть измерений будет выполнена в самое ближайшее время (апрель – май 2018 года). Вторая съемка будет проводиться после периода вегетации деревьев и растений, чтобы оценить прохождение спутникового сигнала через листву.

## УПРАВЛЯЕМЫЙ ДЖОЗЕФСОНОВСКИЙ 0- $\pi$ КОНТАКТ В СИСТЕМЕ $S_1/F_1/S_2/F_2$

*Борисова О.Н.*

*Научные руководители – д-р физ.-мат. наук, зав. кафедрой Прошин Ю.Н.; ассистент Туманов В.А.*

Управляемые джозефсоновские контакты имеют широкие перспективы применения в сверхпроводящей электронике. Джозефсоновские контакты в случае ферромагнитной прослойки могут находиться в разных состояниях, определяемых разностью фаз  $\Delta\varphi$  параметров порядка в сверхпроводящих металлах контакта. В связи с этим возникают понятия 0-контакта и  $\pi$ -контакта соответственно значениям разности фаз  $\Delta\varphi = 0$  и  $\Delta\varphi = \pi$ . В данной работе предлагается один из способов реализации управления джозефсоновским контактом, основанный на эффекте спинового клапана.

Рассматривается тонкослойная система  $S_1/F_1/S_2/F_2$  (рис. 1), где  $S_1, S_2$  – слои из сверхпроводящих металлов,  $F_1, F_2$  – из ферромагнитных.

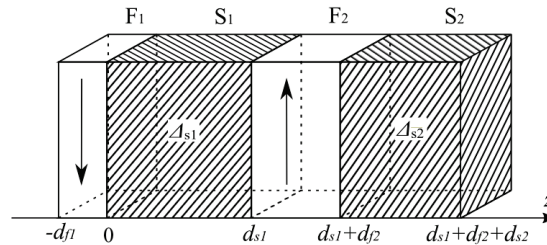


Рисунок 1. Четырехслойная тонкослойная система  $S_1/F_1/S_2/F_2$ ;  $\Delta_{s1}, \Delta_{s2}$  – параметры порядка в сверхпроводящих металлах  $S_1, S_2$

Возможность перехода от 0-контакта к  $\pi$ -контакту посредством изменения взаимной ориентации намагниченностей ферромагнитных слоев была экспериментально доказана для системы  $S/F_1/N/F_2/S$  [Gingrich et al, Nature Physics, 2016. V. 12. P. 564]. Согласно нашим расчетам такой переход возможен и в системе  $S_1/F_1/S_2/F_2$ . Кроме того, в исследуемой системе легче зафиксировать намагниченность слоя  $F_1$ . Для определения условий перехода производился расчет критической температуры  $T_c$  системы в зависимости от слоя  $F_2$  при разных ориентациях намагниченностей  $F$ -слоев (рис. 2). Параметры порядка  $\Delta_{s1}, \Delta_{s2}$  полагались постоянными в пределах соответствующего слоя [Авдеев и др., ЖЭТФ, 2015. Т. 102. С. 106], а сами сверхпроводники рассматривались в грязном пределе [Buzdin, Rev. Mod. Phys., 2005. V. 77. P. 941].

По результатам расчетов видно, что переход от 0-контакта к  $\pi$ -контакту в случаях параллельной и антипараллельной взаимных ориентаций намагниченностей происходит при разных значениях толщин слоя  $F_2$  (рис. 2). В связи с этим образуется диапазон толщин, соответствующий управляемому джозефсоновскому 0- $\pi$  контакту.

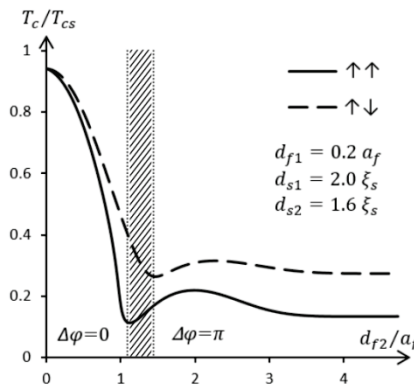


Рисунок 2. Область с возможностью осуществления перехода от 0-контакта к  $\pi$ -контакту посредством перемагничивания ферромагнитного слоя.  $T_{cs}$  – критическая температура чистого сверхпроводника,  $a_f$  – длина спиновой жесткости,  $\xi_s$  – длина когерентности сверхпроводника

## ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ

*Бортникова А.А.*

*Научный руководитель – старший преподаватель Низамова Э.И.*

В состав школьного кабинета физики входит «Цифровая лаборатория». Ее грамотное применение учителем способствует повышению качества обучения физики в связи с возможностью совершенствования физического эксперимента.

Цель работы – научиться пользоваться лабораторным комплексом «Цифровая лаборатория» измерив коэффициент трения.

Задачи работы – экспериментально проверить изменение коэффициента трения двумя традиционными способами; решить расчетно-экспериментальную задачу предусмотренную разделом.

Мы наблюдали движение бруска по наклонной плоскости с помощью датчиков (герконов). С помощью полученных значений автоматически был построен график на основе которого мы сформулировали выводы в отчете по выполненной работе. Также выяснили, что вне зависимости от выбранного способа измерения коэффициента трения оно неизменно для используемого материала.

## СОЗДАНИЕ МЕТОДИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ «ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПУТИ ОТ ВРЕМЕНИ ПРИ РАВНОУСКОРЕННОМ ДВИЖЕНИИ» ПО КУРСУ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ РАЗДЕЛА «МЕХАНИКА»

*Булатова Р.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Гарнаева Г.И.*

В настоящее время существует множество методологических и организационных моделей информатизации учебного процесса, которые позволяют реализовать различные формы проведения занятий. Одна из них – применение цифровой лаборатории.

*Компьютерные интерактивные модели*, представляющие собой схемы, графики, имитации процессов и экспериментов, задания, игры, исходные параметры которых задаются пользователем, протекание процессов рассчитывается с использованием физических законов. Результат расчетов представляется в виде статичной или динамичной картины. На основе моделей можно вести изложение материала, составлять задания для тренинга по усвоению понятий и физических законов.

Использование на уроке компьютерного класса позволяет существенно сократить время выполнения и проверки лабораторной работы. Ученики заносят результаты измерений в готовые таблицы, производя подсчет сразу в компьютере. В оставшееся время можно поработать над задачами, условия которых занесены в компьютер, и затем произвести проверку и сравнить свое решение с правильным решением, предложенным специальной компьютерной программой.

Целью моей курсовой работы является разработка методического пособия к выполнению лабораторной работы в цифровой лаборатории. Цель лабораторной работы – установить зависимость пути от времени при равноускоренном движении и определить ускорение и начальную скорость движения тела.

## ПОДГОТОВКА ЭЛЕКТРОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО РЕСУРСА ПО КУРСУ «КОСМИЧЕСКАЯ ГЕОДЕЗИЯ»

*Быстрова Н.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Загретдинов Р.В.*

Электронно-образовательные ресурсы (ЭОР) – это новый метод обучения, основанный на различных компьютерных технологиях. В представлении большинства – это в первую очередь электронные пособия, которые на самом деле являются лишь альтернативным носителем информации и абсолютно не реализуют современные возможности. Настоящий ЭОР должен содержать не только текстовые файлы, но и аудио- и/или видеоматериалы, а также средства контроля успеваемости при освоении предмета.

В современных образовательных программах должны учитываться не только физические способности студентов (здесь подразумеваются программы для студентов с ограниченными возможностями), но и различия в способах наиболее эффективного усваивания информации. Основными способами восприятия информации студентами являются:

- классический способ, при котором студенты приходят на занятия и контактируют с преподавателем напрямую;
- самостоятельное изучение материала на бумажных и цифровых носителях;
- аудиальный и визуальный способы, подразумевающие прослушивание аудиолекций или просмотр видеолекций.

Для некоторых студентов наилучшим способом является запись (конспектирование) информации, и я подразумеваю, что он является неотъемлемой частью первых двух пунктов. Последний пункт практически не реализован, и именно в нем заложен основной смысл всех электронно-образовательных ресурсов.

В Казанском федеральном университете разработан сервис «Виртуальная аудитория», на основе которого преподаватели могут создавать свои ЭОР, а студенты, помимо обязательных предметов, могут выбирать дополнительные курсы для самостоятельного обучения. Поскольку я являюсь студентом направления «Геодезия и дистанционное зондирование», то я решила разработать электронно-образовательный ресурс по курсу «Космическая геодезия». Во-первых, этот предмет является одним из главных для моей специальности, и, по сравнению с другими профильными предметами, его нет в «Виртуальной аудитории». Во-вторых, программа курса подразумевает наличие только лекционных занятий, что никак не дает преподавателю объективную оценку об усвоении предмета в течение семестра. В-третьих, по этой дисциплине отсутствует современная литература на русском языке, основные учебники датированы 60–80-ми годами прошлого столетия. И, наконец, я как студент по всем вышеперечисленным причинам не смогла полностью освоить этот предмет. Поэтому я и решила подготовить базу для студентов, которым еще предстоит изучать курс «Космическая геодезия».

Мой электронно-образовательный ресурс будет содержать следующие темы:

- системы координат и время, используемые в космической геодезии;
- невозмущенное и возмущенное движение искусственных спутников Земли;
- орбиты спутников и их созвездия; основные принципы наблюдений спутников, используемых в геодезии;
- различные методы для определения расстояний до спутников.

Эти темы были выбраны мной исходя из официальной программы курса. Они будут основаны на учебнике [Gunter Seeber, *Satellite Geodesy*, 2003. Т. 1], поскольку он является одним из последних в этой отрасли и регулярно обновляется.

Каждая тема будет разбита на 4–5 частей, содержащих текстовый материал лекций, видеоматериал, а также тесты и задачи. Такое разбиение позволит студентам лучше усвоить материал.

## **ВЛИЯНИЕ ОКСИДА ГРАФЕНА В СТАБИЛИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ФАЗЫ ЖЕЛЕЗА – $\gamma$ -Fe<sup>1</sup>**

*Валимухаметова А.Р.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Вагизов Ф.Г.*

В последние годы наночастицы металлов на структурной подложке все больше находят свое применение в качестве систем для новых поколений катализаторов, электродных материалов в устройствах для преобразования/хранения энергии [Pyun, *Chem. Int. Ed.*, 2011. V. 123. P. 46–48]. В качестве структурной подложки часто используется оксид графена (ГО) [Dimiev, *Graphene Oxide*, 2017]. Оксид графена получают из графита путем введения кислородных функциональных групп, наличие которых в плоскости и на краях ГО позволяет диспергировать его в воде и органических растворителях. Данное свойство ГО обеспечивает большие возможности для создания материалов на его основе, например композита с наночастицами железа, так как кислородные функциональные группы могут выступать центрами зародышеобразования для ионов железа [Jiang, *Phys. Chem. C*, 2010. V. 114. P. 22462].

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-13-10291.

Термический отжиг разнообразных железосодержащих соединений в присутствии ГО дает в основном оксиды железа и карбид железа. Только в немногих исследованиях сообщается об образовании магнитной фазы  $\alpha$ -Fe вместе с оксидами железа [Wang, J. Mater. Chem. C, 2014. V. 2. P. 9478–9488; Schettino, J. Nanopart. Res., 2016. V. 18. P. 90]. В температурном диапазоне 769–917 °C образуется  $\beta$ -форма железа ( $\beta$ -Fe), которая в отличие от  $\alpha$ -Fe является парамагнитной. При температуре 917 °C в  $\beta$ -Fe происходит превращение решетки из ОЦК в ГЦК, и этот аллотроп называют  $\gamma$ -железом ( $\gamma$ -Fe), который стабилен только при температурах выше этой критической температуры. Согласно диаграмме фазы железо-углерод,  $\gamma$ -Fe может включать в себя до 2,03 % углерода. При понижении температуры атомы углерода диффундируют из структуры, а кристаллическая решетка возвращается к типу ОЦК ( $\alpha$ -Fe). В промышленности для стабилизации фазы  $\gamma$ -Fe железо легируют такими примесями, как Cr, Ni и Mn. До сих пор  $\gamma$ -Fe не был получен без вышеуказанных примесей при комнатной температуре. В связи с этим целью исследования было получение композитного материала на основе ГО и наночастиц железа, в которых наблюдается стабилизация ГЦК структуры наночастиц  $\gamma$ -Fe даже при понижении температуры до комнатной.

В данной работе был проведен синтез наночастиц железа на поверхности оксида графена путем его восстановления из водного раствора соли нитрата железа (III). Полученные дисперсии высушивались и отжигались в инертной атмосфере от 300 до 950 °C. Наноконпозиты были охарактеризованы методами физико-химического анализа: рентгенофазовый и термогравиметрический анализы, сканирующая и просвечивающая электронная микроскопии, мессбауэровская спектроскопия, которая является одним из информативных методов, позволяющий проводить качественный и количественный фазовый анализ синтезируемых материалов и получать микроскопическую информацию об особенностях локального электронного окружения атомов железа.

В ходе исследования было установлено, что предложенный нами метод синтеза позволяет получить стабильные наночастицы железа на поверхности ГО. Между температурами отжига 300 и 950 °C образуются несколько разных фаз Fe, которые были идентифицированы с помощью рентгеновской и мессбауэровской спектроскопии. При отжиге до 700 °C железо находится преимущественно в оксидных формах  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  и  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , после 700 °C в композите оксидные фазы практически отсутствуют, появляется металлическое железо  $\alpha$ -Fe и  $\gamma$ -Fe. Повышение температуры отжига до 950 °C позволило получить около 90 % наночастиц железа с ГЦК структурой ( $\gamma$ -Fe), которая стабильна при комнатной температуре.

Таким образом, в результате наших исследований раскрылась еще одна возможность применения перспективного материала – оксида графена, для получения и стабилизации высокотемпературной ГЦК фазы железа, что ранее достигалось только легированием переходных элементов. Вероятно, ГО играет существенную роль в зародышеобразовании в виде восстановительного агента, источника углерода и стабилизатора ГЦК кристаллической структуры для образовавшихся наночастиц  $\gamma$ -Fe. Можно ожидать, что материалы на основе наноструктурной  $\gamma$ -формы железа будут перспективны для каталитического применения.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОПУСКАНИЯ СВЕТА ГИБРИДНЫМИ ФОТОН-ПЛАЗМОННЫМИ КРИСТАЛЛАМИ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ РАЗНОСТЕЙ ВО ВРЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ

*Валитова А.Ф.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Хамадеев М.А.*

В нашей работе было произведено моделирование фотон-плазмонного кристалла (ФПК) на основе опалоподобного фотонного кристалла из частиц диоксида кремния. Была исследована зависимость расположения пиков пропускания света при варьировании толщины буферного слоя, состоящего из слоя Si.

Одним из наиболее распространенных методов численного решения электродинамических задач является метод FDTD [Taflove, 2005. V. 3. P. 1–2], в основе которого лежит дискретизация уравнений Максвелла, записанных в дифференциальной форме, по конечно-разностной схеме Йе [Yee, 1966. V. 14. P. 302–307]. Кроме простоты постановки, метод FDTD обладает несравненными преимуществами в плане моделирования электродинамических объектов с неоднородными, анизотропными и нелинейными средами.

Применение данного метода позволяет значительно ускорить работу с большим количеством задач, от фундаментальных фотонных исследований до инженерных систем в сфере визуализации, биофотоники, фотовольтаики и др. [Xiao, 2008. V. 81. P. 253–265]. Учитывая относительную простоту производства и богатую функциональность, можно сказать, что данный метод мог бы стать основой решения задач большого количества устройств оптики и оптоэлектроники будущего.

Результатом нашего исследования является полученная зависимость пропускания света от внедрения буферного слоя в гибридный фотон-плазмонный кристалл как один из способов увеличения эффективности оптического взаимодействия. В настоящей работе применяется модель, в которой наблюдается пропускание света фотонной структурой методом FDTD с периодическими граничными условиями.

## РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ НЕВРОЛОГИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ НА ОСНОВЕ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОГО СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МОЗГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Воробьева Д.В.*

*Научный руководитель – старший преподаватель Демин С.А.*

В настоящее время неврологические заболевания официально входят в перечень социально-значимых болезней наравне с гепатитом *B* и *C*, туберкулезом, инфекциями и злокачественными новообразованиями. Одним из самых распространенных неврологических заболеваний в мировых масштабах является эпилепсия, которая характеризуется периодическими припадками [Megiddo, 2016. P. 464–474]. К настоящему моменту накоплена значительная база экспериментальных данных биоэлектрической активности мозга человека: электроэнцефалографии (ЭЭГ), магнитоэнцефалографии (МЭГ) и др. Существенный объем экспериментальных данных требует разработки объективных математических методов и программного обеспечения для обработки данных, фиксируемых при неврологических заболеваниях.

Для исследования характеристик и параметров функциональной активности мозга человека нами разрабатывается программно-аналитический комплекс, включающий в себя следующие модули: модуль сбора экспериментальных данных, базу данных, расчетный модуль для подсчета числовых значений качественных показателей и построения графиков и диаграмм (на основе формализма функций памяти, фликкер-шумовой спектроскопии, базовых возможностей математической статистики), аналитический модуль автономной медицинской диагностики, база знаний для поддержки принятия решений на основе полученных данных и интерфейсный модуль для взаимодействия с пользователем (рис. 1).

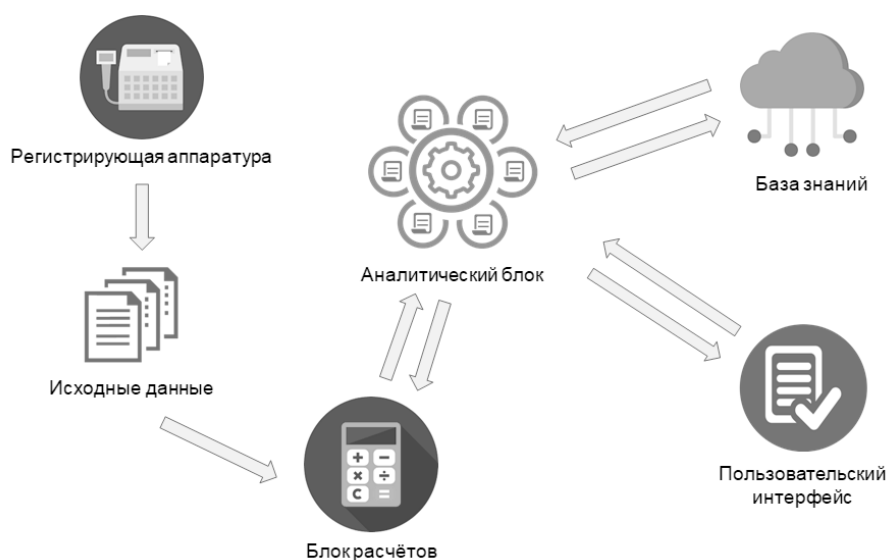


Рисунок 1. Схема разрабатываемого программно-аналитического комплекса для поиска диагностических критериев при неврологических заболеваниях

Непосредственная цель предлагаемого программного комплекса состоит в выявлении фундаментальных характеристик функциональных состояний коры головного мозга человека, накоплении базы знаний и параметров, отражающих аномальные изменения в центральной нервной системе. Конечная цель состоит в выработке четких критериев диагностики и прогнозирования различных патологических процессов и, в дальнейшем, комплексном использовании полученных результатов для совершенствования медицинского диагностического оборудования.

По итогам исследования были сформулированы направления поиска диагностических критериев неврологических заболеваний: исследование биоэлектрической активности отдельных областей коры головного мозга для выявления тех, в которых наблюдаются наиболее значительные изменения; изучение эффектов синхронизации и согласованности сигналов, генерируемых различными областями коры головного мозга человека, что отражает изменения во взаимодействии между ними.

## **ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ИССЛЕДОВАНИЯ НОВООБРАЗОВАНИЙ**

*Гаврилова А.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Колчев А.А.*

Проблема онкологических заболеваний остается приоритетной для современного общества. По данным Всемирной организации здравоохранения, данное заболевание занимает первое место среди онкологических заболеваний у женщин и с каждым годом число заболевших растет. В связи с ростом количества заболевших данной болезнью увеличивается нагрузка на специалистов ультразвукового исследования, занимающихся монотонной работой, что приводит к пропуску подозрительных образований. Для выхода из сложившейся ситуации был разработан алгоритм для выявления новообразований на результатах ультразвукового исследования.

Целью данной работы является определение параметров области интереса, позволяющих из имеющихся выборок данных выделить изображения УЗИ, содержащие новообразования и не содержащие. Наличие новообразования фиксируется по «ободку» в области интересов («ободок» – соединительнотканная капсула, которая отделяет опухоль от окружающих тканей). Для достижения данной цели требовалось решить следующие задачи: применить статистические и текстурные параметры изображения, построить модель изображения и выбрать ее параметры, отвечающие за наличие новообразования. В ходе выполнения задач были проанализированы 2 выборки данных, содержащие новообразования и не содержащие. В ходе решения первой поставленной задачи было проанализировано 60 статистических и текстурных параметров для следующих выборок отсчетов: отсчеты выделенной области, отсчеты модулей градиента в каждой точке выделенной области, отсчеты направлений градиентов в каждой точке, гистограммы распределения. В результате, для отсчетов модуля градиента подошел параметр среднего квадратичного отклонения; для гистограммы направленности – энтропия и, наконец, контраст для гистограммы модуля градиента. Для всех случаев вероятность ошибки составила 12,5 %. В итоге, полная вероятность обнаружения в области интереса, содержащей новообразование, равна 87,5 %. Для построения модели было отмечено, что при наличии новообразования рост значений отсчетов от центра масс к границе контура является более регулярным, чем в случае отсутствия новообразования. В связи с этим были построены эмпирические модели этой зависимости: модель зависимости средних значений отсчетов от расстояния от центра масс изображения и модель значений отсчетов при наличии новообразования. Находилась сумма квадратов отклонения значений отсчетов от модельных значений. Для внутреннего «ободка» вероятность ошибки составила 12,5 %, а для внешнего – 10 %. В случае построения модели значений отсчетов при наличии новообразования вероятности ошибки были значительны, поэтому исключены из рассмотрения.

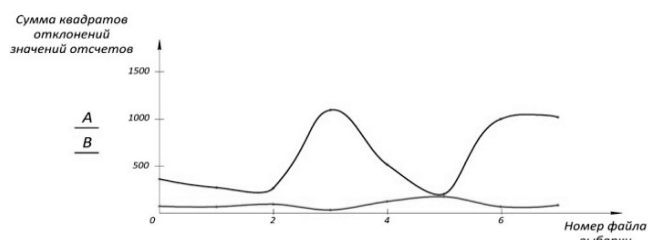


Рисунок 1. Зависимость суммы квадратов отклонений значений отсчетов от модельных значений для внутреннего «ободка», где А – злокачественное новообразование, В – доброкачественное

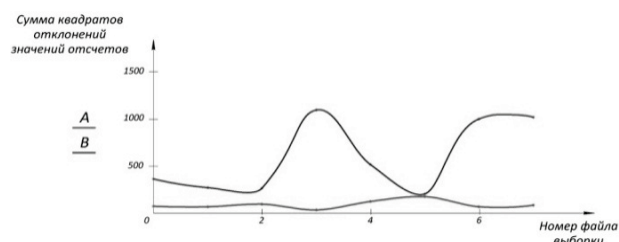


Рисунок 2. Зависимость суммы квадратов отклонений значений отсчетов от модельных значений для внешнего «ободка», где А – злокачественное новообразование, В – доброкачественное

## ИНФОРМАЦИОННО-СТРУКТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УСПЕВАЕМОСТИ УЧАЩИХСЯ СРЕДНЕЙ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ

*Гайнулова А.Ф.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Гарнаева Г.И.*

Одна из проблем, находящихся в центре внимания исследователей, – это качество результатов обучения учащихся в общеобразовательных учреждениях. Одним из показателей качества обучения является успеваемость. На успеваемость учащихся в школе оказывает влияние много факторов. Среди них можно выделить три основных группы причин: социальные, психологические и педагогические.

Сильное влияние на ребенка во время обучения в школе оказывает его социальное окружение. Сюда можно отнести родителей, одноклассников, дворовых друзей. Если семья не формирует ценность овладения знаниями, то, скорее всего, ребенок не будет желать учиться. Важно, чтобы родители на собственном примере показывали, что учеба – важный и интересный процесс. К неуспеваемости могут привести материальные проблемы семьи. Школьник, не обладающий основным набором принадлежностей для обучения, никогда не сможет полноценно учиться. Образ жизни также влияет на успеваемость. Асоциальные семьи, в которых отсутствуют нормы морали и нравственности, не смогут создать благоприятные условия для обучения.

На успеваемость могут влиять личностные характеристики обучающегося, особенности его психических процессов. Чаще всего младшие школьники оправдывают низкий уровень оценок, ссылаясь на плохое внимание, память. Старшие школьники, наоборот, видят основу проблем в личных качествах, таких как лень, пассивность, безволие. Недостатки в развитии познавательных процессов действительно могут привести ученика к плохим оценкам. Однако в большинстве случаев при помощи школьного психолога такие функции, как память, внимание и логическое мышление можно довести до необходимого уровня. Острее обстоит ситуация с личностными качествами учащихся. Если у ребенка отсутствует адекватная мотивация к обучению и он не проявляет никакой активности в получении знаний, то успеваемость будет заведомо низкой.

Важным человеком в жизни большинства людей является его первый учитель. Если педагог в начальной школе не уделял достаточного внимания индивидуальной работе со школьником, то в дальнейшем вполне возможно получить отставание в развитии или низкий уровень успеваемости.

Целью работы стало выявление факторов, благодаря которым учебные предметы объединяются по успеваемости учащихся, и факторов, влияющих на успеваемость учащихся по данным группам предметов.

При проведении исследования был использован комплекс разнообразных методов, взаимодополняющих друг друга:

– теоретические методы: теоретический анализ и синтез философской, методологической, педагогической, психологической, социологической, научно-методической литературы, обобщение, сравнение;

– эмпирические методы: изучение документации, качественный и количественный анализ результатов эксперимента, статистические и математические методы исследования.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОРИСТОСТИ МИКРОЧАСТИЦ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА СООТВЕТСТВИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРЕЛОМЛЕНИЯ

*Гайнутдинов А.Р.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Хамадеев М.А.*

На сегодняшний день микро- и наночастицы находят широкое применение во множестве практических приложений. Особый интерес представляют пористые частицы, поскольку они демонстрируют множество уникальных свойств, таких как, например, большая удельная площадь поверхности, низкая плотность и т. д. [J. Kalkman, A. Polman, T.J. Kippenberg, K.J. Vahala, M.L. Brongersma, 2006. V. 242. P. 182–185]. Пористость является важнейшим фактором, влияющим на свойства микрочастиц, поэтому необходимо ее определять и при необходимости, регулировать. Кроме того, пористость частиц оказывает влияние на свойства искусственных материалов, формируемых из них. На данный момент существует несколько способов измерения пористости частиц. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки.

В данной работе предлагается простой фотометрический метод измерения полной пористости (открытая + закрытая пористость) микрочастиц. Под открытой пористостью понимают объем пор, доступных для жидкости при насыщении образца, а под закрытой – объем изолированных пор. В основе фотометрического метода лежит построение зависимости коэффициента пропускания кюветы с суспензией, содержащей микрочастицы, от показателя преломления растворителя, который регулировался концентрацией глицерина. Максимум этой зависимости соответствует показателю преломления частиц. В случае пористых частиц речь идет об эффективном показателе преломления, который связан с объемными долями пор и материала частицы. Из этой связи становится возможным вычисление полной пористости. В данной работе предложенный метод был применен к микрочастицам диоксида кремния, синтезированных методом Штобера [W. Stöber, 1968. V. 26. P. 62–69]. По данному методу сферические частицы получают реакцией гидролиза эфира ортокремниевой кислоты  $\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_4$  (тетраэтоксисилан, ТЭОС) в этиловом спирте. Из-за сложного механизма образования микрочастиц кремнезема их структура неоднородна и содержит множество нанопор. Такая рыхлость приводит к тому, что плотность и показатель преломления микрочастиц меньше, чем если бы они состояли только из диоксида кремния.

Было определено, что для диапазона длин волн 550–1100 нм показатель преломления частиц диоксида кремния не превышает 1,44, что отличается от показателя преломления беспористого диоксида кремния, равного 1,46. Поры заполнены преимущественно этанолом. В процессе осаждения поры не опустошаются, поскольку кальцинация синтезированных по методу Штобера частиц начинается при температуре свыше 600 °C [F. García-Santamaría, H. Míguez, M. Ibisate, F. Meseguer, C. López, 2002. V. 18. P. 1942–1944]. Используя формулы связи эффективного показателя преломления с объемной долей пор, а также дисперсию микрочастиц и компонент, из которых они состоят, мы рассчитали среднее значение пористости  $21 \pm 2\%$ . На длинах волн, меньших диаметра частицы, метод не применим. Это связано с тем, что при достаточно короткой длине волны излучение перестает взаимодействовать с композитной частицей как с эффективной средой и начинает рассеиваться на ее субмикронной структуре.

Таким образом, нами был предложен и реализован простой метод измерения полной пористости прозрачных микрочастиц.

## ФОТОГРАММЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ (ВІМ)

*Галимов Д.Х.*

*Научный руководитель – ассистент Сапронов А.Е.*

По результатам данной работы построена пространственная основа информационной модели здания (ВІМ) кафедры астрономии и космической геодезии, получено плотное облако точек фасада, крыши фотограмметрическим методом с помощью программного продукта Agisoft Photoscan Professional, а также при помощи прибора Trimble V10 и программного продукта Trimble Business Center. Для достижения этой цели были решены следующие задачи:

1) создание высокоточного геодезического обоснования вокруг здания с помощью роботизированного тахеометра Trimble S8;



2) расклейка кодированных марок в пределах сцены фотографирования, их координирование в системе координат (СК) проложенного хода для задания масштаба полученного облака точек и его привязки к СК хода, а следовательно, и для возможности выполнения измерений элементов здания по построенной модели;

3) выполнение измерений элементов на полученной пространственной модели здания (рис. 1), сравнение полученных данных с натурными, для проверки, что необходимая точность модели достигнута (~1 см) (табл. 1);

4) экспорт облака точек для дальнейшего построения информационной модели в предназначенном для этого программном обеспечении.



Рисунок 1. Текстурированная модель фасада здания Кафедры астрономии и космической геодезии

Таблица 1

Сравнение промеров некоторых элементов здания

Элементы	Agisoft	TBC	Промеры	Δ (мм)	
Стойка на крыше	517	526	520	-3	6
Элемент окна	574	566	570	4	-4
Элемент стены	2180	2163	2171	9	-7
Стена у крыши	6740	6742	6740	0	2

## КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ДВУМЕРНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ГАЗА НА ПОВЕРХНОСТИ СВЕРХТЕКУЧЕГО ГЕЛИЯ

*Галиуллин Н.К.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, мл. науч. сотр. Бейсенгулов Н.Р.*

Не так давно были опубликованы статьи [Rees, 2016. V. 116. P. 206801], [Rees, 2017. V. 96. P. 205438], в которых исследовались транспортные свойства электронов на подложке из сверхтекучего гелия в микроканальной геометрии. При проведении экспериментов была открыта качественно новая особенность динамики вигнеровского кристалла – прерывистое движение электронов. Это явление основано на динамическом скольжении, отличном от обычного трения между твердыми веществами.

Системы электронов на жидких гелиевых подложках образуют модельную кулоновскую систему. В состоянии вигнеровского кристалла (ВК) система электронов «окутана» рипплонами. Электроны вблизи поверхности жидкого гелия создают деформацию, выраженную в виде углубления на поверх-

ности гелия [Beysengulov, 2016. V. 182. № 1–2. P. 28–37]. При определенных условиях, когда электронная система внутри микроканала находится в состоянии ВК, наблюдается скачки силы тока, которые обуславливаются прерывистым движением электронов. Под действием растущего электрического поля растет скорость электронов и при приближении к фазовой скорости рипплон происходит рассеяние Брэгга – Черенкова [Rees, 2016. V. 116. P. 206801]. При дальнейшем увеличении поля происходит скольжение, а затем обратный спад, так как число электронов, перешедших из левого резервуара в правый, резко увеличивается и при этом компенсируется внешнее электрическое поле, из-за чего мобильность электронов падает.

С помощью методов молекулярной динамики было проанализировано и исследовано явление прерывистого движения для системы электронов на поверхности гелия. Также была построена математическая модель, которая качественно описывает это движение.

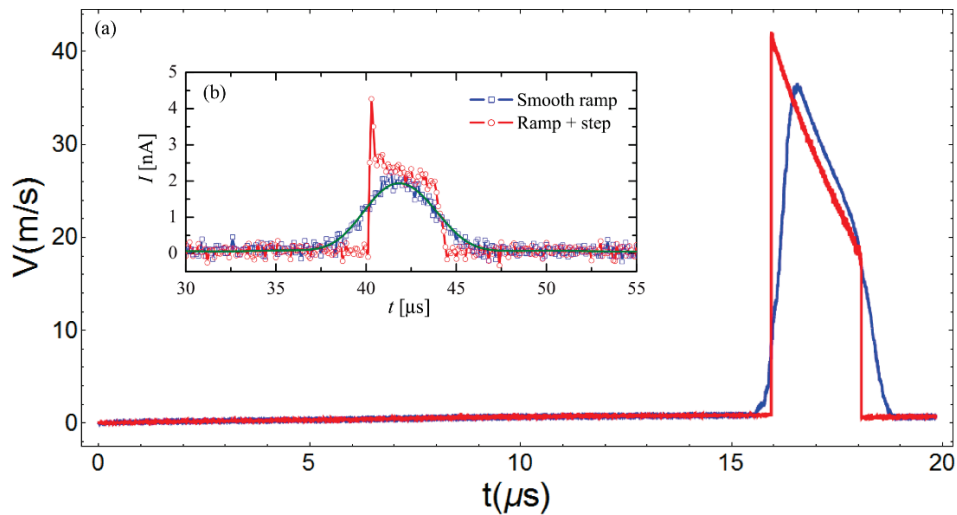


Рисунок. 1. Зависимость скорости ВК от времени, построенная по данным, полученным из моделирования (красный график). Зависимость усредненной скорости ВК от времени его движения для 100 различных начальных конфигураций электронов (синий график). Во вкладке – экспериментальная зависимость скорости ВК от времени его движения (красный график) и зависимость усредненной скорости ВК от времени его движения (синий график) [Rees, 2017. V. 96. P. 205438]

Данные, полученные при моделировании, качественно и полуколичественно совпадают с экспериментальными. В дальнейшем данная модель может быть использована для более детального изучения динамики системы электронов.

## ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЫТЕСНЕНИЯ МАСЛА ВОДОЙ В ЯЧЕЙКЕ ХЕЛЕ – ШОУ

*Гараева С.В.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Марфин Е.А.*

Современные методы разработки месторождений нефти не позволяют извлекать ее эффективно. Извлекается лишь 30–35 %, остальная часть является трудно извлекаемой. Одна из причин такого низкого коэффициента извлечения – вытеснение нефти (вязкой жидкости) водой (менее вязкой жидкостью). Вследствие этого на границе раздела жидкостей образуются «вязкие пальцы». Данное явление подобно явлению неустойчивости Саффмана – Тейлора [Saffman P.G., Taylor G.I., 1958. P. 311–329], которое возникает, когда две жидкости с различной вязкостью тяжестью протекают через ячейку Хеле – Шоу. Явления, подобные этой неустойчивости, не позволяют извлечь остатки нефти из скважин при подаче туда воды под давлением.

Один из методов исследования вытеснения нефти водой в лабораторных условиях – процесс вытеснения вязкой жидкости менее вязкой в ячейке Хеле – Шоу.

Ячейка Хеле – Шоу представляет собой две параллельные пластины, расстояние между которыми намного меньше ширины пластин.

В данной работе производится численное моделирование процесса вытеснения масла водой с различными параметрами возмущений на входе.

Для моделирования процесса создали 3D модель ячейки в программе SolidWorks. Для всех экспериментов были созданы ячейки с одинаковыми параметрами: ширина  $L = 176$  мм, длина  $l = 400$  мм, толщина  $d = 0.81$  мм, но на вход подавали разное возмущение, задаваемое уравнением  $x = A \cos \frac{2\pi T}{L} y$ , меняя  $A$  и  $T$ , где  $A$  и  $T$  – амплитуда и период возмущений.

Далее, ячейка была загружена в программу FlowVision, в которой были заданы математическая модель течения жидкости – ламинарное течение, свойства жидкостей: жидкость 0 – вязкая жидкость, которая будет вытесняться менее вязкой подаваемой на вход жидкостью 1. Жидкость 0 – моторное масло 10W40, вязкостью  $\mu_0 = 133$  мПа\*с. Жидкость 1 – чистая вода. После чего задались граничные условия: вход – скорость подачи жидкости 1  $u_0 = 3$  мм/с, выход – свободный выход, все остальные грани были указаны как стенки. После внесения этих данных запускался расчет программы и получались картинки моделирования.

Выявлены закономерности развития «вязких пальцев». Установлено, что характеристики начального возмущения оказывают влияние в основном на процесс формирования «вязких пальцев», а на их дальнейшее развитие практически не влияют. Было выявлено, что на начальных этапах эксперимента скорость роста «вязких пальцев» резко возрастает, а после достижения  $t_{\text{относ}} = 0,1$  изменение скорости мало ( $t_{\text{относ}} = t^* u_0 / L$ )

Также было установлено, что относительная скорость роста «вязких пальцев»  $u_{\text{относ}}$  меняется от 2 до 4 ( $u_{\text{относ}} = u_{\text{ср}} / u_0$ , где  $u_{\text{ср}} = L/t$ ).

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОНФОРМАЦИИ γ-ОБЛУЧЕННОГО ГЛЮКОНАТА КАЛЬЦИЯ МЕТОДОМ ЭПР

*Гафарова А.Р.*

*Научные руководители – мл. науч. сотр. Гонко И.А.; д-р физ.-мат. наук, профессор Петухов В.Ю.*

Кальций имеет огромную роль в жизнедеятельности организма, в функционировании мышечной ткани, клеток миокарда, нервной системы, кожи и костной ткани. Недостаточное поступление кальция и нарушение обмена кальция в организме может привести к серьезным заболеваниям, требующим систематического лечения. Одним из наиболее популярных препаратов для восполнения дефицита кальция является ГК. Глюконат кальция (или кальциевая соль глюконовой кислоты) – это фармацевтический препарат, используемый при нарушениях обмена кальция в организме, в частности гипокальциемии, аллергических и кожных заболеваниях. Глюконат кальция производится в виде поликристаллического порошка, широко используемого также в химической и пищевой промышленности. Однако до сих пор неизвестна его кристаллическая структура, так как классические методы монокристаллической дифрактометрии оказались неприменимы. В частности, в данной работе рассматривается возможность использования метода ЭПР для определения конформации глюконата кальция. Поскольку исходный ГК не имеет разрешенного ЭПР сигнала, то для получения информации о системе можно внести в нее искусственные дефекты, для этого в нашей работе мы использовали ионизирующее излучение.

Нами были использованы образцы таблетированного глюконата кальция, а также чистого лабораторного ГК компании Sigma Aldrich. Образцы предварительно были облучены фотонами на ГТА Рокс, с источником Соб0 и энергией 1,25Мэв, после чего исследовались методом ЭПР спектроскопии.

Исследования методом ЭПР показали, что при облучении гамма квантами глюконата кальция возникают парамагнитные центры, устойчивые при комнатной температуре. Полученные спектры в X и Q диапазонах были проанализированы с помощью программы MatLab Easy Spin. Модельные спектры хорошо описывают экспериментальные кривые. ЭПР спектры глюконата кальция, облученного гамма квантами, имеет вид, типичный для органических радикалов. Спектры являются многокомпонентными, с явно выраженной сверхтонкой структурой. Компоненты модельных спектров соответствуют различным радикалам: дублет триплетов, триплет, дублет дублетов, дублет. Полученные с помощью моделирования данные можно использовать для расчета торсионных углов, соответствующие константам СТВ, что, в свою очередь, свидетельствует о возможных конформациях глюконата кальция.

## РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ПРОХОЖДЕНИЯ ЧЕРЕЗ ОДНОБАРЬЕРНЫЙ МАГНИТНЫЙ ТОЧЕЧНЫЙ КОНТАКТ

*Герасимова Л.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Усеинов Н.Х.*

Эффект туннельного магнитосопротивления основан на туннелировании электрона через потенциальный барьер, который представлен в магнитном туннельном контакте тонким слоем диэлектрика. Важным параметром для возможности такого туннелирования электронов является коэффициент прохождения электрона через потенциальный барьер. В связи с этим целями данной работы являются, во-первых, вычисление коэффициента прохождения через туннельный барьер в точечном магнитном контакте, а во-вторых, изучение влияния угла подлета электрона к барьеру и влияния приложенного напряжения.

В работе представлена теоретическая модель коэффициента прохождения в магнитных точечных наноконтактах, составленных из комбинаций следующих элементов: пермаллоя, никеля, железа и кобальта. Разработанная модель описывает вероятность туннелирования электрона через потенциальный барьер. Расчетный аппарат позволяет вычислить коэффициент прохождения электрона с учетом приложенного напряжения и угла подлета электрона к барьеру.

Был вычислен коэффициент прохождения как функция приложенного напряжения и как функция угла подлета электрона к барьеру для магнитного туннельного наноконтакта, составленного из комбинаций элементов: пермаллой и никель (железо и кобальт). Также выяснено, что при некоторых критических углах и при данных напряжениях электрон не может протуннелировать через барьер.

## РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ВЫДЕЛЕНИЯ СПЕКТРАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТ НЕПРЕРЫВНОГО ЛЧМ-СИГНАЛА

*Гиздатов В.С.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Колчев А.А.*

Область применения радиосигналов с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ) значительно расширилась за последние годы. Помимо традиционного использования в радиолокации ЛЧМ-сигналы нашли применение в измерениях, наблюдении в плотных средах (геолокация), медицине и гидролокации. В связи с этим идет активная разработка методов выделения и обработки ЛЧМ сигналов. Разрабатываются математические модели алгоритмов следящих фильтров для выделения ЛЧМ сигналов.

Цель работы: разработка и подбор параметров алгоритма следящего фильтра Баттерворта для приемника ЛЧМ – ионозонда.

Анализировался сигнал, полученный в городе Йошкар-Ола на базе цифрового приемника USPR – 2.0. Обработка сигналов в этом ионозонде реализована по схеме, повторяющей схему предыдущей версии аналогового ионозонда. С использованием цифрового приемника появляются дополнительные возможности при обработке широкополосного сигнала, связанные с ослаблением сосредоточенных помех. Получены следующие результаты:

1) для получения аналитических выражений связи параметров фильтра и сигнала была создана математическая модель обработки ЛЧМ сигнала в приемнике методом сжатия в частотной области в системе Mathcad;

2) получены аналитические соотношения, связывающие параметры фильтра с параметрами сигнала;

3) в результате моделирования установлены параметры фильтра, обеспечивающие наибольший выигрыш в отношении сигнал/шум (частота среза равна  $\omega_c = 4\pi \cdot f_v \cdot T_s$ );

4) проведено исследование эффективности разработанных алгоритмов при обработке экспериментальных данных. Получено согласие между модельными и экспериментальными результатами для величины частоты среза, а также экспериментально подтверждена справедливость формулы определения центральной частоты перестраиваемого полосового фильтра.

## РАЗРАБОТКА АРХИТЕКТУРЫ WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ И ЗАДАЧА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДАННЫХ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРЫ

*Гиззатуллин И.Ф.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Хуторова О.Г.*

В последнее время исследование космической погоды в науке является одной из интересных областей физики, которая имеет отношение к окружающей среде, организму человека и технологии в целом. В области физики атмосферы и околоземного космического пространства наиболее эффективным и перспективным методом получения информации о структуре вещества является прием сигналов с высокоорбитальных навигационных спутников. Космические навигационные системы, такие как система глобального позиционирования (GPS/ГЛОНАСС), могут предоставить нам уникальную возможность для изучения влияния ионосферы на распространение сигналов от спутников к устройствам приема данных, называемым GPS-приемниками. При исследовании ионосферы важным параметром, который дает нам информацию о пространственно-временной изменчивости плотности космической плазмы, является понятие полного электронного содержания (ПЭС). Под полным содержанием электронов в ионосфере здесь понимается интегрированные по вертикали значения электронных концентраций в узлах регулярной сетки модели.

Целью данной работы является разработка архитектуры веб-приложения, обеспечивающего доступ к данным о расчетных результатах структуры полного электронного содержания ионосферы.

Была изучена документация к базе данных мониторинга атмосферы, а также исследования решений для автоматизированной системы сбора данных из комплекса мониторинга ионосферы. При этом изучалась структура файлов формата RINEX, содержащих в себе необходимые данные для дальнейшего изучения и последующей их обработки.

В ходе работы проводилась разработка методики для автоматизированного представления данных мониторинга ионосферы. Для этого реализовывался скрипт на серверной стороне веб-приложения с помощью языка PHP, которая осуществляла выборку данных из файловой системы сервера, в которую поступают данные файлов мониторинга в режиме реального времени, обрабатывала их и возвращала страницу клиентской стороне приложения (браузеру).

В ходе работы реализовывался скрипт для автоматизированной выборки данных, а также разрабатывался скрипт для скачивания файлов в веб-интерфейсе приложения для зарегистрированного пользователя.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ PLC-МОДЕМА В ПРОГРАММНЫХ ПАКЕТАХ MATLAB И PSCAD

*Гилязетдинов А.Р.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Карпов А.В.*

В данной работе была реализована модель PLC-модема в программном пакете Matlab. PLC-модем необходим при организации систем с PLC-связью. К примеру, технология PLC используется в системах сбора информации. Существует способ определения места повреждения линии электропередачи с помощью системы диагностики, основанной на PLC-связи. Работа является шагом на пути к созданию модели данной системы диагностики.

Для построения модели системы диагностики ЛЭП был выбран пакет PSCAD, так как в нем реализованы самые последние частотно-зависимые модели ЛЭП. При этом реализация самого PLC-модема там не удобна. В связи с этим модем был реализован в среде Matlab. Структурная схема модели состоит из блоков модулятора и демодулятора. В качестве метода модуляции был выбран метод двоичной fsk манипуляции.

Реализованный модем был протестирован в пакете Matlab. Для этого был использован генератор случайных чисел, который выдавал последовательность случайных чисел на вход модулятора. Далее модулированный сигнал проходил через канал с аддитивным белым гауссовским шумом и поступал на вход демодулятора. С выхода демодулятора выдавалась двоичная последовательность. Данная последовательность сравнивалась с исходной, высчитывались коэффициенты битовой ошибки.

Проверка полученных результатов проводилась путем сравнения с теоретическими значениями. Для этого строилась выборка из 1 000 элементов. Для разных значений отношения сигнал/шум (SNR) нахо-

дильсь средние значения коэффициента битовых ошибок ( $BER_{practice}$ ), которые сравнивались с теоретическими значениями ( $BER_{theory}$ ). Теоретическая формула для коэффициента битовой ошибки:

$$P_b = Q(\sqrt{a}, \sqrt{b}) - \frac{1}{2} \exp\left(-\frac{a+b}{2}\right) I_0(\sqrt{ab}),$$

где  $a = \frac{E_b}{2N_0} (1 - \sqrt{1 - |\rho|^2})$ ,  $b = \frac{E_b}{2N_0} (1 + \sqrt{1 - |\rho|^2})$ ,  $\rho$  – комплексный коэффициент корреляции. Описание всех переменных можно найти в работах [Proakis J.G., 4th Ed., 2001] и [Simon M.K. and Alouini M.S., 1st Ed., 2000]. В таблице 1 представлены теоретические и экспериментально полученные значения коэффициента битовой ошибки в зависимости от отношения сигнал/шум, а также представлены значения относительной погрешности ( $\epsilon_{ps} * 100 \%$ ).

Таблица 1

Сравнение значений BER от SNR

SNR, dB	BER theory	BER practice	$\epsilon_{ps} * 100 \%$
-2	0.2805	0.2814	0.34
-1	0.2743	0.2747	0.12
0	0.2664	0.2650	0.54
1	0.2563	0.2558	0.22
2	0.2433	0.2440	0.27
3	0.2266	0.2257	0.37
4	0.2050	0.2042	0.42
5	0.1775	0.1779	0.21
6	0.1432	0.1425	0.51
7	0.1024	0.1015	0.89
8	0.0590	0.0595	0.83
9	0.0222	0.0214	3.85
10	0.0034	0.0034	0.62

Согласно данным из таблицы, расхождение от теоретических значений в большинстве случаев составляет менее 1 %, а наибольшая ошибка составляет менее 4 %. Таким образом, экспериментально полученные значения хорошо сходятся с теоретическими. Исходя из полученных результатов, можно сделать вывод, что реализованная модель модема применима для использования. В дальнейшем планируется развитие модели, а также интеграция модели в среду PSCAD. Это позволит симулировать распространение диагностического PLC-сигнала по ЛЭП.

## **КОРРЕЛЯЦИЯ ВРЕМЕННОЙ ФОРМЫ ОБЪЕКТНОГО ЛАЗЕРНОГО ИМПУЛЬСА И ОТКЛИКА СТИМУЛИРОВАННОГО ФОТОННОГО ЭХА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ДЛИТЕЛЬНОСТИ ВОЗБУЖДАЮЩЕГО ЛАЗЕРНЫХ ИМПУЛЬСОВ**

*Гимранова Р.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Гарнаева Г.И.*

В данной работе была рассмотрена корреляция временной формы объектного лазерного импульса и отклика стимулированного фотонного эха в зависимости от длительности возбуждающего лазерных импульсов при изменении значения градиента электрического поля.

После исследования формирования фотонного эха в трехуровневой системе был проведен численный эксперимент. Показано, что форма отклика стимулированного фотонного эха зависит от длительности, амплитуды, площади возбуждающих импульсов и величин градиентов внешних пространственно неоднородных электрических полей.

## **СОЗДАНИЕ МЕТОДИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ «ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРИОДА КОЛЕБАНИЙ МАЯТНИКА НА ПРУЖИНЕ»**

*Гиниятуллина Г.М.*

*Научный руководитель – ассистент Хакимзянова Э.И.*

В настоящее время одной из важных задач педагога является не только получение учениками знаний, но и обучение приобретению знаний самостоятельно. Успешное применение приобретенных знаний в практической деятельности является одной из основных целей преподавания. Современное общество нуждается в кадрах, использующих творческий подход к применению изученного материала и умеющих правильно использовать современные технологии. Выполнение учениками учебных физических экспериментов с использованием «Цифровых лабораторий» способствует формированию данных качеств.

Методика определения периода колебаний маятника на пружине нуждается в актуализации с применением новых технологий. Таким образом, проблема учебных исследований колебаний маятника на пружине в современной системе обучения физике является одной из самых актуальных.

Объект исследования: процесс обучения физике в средней общеобразовательной школе.

Предмет исследования: приобретение учащимися практических знаний, развитие творческих и технологических умений при проведении физических экспериментов с использованием цифровых лабораторий.

Цель исследования: разработка содержания и методики проведения учебных экспериментов физических явлений в разделе «Механика».

Задачи исследования:

1. Изучить методы использования программы «Цифровая лаборатория».
2. Изучить теоретические и методические основы моделирования системы учебного эксперимента.
3. Узнать о методике проведения учебного физического эксперимента в школе.
4. Предложить содержание и методику учебных экспериментов в разделе «Механика» с использованием цифровых лабораторий.

Таким образом, мною были изучены учебные эксперименты по данному разделу, а также и современные технологии, а именно программа «Цифровая лаборатория», и рассмотрена методика показа демонстрационных опытов по данной теме.

## **УЧЕБНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ПРИ ИЗУЧЕНИИ СВОЙСТВ ЖИДКОСТЕЙ**

*Глинских О.С.*

*Научный руководитель – старший преподаватель Шигапова Э.Д.*

В настоящее время проблема развития творческих способностей учащихся занимает одно из центральных мест в дидактике физики. Современному обществу нужны самостоятельные люди, готовые к будущей деятельности, умеющие приобретать знания и применять полученные навыки на практике. Формирование необходимых качеств такой личности у учащихся может происходить при выполнении ими учебных физических экспериментов.

Методика изучения жидкостей разработана только для отдельных явлений. Учебный физический эксперимент с использованием жидкости разработан недостаточно. Таким образом, проблема учебных исследований жидкостей в системе обучения физике является одной из самых актуальных.

Объект исследования: процесс обучения физике в средней общеобразовательной школе.

Предмет исследования: развитие творческих способностей учащихся при выполнении ими учебных экспериментов.

Цель исследования: разработка содержания и методики проведения учебных экспериментов физических явлений жидкости.

Задачи исследования:

1. Изучить теоретические и методические основы моделирования системы учебного эксперимента.
2. Узнать о методике проведения учебного физического эксперимента в школе.

3. Обосновать возможность использования жидкости в качестве объекта учебных исследований; предложить содержание и методику учебных исследований жидкости.

Таким образом, мною были подробно изучены учебные эксперименты при изучении свойств жидкостей и рассмотрена методика показа таких демонстрационных опытов.

## АНАЛИЗ ЧИСЕЛ ВОЛЬФА, ИНДЕКСА МАГНИТНОЙ ВОЗМУЩЕННОСТИ И КОЛЕБАНИЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ СУТОК ЗА ДОЛГОСРОЧНЫЙ ПЕРИОД И ИХ КОРРЕЛЯЦИЯ МЕЖДУ СОБОЙ

*Гордеев Р.С.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Насыров И.А.*

Среди многочисленных индексов процессов пятнообразования на нашей звезде число Вольфа отличается своей исторической долговечностью. Преобладающая часть временных изменений геомагнитного поля от внешних источников связана с иррегулярными флуктуациями, но среди них встречаются и квазипериодические вариации. Нами был использован индекс геомагнитной активности, предложенный в 1969 году Олем,  $M(Kp) = 10 (\Sigma Kp - 10)$ . Индекс  $M$  выбран для большего удобства согласования 11-летних циклов геомагнитной и солнечной активностей. К вариациям в скорости вращения Земли относят так называемые декадные вариации продолжительности суток с периодами от десятков лет и больше и амплитудами, достигающими единиц миллисекунд времени (мс).

Перечисленные обстоятельства служат хорошей основой для того, чтобы использовать числа Вольфа ( $W$ ), индекс магнитной возмущенности ( $M$ ) и колебания продолжительности суток на Земле ( $LOD$ ), проводить исследования и делать самостоятельные выводы по поведению Солнца и его влияния на Землю.

Все данные брались за период с 1932 года по 2015 год и приводились к среднегодовым значениям. Ряд  $LOD$  был высчитан как разность среднегодового значения и среднего значение за весь период с 1932 года по 2015 год. Для удаления короткопериодных составляющих все ряды данных трижды последовательно сглаживались по следующей формуле:  $x = \frac{1}{4}(x_{i-1} + 2x_i + x_{i+1})$ .

В качестве исходных данных использовались: ряд чисел Вольфа; ряд  $Ks$ ; пересчитан в индекс  $M = (KS-10)*10$ ; сводные ряды параметров вращения Земли международной службы вращения Земли EOP(IERS)C01 и EOP(IERS)C02; данные о колебаниях продолжительности суток ( $LOD$ ). Были построены зависимости этих значений за период наблюдений. Результат представлен на рис. 1.

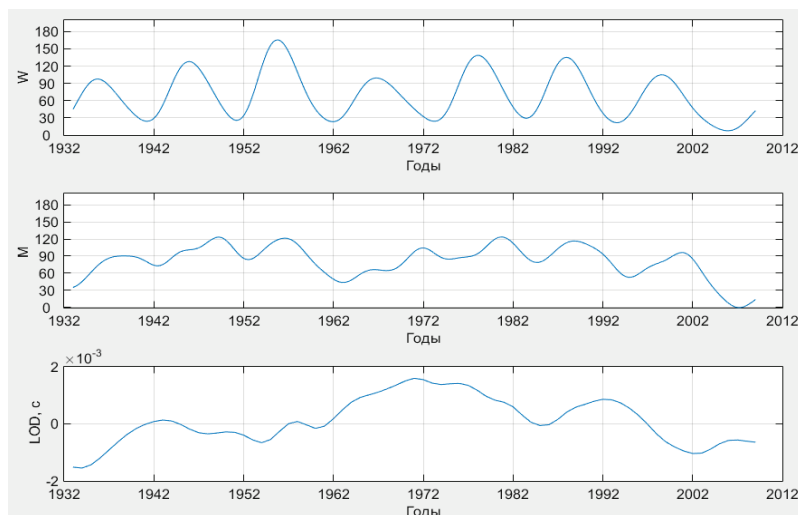


Рисунок 1. Значения чисел Вольфа ( $W$ ), индекса магнитной возмущенности ( $M$ ) и изменения колебаний продолжительности суток Земли ( $LOD$ ) на интервале в 83 года

В результате были получены композиционные ряды данных вариаций чисел Вольфа, индекса магнитной возмущенности, а также изменения колебаний продолжительности суток Земли на интервале в 83 года. Совместный анализ этих рядов показал наличие корреляционных связей с задержкой в 4.5–5 лет.



## ПРОВЕДЕНИЕ ДЕМОНСТРАЦИОННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА В ШКОЛЕ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «ТОК В ГАЗАХ»

*Дитина С.И.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр. Ахмедшина Е.Н.*

В школах при изучении физики необходимо вызвать у учеников интерес к предмету, подтолкнуть их к активной творческой и исследовательской работе; заложить в их сознание фундаментальные законы и принципы физики. Все это невозможно без применения в процессе обучения ярких опытов и понятных для школьников экспериментов. При изучении новой темы для углубления знаний учеников необходимо демонстрировать эксперименты.

Цель моей работы: проведение демонстрационного эксперимента в школе при изучении темы «Ток в газах».

При изучении новой темы одного лекционного материала недостаточно, необходимо углубить знания учеников с помощью разных технических средств обучения. Добавляя к лекционным материалам необходимые наглядные пособия, примеры из жизни, надо учитывать то, что ученики должны увидеть своими глазами, как происходит данное явление. Демонстрационный эксперимент позволяет ученикам не только наблюдать за явлением, но и понять физические законы и пробуждает интерес к физической науке. По этой причине на уроках физики необходимо чаще проводить эксперименты для приобретения знаний, умений и навыков в экспериментальных работах, а также расширять мировоззрение учеников.

## ЯМР $^3\text{He}$ В КОНТАКТЕ С НАНОРАЗМЕРНЫМИ КРИСТАЛЛИЧЕСКИМИ ПОРОШКАМИ

*Долгоруков Г.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, науч. сотр. Сафиуллин К.Р.*

Наноалмазы представляют собой кристаллический наноразмерный порошок. Широкий спектр потенциальных применений наноалмазов вызвал большое количество научных исследований их свойств. Наноалмазы могут быть использованы для создания элементов наноэлектроники, нанокпозиционных материалов, селективных адсорбентов, а также материалов медицинского назначения. Применение наноалмазов улучшает качество смазочных масел, абразивных инструментов и позволяет выращивать алмазные пленки на разного рода подложках. Область применения, в частности, зависит от локализации парамагнитных центров в наночастицах. В данной работе представлен метод определения расположения парамагнитных центров в детонационных наноалмазах.

В качестве образца в наших экспериментах использовался порошок детонационных наноалмазов с около-сферическими частицами размером 3–10 нм, приобретенный в компании **US Research Nanomaterials, Inc.** Были проведены измерения времен релаксации адсорбированного  $^3\text{He}$  на наноалмазах с чистой поверхностью и с предварительно адсорбированными слоями азота методами импульсного ЯМР в диапазоне частот от 5 до 19 МГц. В этих экспериментах мы также использовали различные фракции монослоя  $^3\text{He}$  (он варьировался от 0,45 до 1,0). Измеренные кривая продольного восстановления намагниченности ядер  $^3\text{He}$  и кривая спада поперечной намагниченности хорошо описывались экспоненциальными функциями.

Полученные температурные зависимости скоростей спин-решеточной релаксации  $^3\text{He}$  в адсорбированном слое показывают нелинейное поведение с наличием максимумов скоростей релаксации  $T_1^{-1}\text{max}$  (рис. 1). Было обнаружено, что значение максимальной скорости спин-решеточной релаксации  $T_1^{-1}\text{max}$  адсорбированного слоя  $^3\text{He}$  сильно зависит от количества предварительно адсорбированных слоев азота, т. е. от расстояния между адсорбированным  $^3\text{He}$  и поверхностью наноалмаза. Чем ближе адсорбированный  $^3\text{He}$  к поверхности наноалмаза, тем быстрее происходит спин-решеточная релаксация.

Разработана модель релаксации  $^3\text{He}$  [Kuzmin V. et al., Phys. Chem. Chem. Phys., 2018. V. 20. P. 1476–1484], которая подразумевает, что релаксация  $^3\text{He}$  определяется двумя механизмами: релаксацией через парамагнитные центры наноалмазов и собственной диполь-дипольной релаксацией в адсорбированной двумерной пленке  $^3\text{He}$ . Аппроксимация экспериментальных данных согласно этой

модели позволяет определить расстояние от поверхности нанодiamondов до парамагнитных центров. Полученное среднее расстояние между парамагнитными центрами нанодiamondов и его поверхностью составляет  $0,5 \pm 0,1$  нм. Это значение находится в хорошем согласии с данными о том, что в данном типе нанодiamondов парамагнитные центры расположены в аморфной оболочке.

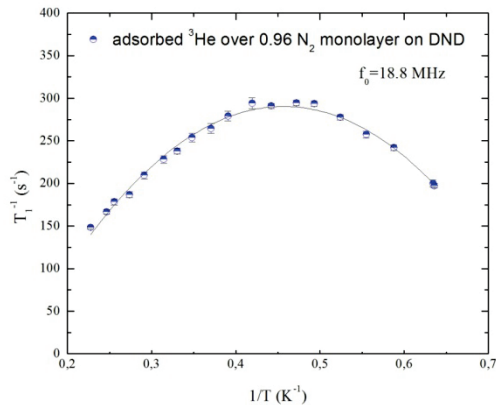


Рисунок 1. Температурная зависимость скорости спин-решеточной релаксации адсорбированного слоя  $^3\text{He}$   $T_1^{-1}$  при покрытии образца нанодiamondного порошка слоем азота ( $N = 0,96$ ). Сплошная линия представляет собой аппроксимацию параболической функцией

## ETHERNET-ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИК НА ОСНОВЕ WIZNET

*Долотбек уулу Б.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, ассистент Юсупов К.М.*

Целью данной работы является разработка Ethernet-приемопередатчика, основанного на отладочном комплекте Arduino Mega и Ethernet-контроллере Wiznet WIZ550io, для дальнейшего создания автоматизированной системы мониторинга температуры и влажности воздуха в доме и на улице в режиме реального времени. В последнее время подобные системы становятся очень популярны в мире, обычно их называют Smart House или «умный дом». Реализуются они обычно простыми устройствами, которые заранее оптимизированы для определенного способа управления и не обладают возможностью доработки пользователем. В работе предлагается реализация концепции «умного дома» на основе микроконтроллеров AVR и Thingspeak – платформы для проектов, построенных на концепции «Интернет вещей». Платформа позволяет реализовывать приложения на основе данных, собранных с датчиков. К основным возможностям Thingspeak относятся: сбор данных в режиме реального времени, их обработка и визуализация. Именно расширяемость аппаратной и программной части комплекса делает этот проект уникальным. Программисты-любители же смогут разработать свои скетчи для микроконтроллера.

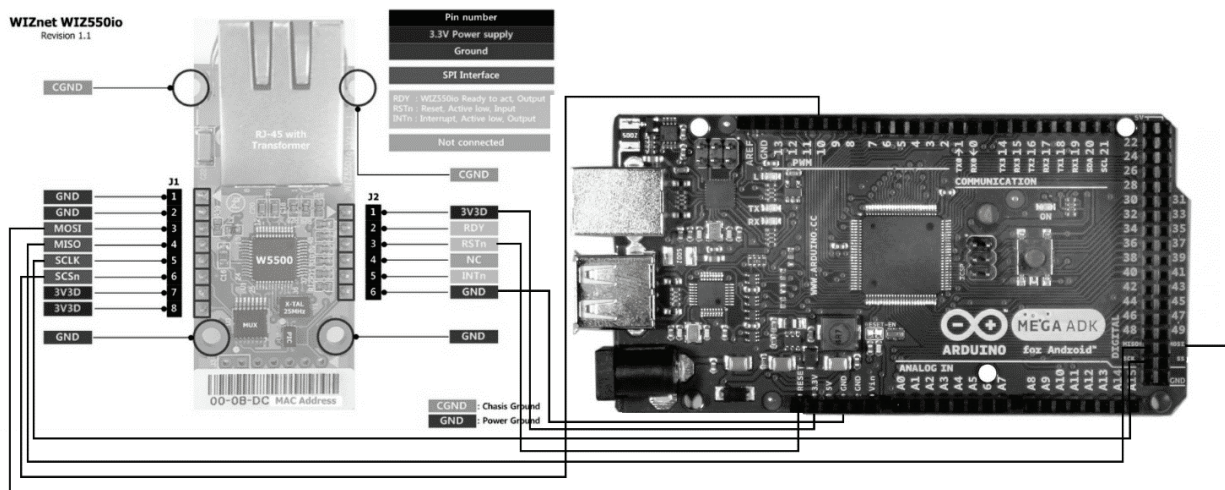


Рисунок 1. Схема подключения Ethernet-приемопередатчика

Связь в приемопередатчике осуществляется по последовательному периферийному интерфейсу SPI (Serial Peripheral Interface), который используется для работы с различными периферийными устройствами. Например, это могут быть различные ЦАП/АЦП, потенциометры, датчики, расширители портов ввода/вывода (GPIO), различная память и даже более сложная периферия, такая как звуковые кодеки и контроллеры Ethernet.

Подключив датчики dht11 к приемопередатчику и загрузив скетч в микроконтроллер, написанный в среде разработки Arduino IDE, данные с датчиков отправляются на вышеуказанную платформу.

Данные обновляются в режиме реального времени, с которыми можно ознакомиться, перейдя по ссылке: <https://thingspeak.com/channels/465650>.

Таким образом, в результате данной работы был разработан Ethernet-приемопередатчик, основанный на отладочном комплекте Arduino Mega и Ethernet-контроллере Wiznet wiz550io, с помощью которого собрана система сбора данных в режиме реального времени на примере датчика температуры и влажности dht11.

## КРИСТАЛЛИЧЕСКОЕ ПОЛЕ И G-ФАКТОРЫ В КРИСТАЛЛЕ $\text{LiYF}_4:\text{Ce}^{3+}$

*Дудалов А.С.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Соловьёв О.В.*

В настоящей работе рассматривается следующий довольно общий случай: примесный ион с нечетным числом электронов в кристаллическом поле, который может иметь произвольную точечную симметрию, но рассматриваемый энергетический уровень является крамерсовым дублетом. Нас интересуют компоненты  $g$ -тензора для крамерсова дублета примесного иона, которые выражаются через коэффициенты разложения дублетных волновых функций в базисе полного момента примесного иона с учетом изотропного уменьшения орбитального импульса в зеемановской энергии за счет ковалентности. Полученные выражения могут быть полезны при расчетах и анализе зависимости  $g$ -факторов от параметров гамильтониана примесного иона. Так, нами рассматривается конкретный случай для иона  $\text{Ce}^{3+}$  в кристалле  $\text{LiYF}_4$  (ионы  $\text{Ce}^{3+}$  замещают ионы  $\text{Y}^{3+}$  в узлах с симметрией  $S_4$ ), для которого отсутствуют достоверные значения параметров кристаллического поля.

Цели работы – получить выражения для компонент  $g$ -тензора для общего случая; получить аналитические выражения для  $g$ -факторов основного дублета иона  $\text{Ce}^{3+}$  в кристалле  $\text{LiYF}_4$  в кристаллическом поле тетрагональной  $S_4$  симметрии с учетом смешивания мультиплетов  ${}^2F_{5/2}$  и  ${}^2F_{7/2}$  и редуцирования орбитального момента  $4f$  электрона в энергии Зеемана вследствие эффектов ковалентности.

Расчёты: мы хотим строго учесть смешение электронных состояний примесного иона кристаллическим полем, поэтому рассматриваем волновые функции крамерсова дублета в базисе полного момента, принимая во внимание все термы и мультиплеты электронной конфигурации примесного иона:

$$|\Psi_1\rangle = \sum_{\gamma SLJM} a_{J,M}^{\gamma LS} |\gamma SLJM\rangle,$$

$$|\Psi_2\rangle = \hat{\theta}|\Psi_1\rangle = \sum_{\gamma SLJM} (-1)^{J+M} a_{J,-M}^{\gamma LS*} |\gamma SLJM\rangle,$$

где  $\hat{\theta}$  – оператор обращения времени.

Далее рассматриваем энергию Зеемана с учетом редуцирования орбитального момента вследствие ковалентности:

$$H_{Ze} = \mu_B m H = \mu_B (2S + kL) H.$$

С другой стороны, для крамерсова дублета энергия Зеемана может быть выражена через эффективные спиновые операторы:

$$H_{Ze} = \mu_B \sum_{\alpha,\beta} H_{\alpha} g_{\alpha\beta} S_{\beta}^{eff}.$$

Компоненты  $g_{\alpha\beta}$   $g$ -тензора определяются следующим образом:

$$g_{\alpha\alpha} = 2\text{Re}\langle\Psi_1|m_{\alpha}|\Psi_2\rangle, g_{\alpha\gamma} = -2\text{Im}\langle\Psi_1|m_{\alpha}|\Psi_2\rangle, g_{\alpha z} = 2\langle\Psi_1|m_{\alpha}|\Psi_1\rangle.$$

В нашей статье [Дудалов, 2017. Т. 19. 17208] мы получили выражения для компонент  $g$ -тензоров в наиболее общем случае, в частных случаях тетрагональной симметрии и электронной конфигура-

ции  $nl^l$  примесного иона. Также мы рассмотрели конкретный случай для иона  $\text{Ce}^{3+}$  в кристалле  $\text{LiYF}_4$  и произвели сравнение с экспериментальными значениями.

Мы пришли к следующим заключениям:

1. Получить выражения для компонент  $g$ -тензора для указанного выше общего случая и выражения для  $g$ -факторов основного дублета иона  $\text{Ce}^{3+}$  в кристалле  $\text{LiYF}_4$  с учетом смешивания мультиплетов  ${}^2F_{5/2}$  и  ${}^2F_{7/2}$  и редуцирования орбитального момента  $4f$  электрона в энергии Зеемана вследствие эффектов ковалентности.
2. Варьированием коэффициента редукции  $k$  удается добиться хорошего согласия с экспериментом для  $g$ -факторов основного уровня примесного иона  $\text{Ce}^{3+}$  в кристалле  $\text{LiYF}_4$ .

## **МОНИТОРИНГ ДЕФОРМАЦИЙ ОКРУЖАЮЩИХ ЗДАНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ НОВОГО ОБЪЕКТА**

*Дубовикова А.А.*

*Научный руководитель – директор ООО «Эридан» Назаров Р.Р.*

Целью данной работы является изучение методики мониторинга деформаций, а также применение коммерческих программных продуктов компании «Кредо Диалог» для обработки измерений на примере строительства канализационной насосной системы «Заречная» и окружающих ее зданий в г. Казани. В частности, были поставлены задачи получения численных значений величин необходимой и достаточной точности измерения вертикальных перемещений с целью описания происходящих деформационных процессов на объекте.

Изучение деформационных процессов является актуальным, поскольку их успешное прогнозирование влияет на обеспечение надежности, долговечности и безопасности эксплуатации сооружений. Несвоевременное принятие мер по устранению или предупреждению критических деформаций может привести к необратимым экономическим, экологическим и социальным последствиям.

Схема организации наблюдений за осадками на объекте составлена для метода высокоточного геометрического нивелирования II класса точности. Для реализации схемы на объекте установлены деформационные марки, а также заложены реперы в качестве исходных вне зоны возможных деформаций.

Результатом данной работы будет получение и анализ значений деформаций на протяжении 24 циклов измерений в период со 2 октября 2017 года по 29 декабря 2017 года. Для обработки будут использованы программные продукты Credo НИВЕЛИР и Credo РАСЧЕТ ДЕФОРМАЦИЙ.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ БЕЛЫХ КАРЛИКОВ И КАРЛИКОВЫХ НОВЫХ ПО СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИМ НАБЛЮДЕНИЯМ**

*Дудник А.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Шиманский В.В.*

Целью данной работы является определение параметров катаклизмических переменных на основе изучения оптических спектров объектов.

Спектры трех исследуемых объектов (TY Psc, FL Psc и V455 And) были получены 11/12 сентября 2013 года В.В. Шиманским и Н.В. Борисовым на 6-м телескопе БТА САО РАН. Наблюдаемые спектры V455 And, FL Psc и TY Psc соответствуют излучению карликовых новых в низком состоянии и содержат доминирующее в континууме излучение белого карлика с накладывающимися на него эмиссионными линиями, формирующимися в оптически тонком аккреционном диске. Это позволяет провести анализ наблюдаемых спектров по методике, разработанной на основе численного моделирования излучения белых карликов с определением параметров их атмосфер ( $T_{\text{eff}}$  и  $\log g$ ) и последующим нахождением фундаментальных параметров –  $M$ ,  $f(M)$ ,  $R$ .

Определение физических параметров трех систем выполнено путем численного моделирования их оптического излучения. Вычисления теоретических спектров проводилось с вариацией обоих параметров атмосфер ( $T_{\text{eff}}$  и  $\log g$ ) белых карликов до достижения их наилучшего согласования с наблюдаемыми спектрами. Условиями такого согласования считались два фактора:

1) правильное описание наблюдаемых абсорбционных профилей линий H $\beta$  в далеких крыльях, т. е. с удалением от центра линий более 50Å;

2) отсутствие абсорбционных деталей и близкая к симметричной форма профилей эмиссионных линий в остаточных интенсивностях, получаемых вычетом теоретических спектров из наблюдаемых.

На основе найденных параметров атмосфер  $T_{\text{eff}}$  и  $\log g$  мы получили значения фундаментальных параметров белых карликов: массы ( $M$ ) и радиуса ( $R$ ), используя сетки трехпараметрических зависимостей «температура» – «масса» – «радиус» для белых карликов с углеродным (для V455 And), и кислородным ядром (для TY Psc и FL Psc). Выбор моделей определялся полученными в итоге значениями их массы. Из сеток теоретических зависимостей «масса» – «радиус» выбиралась наиболее близкая к полученной эффективной температуре белого карлика. Далее, при заданном пробном значении его радиуса с помощью зависимости, находилась оценка массы, рассчитывалась соответствующая величина  $\log g$ , которая сравнивалась с полученной из анализа наблюдений. Последующее уточнение величины  $R$  велось до достижения совпадения теоретического и наблюдаемого значений  $\log g$  с точностью 0.01 dex. При определении значений  $M_2$  мы использовали оценки масс главных компонент  $M_1$ , полученные ранее при анализе наблюдаемых спектров. Процесс нахождения  $M_2$  носил итерационный характер и заключался в согласовании величин функции масс  $f(M_2)$ . Найденные значения масс обоих компонент позволили с использованием третьего закона Кеплера найти размеры больших полуосей FL Psc и TY Psc.

Результаты работы представлены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры исследуемых объектов

Параметры	TY Psc	FL Psc	V455 And
$T_{\text{eff}}$ [K]	22000+/-1300	19000+/-1300	19000+/-1300
Log $g$	8.2+/-0.09	8.3+/-0.09	8.0+/-0.09
$M_1$ [ $M_{\odot}$ ]	0.72+/-0.06	0.79+/-0.06	
$M_2$ [ $M_{\odot}$ ]	0.11+/-0.03	0.08+/-0.018	0.41+/-0.06
$R_1$ [ $R_{\odot}$ ]	0.0110+/-0.0006	0.0104+/-0.0006	0.0127+/-0.0006
$F(M_2)$ [ $M_{\odot}$ ]	$1.056 \cdot 10^{-3}$	$5.752 \cdot 10^{-4}$	
$A$ [ $R_{\odot}$ ]	0.66+/-0.01	0.58+/-0.01	

Выводы:

1. Спектры умеренного разрешения в диапазоне  $\lambda = 4000\text{--}5300 \text{ \AA}$ , содержащие 3 линии Бальмеровской серии H $\beta$ , оказываются достаточными для определения параметров атмосфер белых карликов с точностью, позволяющей определять их массы и радиусы.

2. Метод синтетического спектра показал свою корректность и высокую эффективность.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНОЙ АНИЗОТРОПИИ УЛЬТРАТОНКИХ ПЛЕНОК СПЛАВА PdFe МЕТОДОМ ФЕРРОМАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА

*Загитова А.А.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Тагиров Л.Р.*

Сплавы Pd $_{1-x}$ Fe $_x$  с малой концентрацией атомов железа начали привлекать внимание ученых с начала 1960-х годов. Парамагнитный металл палладий становится ферромагнитным при незначительном легировании железом. Актуальность темы заключается в возможности применения ультратонких пленок из магнитомягких слабых ферромагнетиков в низкотемпературной электронике. Низкая намагниченность и низкая коэрцитивность позволяют использовать ферромагнитные материалы в качестве слоя между двумя сверхпроводящими слоями в структурах сверхпроводник-ферромагнетик-сверхпроводник (SFS-структуры) для контроля электрического сопротивления и фазы сверхпроводящего тока воздействием слабого магнитного поля. Отличительными свойствами ферромагнитных материалов являются наличие доменной структуры и магнитный гистерезис. В случае джозефсоновских SFS-контактов должно наблюдаться влияние неоднозначной зависимости магнитной индукции и намагниченности от напряженности внешнего магнитного поля на характеристики таких переходов.

Несмотря на большой объем исследований, проведенных в различных лабораториях по исследованию сплава PdFe, многие научные задачи остаются нерешенными. В частности, актуальной задачей является определение режимов получения тонких пленок PdFe в качестве ферромагнитной прослойки в гибридных SFS-структурах. В настоящей работе для решения поставленной задачи исследовались магнитные характеристики ультратонкой SF-структуры эпитаксиальной пленки сплава  $\text{Pd}_{0.96}\text{Fe}_{0.04}$  (20 нм), нанесенной на эпитаксиальную сверхпроводящую пленку VN (15 нм). Для этого требуется провести исследование пленки  $\text{Pd}_{0.96}\text{Fe}_{0.04}$  методами ферромагнитного резонанса (ФМР) и вибрационной магнитометрии и определить константы магнитной анизотропии и величину коэрцитивного поля.

В данной работе гетероструктура  $(001)\text{MgO}||(\text{001})\text{VN}||(\text{001})\text{Pd}_{0.96}\text{Fe}_{0.04}$  была синтезирована в сверхвысоковакуумной установке (SPeCS, Germany) последовательным напылением VN методом реактивного магнетронного распыления (MS) мишени ванадия в атмосфере смеси азота и аргона на монокристалл MgO (Crystal, Germany) и дальнейшим напылением  $\text{Pd}_{0.96}\text{Fe}_{0.04}$  посредством ко-испарения палладия и железа методом молекулярно-лучевой эпитаксии. Для исследования методом ФМР нами был использован коммерческий ЭПР спектрометр X-диапазона Bruker-ESP300. Исследования магнитных свойств образцов проводились на вибрационном магнетометре (QuantumDesign PPMS-9) в диапазоне температур 5–300 К.

Получены следующие основные результаты:

1) Спектры ФМР зарегистрированы при температуре  $T = 20\text{K}$ , промоделированы, и получены экспериментальные угловые зависимости резонансного поля в in-plane и out-of-plane геометриях. С помощью магнетометра записаны петли магнитного гистерезиса пленки PdFe в направлении легкого и тяжелого намагничивания, установленных из ФМР измерений.

2) В модели кубической анизотропии с тетрагональным искажением получены уравнения для описания угловой зависимости резонансного поля. Решения уравнений подогнаны к экспериментальным данным, и получены значения констант анизотропии, входящих в модель. При подгонке использовано значение намагниченности насыщения  $M_s = 190 \text{ emu/cm}^3$ , определенное из измерений магнитного момента.

Таким образом, с использованием методов ферромагнитного резонанса и магнитометрии исследована магнитная анизотропия ультратонких пленок ферромагнитного сплава  $\text{Pd}_{0.96}\text{Fe}_{0.04}$ , выращенных на подложке нитрида ванадия. Моделированием угловой зависимости резонансного поля установлена кубическая симметрия магнитокристаллической анизотропии с тетрагональным искажением и определены значения констант анизотропии. Расчет показывает хорошее согласие с экспериментальными данными.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ФИЗИКИ В РАЗДЕЛЕ «КВАНТОВАЯ ФИЗИКА», «ФИЗИКА АТОМНОГО ЯДРА»

*Захаров И.В.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр. Ахмедшина Е.Н.*

В настоящее время существует большое разнообразие методологических и организационных моделей информатизации учебного процесса, позволяющих реализовывать различные формы занятий. Разного рода занятия возможны с применением иллюстративно-демонстрационных приложений с использованием интерактивной доски.

В связи с невозможностью проведения опытов и лабораторных по квантовой физике и по физике атомного ядра в школах, а доступно объяснить материал необходимо, то очень кстати использовать различные компьютерные интерактивные модели, представляющие собой наглядную демонстрацию эксперимента, схемы, график, задания, исходные параметры которого задаются пользователем. Результат расчетов представляется в виде статичной или динамичной картины. На основе моделей можно вести изложение материала, составлять задания для тренинга по усвоению понятий и физических законов.

В разделе «Квантовая физика» в школьном курсе наиболее важным является эксперимент по изучению фотоэффекта. В компьютерной модели обучающийся может сам увидеть, как свет выбивает электроны с металлической пластины, и воссоздает эксперимент, породивший поле квантовой механики.

В разделе «Физика атомного ядра» школьного курса физики есть ряд экспериментов, в которых обучающийся может на мгновение перенестись в прошлое и проделать эксперименты ученых начала

XX века. Например, в интерактивной модели «Опыт Резерфорда. Планетарная модель атома» ученик увидит рассеяние  $\alpha$ -частиц и, задавая исходные параметры, получит тот или иной результат. А в модели «Теория атома водорода» ответит на вопрос: «Как ученые выяснили структуру атомов, не глядя на них?». И, конечно же, в данном разделе можно и нужно показывать опыты по радиоактивному распаду. Узнать, что же именно происходит в том или ином распаде, а также как связаны между собой период полураспада и случайное время распада. А самая интересная модель для учащихся будет «Модель ядерного реактора». В данной модели учащиеся смогут на время стать настоящими энергетиками и попробовать получить ядерную энергию в компьютерной модели.

Применение информационных технологий облегчает работу учителя, позволяет сделать урок более информативным, разнообразить формы работы с учащимися, повысить качество образования, что является приоритетным направлением модернизации российского образования. Тем не менее необходимо помнить, что использование компьютера, разнообразных мультимедийных средств, сети Интернета на уроках оправдано прежде всего в тех случаях, в которых это обеспечивает существенное преимущество по сравнению с традиционными формами обучения.

## СИНТЕЗ ТРИФТОРИДОВ ИОНОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

*Злищева П.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр. Алакиин Е.М.*

Интерес к синтезу и исследованиям фторидных соединений обусловлен рядом следующих физических свойств: прозрачность фторидов в широкой спектральной области (0,2–6 мкм); легкость введения в состав активных редкоземельных ионов (до концентрации  $10^{21}$  см<sup>-3</sup>); высокая теплопроводность; высокая влагостойкость и лучшие механические свойства по сравнению с другими классами веществ с широким окном пропускания, например, хлоридами [Успехи химии, 2006. Т. 75. С. 1193]. Синтез наночастиц фторидов более прост, производителен и экономичен, чем традиционные методы получения моно- и поликристаллов. Наночастицы фторидов обладают высокой реакционной способностью, что позволяет снизить температуры твердофазных реакций с их участием. В частном случае, это справедливо для синтеза сложных фторидов методом осаждения из растворов, не требующего сложного оборудования. В работе [Успехи химии, 2006. Т. 75. С. 1195–1202] приведены существующие методы синтеза наночастиц фторидов: конденсация из паровой фазы, механическое измельчение, лазерное распыление, термическое разложение предшественника, золь-гель метод, осаждение из растворов. Метод ЯМР-крипорометрии подходит для измерения размеров пор и для построения распределения пор в диапазоне от 1 до 100 нм. Хорошо известно, что физические свойства жидкости, ограниченной порами малого размера, могут сильно отличаться от свойств объемной жидкости. Вещество, заполняющее свободное пространство пористой среды, всегда обладает относительно большим числом поверхностных атомов. Одним из следствий этого является снижение температуры плавления. На данном эффекте и основывается метод крипорометрии – метод исследования структурных параметров пористых веществ, использующий связь между температурой плавления введенного в поры вещества и размером пор. Определять доли твердой и жидкой фаз этого вещества удобно по данным импульсного ЯМР, так как твердая фаза имеет более короткое время спин-спиновой релаксации  $T_2$ , чем жидкая [Письма в ЖЭТФ, 2012. Т. 96. С. 194]. В представленной работе приведены построенные в программе PowderCell 2.3 элементарные ячейки и смоделированные порошковые рентгенограммы соединений  $DyF_3$  и  $TbF_3$ , разработанные методы получения (рассчитаны количества веществ и условия, необходимые для протекания реакции) и результаты синтезов наночастиц трифторида иона  $Dy^{3+}$  и фуллереноподобных наночастиц трифторида иона  $La^{3+}$ , метод подготовки образцов соединения  $DyF_3$  (приготовлены растворы с разными концентрациями ионов  $Dy^{3+}$ : 1,5 мМ, 0,15 мМ, 0,53 мМ) для изучения токсичности и результаты данного исследования. Представлены результаты обработки и анализа спектров ЯМР протонов воды фуллереноподобных наночастиц  $DyF_3$  со средним диаметром 20 нм (и средним диаметром полостей 2 нм) и фуллереноподобных наночастиц  $DyF_3$  со средним диаметром 5 нм (и средним диаметром полостей 5 Å), по данным которых были построены и аппроксимированы гауссианом графики при различных температурах в программе Magic Plot Student, на основе которых построены графики температурных зависимостей амплитуд, значений положений пиков, ширин на полувысоте.

## ВНУТРИМОЛЕКУЛЯРНАЯ ДИНАМИКА ПИЛЛАР[5]АРЕНА ПО ДАННЫМ СПЕКТРОВ CPMG<sup>1</sup>

*Иванова А.В.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, ассистент Хайрутдинов Б.И.*

В настоящее время одним из быстро развивающихся направлений в супрамолекулярной химии является создание нового класса макроциклических соединений, способных образовывать комплексы типа «гость – хозяин», которые могут быть использованы в качестве контейнеров для переноса биологически активных соединений.

Пиллар[n]арены – это относительно новый класс подобных макроциклических соединений, впервые были синтезированы в 2008 году [J. Am. Chem. Soc., 2008. V. 130. P. 5022–5023]. Их преимущества над остальными классами макроциклических соединений (например, краун-эфиры и калликс[n]арены) в том, что пиллар[n]арены хорошо растворимы в воде, имеют трубчатую пространственную структуру, могут быть легко функционализированы, обладают планарной хиральностью.

Основной целью нашей работы является изучение внутримолекулярной подвижности водного раствора декааммониевой соли 4, 8, 14, 18, 23, 26, 28, 31, 32, 35 – дека (карбоксиметокси)–пиллар[5]арена и измерения термодинамических параметров системы методами ЯМР спектроскопии высокого разрешения. Температурные спектры ЯМР <sup>1</sup>H для исследуемого пиллар[5]арена продемонстрировали типичную картину, характерную для системы, находящейся в состоянии быстрого обмена в шкале ЯМР. При температурах, близких к 0 °С, все протонные спектры были заметно уширены, а повышение температуры раствора приводило к сужению спектральных линий. Вследствие узости температурного диапазона нам не удалось достигнуть области медленного обмена, и метод анализа полной формы линии сигнала ЯМР оказался неприменим. Поэтому в качестве основного метода нахождения термодинамических параметров в области быстрого по шкале ЯМР обмена использовалась одномерная импульсная последовательность CPMG. Получены одномерные CPMG спектры ЯМР <sup>1</sup>H при различных температурах (от 2 до 8 °С с шагом в 2 °С), найдены значения констант скоростей химического обмена  $k_{ex}$  для двух групп протонов. Определены значения термодинамических параметров исследуемого образца.

## НЕСТАТИЧЕСКИЕ СФЕРИЧЕСКИ СИММЕТРИЧНЫЕ КРОВОТЫЕ НОРЫ

*Исанаев Е.А.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Сушков С.В.*

Возможно, в скором будущем человечество найдет реальный способ отправить экспедицию к далеким звездным мирам. Это вряд ли будет обычный перелет на космическом корабле. Ведь если и удастся разогнать челнок до световых скоростей, то для путешествия потребуются десятки или даже тысячи лет, не говоря уже про временные фокусы, опасности столкновений с космическими телами, непредвиденные отклонения от намеченного маршрута. По этой причине для преодоления астрономических расстояний требуются новые решения. Как вариант, можно предложить использование пока что гипотетических кротовых нор – «туннелей» через пространство и время. Эти объекты примечательны еще и тем, что могут быть причастны к решениям фундаментальных задач, таких как определение топологии Вселенной, проблемы электрического заряда [Wheeler, 1962. V. 1. P. 49–51].

Однако в теории имеются два основных нерешенных вопроса. Пока не ясно, как возникают кротовые норы, как их создавать. Для выяснения этого, скорее всего, понадобится знание и понимание еще не созданной полной теории квантовой гравитации. А если кротовые норы и возникают, то возможно ли их существование с реальной материей? Ответ оказался отрицательным для статических «туннелей» [Hochberg, 1997. P. 4745–4755] и, как мы показываем в нашей работе, положительным для нестатических сферически симметричных кротовых нор. Однако они существуют лишь конечное время. На финальной стадии происходит коллапс с образованием сингулярности.

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ № 17-03-00858а.



## СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ПРО-АКТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*Исупов Е.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук,  
техн. директор ООО «Бизнес-помощник» Васильев А.А.*

В настоящее время по всему миру работает великое множество нефтедобывающих компаний. Нефть – очень важный добываемый природный ресурс, который играет огромную роль в жизни человека. Из нефти делают горючее топливо, необходимое населению для использования в качестве средства функционирования работы двигателей внутреннего сгорания. Также из переработанной нефти производят различные полимеры и их соединения, к которым уже привык современный человек. Будь это пластиковый пакет, бутылка из-под воды или синтетическое моторное масло. Все это мы можем получить благодаря работе установок (станков-качалок) по добыче нефти из недр земли. Все они непрерывно работают и территориально распределены по всем уголкам земного шара, где имеются залежи нефти. Компании, занимающейся данным нелегким делом, трудно следить за каждой такой установкой, ведь она может насчитывать сотни, а то и десятки сотен таких сложных систем. Довольно часто станки-качалки выходят из строя. Виной может послужить сломавшийся подшипник электромотора или ременный механизм тяги. Все это может стать очень убыточным для фирмы, ведь простой одной такой установки принесет колоссальные финансовые последствия. Также занимает долгое время поиск вышедшего из строя узла. Необходимо специальными вспомогательными средствами диагностировать каждый элемент данной системы, выявить и устранить причину поломки.

Целью данной работы является разработка системы про-активной диагностики промышленного оборудования, которая будет обеспечивать постоянный контроль за основными наиболее подверженными элементами станка-качалки и оповещать о скором выходе из строя того или иного агрегата.

Была изучена документация о конструкции станка-качалки. Также были изучены интернет-магазины по продаже электроники. Был произведен подбор по схемотехнике необходимых элементов, нужных в реализации данной системы. Произведено ознакомление с ОСРВ МАКС, изучение основных возможностей при работе с переносными датчиками. Необходимо было изучить специфику работы глубинных установок, принцип работы нефтяной качалки, ее узлы и агрегаты. Нужно было выявить детали этих установок, которые подвержены быстрому износу и выходу из строя. Эти узлы агрегата необходимо было пометить/отметить датчиками. Было принято решение использовать вибрационные датчики для получения информации о вибрациях в них. Все эти датчики должны будут связываться через контроллер. Он должен передавать информацию на ОС, которая, в свою очередь, должна предпринимать какие-либо заложенные в нее действия. С этими задачами хорошо справится Российская операционная система реального времени МАКС.

В ходе работы нужно будет спроектировать системы по внедрению вибрационных датчиков на нефтяную качалку и считыванию информации с них. Датчики необходимо будет установить таким образом, чтобы они не создавали помех при работе оборудования и в то же время получали всю необходимую информацию. Решено было использовать беспроводные датчики (тем самым мы снижаем количество проводов и упрощаем их установку). Работать они будут по беспроводному протоколу. Контроллер, который получает от них информацию, соответственно, тоже должен быть оборудован беспроводным модулем. Контроллер, получив информацию с датчиков будет передавать информацию по сети Wi-Fi на стационарный компьютер, на котором установлена ОСРВ МАКС.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОКСИАПАТИТОВ, СИНТЕЗИРОВАННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ, МЕТОДОМ ЭПР

*Исхакова К.Б.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Гафуров М.Р.*

Гидроксиапатиты (ГА) уже долгое время играют ключевую роль в инженерии биоматериалов, особенно в инженерии минерализованных тканей, таких как костная ткань и зубная эмаль. Это связано с его высокой биосовместимостью и биоактивностью. Так, биоконпозиты на основе ГА и компонентов крови могут быть использованы для ринопластики; пенокерамики из ГА отлично подходят

для закрытия костных дефектов (ГА можно использовать как индивидуально в качестве имплантатов, не несущих высокую нагрузку, так и в качестве основы тканеинженерных конструкций для стимулирования направленного дифференцирования биологического компонента и максимального индуцирования остеогенеза; ГА используется как биопокрывание на поверхности стали и титана различными методами (электрофорез, электрохимическое осаждение, метод погружения и др.) для повышения степени остеоинтеграции металлического протеза с мягкими тканями организма; также ведутся разработки кальцийфосфатных паст для 3D печати.

Поскольку совершенствуются методики синтеза и обработки материалов на основе ГА, то требуются и разнообразные методы аналитического контроля их химического состава и морфологии. Методом ЭПР нами были исследованы образцы ГА, синтезированные как из растворов солей азотной кислоты, так и хлорида кальция с различной степенью последующей очистки. Измерения как исходных образцов, так и образцов, подвергнутых рентгеновскому облучению, проводились на спектрометре X-диапазона Bruker ESP-300 при комнатной температуре.

Полученные данные были обработаны при помощи симуляции спектров в среде программирования Matlab с использованием специализированного модуля EasySpin. В результате выполнения работы была определена природа ряда сигналов спектра ЭПР, рассчитаны их спектроскопические параметры. Однако некоторые особенности спектров ЭПР остались нерасшифрованными.

## **МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИГРОВЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ**

*Ишдавлетова К.Р.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр. Ахмедшина Е.Н.*

В современной системе образования существует множество методик обучения различных дисциплин. Мною была выбрана методика использования игровых ситуаций при изучении физики в основной школе, так как я считаю, что данная методика имеет много положительных свойств. Увеличение заинтересованности в предмете у учащихся является актуальной задачей и по сей день.

Моя курсовая работа состоит из двух основных частей:

- первая – теоретическая часть. В ней заключены основные понятия и проблемные ситуации, касающиеся темы курсовой работы;
- вторая – методика применения игр. В данной теме мы уже конкретно рассмотрим определенные ситуации с использованием игр на уроках физики в основной школе, основные правила и примеры проведения уроков по данной методике.

## **СОЗДАНИЕ МЕТОДИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ «ИЗМЕРЕНИЕ УСКОРЕНИЯ СВОБОДНОГО ПАДЕНИЯ» ПО КУРСУ ОБЩЕЙ ФИЗИКИ РАЗДЕЛА «МЕХАНИКА»**

*Каримова А.Ш.*

*Научный руководитель – ассистент Хакимзянова Э.И.*

Целью моей курсовой работы является изучение дидактической цели лабораторных работ, их возможность и эффективность применения на уроке, создание методического пособия (указания) и написание краткой теории для выполнения интерактивной лабораторной работы на тему «Измерение ускорения свободного падения» по курсу общей физики раздела «Механика» при помощи компьютерной программы «Цифровая лаборатория», а также выполнение работы (измерение и сравнение полученной величины со справочным значением, истинной) и разработка теоретических и практических вопросов для студентов и учеников.

Выбранная тема актуальна, так как методическое указание разработано в соответствии с рабочей программой учебной дисциплины «Физика» и требованиями к умениям и знаниям Федерального государственного образовательного стандарта среднего профессионального образования.

Лабораторная работа направлена на формирование предметных и метапредметных результатов освоения основной базовой программы курса физики, отработку и закрепление экспериментальных

умений, правильное оформление работы, вычисление погрешностей измерений и закрепление физических знаний.

На уроках физики лабораторные работы являются одной из форм активизации познавательной деятельности. Они позволяют учащимся осуществить необходимые наблюдения исследовательского характера за различными физическими процессами, провести анализ, сравнить, сделать вывод или обобщение.

Немаловажное значение для развития знаний, умений и навыков у учащихся при выполнении лабораторных работ имеет вводная беседа учителя, в которой он определяет проблему и ставит цель. Учитель разъясняет ход лабораторной работы, раздает инструктивные карточки или задания, показывает форму записи результатов наблюдений, эксперимента (текстовая запись, схема, таблица), определяет проблемные вопросы для выводов и обобщений.

Использование современных информационных технологий в учебном процессе позволяет повысить качество учебного материала и усилить эффективность образования. Разнообразие технических средств дает возможность организовать одновременно обучение школьников, обладающих различными способностями и возможностями, различным уровнем мотивации к обучению.

Методическое пособие было разработано для школьников и студентов (для практических занятий). Пособие включает в себя поэтапное методическое указание к работе, с фотографиями оборудования и собранной установки.

Также в работе представлены вопросы для проверки знаний ученика на качественные и расчетные задачи, творческое задание. Для студентов подготовлены вопросы по методике проведения лабораторных работ, а также из теоретической части «Механики» в виде основных вопросов, решаемых с помощью выполнения данной работы.

При выполнении лабораторной работы было экспериментально подтверждена справочная величина ускорения свободного падения с допустимой вероятностью.

## ЯДЕРНАЯ СПИН-РЕШЕТОЧНАЯ РЕЛАКСАЦИЯ $^{89}\text{Y}$ В МОНОКРИСТАЛЛАХ $\text{SrY}_2\text{O}_4:\text{Ho}^{3+}$

*Катков В.И.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Дуглав А.В.*

Системы вида  $\text{SrR}_2\text{O}_4$  привлекают много внимания из-за большого разнообразия необычных магнитных свойств в основном состоянии [J. of Phys.: Conf. Ser., 2012. Т. 391. С. 012081]. Недавние оптические ВЧ ЭПР эксперименты на разбавленных монокристаллах  $\text{SrY}_2\text{O}_4:\text{Ho}^{3+}$  показали, что основное состояние гольмия в обеих позициях – это электронный синглет, т. е. ион  $\text{Ho}^{3+}$  в  $\text{SrY}_2\text{O}_4:\text{Ho}^{3+}$  – ван-флековский ион. Некоторая информация о свойствах основного синглетного состояния иона может быть получена из ЯМР соседних с гольмием диамагнитных ионов [Sov. Phys. Usp., 1985. Т. 28. С. 762–783]. Цель настоящей работы заключались в изучении температурной зависимости скорости ядерной спин-решеточной релаксации  $^{89}\text{Y}$  в монокристаллах  $\text{SrY}_2\text{O}_4:\text{Ho}^{3+}$ .

Измерения были проведены на частоте  $\sim 18$  МГц во внешнем поле 86 кЭ, направленном вдоль оси  $c$ . Скорость продольной ядерной спиновой релаксации  $^{89}\text{Y}$  ( $I = 1/2$ ,  $\gamma/2\pi = 0.029$  кГц/Э, естественная распространенность 100 %) в температурном диапазоне 2,5–180 К была измерена с помощью записи интенсивности спинового эхо после пары РЧ импульсов  $\pi/2$ - $\pi$  как функции времени повторения  $t$  данной пары импульсов.

При низких температурах скорость ядерной спин-решеточной релаксации  $^{89}\text{Y}$  подчиняется активационному закону  $T_1^{-1} \sim \exp(-\Delta/T)$ , где  $\Delta = 31$  К для 0.2 % образца и  $\Delta = 26$  К для 5 % образца. Вероятно, что слабое различие значений  $\Delta$  для двух образцов возникает из-за небольшого различия ориентаций кристаллографической оси  $c$  по отношению к внешнему полю  $\mathbf{B}$ . Вычисления, основанные на оптических и ЭПР экспериментах [Mumdzhi I.E., Nikitin S.I., Shakurov G.S., Malkin B.Z., unpublished], указывают, что для  $\mathbf{B}||c$ ,  $B = 8.6$  Тл энергии нижних штарковских состояний иона  $\text{Ho}^{3+}$  равны  $E = 0$ ; 32.8; 89.1; 94.4; 98.6; 142.5 К для позиций Ho1 и  $E = 0$ ; 2.5; 52.7; 93.8; 138.5; 175.2 К для позиций Ho2.

Анализ экспериментальных данных показал, что  $^{89}\text{Y}$  при  $T < 20$  К релаксирует благодаря флуктуациям магнитного поля, созданным переходами иона  $(\text{Ho}1)^{3+}$  между основным состоянием и первым возбужденным штарковским подуровнем мультиплетта  $^5I_8$ . Почему переходы Ho2 между основным состоянием и состоянием  $E = 2.5$  К не влияют на релаксацию  $^{89}\text{Y}$ , остается открытым вопросом.

## СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ФИЗИКИ С УЧЕТОМ ФГОС

*Клименко А.С.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр. Ахмедшина Е.Н.*

Перемены, происходящие в современном обществе привели к тому, что появились новые подходы к извечным проблемам: как и чему учить. Создаются новые технологии, разрабатываются новые методики преподавания, появляются нестандартные формы проведения уроков, вариативные программы и учебники и т. д. Быстрым темпом развиваются компьютерные технологии. Успех в обучении во многом зависит от мастерства учителя и учета индивидуальных способностей обучающихся.

Физика – предмет, который сочетает в себе научное и прикладное начала. Из этого следует, что существует реальная, оправданная возможность включения в урок элементов эксперимента и исследования, решения проблемной задачи, составления проекта, интегративных заданий по связи физики с математикой, химией, информатикой и иными предметами формирующих представление учащихся о единой картине мира, и других приемов, рассчитанных на творческие возможности учащихся.

Все вышесказанное обуславливает актуальность выбранной темы исследования.

Я считаю, что на уроках физики на любой из ступеней обучения целесообразно комплексное применение педагогических технологий в различных вариациях, поскольку внедрение в образовательный процесс современных образовательных и информационных технологий позволит учителю:

- 1) отработать глубину и прочность знаний, закрепить умения и навыки в различных областях деятельности;
- 2) развивать технологическое мышление, умения самостоятельно планировать свою учебную, самообразовательную деятельность;
- 3) воспитывать привычки четкого следования требованиям технологической дисциплины в организации учебных занятий.

### ЯМР-ПАРАМЕТРЫ FFPE (ЯМР ГИСТОЛОГИЯ)

*Кобчикова П.П.*

*Научные руководители – канд. физ.-мат. наук, зав. кафедрой медицинской и биологической физики с информатикой и медицинской аппаратурой КГМУ Гиматдинов Р.С.; канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр. НОЦ «Современные геофизические технологии» Гнездилов О.И.*

Как известно, работа с биологическими объектами всегда сложная и требует повышенной аккуратности. Также проведение эксперимента усложняет техника *ex vivo*, т. е. в живой ткани вне организма. Планируемое исследование предполагает использование зафиксированных в парафине образцов, что позволит провести измерения более детально и удобнее.

Также для гистологического анализа требуется четкое исполнение инструкций при выполнении всех операций, чтобы избежать ошибок. Однако в последние годы успешно разрабатывается метод регистрации виртуальных срезов методом микро-томографии. В последнее время для таких исследований даже утвердился специальный термин – ЯМР-микроскопия. Цель, которую мы преследовали на настоящем этапе, – это оценка возможностей применения ЯМР-метода для изучения биопсийного материала. Были поставлены задачи: исследование зависимости времен релаксации от температуры, анализ диффузионных спадов и коэффициентов диффузии в выбранном интервале температур и исследование влияния ткани на спектр парафина.

Парафин – это смесь высокомолекулярных предельных углеводородов. Температура плавления различных парафинов составляет от 27 до 62 °С. В гистологической технике применяют парафин с температурой плавления 56 °С. В настоящий момент существует ряд бюрократических сложностей, а работать с тканями мышей не очень интересно, так как медики заинтересованы в человеческих образцах. Преградой, например, является этический комитет Минздрава, но в перспективе ожидается трехсторонний договор между онкоцентром, КГМУ и КПФУ, в рамках которого можно будет получать любой материал. За каждым объектом будет стоять реальный человек.

Эксперимент выполнялся на кафедре физики молекулярных систем Института физики Казанского федерального (Приволжского) университета на оборудовании ЦКП ФХИ КФУ спектрометре «BRUKER AVANCE 400 III TM».

При исследовании времени T2 на спектрометре Bruker использовалась последовательность спиновое эхо с различными временными промежутками тау. При работе на ЯМР релаксометре «Протон-20М» использовалась импульсная последовательность КПМГ для измерения времени T2, а для измерения T1 – Инверсия – восстановления со следующими экспериментальными параметрами: (длительности импульсов, времена тау, времена «период запуска» и т. д.).

Анализ данных позволил сделать вывод о том, что с ростом температуры время спин-спиновой релаксации увеличивается. Причем в области температур в районе от 45 до 50 °С наблюдается некоторое резкое увеличение времени T2, что можно объяснить некоторым процессом, происходящим во время фазового перехода. При низких температурах форма релаксационных затуханий не моноэкспоненциальная, и мы можем наблюдать несколько компонент с короткими временами, так как парафин при таких температурах представляет собой твердое тело. Для T = 309 К – три компоненты. Для T = 319 К – две компоненты. В жидком состоянии, когда парафин полностью расплавлен, остается только одна компонента с длинным временем T2.

## МЕХАНИЗМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ВЫСШИХ ГАРМОНИК В ДИСПЕРСИИ СВЕРХПРОВОДЯЩЕЙ ЩЕЛИ ВТСП КУПРАТОВ

*Кочергин Д.С.*

*Научные руководители – д-р физ.-мат. наук, профессор Еремин М.В.;*  
*канд. физ.-мат. наук, ассистент Малахов М.А.*

Родительские соединения ВТСП купратов являются диэлектриками. Спины меди ниже температуры Нееля упорядочены антиферромагнитно. При допировании их электронами или дырками антиферромагнитный порядок разрушается, и вещество может перейти в сверхпроводящее состояние. В дырочно-допированных купратах носители тока распределены по позициям кислорода, а в электронно-допированных – по позициям меди. Параметр сверхпроводящей щели – различный на разных участках поверхности Ферми и приближенно аппроксимируется следующей формулой:  $\Delta = B \cos 2\phi + (1 - B) \cos 6\phi$ . Угол отсчитывается от границы зоны Бриллюэна. Параметр  $(1 - B)$  для электронно-допированных меньше нуля, а для дырочно-допированных он положителен. Причина этого не выяснена. Между тем объяснение этой асимметрии может способствовать выяснению механизма спаривания носителей тока.

В наших расчетах параметров щели использовалась модель  $t - J - G$  с учетом трехцентровых членов. Ранее она успешно использовалась для расчета спиновой восприимчивости электронно-допированных купратов [Еремин, Малахов, Письма в ЖЭТФ, 2016. Т. 104. С. 13–17]:

$$H = \sum_{l,m,\sigma} t_{lm} X_l^{\sigma,0} X_m^{0,\sigma} + \frac{1}{2} \sum_{l,m} G_{lm} X_l^{0,0} X_m^{0,0} - \frac{1}{4} \sum_{l,m,\sigma,\sigma'} J_{lm} (-1)^{1-\sigma-\sigma'} X_l^{\sigma,\sigma'} X_m^{\bar{\sigma},\bar{\sigma}'} - \sum_{l,m,f,\sigma,\sigma'} \frac{t_{lf} t_{fm}}{U} (-1)^{1-\sigma-\sigma'} X_l^{\sigma,0} X_f^{\bar{\sigma},\bar{\sigma}'} X_m^{0,\sigma'}$$

Интегральное уравнение на параметры составлялось методом проективных операторов в сочетании с приближением случайных фаз. Вывод формулы для зарядовой восприимчивости проводился методом функций Грина;  $\chi_{ch} = 2\pi i \ll X_{\mathbf{q}}^{0,0} | X_{-\mathbf{q}}^{0,0} \gg$ . Параметры зоны проводимости согласовались с данными по фотоэмиссии о форме контура Ферми для плоскостей CuO. В уравнении Бардина – Купера – Шриффера на сверхпроводящую щель учитывались спин-флуктуационный ( $V^{sp-f^l}$ ), кулоновский ( $V^C$ ) и суперобменный ( $V^J$ ) потенциалы. Рассчитанная нами угловая зависимость сверхпроводящей щели вдоль контура Ферми показана на рис. 1.

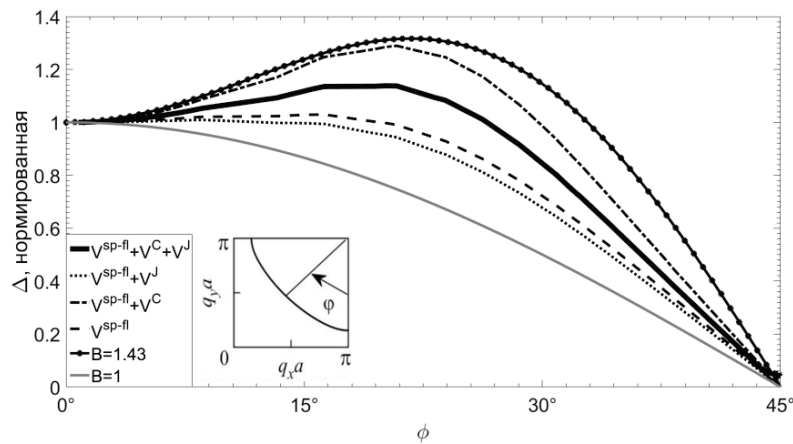


Рисунок 1. Угловая зависимость сверхпроводящей щели. Сплошной линией с точками обозначена аппроксимация с  $B = 1.43$  из экспериментальной работы [Matsui, Phys. Rev. Lett., 2005. V. 95. P. 017003] для вещества  $\text{Pr}_{0.89}\text{LaCe}_{0.11}\text{CuO}_4$

Одно лишь суперобменное взаимодействие, как известно, не в состоянии объяснить наличие гармоники  $\cos 6\phi$  в дисперсии щели. Вклад в параметр перед  $\cos 6\phi$  спин-флуктуационного взаимодействия ранее отмечался в работе [Parker, Balatsky, Phys. Rev. B., 2008. V. 78. P. 214502]. Однако при этом вклад кулоновского взаимодействия не учитывался. По нашим расчетам, именно он доминирует.

## РАСЧЕТ ТРАЕКТОРИЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ И ИХ АНАЛИЗ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ СТЕПЕНИ ОЛИГОМЕРИЗАЦИИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНУЮ ДИНАМИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ ГЛИЦЕРАЛЬДЕГИД-3-ФОСФАТ ДЕГИДРОГЕНАЗЫ

*Кошкаров А.А.*

*Научные руководители – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. КИББ КНЦ РАН Макшакова О.Н.;  
канд. физ.-мат. наук, доцент Гусев Ю.А.*

Глицеральдегид-3-фосфат дегидрогеназа (ГАФД) – фермент гликолиза, катализирующий окислительное фосфорилирование глицеральдегид-3-фосфата в 1,3-дифосфоглицерат, сопряженное с восстановлением НАД<sup>+</sup> до НАДН. Было установлено, что этот белок также задействован в ряде клеточных процессов, в том числе репарации ДНК и апоптозе [Sirover, 2017]. Однако, играя важную роль в жизнедеятельности клетки, избыточная экспрессия ГАФД связана также и с некоторыми заболеваниями, которые на данный момент все еще являются неизлечимыми, например, некоторыми формами рака [Артюнова, Домнина, Макшакова, 2013. С. 118–132]. Данную проблему могут решить новые подходы к регуляции активности этого белка, которые заложат фундамент для разработки эффективных методов лечения данных заболеваний. На сегодняшний день полного понимания взаимосвязи между структурой ГАФД и ее физико-химическими свойствами еще не достигнуто.

ГАФД является природным гомотетрамером, чьи субъединицы не эквивалентны по отношению к связыванию кофактора НАД<sup>+</sup>. Используя молекулярно-динамическое моделирование, мы изучили влияние олигомеризации на внутримолекулярную динамику составляющих субъединиц. Анализ траекторий показал, что при образовании димера в области интерфейса взаимодействия наблюдается понижение подвижности слабо упорядоченных участков, что соответствует нашим ожиданиям. В то же время некоторые удаленные от зоны контакта области демонстрируют повышенную подвижность, причем эти изменения в динамике происходят в двух субъединицах не равномерно, как можно было ожидать, а с преобладанием в одной. Интересно отметить, что повышенная подвижность сообщается областям в НАД-связывающем кармане. Это, в свою очередь, может являться одним из оснований эффекта кооперативности ГАФД.

Все траектории были рассчитаны с использованием программного пакета GROMACS и суперкомпьютерного кластера «Ломоносов» МГУ. Работа выполнена в КИББ КазНЦ РАН.

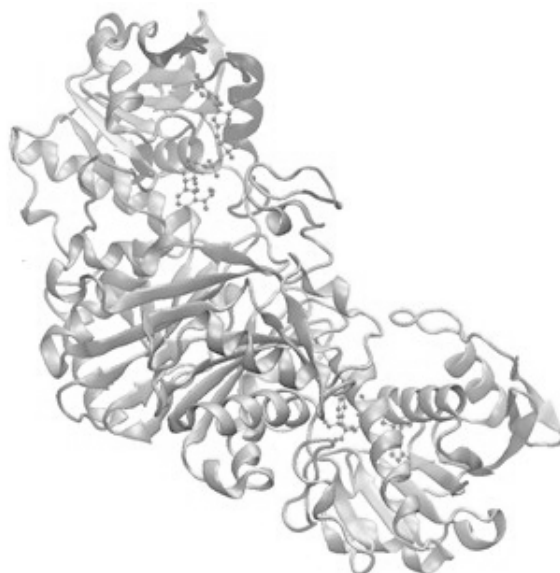


Рисунок 1. Димер глицеральдегид-3-фосфат дегидрогеназы с кофактором NAD (в представлении шаров), синим цветом выделены области с высокой подвижностью

## КОМПЬЮТЕРНЫЙ ФИЗИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ В УСЛОВИЯХ РАЗВИТИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Крутовских Я.Д.*

*Научный руководитель – д-р пед. наук, профессор Мингазов Р.Х.*

Как мы знаем, физический эксперимент является основополагающим звеном, подтверждающим или опровергающим истинность той или иной физической теории. По этой причине изложение любой физической теории сопровождается анализом опытов и экспериментов, которые привели к созданию данной теории, и подтверждают ее основные положения. Речь же пойдет о том, как использовать компьютер для обучения физическим наукам, для повышения качества образования, в условиях невозможности оснащения учебных заведений лабораторными установками в полной мере.

В настоящее время существует множество компьютерных программ, имитирующих проведение физического эксперимента. Однако методика компьютерных лабораторных работ разработана недостаточно. Таким образом, проблема создания методики проведения компьютерного физического эксперимента на данный момент остается одной из самых актуальных.

Объект исследования: процесс обучения физике на основе получения эмпирических данных.

Предмет исследования: развитие творческих и умственных способностей учащихся при выполнении ими лабораторных работ в условиях компьютерного эксперимента.

Цель исследования: разработка содержания и методики проведения компьютерных физических учебных экспериментов.

Задачи исследования:

1. Узнать об информационных технологиях в учебном эксперименте.
2. Изучить теоретические и методические основы моделирования учебного компьютерного эксперимента.
3. Обосновать возможность и необходимость использования компьютерных физических экспериментов в наши дни; предложить вариант содержания и методики проведения компьютерного физического эксперимента

Таким образом, мною были подробно изучены компьютерные учебные эксперименты и рассмотрена методика показа таких демонстрационных опытов.

**ИССЛЕДОВАНИЕ СМЕСЕЙ ИОННОЙ ЖИДКОСТИ  
НИТРАТА ЭТИЛАММОНИЯ С ВОДОЙ В ОБЪЕМЕ И ОГРАНИЧЕНИЯХ  
МЕТОДОМ СПЕКТРОСКОПИИ ЯМР**

*Куракин С.А.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Филиппов А.В.*

Ионные жидкости являются новым типом материалов, которые в настоящее время находят широкое применение в качестве электролитов, катализаторов в химических реакциях, смазочных веществ, а также в биотехнологических процессах. Нитрат этиламмония ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_3^+\text{NO}_3^-$ ), впервые синтезированный в 1914 году, только в последние годы обратил на себя внимание исследователей. Был обнаружен целый ряд уникальных и интересных физико-химических свойств, которые связаны со сложной анизотропной структурой ионной жидкости. В частности, наблюдается влияние поверхностей на структуру этиламмония нитрата и изменение динамики ионов жидкости, заключенной в микроразмерные ограничения между гладкими поверхностями, при приложении внешнего магнитного поля [Atkin, 2007. Т. 111. С. 5162–5168], [Filippov, 2018. Т. 20. С. 6316–6320].

Целью работы является исследование самодиффузии и  $^1\text{H}$  ЯМР-релаксации ионов и молекул в смесях «нитрат этиламмония – вода», в объеме и микроразмерных ограничениях между полярными стеклянными пластинками; а также исследование влияния сильного магнитного поля на динамику ионов и молекул этой системы.

Эксперименты по измерению коэффициентов самодиффузии, времен  $^1\text{H}$  ЯМР-релаксации проводились на импульсных ЯМР-спектрометрах высокого разрешения Bruker Ascend/Aeon WB 400 (Bruker BioSpin AG, Fällanden, Switzerland) на ядрах  $^1\text{H}$  с частотой 400,27 МГц и магнитным полем 9,4 Тл. Для измерений были приготовлены смеси «нитрат этиламмония – вода», содержащие воду в весовых концентрациях 0,5 %, 1 % и 2 %, которые затем были помещены в пробирки (объемные образцы). Эти же смеси были заключены между уложенными в стопку полярными стеклянными пластинками (образцы в ограничениях); расстояние между пластинками составило 4–5 мкм.

В ходе работы были установлены различия в значениях коэффициентов самодиффузии, времен спин-решеточной и спин-спиновой релаксации катионов и молекул воды для объемных образцов и образцов в ограничениях. Так, с увеличением концентрации воды в объемных образцах наблюдается увеличение всех коэффициентов самодиффузии. Для образцов с концентрацией воды 2 % это подтверждает полученный методами молекулярной динамики известный факт образования однородной смеси, где молекулы воды встраиваются в существующую в ионной жидкости сеть водородных связей [Dосамро-Álvarez, 2014. Т. 140. С. 214502]. В образцах в ограничениях, наоборот, отмечено уменьшение коэффициентов самодиффузии, которое, как мы предполагаем, связано с процессами адсорбции молекул воды на полярной поверхности.

При выдержке образцов в ограничениях, помещенных в магнитное поле спектрометра, наблюдалось уменьшение коэффициентов самодиффузии, происходящее с различной скоростью, зависящей от концентрации воды в смеси, а также уменьшение времен  $T_1$ -релаксации всех протонов и  $T_2$ -релаксации протонов молекул воды. Кроме того, в  $^1\text{H}$  ЯМР-спектре отмечено изменение амплитуд линий, соответствующих группе катиона  $-\text{NH}_3$  и молекулам воды.

Полученные в экспериментах данные по влиянию сильного магнитного поля на динамику системы, находящейся в ограничениях, можно интерпретировать как «быстрый обмен» протоном между заряженной группой  $-\text{NH}_3$  и молекулой воды, а уменьшение  $T_2$ -релаксации протонов молекул воды – продолжающейся в процессе эксперимента адсорбцией молекул воды на поверхности стекла. Увеличение содержания воды приводит к замедлению процессов обмена и некоторому ослаблению влияния магнитного поля на обмен при выдержке образца в магнитном поле.



**МЕССБАУЭРОВСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ  
НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ Fe-B,  
ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ МЕХАНОАКТИВАЦИИ<sup>1</sup>**

*Кутаишова Е.М.*

*Научный руководитель – старший преподаватель Пятаев А.В.*

В настоящее время сплавы на основе системы Fe-B являются объектами исследований большого количества работ [J. Non-Crys. Sol., 2014. V. 391. P. 61–82]. Одним из эффективных способов получения таких сплавов является механоактивационный метод [Prog. Mater. Sci., 2001. V. 46. № 1–2. P. 1–184]. Механическая активация твердотельных реакций в системе Fe-B, направление протекания этих реакций, скорость протекания зависят от большого количества технологических параметров. Дальнейшее изучение механосинтеза в подобных системах представляет актуальность с точки зрения оптимизации технологических процессов получения функциональных материалов, в том числе с целью их дальнейшего масштабирования. Чувствительность параметров сверхтонких взаимодействий к локальным структурным и магнитным неоднородностям делают метод ядерного гамма-резонанса одним из наиболее информативных методов изучения наноструктурированных материалов. Мессбауэровская спектроскопия позволяет, варьируя технологические параметры синтеза посредством сверхтонких взаимодействий, реализовать контроль количества атомов бора ( $n_B$ ) в ближайших координационных сферах резонансного изотопа  $^{57}\text{Fe}$ . Наиболее чувствительным параметром спектров ядерного гамма-резонанса при замещении атомов железа на атомы бора является сверхтонкое магнитное поле  $H_{hf}$ . Авторами [Nucl. Instrum. Meth., 1982. V. 199. P. 307–314] был показан линейный характер зависимости:  $H_{hf} = 34.5 - 3.1 * n_B$ . Более детальные исследования [Phys. Met. Metallogr., 2006. V. 101. № 5. P. 496–507] показали, что эта зависимость имеет вид  $H_{hf} = 33.6 - 2.7 * n_B$ . Анализ распределения сверхтонких полей позволяет контролировать особенности образования как стабильных, так и метастабильных фаз, таких как метастабильная фаза  $\text{Fe}_{23}\text{B}_6$ , моноборид железа  $\alpha\text{-FeB}$ , моноборид железа  $\beta\text{-FeB}$  и непрерывная композиция твердых растворов с увеличением значения  $n_B$ . Фаза  $\text{Fe}_{23}\text{B}_6$  при механоактивации 612 часов кристаллизуется в кубической сингонии с формированием ГЦК-структуры по типу  $\text{Cr}_{23}\text{C}_6$  [Phys. Met. Metallogr., 2008. V. 105. № 3. P. 245–253]. Атомы Fe в идеальной ячейке  $\text{Fe}_{23}\text{B}_6$  (согласно пространственной группе симметрии  $Fm\text{-}3m$ ) локализуются в четырех неэквивалентных позициях: 4a, 8c, 32f и 48h. Положению 8c соответствует вхождение одного атома бора в ближайшее окружение атома железа, 48h – двух атомов, для 32f – трех атомов бора. Авторами зависимость сверхтонкого магнитного поля от количества атомов бора, являющихся ближайшими химическими соседями атомов железа, построена до 7 атомов. При этом, несмотря на большое время обработки (612 ч.), парциальные компоненты с параметрами, обнаруженными в работе [Физ. мет. металловед. Т. 76. № 4. С. 107–113] для  $\alpha$  и  $\beta$  модификаций моноборида железа, практически не детектируются. Формирование этих фаз происходит посредством внедрения 8 и 7 атомов бора в ближайшее окружение железа соответственно ( $n_B = 8$  и  $n_B = 7$ ). Авторами работы [J. Mat. Sci., 1992. V. 27. P. 153–160] удалось сформировать моноборид железа при увеличении времени механоактивационного процесса до 1 000 часов. В представленной работе выполнен сравнительный качественный и количественный анализ фазообразования в системе Fe-B в результате механоактивации в шаровой мельнице как на «малых», так и на «больших» временах процесса с помощью методов мессбауэровской спектроскопии. Показана возможность и описаны технологические особенности формирования приведенных выше композиций в системе Fe-B на малых (до 200 мин.) временах процесса механоактивации.

<sup>1</sup> Авторы выражают благодарность Н.Ф. Шкодич и А.С. Рогачеву (Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения им. А.Г. Мерджанова РАН, г. Черноголовка) за предоставленные образцы.

# ИССЛЕДОВАНИЕ $\text{YVO}_4$ , ДОПИРОВАННОГО РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ИОНАМИ $^{143}\text{Nd}^{3+}$ И $^{145}\text{Nd}^{3+}$ , МЕТОДОМ ЭПР

Ликеров Р.Ф.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, науч. сотр. Яцык И.В.

В настоящее время диэлектрические кристаллы, допированные редкоземельными ионами металлов, рассматриваются как перспективные материалы для создания оптической квантовой памяти [Thiel, 2012]. К таким кристаллам относится и ортованадат иттрия  $\text{YVO}_4$ , допированный ионами неодима  $^{143}\text{Nd}^{3+}$  и  $^{145}\text{Nd}^{3+}$ . Для изучения свойств данных кристаллов, таких как значение компонент  $g$ -тензора, значения компонент  $A$ -тензора сверхтонкой структуры, параметры кристаллического поля окружения иона и времена спин-решеточной и спин-спиновой релаксации, можно использовать ЭПР.

Кристаллы выращивались методом Чохральского, выращено два кристалла:  $^{143}\text{Nd}^{3+}:\text{YVO}_4$  и  $^{145}\text{Nd}^{3+}:\text{YVO}_4$ . Содержание ионов неодима в обоих образцах составляет 0.005 % от числа атомов иттрия. Естественная распространенность для стабильных изотопов следующая:  $^{142}\text{Nd}$  (27,2 %),  $^{143}\text{Nd}$  (12,2 %),  $^{144}\text{Nd}$  (23,8 %),  $^{145}\text{Nd}$  (8,3 %),  $^{146}\text{Nd}$  (17,2 %),  $^{148}\text{Nd}$  (5,7 %),  $^{150}\text{Nd}$  (5,6 %). Использование нечетных изотопов объясняется тем, что только они имеют ненулевой ядерный магнитный момент, равный  $7/2$ . Тем самым на спектрах ЭПР наблюдается  $n = 2I + 1 = 8$  линий ЭПР сверхтонкой структуры ионов неодима (рис. 1).

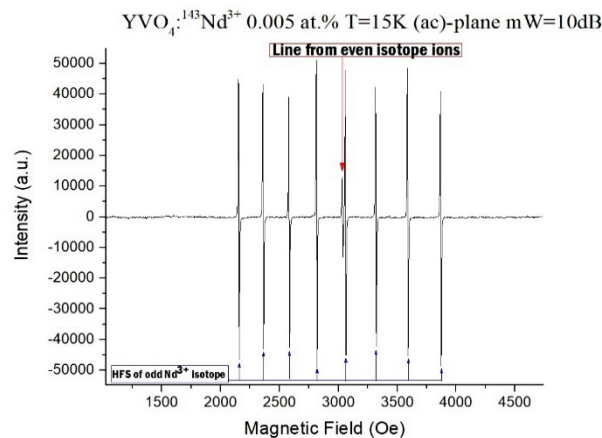


Рисунок 1. Типичный спектр ЭПР для  $^{143}\text{Nd}^{3+}:\text{YVO}_4$  (0.005 % ат.)

Далее была получена угловая зависимость резонансных полей линий ЭПР при вращении кристалла в плоскости  $ac$ . Расчеты параметров были выполнены с использованием модели эффективного спинового гамильтониана, которая имеет вид:  $\mathcal{H} = S * A * I + \mu_B(H * g * S_{eff})$ . Результаты расчетов были сравнены с данными из статьи [Guillot-Noel, 1998]. Также были проведены измерения времен  $T_1$  и  $T_2$ . На рисунке 2 отображены температурные зависимости  $T_1$  и  $T_2$  соответственно.

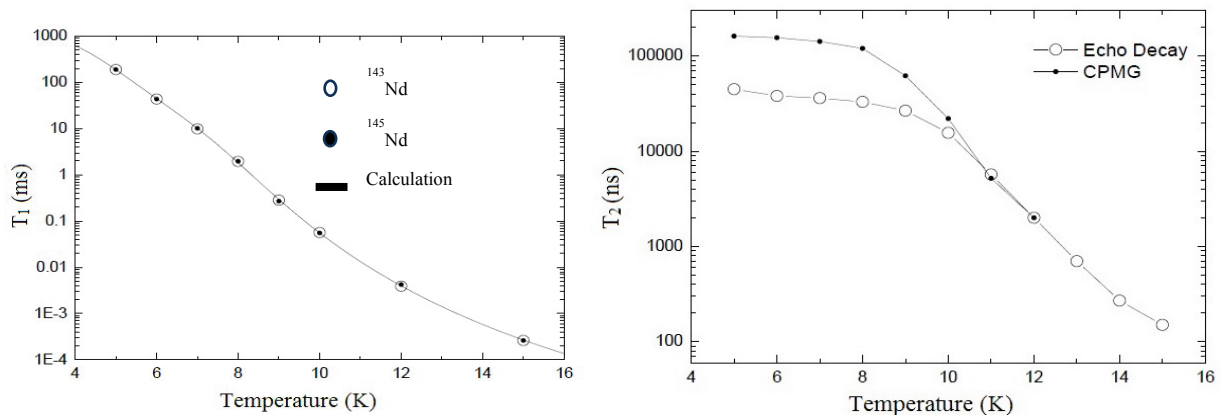


Рисунок 2. Температурные зависимости  $T_1$  (слева) и  $T_2$  (справа).

## ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ КОНСТАНТЫ МАГНИТНОЙ АНИЗОТРОПИИ В ИОННО-СИНТЕЗИРОВАННЫХ ПЛЕНКАХ СИЛИЦИДА ЖЕЛЕЗА Fe<sub>3</sub>Si

*Лис О.Н.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр. Гумаров Г.Г.*

В последние годы возрос интерес к исследованиям, посвященным разработке новых материалов, сочетающих в себе как магнитные, так и транспортные свойства для спинтронных устройств. Одним из перспективных кандидатов для таких целей является ферромагнитный силицид железа Fe<sub>3</sub>Si, обладающий высокой степенью поляризации тока носителей заряда при комнатной температуре. Известно использование данного соединения в качестве инжектора спинполяризованных электронов в полевом транзисторе Fe<sub>3</sub>Si/SiGe с выделенным каналом. При этом значительную роль при создании приборов спинтроники с необходимыми характеристиками играет наличие выделенного магнитного направления и понимание механизмов возникновения наведенной магнитной анизотропии. Например, для использования материалов в качестве магнитных носителей с тепловыми возбуждениями и для улучшения конструкции магнитных носителей с высокой плотностью записи необходимо понимать природу константы магнитной анизотропии (K), а также качественно исследовать ее температурную зависимость. Таким образом, целью настоящей работы является изучение температурной зависимости константы магнитной анизотропии в тонких пленках Fe<sub>3</sub>Si.

В процессе синтеза Fe<sub>3</sub>Si во внешнем магнитном поле было обнаружено образование наведенной одноосной магнитной анизотропии. Для определения механизма возникновения анизотропии в процессе имплантации в настоящем исследовании температурная зависимость константы одноосной анизотропии изучалась методом ферромагнитного резонанса (ФМР). Тонкая пленка Fe<sub>3</sub>Si была получена методом ионно-лучевого синтеза на ускорителе ИЛУ-3. При комнатной температуре в подложку монокристаллического кремния были имплантированы ионы Fe<sup>+</sup> с энергией 40 кэВ во внешнем магнитном поле H = 500 Э. Доза имплантации составила  $\Phi = 2,0 \cdot 10^{17}$  ион/см<sup>2</sup>, плотность ионного тока – J = 5 мкА/см<sup>2</sup>. Исследования магнитных свойств и температурных характеристик силицида железа были проведены с помощью метода ферромагнитного резонанса на ЭПР спектрометре X-диапазона Bruker-EMX на частоте 9,45 ГГц в диапазоне температур от 300 до 100 К. Для определения константы магнитной анизотропии проводилась серия экспериментов по исследованию угловых и температурных зависимостей резонансных полей и ширины линии ФМР в геометрии in-plane. Крайнее левое положение на спектре H1 соответствовало направлению внешнего магнитного поля при измерении вдоль оси легкого намагничивания (ОЛН), крайнее правое – вдоль оси трудного намагничивания (ОТН) H2. Таким образом, измерение резонансных значений поля (Hs) в направлениях ОЛН (H1) и ОТН (H2) для магнитомягкого материала позволяет определить намагниченность насыщения и поле анизотропии, и, следовательно, константу анизотропии.

Из анализа экспериментальных данных для величины резонансного поля при двух предельных ориентациях образца были получены значения  $M_s = 640$  Гс,  $K = 2273 \frac{\text{emu}}{\text{cm}^3}$  при T = 300 К.

Константа наведенной анизотропии может быть рассчитана в рамках известной модели направленного упорядочения пар атомов (Нееля – Танигучи – Ямамото), которая хорошо описывает ее зависимость от относительного содержания атомов в бинарном сплаве:  $K = \frac{zNl_0l'_0}{15kT} C_B^2$ . Здесь  $l_0$  и  $l'_0$  – энергия дипольного взаимодействия пары атомов при комнатной температуре и температуре магнитного отжига соответственно; z – число ближайших соседей; N – общая концентрация атомов; C<sub>B</sub> – относительная концентрация атомов, связанных дипольным взаимодействием. Независимая оценка величин  $l_0$  и  $l'_0$  через константы магнитострикции указывает на хорошее согласие с данной моделью.

В приведенной формуле T – температура отжига в магнитном поле – в модели, предлагаемой Неелем, нет явной зависимости константы от температуры. В формуле, предлагаемой Танигучи, константа наведенной анизотропии зависит от температуры измерения как  $M_S(T)^2$ . Установлено, что экспериментальная зависимость константы магнитной анизотропии ионносинтезированных силицидных пленок аппроксимируется степенной функцией  $f(x) = ax^b$ , где показатель  $b = -0,95$ , что указывает на обратно пропорциональную зависимость от температуры. Такая зависимость наблюдалась в других работах и связывается она, в частности, с механическими напряжениями, вызванными, в свою очередь, взаимодействием тонкой магнитной пленки с подложкой.

## УГЛОВАЯ ЭХО-СПЕКТРОСКОПИЯ В ГАЗАХ

*Макарова К.В.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Нефедьев Л.А.*

На сегодняшний день методы оптической эхо-спектроскопии набирают большую популярность для исследования газовых сред. Формирование стимулированных эхо-голограмм (СЭГ) в газах отличается от твердых тел.

В газовых средах наблюдаются упругие столкновения частиц, при которых скорости их движения испытывают диффузию, что приводит к нарушению фазовых соотношений между разными «скоростными пакетами» в пределах неоднородно уширенной линии резонансного перехода, а это приводит к изменению величины корреляции неоднородного уширения в разные моменты времени и затуханию амплитуды  $E$  электрического поля отклика фотонного эха (ФЭ) с характерными временными зависимостями, что обычно учитывается в интеграле столкновений.

В нашей работе большой интерес представляет эксперимент по влиянию столкновений частиц газа с изменением скорости на формирование стимулированного фотонного эха (СФЭ). Это связано с тем, что волновой пространственный синхронизм для него может быть восстановлен при определенных углах между волновыми векторами возбуждающих лазерных импульсов, что используется при записи СЭГ. Таким образом, при наличии анизотропии в распределении параметров, характеризующих резонансную среду, это может оказывать влияние на формирование СФЭ.

Было рассмотрено формирование СФЭ в газе при наличии столкновений, изменяющих скорость частиц. Возбуждающие лазерные импульсы имеют малую длительность, так что столкновениями во время их действия можно пренебречь. Также временной интервал между первым и вторым импульсом намного меньше временного интервала между первым и третьим импульсами ( $\tau \ll \tau_1$ ).

Выявлено, что наибольшее влияние на напряженность электрического поля отклика СФЭ при варьировании подачи третьего импульса, столкновения с изменением скорости частиц оказывают при непараллельных волновых векторах возбуждающих лазерных импульсов.

## ИСКУССТВЕННЫЕ ИММУННЫЕ СИСТЕМЫ: ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА НЕГАТИВНОГО ОТБОРА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ АТАК

*Максимюк Г.С.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Петрова И.Р.*

С ростом числа пользователей информационных систем растут и требования к ним. Система должна обладать интуитивно понятным пользовательским интерфейсом, высокой скоростью работы, хорошей надежностью, и, конечно же, обеспечивать безопасность хранимых данных.

Различные системы используют широкий спектр средств защиты информации. Они могут использоваться как превентивные системы защиты, так и те, которые обнаруживают атаку после ее проведения. Часть программного обеспечения способна предотвращать только уже известные атаки. Для такого подхода заранее должна быть создана база знаний: атака и параметры, описывающие ее. Атака обнаруживается тогда, когда она подходит под характеристику одного из описанных шаблонов. Главным минусом такого подхода является невозможность обнаружения системой атаки, которая не описана в ее «базе знаний», т. е. ранее неизвестной атаки. Пример такой системы – система поиска атак по паттернам [Bravenboer, Dolstra, Visser, 2015. С. 473; Lee и др., 2012. С. 58]. Другие системы сначала создают модели нормального и аномального поведения [Павлов, Научно-технический вестник Поволжья, 2011. С. 166–168]. Для такого подхода, как правило, используют кластерный анализ, нейронные сети, цепи Маркова или другие модели. В этом случае систему нужно обучить, а именно смоделировать нормальное поведение, а затем смоделировать атаки. Если в первом случае проблем возникнуть не должно, то во втором не так просто получить примеры всех атак. Тогда на помощь могут прийти искусственные иммунные системы. В данной статье рассмотрен метод, основанный на использовании искусственных иммунных систем и теории негативной селекции, позволяющий определить, является ли запрос к базе данных атакой или нет до его выполнения. Работа проводилась с использованием системы управления базами данных MS SQL Express 2014. Программное обеспечение системы обнаружения атак написано на языке Python.

В ходе выполнения работы выбраны параметры, позволяющие успешно отличить запрос с атакой от нормального запроса до его выполнения. Достоинством системы является то, что для обучения или переобучения искусственной иммунной системы используются примеры только нормальных запросов. Примеры вредоносных запросов генерируются системой. При генерации векторов-признаков, соответствующих атакам, задается порог принятия решения и создаются случайные вектора-признаки. Созданный вектор-признак считается атакой, если при подсчете его метрики Евклида до каждого из множества нормальных векторов-признаков она больше чем порог принятия решения. Также предлагаемая система легко настраивается на другие виды данных.

Для обучения использовалась выборка, состоящая из 200 нормальных запросов и 1 000 сгенерированных векторов-признаков атак. Реализованная система позволяет определить до 96 % нормальных и вредоносных запросов на выборке из 4 000 векторов-признаков.

## АНАЛИЗ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ СПЕКТРОВ ДВОЙНОГО МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА ФТОРИДНЫХ КРИСТАЛЛОВ, АКТИВИРОВАННЫХ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ИОНАМИ<sup>1</sup>

*Макушин К.М.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Байбеков Э.И.*

Интерес к спектроскопическим исследованиям двойных фторидов  $\text{LiY}_{1-x}\text{R}_x\text{F}_4$ , где R – примесный редкоземельный ион, связан с их активным использованием в квантовой электронике, твердотельных лазерах и датчиках. Данные соединения имеют потенциальную возможность быть использованными для электронно-ядерных манипуляций в квантовых вычислениях.

Зачастую спектры электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) не позволяют получить полную информацию о сверхтонких взаимодействиях в кристалле вследствие сильного неоднородного уширения линий. Одним из способов решения данной проблемы является регистрация спектров двойного электронно-ядерного резонанса (ДЭЯР).

В ходе данной работы осуществлена интерпретация спектров ЭПР и ДЭЯР примесных редкоземельных ионов, взаимодействующих с ядерным окружением ( $^7\text{Li}$ ,  $^{19}\text{F}$ ) в кристалле. Рассчитаны энергии и вероятности переходов между электронно-ядерными уровнями примесных ионов  $\text{U}^{3+}$ ,  $\text{Ce}^{3+}$  и  $\text{Nd}^{3+}$  в кристалле под воздействием микроволнового и радиочастотного поля. Выполнено сопоставление рассчитанных и экспериментально полученных спектров ЭПР и ДЭЯР. Ввиду наличия у ядер  $^7\text{Li}$  (ядерный спин  $I = \frac{3}{2}$ ) электрического квадрупольного момента были учтены поправки к энергиям, обусловленные взаимодействием с градиентами электрического поля кристалла.

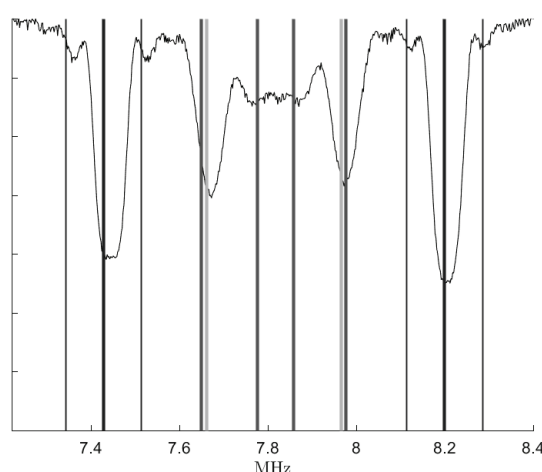


Рисунок 1. Экспериментальный спектр ДЭЯР Мимса иона  $\text{Ce}^{3+}$ . Рассчитанные частоты переходов отмечены вертикальными линиями

<sup>1</sup> Выражается благодарность М.Р. Гафурову, Г.В. Мамину, И.Н. Куркину за предоставление экспериментальных данных, а также благодарность Российскому научному фонду (проект № 17-72-20053) за финансовую поддержку.

## РАСЧЕТ ЭНЕРГИИ АДСОРБЦИИ АТОМА СВИНЦА НА ПОВЕРХНОСТИ ГРАФЕНА КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКИМ ПАКЕТОМ ORCA

*Маматова А.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук Садыкова О.Г.*

Графен – двумерный материал с уникальными электронными свойствами, может являться потенциальным ключевым элементом в таких измерительных приборах, как биосенсоры. Адсорбция определенных ионов или молекул на поверхность графена может изменять размер запрещенной зоны и тем самым усиливать фотолюминесценцию, что может быть эффективно использовано для создания биосенсоров. Целью исследования является определение селективности графена по отношению к атомам свинца. Для этого проводились расчеты энергии адсорбции свинца на поверхность графена методами теории функционала плотности (DFT) с использованием функционала BP86 и базис adef2-TZVP в программном пакете ORCA [Neese, 2012. V. 2. P. 73–78].

Поскольку добавление иона металла влияет на электронные свойства поверхности графена и всей системы, было смоделировано три варианта расположения иона адсорбата над графеном (рис. 1 [Nakada, Calculation for Adatom Adsorption on Graphene, 2011]). Расчеты проводились для модельных систем графена: 3 x 3 и 5 x 5 (число гексагональных колец в двух направлениях). Моделирование различных расположений иона адсорбата над графеном проводилось с полной и частичной оптимизацией геометрических параметров.

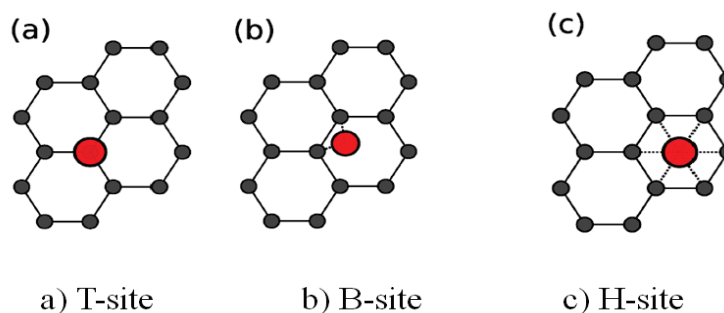


Рисунок 1. Варианты расположения иона адсорбата над графеном

Расчеты показали, что оптимальным расположением иона свинца над поверхностью графена является B-site – расположение иона свинца над серединой C-C связи. Исходя из того, что энергия адсорбции системы с  $Pb^{4+}$  больше энергии адсорбции системы с  $Pb^{2+}$ , следует, что комплекс (ион  $Pb^{4+}$  и графена) является более стабильным.

## ОБРАБОТКА ФАЗОВЫХ МНОГОЛУЧЕВЫХ ИЗМЕРЕНИЙ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ GNU RADIO

*Маркелов В.В.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Карпов А.В.*

В данной работе представлена реализация обработки фазовых многолучевых измерений в программной среде GNU Radio для получения ключевой последовательности. Получаемая ключевая последовательность может применяться для шифрования, что является решением проблемы защиты информации в информационных системах.

В Казанском федеральном университете был предложен ряд новых способов генерации и распределения ключей симметричных схем шифрования, которые основаны на использовании случайности траектории распространения радиоволн в многолучевой среде. Мобильная криптография – это криптографическая система, которая использует один из представленных способов. В таких системах случайной величиной, используемой для генерации ключа шифрования, является фаза принимаемого сигнала. Тожественность измерений фазы сигнала на обеих сторонах, обменивающихся информацией, обусловлена взаимностью прямого и обратного распространения радиоволн. Невозможность по-

лучения третьей копии ключа злоумышленниками обусловлена пространственно-временными корреляционными свойствами радиоканала.

Для обработки фазовых измерений в программной среде GNU Radio на языке программирования Python были разработаны блоки, реализующие следующие функции:

- отбор по амплитуде,
- корреляционный отбор,
- перевод данных в битовую последовательность.

В блоке отбора по амплитуде отбраковываются фазовые измерения, для которых амплитуда сигнала меньше порогового значения. В блоке корреляционного отбора рассчитывается коэффициент автокорреляции и отбраковываются фазовые измерения, для которых коэффициент автокорреляции выше порогового значения. В блоке перевода измерений в битовую последовательность производится равномерное квантование диапазона фазовых измерений и кодирование измерений последовательностью бит, соответствующей интервалу, в который попадают измерения.

Рассмотрим процесс обработки измерений и его влияние на скорость генерации ключевой последовательности на примере двух выборок, изменения которых в процессе обработки представлены в табл. 1.

Таблица 1

Количество измерений на этапах их обработки

№ выборки	Первоначальная выборка	Отбор по амплитуде	Корреляционный отбор	Перевод в битовую последовательность
1	17999	15174	11459	22918
2	19999	15369	1463	2926

Пороговый уровень для отбора по амплитуде был установлен на  $-80$  дБ. Пороговый уровень для корреляции устанавливался равным 0.3. Разрядность кодера измерений устанавливалась равной 2.

Наибольшее влияние на скорость генерации ключевой последовательности, как видно из табл. 1, оказывает процесс декорреляции выборки. Также влияние на скорость генерации ключа оказывает и разрядность кодера измерений. С увеличением разрядности  $m$  повышается скорость генерации ключа, но в то же время повышается вероятность рассогласования результатов кодирования измерений сторонами.

Кроме того, накопленная выборка фазовых измерений может иметь неравномерное распределение. Использование такой выборки для генерации ключей приведет к неудовлетворительным статистическим характеристикам ключей шифрования. Для получения качественной ключевой последовательности необходимо приводить выборку к равномерному виду.

Были разработаны блоки для обработки данных измерений и генерации из них ключевой последовательности в программной среде GNU Radio. С помощью этих блоков была проведена обработка двух наборов измерений и показано влияние этапов обработки измерений на скорость генерации ключа.

## СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ В ПРОГРАММЕ AUTODESKREVIT

*Маслова М.В.*

*Научный руководитель – ассистент Сапронов А.Е.*

В современном мире все подсчитывается и всему ведется учет. Особенно это касается денег и времени. Этими категориями измеряется эффективность во многих отраслях экономики, и строительная отрасль не исключение. Именно для повышения эффективности и была разработана технология BIM [Строительство.ru, 2017].

Информационное моделирование зданий (англ. Building Information Modeling, BIM), управление данными о здании (или иной строительной конструкции) на протяжении его (ее) жизненного цикла, BIM состоит в использовании средств архитектурно-строительного проектирования для создания единой информационной модели здания, над которой могут работать все команды, участвующие в разработке строительного проекта. Информационная модель здания содержит сведения о его гео-

метрии, пространственных отношениях, географическом расположении, свойствах материалов и т. п. [Информационное моделирование зданий, PLMPedia, 2004–2018].

Технологию информационного моделирования зданий обычно рассматривают в контексте нового проектирования. Однако уже построено так много, что используют эту технологию также для реконструкции и реставрации имеющихся зданий и сооружений. Попытки применения BIM к существующим объектам начались практически одновременно с широким внедрением информационного моделирования зданий [Талапов В. Применение BIM к существующим зданиям, 2010].

Целью работы является создание информационной модели здания кафедры астрономии и космической геодезии КФУ. Данная работа состоит из нескольких частей. Первая часть – это получение облака точек методом лазерного сканирования, обмерные чертежи. Вторая часть состоит в обработке полученных данных и получении информационной модели здания.

Облако точек получено с помощью сканирующего тахеометра TrimbleVX. Построение самой информационной модели здания происходило в программе AutodeskRevit.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТОМЕТРА HMC5883L НА ОСНОВЕ ARDUINO

*Махмудов С.Б.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Юсупов К.М.*

Решения на программном языке высокого уровня позволяют довольно быстро разработать электронный прибор для использования в научных экспериментах. Одним из таких решений является известный многим пакет Matlab. Matlab – это пакет прикладных программ для решения задач технического уровня. Для написания программ используется язык Matlab, похожий на Фортран (прим. автора). На данный момент пакетом Matlab пользуются более миллиона инженерных и научных работников и он является одним из самых удобных программ по обработке данных. Следующим решением является среда Arduino, а отладочной платой – Arduino Due. Среда Arduino с большим количеством готовых библиотек позволяет очень быстро и просто реализовать сложные проекты. Отладочная плата, в свою очередь, имеет на борту высокопроизводительный 32-разрядный ARM-процессор AT91SAM3X. Он обладает большим количеством интерфейсов, такими как SPI, I2C, USART. На отладочной плате также помещен ATmega16u2 для того, чтобы работать как COM-порт при подключении к компьютеру. Выбран этот микроконтроллер потому, что он может работать с трехосевым магнитометром HMC5883L, имеющим логический уровень напряжения 3.3 вольт.

В данной работе мне предстоит объединить возможности Matlab и Arduino. Matlab будет заниматься обработкой и визуализацией данных, а на Arduino мы сделаем программу, которая будет передавать данные с датчика на Matlab. Датчиком будет являться широко известный трехосевой магнитометр HMC5883L, который позволяет измерять магнитное поле Земли. В этой работе также покажем, как «подружить» библиотеки магнитометра и программы для подключения к MATLAB. Далее мы будем калибровать сам датчик, а затем, получая данные из трех осей датчика, построим сферу в программе Matlab.

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ (РЕКОМЕНДАЦИЙ) К ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА

*Михайлова А.В.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр. Ахмедшина Е.Н.*

Важнейшей составляющей модернизации системы образования выступает информатизация образовательного процесса на базе внедрения современных технологий в процесс обучения. Среди всех учебных дисциплин физика – наиболее поддающийся компьютеризации предмет. Уже давно информационные технологии применяют для изучения теоретического материала, тренинга, в качестве средства моделирования и визуализации, однако не раскрыт весь потенциал использования информационных технологий в процессе формирования практических знаний, умений, навыков при выполнении лабораторных работ.



Физический практикум является неотъемлемой частью курса. Качество большинства занятий по физике во многом зависит от того, насколько удачно подобран, подготовлен и проведен эксперимент во время учебных занятий. Немаловажную роль играют лабораторные работы, которые на практике помогают формировать накопленные ранее предварительные представления, пополняют и расширяют кругозор учащихся. Они зарождают правильные начальные представления о новых физических явлениях и процессах, раскрывают закономерности, знакомят с методами исследования, показывают устройство и действие приборов и установок, иллюстрируют техническое применения физических законов. Ученики учатся проводить наблюдения, работать с физическими приборами, самостоятельно приходят к пониманию значимости физического знания в жизни человека и развития общества.

Однако не всегда лабораторному практикуму уделяется достаточного внимания. Это связано с несколькими проблемами:

1) проблемы с лабораторным оборудованием. Причин тому может быть несколько – это и недостаточное финансирование учебных заведений, и отсутствие современных приборов;

2) неумение учеников работать самостоятельно;

3) пониженный уровень познавательной активности учащихся.

Сегодня большинство учебных заведений стараются применять инновационные технологии в образовательной среде, в том числе виртуальные лабораторные работы, поскольку это дает возможность обойтись без дорогостоящего оборудования и позволяет воссоздать практически любую реальную физическую модель. Однако так как большинство виртуальных лабораторных работ является моделью, она не всегда отражает конкретные свойства исследуемого явления или объекта.

На основе проведенного в данной работе анализа основных принципов и требований, предъявляемых к техническому обеспечению, проведению и выполнению лабораторных работ, а также требования к ЗУН по физике, которыми должны овладеть учащиеся, удалось разработать ряд методических видео-рекомендаций к выполнению лабораторного практикума по оптике и молекулярной физике, устранив ряд недостатков виртуальных лабораторных работ, а именно сделать виртуальный эксперимент максимально реалистичным.

Разработанный видеоматериал содержит методические указания к лабораторным работам, наглядное представление изучаемых физических законов и явлений. Это может быть полезным при подготовке к лабораторным занятиям с реальным оборудованием и окажется незаменимым при его отсутствии. Интерактивные опыты можно использовать для демонстрации на занятиях. Это позволит решить вопросы, связанные с недостатком лабораторного оборудования, оптимально организовать рабочее время. Также будет эффективным использование интерактивных лабораторных работ при самостоятельной работе учащихся.

## **СРАВНЕНИЕ НАНОСТРУКТУР, СФОРМИРОВАННЫХ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПАРОВ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ПЛЕНОК ОЛИГОПЕПТИДОВ**

*Морозова А.С.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Бухараев А.А.*

Интерес к биосовместимым материалам на основе короткоцепных олигопептидов обусловлен их уникальными свойствами и потенциальными преимуществами для использования в различных технологиях [E. Busseron, Y. Ruff, E. Moulin, N. Giuseppone, 2013, V. 5. P. 7098; I.W. Hamley, 2014. V. 53. P. 6866; H. Ma, J. Fei, Q. Li, J. Li, 2015. V. 11. P. 1787]. Главной особенностью олигопептидов, вызвавшей большой интерес, является их способность к самоорганизации с образованием разнообразных структур: наночастиц, нановолокон, наностержней, нанопроводов, нанотрубок, наносфер, нанопузырьков и т. д. [Guo C., Luo Y., Zhou R., Wei G., 2014. P. 2800; Smith A.M., Banwell E.F., Edwards W.R., Pandya M.J., Woolfson D.N., 2006. P. 1022]. Такие наноструктуры находят практическое применение в оптике, в системах для хранения и преобразования энергии, при изготовлении биосенсоров. Глицин входит в состав многих белков и биологически активных соединений. Благодаря своей биосовместимости наноструктуры на основе олигопептидов применяются в здравоохранении [Kim S., Kim J.H., Lee J.S., Park C.B., 2015. С. 3623]. В организме человека используется в качестве источника энергии и участвует в синтезе глюкозы, играет важную роль в функционировании мозга [Akram M., Altaf M., Kabir-ud-Din, 2011. С. 217]. Исследования свойств олигопептидов на основе глицина пред-

ставляют большой интерес в связи с возможностью его использования при производстве биологически активных и лекарственных препаратов.

В настоящей работе методом атомно-силовой микроскопии исследована самоорганизация ди- и трипептида глицил-глицин (GG) и глицил-глицил-глицин (GGG) в пленке под действием паров органических соединений (спирты, азотсодержащие и хлорпроизводные соединения) и воды. Исследования проводили на микроскопе Solver P47Pro (НТ-МДТ, Россия) с помощью стандартных кантилеверов NSG11.

Установлено, что в зависимости от природы воздействующего парообразного соединения на поверхности пленок ди- и трипептида глицина формируются слоистые нанокристаллы, нанокристаллы, собранные из волокон, а также наносферы. Полученные результаты могут быть полезными для разработки методики управляемой самоорганизации короткоцепных олигопептидов под действием парообразных соединений.

## УСТРОЙСТВО ХРАНЕНИЯ И ШИФРОВАНИЯ ПАРОЛЕЙ

*Муртазина Л.Ш.*

*Научные руководители – канд. физ.-мат. наук, доцент Рябченко Е.Ю.; ассистент Данилов Е.В.*

В современном мире доступ ко многим ресурсам возможен только после регистрации и получения логина и пароля, таким образом, пользователю необходимо помнить данные множества аккаунтов. Надежность пароля зависит от его длины, но при увеличении длины пароля возрастает сложность его запоминания. Решением может стать использование специального хранилища, защищенного мастер-паролем.

Существует большое количество различных программных решений для хранения паролей, недостатками которых являются, например, необходимость установки дополнительного программного обеспечения, доступность базы данных после ввода мастер-пароля, в том числе для вредоносного программного обеспечения, использование облачных технологий. Некоторые из этих недостатков можно обойти с помощью аппаратного менеджера паролей – устройства, позволяющего хранить в защищенном виде и вводить логины/пароли без установки какого-либо дополнительного программного обеспечения. На данный момент функции аппаратного менеджера паролей частично реализованы в зашифрованных накопителях и устройствах с биометрической идентификацией, хранящих зашифрованные файлы, программных менеджерах паролей с аппаратным ключом-токеном, представляющих доступ к соответствующему программному обеспечению, устройствах для ввода и генерации нескольких паролей. Целью работы является реализация устройства хранения и шифрования паролей с обеспечением таких опций, как генерация паролей и их ввод.

Основой разработанного устройства является микроконтроллер STM32F415 (со встроенными аппаратными средствами шифрования и генератором шума), который зашифровывает и расшифровывает базу данных с паролями. С помощью интерфейса USB реализуются классы HID и MSD, HID для ввода логина и пароля, MSD для хранения базы данных и возможности доступа к ней с компьютера. Для ввода мастер-пароля и навигации по базе паролей используется устройство ввода – сенсорная клавиатура. Для отображения базы паролей используется устройство индикации – OLED-дисплей. Для хранения файла с зашифрованной базой данных используется внешнее запоминающее устройство – SPI-флеш-накопитель.

В качестве формата хранения базы данных был выбран KeePass – кроссплатформенная свободная программа для хранения паролей, использующая алгоритм шифрования AES. Преимуществами данной программы являются удобство использования и надежность, открытый исходный код, хранение базы данных в виде файла относительно небольшого объема с разрешением kdbx, наличие портативной версии, не требующей установки.

Доступ к функциям устройства происходит только после введения мастер-пароля. В случае введения неверного пароля более трех раз устройство блокируется. После расшифровки базы появляется возможность просматривать записи, содержащие такие поля, как логин, пароль, URL и заметки, а также переводить устройство в режим HID-клавиатуры для ввода полей выбранной записи. Дополнительно существует режим генерации паролей заданной длины и ввода этого пароля в режиме HID-клавиатуры. Для удобства загрузки и защиты программного кода используется бутлоадер, ранее разработанный для микроконтроллеров семейства STM32F4xx [Итоговая научно-образовательная конференция студентов КФУ, сборник тезисов, 2016. Т. 1. С. 221].

## РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПА СООТВЕТСТВУЮЩИХ СОСТОЯНИЙ В ПРОСТЫХ ЖИДКОСТЯХ<sup>1</sup>

*Мусабилова А.Р.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, зав. кафедрой Мокшин А.В.*

В настоящей работе изучается проявление «универсальности» микроскопических структурных особенностей жидкостей одного и того же типа в идентичных равновесных термодинамических состояниях. Актуальность обуславливается тем, что результаты проверки проявления такой «универсальности» публиковались во многих работах на основе теоретических и молекулярно-динамических исследований [Huijben, 1979. V. A35. P. 431; Matsuda, 1991, J. Phys.: Condens. Matter. V. 3. P. 827; Schirmacher, 2011, Phys. J. Special Topics. V. 196. P. 3]. Тем не менее наиболее важным аргументом корректности этих рассуждений и выводов являются экспериментальные данные, на основе которых и построено данное исследование.

В настоящей работе на основе экспериментальных данных по рентгеновской дифракции и спектроскопии показано, что микроскопические структуры для группы жидких щелочных металлов приводятся к общему, единому виду через масштабированные преобразования. Такое возможно в случае, когда в качестве масштабных единиц выступают эффективный размер атома [Balucani, Phys. Rev. B, 1993. V. B 47. P. 3011], характерный временной масштаб теплового пробега частицы [Mokshin, J. Chem. Phys., 2004. V. 121. P. 7341], а также параметры линии фазового разделения «жидкость-кристалл» [Мокшин, Письма в ЖЭТФ, 2017. V. 106. P. 343].

В работе представлены результаты сравнительного анализа экспериментальных данных для структурных характеристик жидких щелочных металлов (*Li, Na, K, Rb, Cs*) вблизи их температур плавления. С помощью масштабных соотношений и экспериментальных данных по дифракции рентгеновских лучей для радиальной функции распределения  $g(r)$  и статического структурного фактора  $S(k)$  показано, что все элементы группы щелочных металлов описываются едиными  $r$ - и  $k$ -зависимостями (рис. 1).

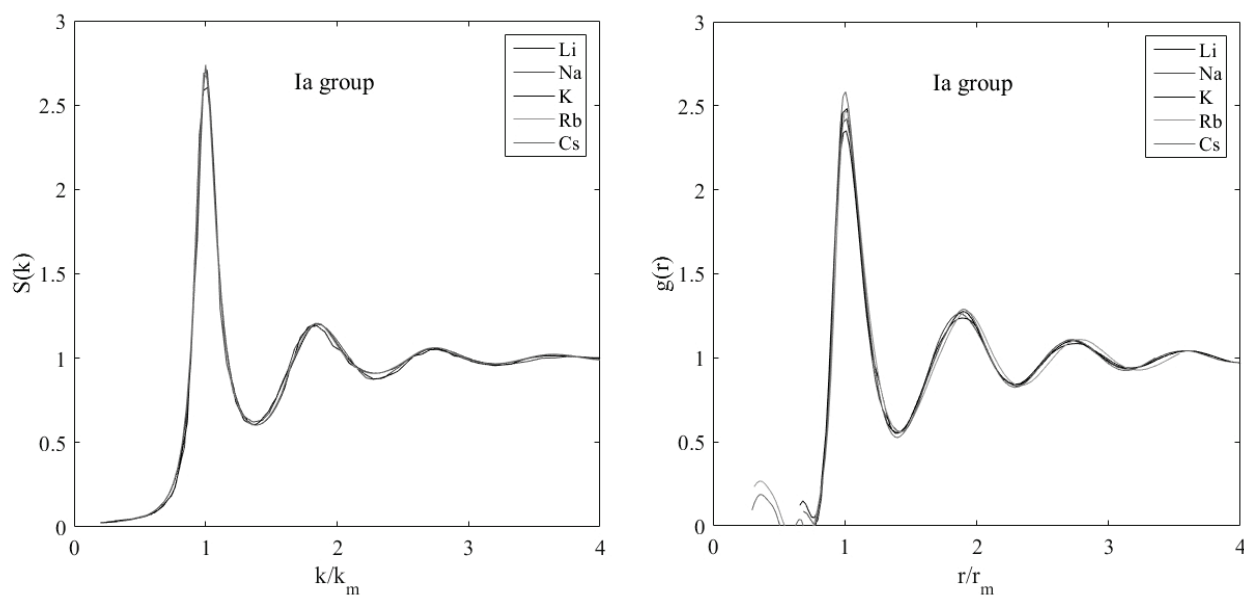


Рисунок 1. Статический структурный фактор  $S(k)$  и радиальное распределение частиц  $g(r)$  в жидких щелочных металлах как функции приведенного волнового числа  $k/k_m$  и приведенного расстояния  $r/r_m$  соответственно

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ МД–5792.2016.2 и РФФИ в рамках научного проекта № 18-32-00021.

## СТАТИНЫ И ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С МОДЕЛЬНОЙ КЛЕТОЧНОЙ МЕМБРАНОЙ ПО ДАННЫМ СПЕКТРОСКОПИИ ЯДЕРНОГО МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА

*Мусабилова Г.С.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Галиуллина Л.Ф.*

Цель работы – изучить расположение правастатина, симвастатина, флувастатина и церивастатина в молекулярных комплексах с модельными клеточными мембранами на основе додецилфосфохолина, а также расчет средних межатомных расстояний между атомами статинов и мицелл.

В качестве метода исследования была выбрана спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР). ЯМР спектроскопия ядерного эффекта Оверхаузера (NOESY) является одним из самых эффективных методов в изучении межмолекулярных взаимодействий, в частности при исследованиях лекарственных препаратов. С помощью NOESY спектроскопии можно получить информацию о пространственной структуре молекулярного комплекса, а также о фрагментах молекул, ответственных за эффективное взаимодействие, приводящее к образованию комплекса. Все ЯМР эксперименты были выполнены на спектрометре Bruker Avance II 500, оборудованном 5 мм z-градиентным инверсным датчиком с программным обеспечением TOPSPIN. Расчет межатомных расстояний проводился с точностью до 0,1Å.

На основании ЯМР NOESY экспериментов было определено расположение правастатина, симвастатина, флувастатина и церивастатина в молекулярных комплексах с модельными клеточными мембранами на основе додецилфосфохолина, а также рассчитаны средние межатомные расстояния между атомами статинов и мицелл. Правастатин слабо связывается с полярной поверхностью модельной мембраны, в то время как симвастатин проникает в пространство между углеводородными цепями мицеллы. Флувастатин взаимодействует, главным образом, с модельными мембранами путем проникновения его ароматических фрагментов в поверхность мицеллы. Церивастатин имеет уникальное расположение в модельной мембране. Он расположен глубоко в гидрофобном ядре мицеллы близко к концевой метиленовой группе.

Показано, что даже незначительные различия в химической структуре статинов приводят к различным характерам их взаимодействия с модельными мембранами. Эти различия могут объяснить особенности фармакологических свойств этих соединений.

## ДЕТЕКТОРЫ МЯГКОГО ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТВЕРДОТЕЛЬНЫХ КРЕМНИЕВЫХ ФОТОЭЛЕКТРОННЫХ УМНОЖИТЕЛЕЙ

*Мусин А.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Дулов Е.Н.*

Твердотельные фотоэлектронные умножители (ФЭУ) – быстро развивающийся класс фотодетекторов на основе упорядоченного набора р-п переходов. Их основными преимуществами являются малые габариты и нечувствительность к внешнему магнитному полю.

В данной работе реализован экспериментальный детектор для регистрации фотонов мёссбауэровского диапазона (до 100 кэВ). Он состоит из фильтра питания по постоянному напряжению, кремниевого ФЭУ компании SensL[C-Series Datasheet, 2014. С. 1–19] со сцинтиллятором NaI(Tl) и двух каскадов операционных усилителей: зарядочувствительный усилитель и усилитель по напряжению.

Получен отклик от изотопа Sm-151 (22кэВ) на осциллографе при различных напряжениях (25–28 В). Лавинное усиление возникает при 25.2 В, от 26 В отношение сигнал-шум резко ухудшается.

## СОЗДАНИЕ МЕТОДИЧЕСКОГО ПОСОБИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ ПО ТЕМЕ «ПРОВЕРКА ТЕОРЕМЫ ОБ ИЗМЕНЕНИИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ»

*Мустафина Д.И.*

*Научный руководитель – ассистент Хакимзянова Э.И.*

В работе была составлена методическая разработка урока в разделе «Механика» по теме «Проверка теоремы об изменении механической энергии» предназначенная для проведения лабораторной работы по заданной теме со школьниками 9 класса в разделе «Физика». Для получения достоверных результатов в лабораторной работе были заданы данные цели: 1) изучить закон сохранения энергии; 2) научиться рассчитывать потенциальную и кинетическую энергию тела; давать трактовку различию получаемых экспериментальных результатов; оценивать критерий достоверности полученных экспериментальных результатов; 3) убедиться в справедливости закона сохранения механической энергии. По плану методического пособия, а также проведения лабораторной работы учащиеся экспериментальным путем доказывают закон сохранения механической энергии. При проведении данной лабораторной работы необходимо предоставить: установку для проверки закона сохранения механической энергии, шарик, линейку, листы белой и копировальной бумаги.

Благодаря данному пособию и проведению лабораторной работы учащиеся, используя данные формулы  $W_n = mgh$  для потенциальной энергии шарика и  $W_k = \frac{mgL^2}{4H}$  для кинетической энергии шарика и сравнивая их в завершении, получают экспериментальное подтверждение закону сохранения механической энергии. Помимо основной задачи данной лабораторной работы учащиеся с помощью неравенства  $|W_n - W_k| < \sqrt{D W_n^2 + D W_k^2}$  вычисляют достоверность эксперимента.

## СУПЕРСВЕРХТОНКИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ИОННЫХ КРИСТАЛЛАХ С НЕЗАПОЛНЕННЫМИ 3D ОБОЛОЧКАМИ

*Мягков А.Е.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, доцент Анিকেенок О.А.*

Целью настоящей работы является интерпретация экспериментальных данных по ЯМР в недопированном кристалле  $\text{LaMnO}_3$  из первых принципов.

Кристалл  $\text{LaMnO}_3$  – антиферромагнетик с температурой Нееля  $T_N = 140$  К. В плоскостях ионов Mn упорядочение спинов является ферромагнитным, между плоскостями – антиферромагнитным. Имеются 2 типа ионов O.  $O_1$  находится между плоскостями,  $O_2$  – в плоскости. Ионы кислорода в нулевом приближении имеют заполненные оболочки. Механизмы возникновения локальных магнитных полей на ядрах диамагнитных ионов рассмотрены в работе [Phys. Rev. B, 2009. V. 80. P. 174110], что в частном случае приводит к сдвигу линии ЯМР.

Интегралы перекрывания орбиталей ионов  $\text{Mn}^{3+}$  и  $\text{O}^{2-}$  достаточно малы. Для иона  $\text{Mn}^{3+}$  в кристалле выполняется правило Гунда, поэтому естественно проводить вычисления на термах рассматриваемых конфигураций. Координаты ионов элементарной ячейки  $\text{LaMnO}_3$  брались согласно работе [Phys. Rev. B, 1998. V. 57. P. R3189]. Функции Хартри – Фока электронов кластера  $\text{MnO}_6$  из работ [Phys. Rev., 1964. V. 133. P. A419; Atomic Data and Nuclear Data Tables, 1977. V. 14. P. 177]. Гамильтониан выделенного иона записывается в соответствии с методом вторичного квантования, разработанным в [ФТТ, 2003. Т. 45. В. 5. С. 812; Phys. Rev. B, 2009. V. 80. P. 174110]. Взаимодействия в кластере  $\text{MnO}_6$  записываются точно. Остальная кристаллическая решетка учитывается в ионном приближении. Гамильтониан можно переписать в виде разложения по сферическим функциям с коэффициентами  $B_q^k$ , называемым параметрами кристаллического поля (ПКП).

В работе было рассмотрено взаимодействие электронов иона  $\text{Mn}^{3+}$  с бесконечной кристаллической решеткой в ионном приближении, кинетическая энергия и кулоновское взаимодействие электронов кластера  $\text{MnO}_6$ . С учетом этих взаимодействий ПКП были вычислены энергии расщепления между дублетом и триплетом  $\Delta_{CF} = 1.61$  эВ, дублета  $\Delta_{\Gamma_3} = 0.82$  эВ и триплета  $\Delta_{\Gamma_5} = 0.05$  эВ. Полученные

значения согласуются с экспериментальными значениями  $\Delta_{CF} \approx 1.5$  эВ,  $\Delta_{\Gamma_3} \approx 1$  эВ, взятыми из работ [Phys. Rev. B, 1998. V. 58. P. 16093] и [Phys. Rev. Lett., 1996. V. 76. P. 4215] соответственно.

В кристалле  $\text{LaMnO}_3$  можно ввести систему координат так, что ближайшее окружение иона  $\text{Mn}^{3+}$  образует слабо искаженный октаэдр, а оси координат совпадают с его осями четвертого порядка. В этой системе координат запишем основное состояние как суперпозицию состояний дублета  $\Gamma_3$ :

$$|\Psi\rangle = c_1 |D, 0\rangle + c_2 (\sqrt{2})^{-1} (|D, 2\rangle + |D, -2\rangle). \quad (1)$$

Был получен оператор ковалентного вклада в процесс сверхтонкого взаимодействия (СТВ)  $V_1$  на лигандах, действующий в пространстве основного состояния центрального иона. Также получены выражения для вычисления параметров ковалентности.

Значение изотропной части тензора СТВ получается усреднением оператора  $V_1$  на основном состоянии иона  $\text{Mn}^{3+}$  (1). Для констант СТВ ионов  $O_1$  и  $O_2$  с учётом взаимного расположения с ближайшими ионами Mn можно написать следующие выражения:

$$A(O_1) = A(O_1, \text{Mn}_2) + A(O_1, \text{Mn}_3), \quad A(O_2) = A(O_2, \text{Mn}_1) + A(O_2, \text{Mn}_3) \quad (2)$$

Сдвиги ЯМР подчиняются закону Кюри-Вейса с температурами  $\theta_1 = -15\text{K}$ ,  $\theta_2 = 23\text{K}$ , которые экспериментально определялись в [Phys. Rev. B, 2013, V. 87, P. 125142]:

$$A_s(T) = g\beta H A S(S+1) [3k(T-\theta)]^{-1} \quad (3)$$

Значения сдвигов  $A_s$  были рассчитаны при температуре  $T=305\text{K}$ .  $A_s(O_1, T) = 0.59\text{МГц}$ ,  $A_s(O_2, T) = 1.09\text{МГц}$ . Параметры  $c_1 = 0.915425$ ,  $c_2 = 0.402489$  подобраны из наилучшего согласия с экспериментом. Экспериментальные значения  $A_s^{\text{exp}}(O_1, T) = 1\text{МГц}$ ,  $A_s^{\text{exp}}(O_2, T) = 2.4\text{МГц}$  были взяты из работы [Phys. Rev. B, 2013, V. 87, P. 125142].

## МИКРОСКОПИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ РЕЛАКСАЦИИ ЛЬДА $I_h$

*Насыбуллин А.И.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Хамзин А.А.*

Материалы с водородными связями привлекают внимание в технике своими изоляционными свойствами. Они могут быть использованы при эксплуатации изоляции в экстремальных условиях (высокие напряженности поля, высокие частоты и температуры). Возникает необходимость глубокого исследования механизма диэлектрической релаксации в кристаллах с протонной проводимостью. Образцовым материалом может служить монокристаллический лед, в котором релаксация протонов по водородным связям происходит как миграция дефектов структуры.

В работе [Johari and Walley, J. Chem. Phys., 1981. V. 75. P. 1333] было обнаружено два температурных кроссовера для времени диэлектрической релаксации гексагонального льда.

В ходе работы была построена микроскопическая модель диэлектрической релаксации гексагонального льда, учитывающая процессы захвата протонов в ловушки, сформированные ориентационными и другими дефектами структуры льда. Показано, что протоны совершают субдиффузионное движение, обусловленное наличием локализованных состояний (ловушек). Получено выражение для среднего квадратичного смещения протонов в рамках модели multiple trapping model при слабом и сильном заполнении ловушек. Получено общее выражение для комплексной диэлектрической проницаемости льда с учетом захвата протонов в ловушки, содержащее структурные микроскопические параметры системы.

Найдено приближенное выражение для характерного времени релаксации льда при низких температурах, описывающее характерные черты температурной зависимости времени релаксации – изменение наклона при высоких и низких температурах. Проведено сравнение полученного выражения для характерного времени релаксации с экспериментом (рис. 1). Получены оценки характерных температур, при которых происходит изменение наклона времени релаксации в логарифмическом масштабе в зависимости от обратной температуры. Получены оценки энергий активации дефектов и оценки микроскопических параметров структурного беспорядка системы.

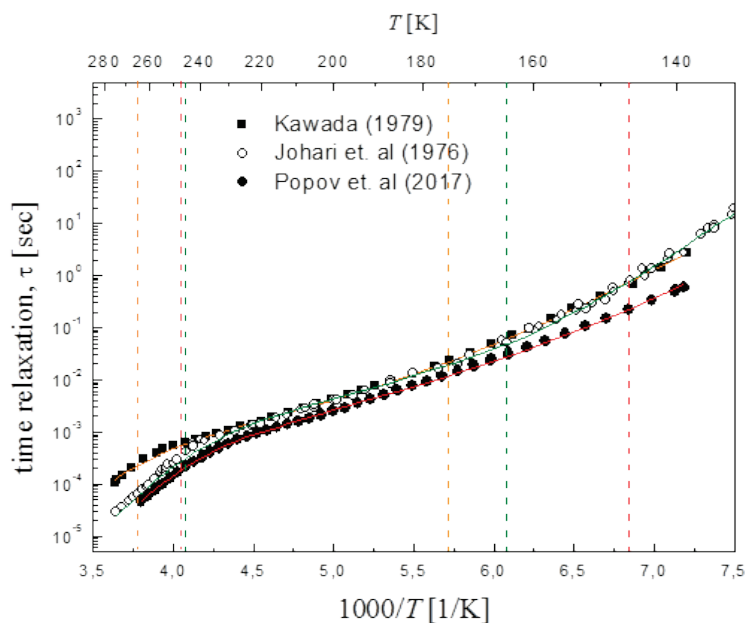


Рисунок 3. Результаты процедуры подгонки экспериментальных данных для времени релаксации льда

## СРАВНЕНИЕ ВНУТРЕННЕЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ НИЗКО- И ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИК-ФУРЬЕ-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОГО МЕТОДА КОНФОРМАЦИОННЫХ ЗОНДОВ

*Наумова С.Н.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Камалова Д.И.*

Полиэтиленгликоли широко применяются в химической, фармацевтической, пищевой промышленности в качестве пластификатора. Кроме того полиэтиленгликоль со средней молекулярной массой используется как компонент твердого полимерного электролита в литий-полимерных топливных элементах. Поскольку электрическая ионная проводимость в таких полиэлектролитах связана со структурой и динамикой компонентов, входящих в состав полиэлектролита, необходимо знание свойств и структуры этих компонентов, в частности полиэтиленгликолей.

Помещая конформационно-неоднородное соединение в какие-либо среды и исследуя его внутреннее вращение, можно учесть влияние среды на термодинамические параметры конформационных равновесий, которые характеризуют энергетическую сторону межмолекулярных взаимодействий. Влияние среды на конформационное равновесие следует рассматривать как результат разного типа взаимодействий молекул растворенного вещества со своим окружением. Эффекты среды на равновесие, отслеживаемые по интенсивностям полос поглощения двух конформеров, обычно интерпретируются как сумма межмолекулярных взаимодействий притяжения и отталкивания между молекулами растворенного вещества и среды.

В данной работе методом ИК-фурье спектроскопии исследуется конформационное поведение 1,2-дихлорэтана и 1,1,2,2-тетрабромэтана в полиэтиленгликолях разной молекулярной массы ПЭГ 200, ПЭГ 400, ПЭГ 600 и ПЭГ 10 000 фирмы Sigma-Aldrich, а также влияние полиэтиленгликолей как среды на разность энтальпий конформаций.

Для определения параметров конформационных равновесий молекул 1,2-дихлорэтана и 1,1,2,2-тетрабромэтана, введенных в исследуемые полиэтиленгликоли, были получены ИК-Фурье-спектры этих систем при разных температурах в интервале 300–100 К. В качестве аналитических конформационно-чувствительных использовали полосы поглощения 654 (*gou*) and 710 (*транс*)  $\text{см}^{-1}$  для 1,2-дихлорэтана and 616 (*gou*) and 638 (*транс*)  $\text{см}^{-1}$  для 1,1,2,2-тетрабромэтана.

Построены графики температурных зависимостей логарифма отношения интенсивностей конформационно-чувствительных ИК-полос поглощения исследованных конформационно-неоднородных соединений в полиэтиленгликолях с молекулярными массами 200, 400, 600 и 10 000. Эти зависимости отражают различие в конформационном поведении этанозамещенных соединений

в полиэтиленгликолях разной структуры. Определены разности энтальпий конформаций молекул 1,2-дихлорэтана и 1,1,2,2-тетрабромэтана в полиэтиленгликолях ПЭГ 200, ПЭГ 400, ПЭГ 600 и сравнены с соответствующими величинами для полиэтиленгликоля с массой 10 000.

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ОСЛАБЛЕНИЯ ПОМЕХ ПРИ ПРИЕМЕ СИГНАЛА С ЛЧМ**

*Нестерова А.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Колчев А.А.*

Обработка сигнала с ЛЧМ в приемнике состоит в умножении на сигнал гетеродина, являющийся копией излучаемого сигнала и анализа спектра сигнала разностной частоты. Поскольку сигнал с ЛЧМ является широкополосным, появляется возможность дополнительно ослаблять при его приеме сосредоточенные по спектру помехи путем их «обеления» или режекции.

Цель работы: построение модели обработки ЛЧМ-сигнала и исследование эффективности алгоритмов ослабления сосредоточенных помех.

Решаемые задачи: рассмотреть методики обеления и режекции сосредоточенных по спектру помех, построить математические модели процедур ослабления помех и провести моделирование при различных отношениях сигнал/шум, применить методы ослабления помех к сигналу с выхода приемника, провести анализ полученных результатов.

Задачи решались путем моделирования обработки сигналов в программе Mathcad. Кроме того, анализировался сигнал, полученный в городе Йошкар-Ола на базе цифрового приемника Perseus.

Построена математическая модель, реализующая схему обработки в приемнике сигнала с ЛЧМ, а также модели процедур обеления и режекции. Путем моделирования проведено исследование эффективности процедур обеления и режекции при подавлении сосредоточенных по спектру помех. Моделирование проведено при различных отношениях сигнала / шум.

Составлена программа для исследования эффективности применения алгоритмов режекции и обеления при обработке данных с выхода цифрового приемника Perseus. Проведена обработка экспериментальных данных, подтвердившая результаты модельных исследований.

Получены следующие результаты:

1. Установлено, что при данных алгоритмах обработки при режекции сигнала выигрыш в отношении сигнал/шум больше, чем при обелении. Выигрыш в отношении сигнал/шум на выходе приемника из-за ослабления помех начинается с некоторого порогового значения.

2. Процедура режекции приводит к увеличению отношения S/N от 21 дБ, а процедура обеления – от 19 дБ. В среднем, процедура режекции обеспечивает выигрыш на 1 дБ больше, чем процедура обеления. При отношении S/N равном 10 дБ режекция сосредоточенной помехи обеспечивает выигрыш в 10,5 дБ.

3. При обработке экспериментальных данных выигрыш в отношении сигнал/шум из-за ослабления сосредоточенных помех составил от 5,4 дБ до 13 дБ.

## **РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ТЕЛЕСКОПОМ РТТ150**

*Нотфуллин К.М.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Гумеров Р.И.*

В настоящее время система управления телескопа РТТ150 основана на применении двухуровневого управления: управление основными механизмами и приборами телескопа в режиме реального времени на основе промышленного компьютера и реализации удобного интерфейса наблюдателя на Windows-платформе. Со временем и в процессе работы на телескопе возникла потребность в модернизации отдельных узлов, а затем и всего комплекса устройств системы управления телескопом. Это связано и с устаревшими платформами Windows-XP, и с устареванием управляющих слотов в промышленном компьютере, и с желанием существенно сократить число линий связи, проходящих через токопереходы из-за участившихся их обрывов. На основе микроконтроллеров было решено разработать блок-позиционирование, который состоит из модуля тактирования, модуля управляющих



сигналов (МУС), модуля отчета координат (МОК), датчика угла поворота (ДУП) и модуля угла поворота (МУП). В моей выпускной работе необходимо разработать приложения для модуля управляющих сигналов, модуля отчета координат, модуля угла поворота и имитировать датчик угла поворота. Коротко о модулях:

1. МУС – модуль управляющих сигналов. Выполнен на микроконтроллере ADuCM360, который имеет SPI интерфейс и обладает 12-битным цифро-аналоговым преобразователем (ЦАП). Формирует аналоговый сигнал для управления двигателями поворота телескопа. В зависимости от текущего значения угла поворота задает режимы разгона и торможения.

2. МОК – модуль отчета координат. Здесь используется микроконтроллер ATmega128 на отладочной плате ASmegaM. Его задача состоит в преобразовании данных, приходящих от датчика угла поворота в виде кода Грея и передачи в модуль угла поворота. Он предназначен для сокращения числа линий связи (проводов) ДУП.

3. МУП – модуль угла поворота. Центральный модуль управления приводами. Используется микроконтроллер SAM7X, так как этот микроконтроллер обладает высоким быстродействием. Его функции – получение данных об углах поворота от МОК, заданных углах от клиента и передача данных в МУС. Также он тактируется от модуля тактирования, поэтому он должен успевать делать обработку между тактами.

4. ДУП – датчик угла поворота. Предполагается, что датчиком служит энкодер. В моей работе «энкодером» будет служить точно такая же плата, как и в МОК, ASmegaM. Его задача – имитировать работу энкодера, выдавая значения в коде Грея.

В итоге, возникает необходимость в создании качественного программного кода, без которого не получится создать отлаженную работу телескопа.

## СТРУКТУРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ФАКТОРА RbFA ПАТОГЕННОЙ БАКТЕРИИ STAPHYLOCOCCUS AUREUS МЕТОДАМИ СПЕКТРОСКОПИИ ЯМР ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ<sup>1</sup>

*Нуруллина Л.И.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, вед. науч. сотр. Усачев К.С.*

*Staphylococcus aureus* является одним из основных патогенов, который приобретает все большее значение из-за высокой устойчивости к антибиотикам [Lowy, F.D., N. Engl. J. Med., 1998. V. 339. P. 520–523]. Название вида *S.aureus* связано с тем, что колонии часто имеют золотистый цвет при выращивании на твердых средах. Белоксинтезирующий аппарат клетки: рибосома и работающие с ней белковые факторы – часто являются мишенью действия антимикробных веществ. Решение структуры белковых факторов и понимание процессов взаимодействия их с рибосомой позволит в дальнейшем произвести создание новых лекарственных препаратов. Развитие современных физических методов изучения трехмерной структуры молекул, таких как рентгеноструктурный анализ, криоэлектронная микроскопия и ядерный магнитный резонанс, позволило подойти к пониманию механизмов, протекающих в живых системах на молекулярном уровне. Одним из наиболее наглядных примеров прорыва науки последнего времени в этой области является создание антибиотиков, действующих против рибосом и белоксинтезирующего аппарата клеток. В течение последнего десятилетия благодаря анализу структур рибосом из грамотрицательных бактерий и их комплексов с различными антибиотиками были установлены их механизмы действия и показаны пути бактериальной резистентности.

RbfA (связывающий рибосому фактор А) – это адаптивный белок холодного шока, что важно для роста бактерий при низких температурах. RbfA может связываться со свободной 30S рибосомной субъединицей. Может взаимодействовать с 5'-концевой спиралью (спираль I) 16S рРНК. RbfA имеет важное значение для эффективной обработки 16S рРНК и для созревания (сборки) 30S рибосомных субъединиц [Yuanpeng, J.H., J. Mol. Biol., 2003, 327. P. 521–536]. Решение структуры данного белкового фактора и его комплекса с рибосомой методами ЯМР спектроскопии, рентгеноструктурного анализа и криоэлектронной микроскопии позволит в дальнейшем разработать высокоселективные вещества для замедления или полного прекращения трансляции патогенной бактерии *Staphylococcus aureus*, которые будут препятствовать синтезу и выделению его факторов патогенности.

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-34-00375.

В данной работы нами были найдены и оптимизированы подходящие условия экспрессии меченого по изотопам  $^{13}\text{C}$ ,  $^{15}\text{N}$  белка RbfA для исследования методом спектроскопии ЯМР. Выполнены многомерные эксперименты по спектроскопии ЯМР и проведено отнесение сигналов ядер  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  и  $^{15}\text{N}$  основной цепи белка. На основе экспериментальных данных о химических сдвигах были рассчитаны значения двугранных углов основной цепи. По индексу химического сдвига и карте Рамачандрана определено положение элементов с вторичной структурой. Топология белка RbfA в растворе представлена в виде  $\alpha 1\text{-}\beta 1\text{-}\beta 2\text{-}\alpha 2\text{-}\alpha 3\text{-}\beta 3$  структуры. Полученные результаты дают возможность перейти к этапу решения структуры данного белка методами спектроскопии ЯМР.

## РЕАЛИЗАЦИЯ GPS-ТРЕКЕРА НА ОСНОВЕ ARDUINO

*Оспенников И.В.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Юсупов К.М.*

GPS-трекер (также GPS-контроллер) – это устройство приема-передачи данных для спутникового контроля различных объектов, использующее GPS для точного определения местонахождения объекта. GPS-трекер фиксирует данные о местоположении и с регулярными интервалами передает их посредством радиосвязи, GPRS- или GSM-соединения, спутникового модема на серверный центр контроля или просто компьютер со специальным программным обеспечением. Пользователь трекера, либо диспетчер, ведущий контроль за объектом, может подключиться к серверу системы, используя программу-клиент либо web-интерфейс. Система отображает местонахождение объекта и историю его перемещения на карте.

Реализация GPS-трекера была произведена на отладочной плате Arduino Iskra Neo. Iskra Neo – платформа для разработки с микроконтроллером ATmega32U4. Она является эквивалентом итальянской Arduino Leonardo, но производится в России. В состав платы входит: 20 цифровых входов/выходов, кварцевый резонатор на 16 МГц, разъем микро-USB, разъем питания, разъем для внутрисхемного программирования ICSP и кнопка сброса. Сердцем платформы Iskra Neo является 8-битный микроконтроллер семейства AVR – ATmega32U4. Он предоставляет в распоряжение 32 КБ флеш-памяти для хранения прошивки, 2.5 КБ оперативной памяти SRAM и 1 КБ энергонезависимой памяти EEPROM для хранения данных. Arduino IDE – это программная среда разработки, предназначенная для программирования одноименной платы. Интерфейс сравнительно простой в освоении, его основой является язык C++, поэтому освоить инструментарий могут даже начинающие программисты.

В данной работе был подготовлен алгоритм реализации GPS-трекера. Использовалась среда программирования Arduino IDE, позволяющая использовать язык программирования C++. В устройство разработанного GPS-трекера входит: отладочная плата Iskra Neo, плата расширения Тройка Slot Shield, приемник GPS/GLONASS и SD картридер. GPS-трекер принимает данные со спутника GLONASS, такие как долгота, широта, дата и время, а затем передает их с помощью картридера на microSD-накопитель. Эти данные могут импортироваться с помощью набора приложений Google Maps.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ МАКРОМОЛЕКУЛ

*Островская И.К.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Фаткуллин Н.Ф.*

Полимерная макромолекула представляет собой совокупность большого числа звеньев, связанных химическими или координационными связями. Как правило, при изучении динамических характеристик полимерных цепей рассматривают усредненное поведение сегментов. В действительности, концевые сегменты линейных макромолекул приводят к динамической неоднородности полимерных цепей, т. е. зависимости динамических характеристик сегментов от их положения вдоль главной скелетной цепи макромолекулы. Изучение динамической неоднородности макромолекулы позволит усовершенствовать теорию полимерных соединений и получить выражения, описывающие экспериментальные результаты с большей точностью.

В ходе данной работы получена аппроксимация для бинарной динамической автокорреляционной функции тангенциального вектора макромолекулы, в явном виде учитывающая зависимость от номера сегмента. Определен временной масштаб проявления динамической неоднородности. Учтена симметрия макромолекулы ввиду независимости физических свойств сегментов от выбора направления нумерации. Рассмотрено поведение бинарной автокорреляционной функции пространственных поворотов сегментов Куна для различных динамических моделей полимерных цепей. Было показано, что предположение о незначительности вкладов в динамические характеристики от концевых сегментов ввиду их малочисленности является ошибочным: по мере увеличения времени наблюдения средние сегменты начинают вести себя как концевые.

Полученное приближенное выражение для бинарной автокорреляционной функции пространственных поворотов сегментов Куна позволит исследовать проявление динамической неоднородности на примере спада свободной индукции (ССИ) для макромолекулы, содержащей ядра дейтерия.

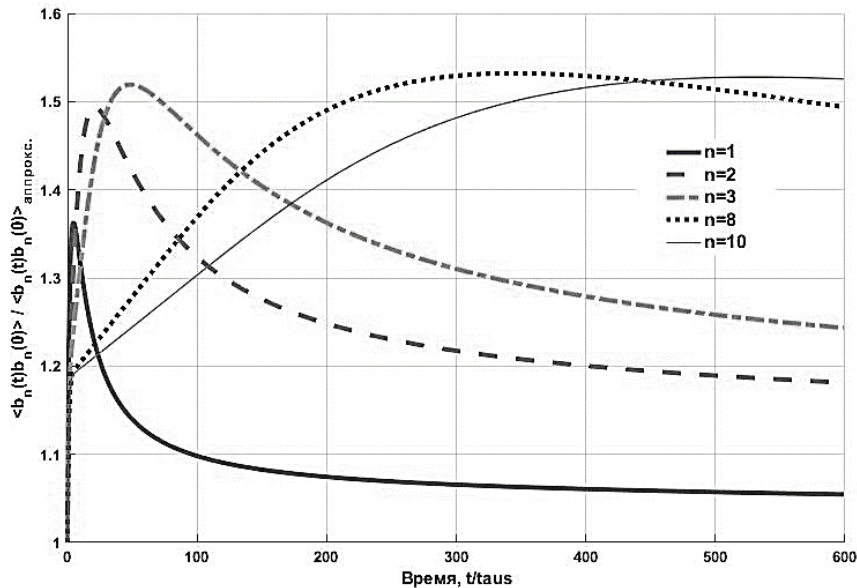


Рисунок 4. Сравнение отношений точного и приближенного выражений для автокорреляционной функции пространственных поворотов различных сегментов в случае формализма Рауза на примере макромолекулы из  $N = 200$  сегментов

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ УТОЧНЕНИЯ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ АНГЛИЙСКОГО ЯЗЫКА

*Пекина А.Э.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Масленникова Ю.С.*

В данной работе представлен пример использования методов статистического анализа для уточнения динамики словообразования в английском языке с использованием данных Google Books Ngram. В основе предлагаемого подхода лежит вероятностная модель, позволяющая учесть объем корпуса текстов в разные годы. Например, за период с 1800 до 2000 года количество книг в корпусе возросло более чем в 1 000 раз. По этой причине редкие слова, которые зафиксированы в корпусе в ранние годы, на самом деле могли появиться в лексиконе задолго до этого, но не попасть в корпус из-за малого количества текстов. В настоящей работе для анализа были выбраны слова, которые согласно данным корпуса появились в 1800 году, их количество составило ~23 тыс.

При рассмотрении слов корпуса Google Books Ngram в ранние годы наблюдается большое количество слов с ошибками. Большая часть из них обусловлена ошибками при оптическом распознавании символов в процессе сканирования старых книг, также ошибки возникают из-за различных вариаций написания слов, наличия дефисов и т. д., поэтому в настоящей работе была проведена предобработка базы слов с использованием электронного словаря Мультигран. После проверки на корректность из 23 тыс. редких слов английского языка осталось 2 161 (<10 %).

Для проверки гипотезы о том, что слово появилось в корпусе в тот же год, когда оно вошло в употребление, был использован метод максимума апостериорной вероятности. Для оценки апостериорной вероятности были использованы спрогнозированные значения частот употребления словоформ «в прошлое». Спрогнозированные частоты были получены с помощью линейной авторегрессионной модели и данных о частотах употребления в поздние года. Поскольку в качестве временного ряда рассматриваются частоты употребления редких словоформ, то можно ожидать, что закон распределения флуктуаций ряда близок к закону Пуассона. Это позволило использовать для поиска параметров прогностической модели метод максимального правдоподобия. На рисунке 1 представлен пример прогнозирования частот двух редких словоформ английского языка: *bootmaker* и *orthopedic* с помощью линейной авторегрессионной модели первого порядка.

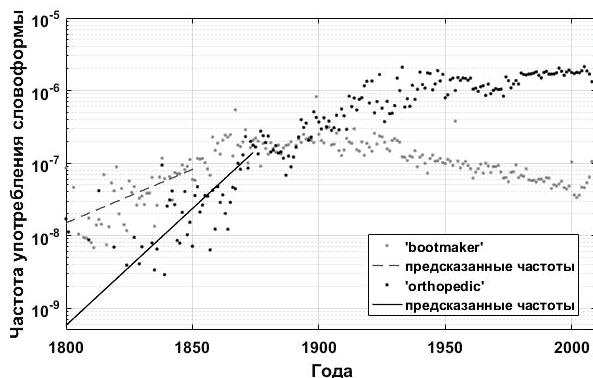


Рисунок 1. Наблюдаемые и предсказанные «в прошлое» частоты словоупотребления двух английских словоформ

В результате были рассчитаны вероятности того, что слово с определенной частотой не было занесено в корпус с определенным объемом в конкретный год. Например, для словоформ, рассмотренных в примере выше, эта вероятность составила: *orthopedic* – 0.79, а для словоформы *bootmaker* – 0.05. Согласно предложенной вероятностной модели было показано, что дата первого появления слова в корпусе не всегда является датой появления слова в лексиконе. По данным корпуса Google Books Ngram 737 английских словоформы (т. е. более 30 %), которые появились в корпусе в 1800 году, с высокой вероятностью вошли в употребление гораздо раньше, но не попали в ранний корпус из-за малого объема текстов. Таким образом, использование вероятностных подходов и различных методов статистического анализа является крайне полезным и эффективным для широкого круга задач компьютерной лингвистики.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛИНЕЙНЫХ РАЗМЕРОВ МАКРОМОЛЕКУЛ ИЗ СПИНОВОЙ РЕЛАКСАЦИИ ПРОТОНОВ

*Петрова Л.З.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Фаткуллин Н.Ф.*

Недавнее развитие методов протонной спиновой релаксации открыли новые возможности для исследования полимерной динамики в широком временном интервале. Межмолекулярный вклад от магнитных диполь-дипольных взаимодействий в скорость протонной спин-решеточной релаксации содержит информацию об относительных среднеквадратичных смещениях полимерных сегментов на временах  $10^{-8}$  –  $10^{-4}$  с. Межмолекулярный вклад диполь-дипольных взаимодействий в спин-спиновую релаксацию дает возможность экспериментального изучения сегментных поступательных движений в миллисекундном диапазоне [Lozovoi и др., 2017, V. 147, P. 074904]. При временах порядка времени терминальной релаксации макромолекул происходит переход от аномальной диффузии, связанной главным образом с относительными перемещениями сегментов макромолекул в системе центра масс, к нормальной диффузии, отражающей диффузионные перемещения центров масс макромолекул. Детали этого перехода связаны с характерными линейными размерами макромолекул, что открывает принципиальную возможность определения их из данных протонной спиновой релаксации в полимерных расплавах.

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ПРОМЕЖУТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

*Просвиркина П.Е.*

*Научный руководитель – старший преподаватель Шигапова Э.Д.*

Почему я выбрала именно эту тему для своей курсовой работы?

После того, как я закончила школу и поступила на педагогическую специальность, у меня возникла мысль, что преподаватели «старой закалки» уже не могут соответствовать ритму жизни веку информационных технологий и преподавать на нужном уровне. Ведь любой ребенок первого класса теперь может найти в Интернете всю необходимую информацию и в учебниках учащиеся постепенно перестают нуждаться. В современной образовательной системе все чаще и чаще используются новые технические и интерактивные средства обучения и все больше педагогов обращаются к этой «новинке» сегодняшнего дня. А также не стоит на месте и ФГОС, который побуждает и призывает все звенья образовательной системы приобщаться к новым методам объяснения материала учащимся. Наглядность обучения – это один из важнейших критериев познания, умение использовать компьютер – одно из требований сегодняшнего дня, и для того, чтобы не отставать от общества, которое шагает вперед семимильными шагами, было решено придумать тест, который наиболее эффективно и объективно оценит результаты работы педагога и покажет, на что нужно обратить внимание.

## ВЛИЯНИЕ ОПТИЧЕСКОГО КОНТРАСТА ТРЕХМЕРНОГО ФОТОННОГО КРИСТАЛЛА НА ЭЛЕКТРОМАГНИТНУЮ МАССУ ЭЛЕКТРОНА

*Романовский А.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Хамадеев М.А.*

Фотонные кристаллы (ФК) – материалы с периодической модуляцией диэлектрической проницаемости с периодом, сравнимым с длиной волны света. Периодичность структуры ФК приводит к различным квантовым эффектам. В частности, если поместить в полость ФК электрон, его масса изменится. ФК являются перспективным материалом для создания высококачественных оптических резонаторов (в связи с контролем спонтанного излучения в полости ФК), волноводов, способных проводить свет с малыми потерями, дифракционных решеток, интерференционных фильтров, источников света с линейным спектром нового типа и т. д.

Помимо исследования и использования свойств ФК интересны и с фундаментальной точки зрения: возможность управления массой электрона, а также контроля магнитных свойств. Для расчета данных квантовоэлектродинамических характеристик необходимо знать зависимость массы электрона от параметров ФК. В связи с этим целью данной работы является определение и анализ зависимости поправки к массе электрона от оптического контраста в трехмерном фотонном кристалле.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СИМПЛАСТНОЙ МЕЖКЛЕТОЧНОЙ КОММУНИКАЦИИ В РАСТИТЕЛЬНЫХ ТКАНЯХ МЕТОДОМ ЯМР-ДИФFUЗОМЕТРИИ

*Сабаева Т.С.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук,  
науч. сотр. КИББ ФИЦ КазНЦ РАН Сибгатуллин Т.А.*

Межклеточная коммуникация является необходимым условием для развития многоклеточных организмов. В данной работе симпластная межклеточная коммуникация исследована на примере плазмодесм (ПД) в корнях высших растений. Несмотря на значительный прогресс, достигнутый в выявлении компонентов ПД, по-прежнему в значительной степени неизвестны их структурные и функциональные особенности [Sokołowska, Sowiński, 2013], механизмы регулирования (одним из которых является синтез каллозы) и ответная реакция на окислительный стресс в целом. В какой-то мере прогресс был ограничен преимущественным использованием простых технологий, в отличие от более сложных способов, которые необходимы для ответа на оставшиеся вопросы. Одним из современных подходов является применение ЯМР с импульсным градиентом магнитного поля. Данный метод поз-

воляет количественно оценивать водный перенос, не оказывая при этом губительного воздействия на живые биологические системы.

Целью данной работы была разработка метода для количественного определения водной проводимости симпластной системы (плазмодесм) в интактных растениях на основе метода ЯМР-диффузометрии с парамагнитными комплексами. Для определения верхней границы водной проницаемости симпластного пути использовали ингибитор синтеза каллозы – DDG (2-деокси-д-глюкоза), который препятствует блокированию плазмодесм и поддерживает их в максимально открытом состоянии [Radford *et al.*, 1998]. Для определения нижней границы исследовали блокирующее действие индуктора окислительного стресса – Cu-a (CuCl<sub>2</sub>+ аскорбиновая кислота) [Demidchik *et al.*, 2010] – на водную проницаемость симпластного пути. Также было проведено сравнение влияния комплексона и комплексообразователя парамагнитных контрастных препаратов на симпластный межклеточный перенос воды.

Таким образом, используя разработанный метод, определили верхнюю границу водной проницаемости симпластного пути в корнях интактных растений кукурузы, выяснили, что в контрольных образцах при оптимальных условиях выращивания коэффициент диффузии ближе к верхней границе физиологического диапазона изменений водной проводимости симпластной системы и установили, что действие индуктора окислительного стресса – Cu-a – приводит к почти полному блокированию симпластного переноса воды, при этом так же блокируется суммарный водный транспорт (в том числе трансмембранный перенос). Также выяснили, что методом ЯМР-диффузометрии наибольшая интенсивность симпластного переноса воды в корнях проростков кукурузы детектируется на фоне Gd-содержащего парамагнитного комплекса с циклическим хелатом.

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО РУКОВОДСТВА К ЦИФРОВЫМ ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ ПО ТЕМЕ «ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНА ДВИЖЕНИЯ КОЛЕБЛЮЩЕГОСЯ ТЕЛА»**

*Сабитова Э.И.*

*Научный руководитель – старший преподаватель Низамова Э.И.*

Очевидно, что информационные технологии имеют самое широкое распространение в современном обществе. Окружающий школьника быт также все больше и больше связан с информационными технологиями. Поиск информации в современном мире также немаловажен без использования компьютера. Привлечение информационных технологий на всех этапах проведения исследования школьниками является естественным процессом их приобщения к деятельности в окружающей реальности.

Направления использования компьютера в современной методике преподавания физики в настоящее время весьма разнообразны. От использования фрагментов электронных изданий (ЭИ) на уроке при введении новой информации (вкрапление анимаций, видео, рисунков, интерактивных заданий из ЭИ в собственные презентации) до проведения лабораторных работ и демонстраций с использованием цифровых датчиков, использование цифровых инструментов для съемки и обработки фотографий видеоснимков, использование программ для обработки эксперимента.

Цифровая лаборатория – это оборудование для проведения широкого спектра исследований, демонстраций, лабораторных работ с использованием реального оборудования, состыкованного с цифровыми датчиками, сигнал с которых поступает на компьютер и обрабатывается соответствующей программой. Ученик для получения количественных данных должен осознать смысл сигнала, выводимого на экран. Компьютерная программа только ускоряет рутинные процедуры регистрации количественных данных: создание и заполнение таблиц, построение графика по табличным данным, подбор теоретической прямой (кривой), проходящей через все экспериментальные точки.

Конечной целью внедрения цифровой лаборатории в практику преподавания физики является формирование новой культуры отчетности по экспериментальным исследованиям.

Цель моей работы: разработка методического руководства к цифровым лабораторным работам по теме «Изучение закона движения колеблющегося тела». Целью самой лабораторной работы является изучение колебательного движения нитяного маятника и определение его периода и амплитуды.

## РАЗРАБОТКА УЛЬТРАЗВУКОВОГО АНЕМОМЕТРА

*Сайфутдинов А.Э.*

*Научные руководители – главный конструктор ООО «Техавтоматика» Дмитриев В.А.;  
канд. физ.-мат. наук, доцент Акчуринов А.Д.*

В данной работе описана разработка ультразвукового анемометра – электронного датчика скорости и направления ветра – от идеи до опытного образца. Принцип работы ультразвукового анемометра основан на измерении времени распространения ультразвука от излучателя до приемника в зависимости от скорости ветра. В стоячем воздухе время распространения будет одинаковым в обоих случаях и будет зависеть только от расстояния между излучателями. При наличии ветра задержка распространения акустического колебания вдоль ветра будет меньше, чем против.

Вместо измерения временных задержек использовалось измерение разности фаз генерируемого и принимаемого сигналов, что позволило достичь большей точности. В качестве основного управляющего элемента использовался микроконтроллер STM32F030K6T6 ввиду его дешевизны, универсальности и малого энергопотребления. Для генерации ультразвукового сигнала и измерения фазового сдвига на приеме использовался встроенный в микроконтроллер таймер TIM1.

Собранный опытный образец обладает точностью измерения скорости ветра  $\pm 0.3$  м/с и направления  $1^\circ$ . Время единичного измерения скорости и направления ветра составляет порядка 60 мс. Высокая точность измерений обусловлена использованием фазового метода измерения временных задержек, а высокое быстродействие – использованием функции захвата сигнала по фронту для замера разности фаз двух сигналов.

## ГИГАНТСКОЕ КОМБИНАЦИОННОЕ РАССЕЯНИЕ СВЕТА В УГЛЕРОДНЫХ НАНОПОКРЫТИЯХ

*Сапарина С.В.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Харинцев С.С.*

Современные нефтегазодобывающие системы оснащены оптоволоконными датчиками тепла. Это позволяет осуществлять онлайн-контроль состояния трубопровода и, как следствие, избежать возникновения аварийных ситуаций. Однако экстремальные условия внутри скважины, где осуществляется зондирование, сильно ограничивают срок эксплуатации датчика. Для решения этой проблемы производители оптоволоконных датчиков защищают их, покрывая поверхность оптоволокна тонким углеродным слоем. Важной характеристикой такого слоя является герметичность, особенно по отношению к диффузии водорода углерода [Reinsch, 2010. V. 21. P. 1–4]. Несмотря на существенные успехи, достигнутые в области создания качественных покрытий, до настоящего времени нет полного понимания причин возникновения дефектов в углеродном слое, способствующих проникновению водорода к поверхности волокна.

С этой целью нами были исследованы оптические волокна с различной толщиной наносимого углеродного покрытия (от 1.4 нм до 98.6 нм) с помощью атомно-силовой микроскопии (АСМ) и спектроскопии комбинационного рассеяния в дальнем и ближнем поле. В спектрах комбинационного рассеяния мы наблюдали две характерные моды колебаний:  $1360\text{ см}^{-1}$  ( $D$  линия),  $1590\text{ см}^{-1}$  ( $G$  линия). По отношению интенсивностей  $I_G/I_D$  линий производители оптических волокон судят о степени кристалличности углеродного слоя волокна [Stolov, 2012, V. 520, P. 4242–4248]. Однако несколько недавних исследований [Sadezky, 2005. V. 43. P. 1731–1742], [Her, 2011. V. 11. P. 6926–6941] показали, что область спектров комбинационного рассеяния углеродных материалов в диапазоне  $1000\text{--}2000\text{ см}^{-1}$  является более сложной:  $D$  и  $G$  полосы состоят из нескольких сильно перекрывающихся пиков, соответствующих различным режимам вибрации графита и беспорядка. Для получения более полной информации о структуре углеродного покрытия мы исследовали углеродный слой за пределами дифракции света, используя золотую наноантенну для увеличения сечения комбинационного рассеяния света. В спектре гигантского комбинационного рассеяния света помимо основных  $G$  и  $D$  линий присутствуют дополнительные спектральные линии:  $210\text{ см}^{-1}$  (RBM линия),  $1200\text{ см}^{-1}$  ( $D_4$  линия),  $1500\text{ см}^{-1}$  ( $D_3$  линия),  $1620\text{ см}^{-1}$  ( $D_2$  линия). Кроме того, методом TERS спектроскопии (англ. аббр. – Tip-Enhanced Raman Scattering) мы обнаружили различные модификации углерода (нанотрубки, графен, сажа, фул-

лерены) в защитном слое оптоволокна, служащие дополнительным каналом транспорта водорода к оптоволокну. На основе полученных данных мы впервые в мире вводим новый параметр для количественной оценки состава аллотропных модификаций углерода в защитном слое и определения качества наносимого покрытия.

## РЕАЛИЗАЦИЯ OFDM ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКА ДЛЯ КАРОТАЖНОГО КАБЕЛЯ НА ОСНОВЕ ПЛИС

*Сафиуллин А.С.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Акчурина А.Д.*

Цель работы заключается в организации адаптивного канала связи на основе каротажного кабеля с использованием OFDM модуляции. В рамках этой работы на данный момент реализуется приемопередатчик с использованием OFDM модуляции без адаптации (т. е. без коррекции вносимых средой искажений).

OFDM (англ. Orthogonal frequency-division multiplexing – мультиплексирование с ортогональным, частотным разделением каналов) – это схема модуляции, использующей большое количество ортогональных поднесущих. OFDM используется в современных стандартах связи, таких как LTE, IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMax), а также в семействе технологий DSL. В OFDM высокоскоростной поток данных преобразуется в несколько параллельных потоков меньшей скорости – субканалов. Каждый субканал параллельного потока модулируется своей отдельной поднесущей. Множество ортогональных поднесущих складываются и отправляется в один момент времени, за счет этого сохраняется высокая скорость передачи данных. Такой вид модуляции устойчив к узкополосным помехам и частотно-избирательным затуханиям, а также к межсимвольной интерференции.

Данный вид модуляции выполняется специализированными аппаратными решениями – специализированными процессорами. Эти процессоры специализируются на одном виде модуляции исходя из конкретного свойства среды распространения и выделенной полосы пропускания. Как правило, эти процессоры встроены в аппаратуру связи и отдельно в массовой продаже встречаются редко. Узкая специализация этих процессоров не дает возможности исследования целесообразности различных видов OFDM модуляции в тех или иных условиях распространения сигнала. Для создания более универсального процессора была выбрана программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС), которая позволила бы программным путем задавать число ортогональных подканалов и форму ортогональных функций.

В ходе работы был создан лабораторный стенд, предназначенный для формирования и приема OFDM сигнала. В состав данного стенда входит микросхема ЦАП, предназначенная для формирования аналогового OFDM сигнала. Прием сформированного сигнала осуществляет микросхема АЦП. Тестовый стенд управляется микросхемой ПЛИС семейства Cyclone V, размещенной на отладочной плате DE0-CV фирмы Terasic. Микросхемами ЦАП и АЦП управляются через интерфейс SPI, соответствующие модули управления были сконфигурированы в микросхеме ПЛИС с помощью среды Quartus II. Для описания модулей был использован язык описания аппаратуры Verilog. Микросхема ПЛИС формирует OFDM сигнал и по интерфейсу SPI отправляет данные на ЦАП. Далее предполагается, что сформированный аналоговый OFDM сигнал должен пройти через схему RC-цепи, имитирующую каротажный кабель. Однако на данном этапе разработкой имитатора каротажного кабеля не задействован. Принятый с АЦП сигнал декодируется с помощью алгоритма БПФ (быстрое преобразование Фурье). В данный момент на языке описания аппаратуры Verilog был реализован алгоритм БПФ на 16 точек, что позволяет декодировать OFDM сигнал с поднесущими в количестве до 7. Следующим шагом в работе станет реализация эквалайзинга (выравнивания поднесущих) для коррекции искажений сигнала, вносимых каналом (кабелем).



## РАЗВИТИЕ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ

*Световидов А.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Масленникова Ю.С.*

В настоящий момент спектральная шумометрия является одной из наиболее эффективных технологий, применяемых в задачах анализа геофизических данных с целью оптимизации процессов нефте- и газодобычи. При движении жидкости или газа по пласту скважины создается акустический шум, который регистрируется и записывается прибором. Спектральный анализ записанных сигналов позволяет специалистам идентифицировать и различать источники сигналов между собой. Однако существует проблема технических шумов, создаваемых при движении и вибрациях связки измерительных приборов. Данные шумы могут привести к потере или искажению полезных данных, и необходимо иметь качественный фильтр шумов данного типа. Таким образом, целью данной работы является доработка адаптивной системы распознавания геофизических данных путем построения и внедрения алгоритма, распознающего приборные шумы с малым процентом ошибок.

Для задачи классификации шумов движения прибора применялись искусственные нейронные сети глубокого обучения. Была подготовлена база данных из 5 616 обучающих векторов, каждый из которых был снабжен меткой-идентификатором шума («1» – приборный шум, «0» – полезный сигнал), и 2 027 тестовых векторов. В качестве признаков для распознавания применялись коэффициенты линейной авторегрессионной модели с порядком, равным 24. Данные коэффициенты поступали на вход нейронной сети глубокого обучения, состоящей из 2 последовательно соединенных блоков автокодировщиков и выходного слоя-классификатора Softmax, вычисляющего вероятность того, что шум, представленный данным вектором, произведен при движении прибора. С установленным порогом значения для данной вероятности нейронная сеть принимает решение, является ли данный шум приборным или нет.

В результате работы был построен алгоритм, автоматически выделяющий приборные шумы от полезных сигналов с высокой точностью. Ошибка первого рода (случаи «ложной тревоги») для алгоритма составила 2 %, ошибка второго рода – 7 %.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ NbS<sub>3</sub> МЕТОДОМ ЯМР <sup>93</sup>Nb

*Семакин А.С.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Мухамедшин И.Р.*

Интерес к исследованию квазиодномерных проводников с волнами зарядовой плотности (ВЗП) был вызван предсказанием Р. Пайерлса неустойчивости кристаллической решетки одномерных металлов относительно периодического искажения, определяемого удвоенной величиной волнового вектора Ферми  $2k_f$ . ВЗП наблюдается в квазиодномерных проводниках  $MX_3$  ( $M = Nb, Ta, X = Se, S$ ) со схожими характеристиками: атомы металла  $M$  окружены треугольной призмой из халькогенов  $X$ . Из данного семейства соединений  $NbSe_3$  наиболее изучен различными методами, включая метод ядерного магнитного резонанса.  $NbS_3$  является родственным соединением  $NbSe_3$  и имеет схожую структуру.

$NbS_3$  вызывает интерес исследователей вследствие наличия нескольких пайерлсовских переходов. Данное соединение имеет несколько фаз, отличающихся друг от друга параметрами элементарной ячейки, зависимостью сопротивления от температуры, а также температурами пайерлсовских переходов, в случае  $NbS_3 - I$   $T_{P1} = 155$  К, для  $NbS_3 - II$   $T_{P1} = 150$  К и  $T_{P2} = 330-370$  К. Помимо этого, в  $NbS_3 - II$  наблюдаются рекордные частоты скольжения ВЗП.

Исследуемые образцы представляют собой вискеры, ось которых сонаправлена с кристаллографической осью  $b$ . Была разработана методика получения ориентированных образцов фаз I и II для дальнейших исследований их методом ЯМР.

Спектры снимались в двух ориентированных образцах  $NbS_3 - I$  и фаза II, при температуре 5 К, в ориентации внешнего магнитного поля  $H_0$  параллельно кристаллографической оси  $b$ . Спектры обеих фаз практически идентичны, при этом в спектрах фазы I и фазы II можно выделить две неэквивалентные группы ядер, обозначенных на рис. 1 как А и В. Для ядер А и В характерны частоты

квадрупольных расщеплений  $\nu_Q^A \approx 0.55$  МГц и  $\nu_Q^B \approx 1.8$  МГц соответственно. Измеренные времена ядерной спин-решеточной и ядерной спин-спиновой релаксаций обеих фаз практически совпадают.

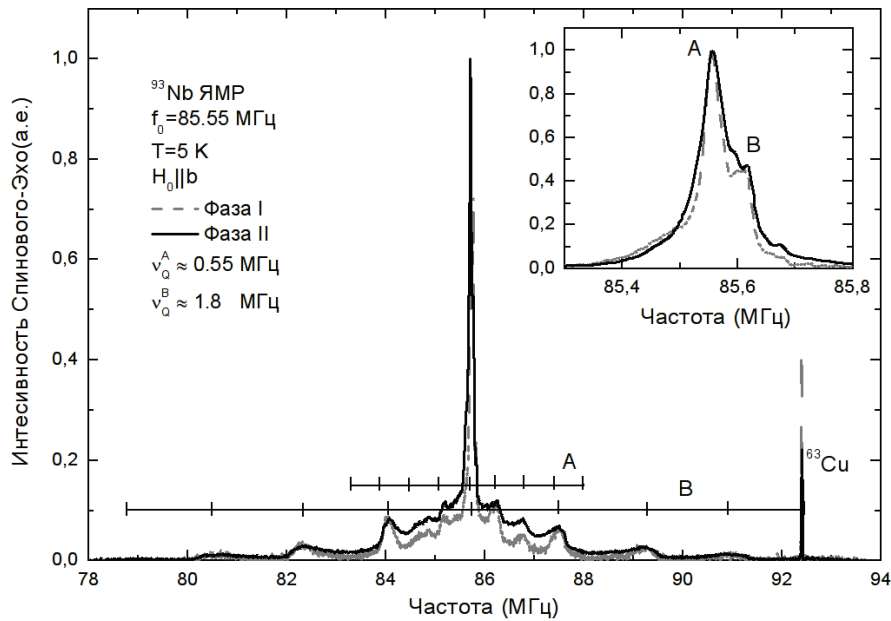


Рисунок 1. Спектры ЯМР  $^{93}\text{Nb}$  при температуре 5 К в двух ориентированных образцах соединения  $\text{NbS}_3$  – фаза I (прерывистая серая линия) и фаза II (сплошная черная линия)

Из данного спектра можно сделать вывод, что при 5 К фазы I и II в ЯМР практически идентичны. В дальнейшем будут исследованы температурные зависимости положения центральной линии спектров ЯМР  $^{93}\text{Nb}$  в ориентированных образцах фаз I и II соединения  $\text{NbS}_3$ , что, возможно, позволит выявить различия между фазами I и II.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МАГНИТНОЙ АККРЕЦИИ ДЛЯ ВЫБОРКИ ПОЛЯРОВ

*Серебрякова Н.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, ассистент Колбин А.И.*

Работа посвящена моделированию циклотронного излучения полярных – тесных двойных систем, состоящих из сильно намагниченного белого карлика ( $B \sim 10 - 100$  МГс) и красного карлика, заполняющего свою полость Роша. Вещество холодного компонента перетекает на поверхность белого карлика, образуя горячие ( $T_e \sim 10$  кэВ) аккреционные пятна вблизи его магнитных полюсов. Эти области являются источником мощного рентгеновского излучения, а также сильного циклотронного излучения, наблюдаемого в оптическом диапазоне. Исследование полярных актуально не только с точки зрения изучения эволюции двойных систем, но и с позиции изучения поведения вещества в критических условиях, недостижимых в земных лабораториях. Ключевым параметром является напряженность магнитного поля, определение которой классическими методами практически невозможно. Мы же предлагаем реализацию методики, позволяющей по простым наблюдениям спектров низкого разрешения получить не только величину магнитного поля, но и температуру аккреционных пятен.

Моделирование спектров излучения пятен проводилось в рамках простой модели, предполагающей термодинамическое равновесие излучающей среды, а также ее температурную и магнитную однородность. Вид циклотронного спектра зависит от магнитного поля  $B$ , его направления, температуры среды  $T_e$  и ее размеров. Полная интенсивность циклотронного излучения складывается из интенсивностей обыкновенной  $I_+$  и необыкновенной волны  $I_-$ :

$$I = I_+ + I_-.$$

Решение уравнения переноса для двух мод поляризации имеет вид

$$I_{\pm} = I_{Rj}(1 - e^{-\alpha_{\pm}l}),$$

где  $\alpha_{\pm}$  – коэффициенты циклотронной непрозрачности, определяемые сверткой распределения Максвелла со спектром медленных электронов,  $l$  – геометрический размер излучающей среды,  $I_{RJ}$  – интенсивность Рэлея – Джинса.

Методика реализована в виде параллельного графического приложения на языке C#. Поиск параметров, соответствующих наблюдениям, производится минимизацией квадратов невязок между теоретическими и наблюдаемыми спектрами. Использование генетического алгоритма с доведением решения алгоритмом Гаусса – Ньютона гарантирует устойчивость к локальным минимумам и плато минимизируемой функции. Тестирование методом Монте-Карло на сильно зашумленных теоретических спектрах показало устойчивость к шумам.

Метод был протестирован на полярах с известными параметрами по одиночным спектрам из базы данных SDSS (SDSS J153023.64+220646.4, SDSS J092122.83+203857.0, SDSS J103100.55+202832.1, SDSS J032855.00+052254.0) и применен для исследования выборки полярных, наблюдавшихся на 6-м телескопе БТА CAO РАН с использованием спектрографа SCORPIO-2 (CRTS CSS081231 J071126+440405, BS Tri, 1RXS J184542.4+483134). Определены параметры их аккреционных пятен: напряженность магнитного поля и температура.

## **ВЫПОЛНЕНИЕ ГРАДУИРОВКИ РЕЗЕРВУАРОВ МЕТОДОМ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ**

*Серков В.В.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Загретдинов Р.В.*

Целью данной работы является изучение и апробирование методики выполнения калибровки резервуаров с использованием метода наземного лазерного сканирования.

Калибровка резервуаров нефтепродуктов проводится для контроля резервуаров и емкостного оборудования, которые используются в технологических процессах, а также внутреннего учета нефтепродуктов на предприятии. При калибровке резервуаров и емкостного оборудования определяется вместимость резервуара и его градуировка с последующим составлением таблиц градуировки.

Прогресс в развитии геодезического оборудования привел к появлению наземных лазерных сканеров и нового специализированного программного обеспечения, а также и новых методов работ. Классические методы при проведении работ по калибровке резервуаров имеют ряд недостатков, и не позволяют получить такой объем качественной и количественной информации в короткие сроки. Лазерное сканирование позволяет решать такие задачи максимально эффективно.

В рамках данной работы были выполнены следующие практические задачи и получены следующие основные научные результаты:

- изучены классические методы выполнения калибровки резервуаров;
- изучен метод наземного лазерного сканирования;
- выполнен анализ нормативно-технической документации по калибровке резервуаров;
- выполнена камеральная обработка данных в программном комплексе TrimbleRealWorks;
- произведен анализ полученных результатов.

## **МОНИТОРИНГ ВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ФИГУРЫ ГЕОИДА ПО ГЛОБАЛЬНЫМ МОДЕЛЯМ ГЕОПОТЕНЦИАЛА**

*Симатов В.Л.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Кащеев Р.А.*

Работа посвящена оценке объемов таяния льдов в полярных областях планеты. С этой целью рассмотрены вариации фигуры геоида в период с апреля 2002 года по январь 2017 года для территорий Приволжского федерального округа, Гренландии и Исландии, и Антарктиды.

Анализ проводился по серийным моделям геопотенциала Земли, предоставляемым веб-порталом *International Centre for Global Earth Models (ICGEM)* и полученным по данным спутниковой миссии *Gravity Recovery and Climate Experiment (GRACE)*. С помощью вычислительного модуля сайта

(*Calculation Service*) в указанных районах были рассчитаны ежемесячные решения для геоида с шагом  $1^\circ$  относительно эллипсоида *WGS84* по трем различным моделям геопотенциала. Обработка массивов данных проводилась программным методом на *C++*.

Далее в интегрированной программной среде для математических вычислений *GNU Octave* построены графики зависимости средней высоты геоида от времени и даны численные оценки изменений. Также для решений геоида, сопутствующих начальным и конечным эпохам исследования (соответствующие месяцы 2002 и 2016 годов) были построены трехмерные модели, предварительно аппроксимированные методом *полиномиальной регрессии*. Для каждой пары моделей путем *двукратно-го численного интегрирования* получены значения объемов геоида над эллипсоидом и их разностей, обусловленных изменениями в распределении притягивающих масс, и, по сути, характеризующих таяние ледников в рассматриваемых районах планеты за исследуемый период.

## **НЕОДНОРОДНЫЕ СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ СОСТОЯНИЯ В МАГНИТНЫХ СВЕРХПРОВОДНИКАХ С ГЕЛИКОИДАЛЬНОЙ НАМАГНИЧЕННОСТЬЮ**

*Сираев Ф.М.*

*Научные руководители – канд. физ.-мат. наук, ассистент Авдеев М.В.;  
д-р физ.-мат. наук, профессор Прошин Ю.Н.*

Существование сверхпроводимости на фоне магнитного упорядочения представляет в настоящее время не только теоретический, но и практический интерес в области спинтроники и сверхпроводящей электроники [Изюмов и др., УФН, 2002. Т. 172. С. 113; Buzdin, Rev. Mod. Phys., 2005. V. 77. P. 935]. Известно, что сверхпроводимость подавляется полем ферромагнетика, а область их сосуществования ограничивается температурами порядка Кельвина. Это ограничивает возможность наблюдения перехода в сверхпроводящее состояние. Однако за счет эффекта близости [P. G. de Gennes, Rev. Mod. Phys., 1964. V. 36. P. 225] сверхпроводящий параметр порядка может быть индуцирован в поверхностном слое магнитного материала, находящегося в контакте со сверхпроводником [Изюмов и др., УФН, 2002. Т. 172. С. 113; Buzdin, Rev. Mod. Phys., 2005, V. 77, P. 935]. Интересно, что в данной системе, вследствие конкуренции магнетизма и сверхпроводимости, куперовские пары в ферромагнитной области имеют ненулевой суммарный импульс, приводящий к неоднородному сверхпроводящему состоянию с осциллирующим в пространстве параметром порядка. Такое неоднородное (FFLO) состояние впервые было предсказано в работах Фульде, Феррела [P. Fulde, R. Ferrell, Phys. Rev., 1964. V. 135. P. A550] и Ларкина, Овчинникова [A. Larkin, Y. Ovchinnikov, JETP, 1964. V. 47. P. 1136] для магнитного сверхпроводника.

В настоящей работе мы рассматриваем возможность сосуществования неоднородной сверхпроводимости по FFLO механизму на фоне геликоидального магнитного упорядочения. Ранее эта проблема исследовалась для соединения  $\text{ErRh}_4\text{V}_4$  Булаевским и Русиновым [L.N. Bulaevskii, A.I. Rusinov, J. Low Temp. Phys., 1980. V. 39. P. 3]. Однако в этой работе рассматривался случай только однородного сверхпроводящего состояния. Мы показали, что в общем случае возникают области на фазовой диаграмме, где наблюдаются как однородные, так и неоднородные сверхпроводящие состояния.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ СТЕКЛОВАНИЯ ГЕТЕРОГЕННЫХ АЗОПОЛИМЕРОВ С ПОМОЩЬЮ АТОМНО–СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ**

*Скворцова Т.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Харинцев С.С.*

Полимерные среды, функционализированные молекулами азо-хромофора являются перспективными фотонными материалами. Благодаря процессам транс-цис фотоизомеризации на основе таких сред возможно создание рельефных динамических решеток, оптических переключателей, систем сверхплотной записи и хранения информации, нелинейно-оптических преобразователей частоты света [Viswanathan, 1999. V. 38. P. 5928]. Морфология полимерного слоя в современных нанофотонных устройствах зачастую представляет собой двух-трехфазную смесь взаимопроникающих полимеров, либо многослойную систему чередующихся пленок. В обоих случаях характерный размер неодно-

родности составляет 5–100 нм. Таким образом, важной задачей является исследование и диагностика данных сред с нанометровым пространственным разрешением.

Одной из ключевых характеристик полимера является температура стеклования  $T_g$ , при которой полимер переходит из стеклообразного состояния в вязкотекучее. Данный параметр позволяет судить о стабильности полимера при световом, тепловом и механическом воздействии. Кроме того, при уменьшении толщины полимера наблюдается размерный эффект, когда при характерных размерах  $< 100$  нм  $T_g$  может сильно падать: с типичных значений в 100–200 °С вплоть до комнатных температур [Keddie, 1994. V. 98. P. 219]. Большинство из используемых на настоящее время методов, таких как дифференциальная сканирующая калориметрия, динамический механический анализ, комбинационное рассеяние света, не обладает достаточной чувствительностью к таким образцам. Более того, данные подходы не позволяют определять локальные значения  $T_g$  в полимерах с развитой морфологией.

Используемый в работе метод определения температуры стеклования основан на регистрации зависимости фазы колебаний зонда атомно-силового микроскопа от температуры образца [Kharintsev, 2017]. Для исследования возможности определения локальной температуры стеклования с разрешением порядка 10 нм в работе используется поперечный срез многослойной полимерной системы полиметилметакрилат/поликарбонат с толщинами слоев 50–100 нм. Измерение  $T_g$  осуществляется по скачку фазы колебаний кантиливера, который обусловлен потерей энергии кантиливера в связи с изменением энергии Гиббса полимера при тепловом переходе. Повторение данной процедуры в ходе построчного сканирования вдоль поверхности образца позволяет определить локальную температуру стеклования, а также визуализировать пространственное распределение вязкотекучих свойств.

## МЕТОДЫ ГОМОЯДЕРНОЙ РАЗВЯЗКИ В СПЕКТРАХ ЯМР $^1\text{H}$

*Сливка А.В.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Ефимов С.В.*

Ключевыми параметрами для любого спектроскопического метода являются чувствительность и разрешение, которые ограничены характеристиками приборов. В случае ЯМР-спектроскопии повышение чувствительности, обеспечиваемое внедрением методов преобразования Фурье, делает спектральное разрешение ограничивающим фактором для большинства случаев. Известно, что для некоторых ядер, в частности протона, хорошее разрешение может быть достигнуто, если подавить эффект гомоядерного (косвенного) спин-спинового взаимодействия. В последнее время появились более эффективные методы, так называемые методы «чистого сдвига» или «химического сдвига», которые позволяют получать спектры, содержащие информацию только о химическом сдвиге. При этом каждому атому водорода в структуре исследуемого соединения соответствует только одна линия в спектре, положение которой непосредственно определяется химическим сдвигом ядра [M. Foroozandeh, 2014. V. 53. P. 6990–6992]. К ним относится двумерный эксперимент J-resolved, BIRD, PSYCHE, метод Зангера – Штерка [K. Zangger, 2015. V. 86–87. P. 1–20].

В работе испробован метод Зангера – Штерка, который использует частотно-выборочную развязку отдельных сигналов. Суть в том, чтобы разделить образец на пространственно-выделенные слои. Это достигается частотно-селективным возбуждением с подачей слабого импульсного градиента магнитного поля. В качестве пробного образца выступал раствор лизина в  $\text{D}_2\text{O}$ , который содержит набор сложных мультиплетов от боковой цепи  $-(\text{CH}_2)_4-\text{NH}_2$ . Использованы следующие параметры: число точек  $\text{TD} = 8192 * 128$ , длина селективного импульса  $\text{P11} = 80\ 000$  мкс, мощность  $\text{Spw11} = 37,8$  дБ, сила градиента  $\text{GrpZ} = 1\ \%$  (0,54 Гс/см), константа  $\text{cnst4} = 2$ .

Альтернативой был эксперимент PSYCHE (испробованы импульсы из семейства chirp (с протяжкой частоты,  $\text{Spr20,1,40.1}$ ) и слабый градиент магнитного поля). Подбирались значения следующих параметров: длина импульса  $\text{P11}$  от 1 000 до 5 000 мкс, мощность  $\text{SPW11} = 11,78, 23,8$  и  $32,8$  дБ, сила градиента  $\text{GPZ12} =$  от 1 до 2 %, число инкрементов  $\text{TD1} = 64$ , константа  $\text{cnst4} = 4, 8$  или 12 (число точек, исключаемых из сигнала ССИ перед фурье-преобразованием).

Исходя из полученных отношений сигнал-шум и наличия остаточных артефактов спин-спиновой связи в спектрах, можно сделать вывод, что наиболее успешными оказались эксперименты PSYCHE с константой  $\text{cnst4} = 12$  и мощностью  $\text{SPW11} = 32,8$ , а также эксперимент Зангера – Штерка (программа  $\text{push1}$ ).

Эксперименты этого типа с оптимизированными параметрами будут использованы в исследовании циклоспорина.

## ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИОНОСФЕРНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ. ИЗМЕРЕНИЯ В ОПТИЧЕСКОМ ДИАПАЗОНЕ

*Соколов А.В.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Гумеров Р.И.*

Кафедра радиоэлектроники КФУ заинтересована в ряде экспериментов по изучению свойств ионосферы. Для регистрации излучения ионосферы в оптическом диапазоне под действием внешних мощных радиочастотных импульсов используются высокочувствительные фотометры с хорошим временным разрешением, входящие в фотометрический комплекс, способные концентрировать данные с последующей их обработкой. Ярким примером обработки может служить оценка концентрации ускоренных электронов.

Имеющийся у нас фотометрический комплекс не полностью удовлетворяет требованиям эксперимента: 4-канальная фотометрия с временным разрешением не хуже 1 мс и точной временной привязкой UTC работает с перебоями. Целью моей работы является усовершенствование аппаратно-программной части существующего комплекса.

Аппаратная часть фотометрического комплекса состоит из модуля ФЭУ LA100AD, служащего для формирования одноэлектронных импульсов, соответствующих единичным фотонам и светосильной камеры «Зикар 2Б» на экваториальной монтировке EQ6. Временная и координатная привязка эксперимента осуществляется с помощью GPS-приемника фирмы Trimble. В качестве связующего элемента управления и обработки данных была выбрана наиболее подходящая цифровая основа – многоядерный микроконтроллер XMOS, способный решать до шестнадцати задач параллельно в режиме реального времени.

Для формирования точного времени накопления сигнала и длительности эксперимента используется цифровой блок ФАПЧ с привязкой к фронту импульса 1PPS GPS-приемника, позволяющего формировать отсчеты времени длительностью 1 мс, синхронизированные со шкалой UTC с точностью 1 мкс.

При проведении эксперимента было выявлено, что цифровой блок ФАПЧ работает некорректно, при создании искусственной помехи автоподстройка не срабатывала, что приводило к неверному результату. Мной была усовершенствована программная реализация и алгоритм ФАПЧ, как результат – автоподстройка срабатывает при любых тестируемых помехах.

На данном этапе ведется работа по усовершенствованию пользовательского интерфейса для взаимодействия с фотометром и четырехканального счетчика фотонов.

## ЭПР И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НЕФТЯНЫХ ФРАКЦИЙ

*Сорокина А.Т.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Гафуров М.Р.*

Нефтяные дисперсные системы представляют собой перспективный органический материал, так как в них содержатся замещенные нафтоароматические, полисопряженные ароматические фрагменты и неспаренные электроны, присутствующие в органических электропроводящих структурах. Это позволяет рассматривать их в качестве перспективного объекта нанотехнологий.

Целью работы является исследование спектров ЭПР и электрофизических свойств высококипящих нефтяных фракций кунгурской нефти, применяемых для производства промышленных масел.

В качестве объектов исследования была использована кунгурская нефть, которую разделяли на 20-градусные масляные фракции.

В ходе исследования спектров нефти и ее фракций методом ЭПР было установлено:

1. В исходной нефти и во фракции >500 были обнаружены два типа парамагнитных центров ВПК и СР с параметрами:

$$\text{FR: } g = 2.0059 \pm 0.001,$$

$$\text{VO}^{2+}: g_{\perp} = 1.987 \pm 0.002, g_{\parallel} = 1.966 \pm 0.003, A_{\perp} = 58.3 \pm 0.2 \text{ Гс}, A_{\parallel} = 165 \pm 2 \text{ Гс}.$$

2. Во фракциях ниже 500 и до 400 °С детектируется линия только свободного радикала. В более легких фракциях ниже 400 градусов сигнала СР замечено не было.

3. По мере уменьшения температуры фракций относительная интенсивность сигнала СР уменьшается.

4. Подавляющая часть парамагнитных ВПК сосредоточена в тяжелых фракциях нефти. Определены их абсолютные концентрации.

FR: исходная нефть –  $3000 \cdot 10^{13}$  спин/мг, фракция >500 –  $402 \cdot 10^{13}$  спин/мг.

VO<sup>2+</sup>: исходная нефть –  $1760 \cdot 10^{13}$  спин/мг, фракция >500 –  $365 \cdot 10^{13}$  спин/мг.

5. В нефтяных дисперсных системах с большим числом неспаренных электронов существенны явления спин-спинового и спин-решеточного взаимодействия, которые объясняют особенности и формы сигнала ЭПР. По мере уменьшения температуры возгонки фракций форма линии поглощения изменяется от лоренцевой к гауссовой.

6. Обнаружено влияние ванадилпорфиринового комплекса на ширину линии (скорость релаксации) СР в нефтесистемах, что может свидетельствовать об участии ВПК в процессах агрегации асфальтенов.

В ходе исследования электрофизических свойств было установлено:

1. Электропроводность увеличивается с повышением температуры нагрева фракций, причем скорость увеличения проводимости у тяжелых фракций выше, чем у легких.

2. Общая тенденция к снижению электропроводности с ростом температуры кипения фракции. Это объясняется увеличением плотности и, как следствие, вязкости.

3. Заметно отклонение от данной тенденции для фракции с температурой кипения 440–460 °С. Аналогичное отклонение значения концентрации свободных углеводородных радикалов заметно для той же фракции в других измерениях в рамках данной работы, что позволяет связать изменение электропроводности не только с изменением вязкости, но и с концентрацией свободных углеводородных радикалов.

На основании полученных экспериментальных данных по электропроводности можно сделать вывод, что плотность и вязкость дистиллятных фракций оказывают большее влияние на электропроводность, чем концентрация свободных радикалов. Однако рост температуры постепенно увеличивает вклад концентрации свободных радикалов в электропроводность дистиллятных фракций.

## ГАЗОВАЯ САМОДИФФУЗИЯ <sup>3</sup>He В НИТЕВИДНЫХ ОРИЕНТИРОВАННЫХ АЭРОГЕЛЯХ

*Станиславовас А.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр. Алакиш Е.М.*

Изучение спиновой кинетики <sup>3</sup>He в контакте с твердотельными субстратами является фундаментальной задачей физики низких температур. Исследование диффузии <sup>3</sup>He, в свою очередь, широко применяется в качестве характеристики пористых сред.

Аэрогели являются модельными системами для исследования диффузии <sup>3</sup>He не только благодаря их высокой пористости (до 99 %), но и за счет большого разнообразия доступных структур. В последнее время сильно возрос интерес к исследованию сверхтекучести <sup>3</sup>He в аэрогелях в связи с обнаружением полярных сверхтекучих фаз в нитевидных аэрогелях [Zhelev, Nat. Commun., 2016. V. 7. P. 12975], [Dmitriev, Phys. Rev. Lett., 2015. V. 115. P. 165304]. Важнейшим параметром для теоретического описания сверхтекучести <sup>3</sup>He является длина свободного пробега  $\lambda_{\text{аэро}}$ , которая может быть определена из исследования диффузии с помощью магнитного резонанса с импульсным градиентом.

В ходе данной работы исследовалось 3 типа образцов ориентированного аэрогеля Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> компании ANF Technology Ltd. (Талин, Эстония), один из которых был предварительно вымочен в воде в течение 20–30 минут и высушен при комнатной температуре в течение 48 часов с целью сжатия. Образцы между собой различались только плотностью: 82 мг/см<sup>3</sup>, 125 мг/см<sup>3</sup> и 597 мг/см<sup>3</sup>. Исследование диффузии газообразного <sup>3</sup>He в данных образцах проводилось методом градиентного импульсного ЯМР при температуре  $T = 4,2$  К, с градиентом  $G = 2,2$  мТл/см и на частоте  $f_0 = 16$  МГц ( $H_0 = 490$  мТл).

Образцы были помещены в ампулу из пирекса, нити образцов были ориентированы горизонтально. В ходе всего исследования изменялось направление приложения градиента магнитного поля  $G$  и направление приложения постоянного магнитного поля  $B_0$  относительно нитей образцов.

Значение диффузии в конкретной точке определялось из исследования кривой спада поперечной намагниченности, которая была аппроксимирована функцией:

$$Y(2\tau) = Y_0 \exp\left(\frac{-2\tau}{T_2}\right) \exp\left(\frac{\gamma^2 D G^2}{12} (2\tau)^3\right), \quad (1)$$

где  $Y(2\tau)$  – амплитуда спинового эха в момент времени  $t = 2\tau$ ,  $Y_0$  – амплитуда сигнала, соответствующего начальной намагниченности,  $T_2$  – время поперечной релаксации ядер  $^3\text{He}$ ,  $G$  – заданный градиент,  $D$  – коэффициент диффузии; гиромагнитное отношение атома  $^3\text{He}$   $\gamma = 2\pi \times 32.43 \text{ МГц} \cdot \text{Тл}^{-1}$ .

Согласно [Valiullin, Phys. Chem. B, 2005. V. 109. P. 5746] и [Lee, Phys. Rev. B, 2014. V. 90. P. 174501], измеряемый коэффициент диффузии представляет собой сумму вкладов в диффузию адсорбированного слоя и газовой фазы с весовыми коэффициентами. Поскольку диффузия в газовой фазе происходит намного быстрее, чем в адсорбированном слое, измеряемая диффузия в аэрогеле, предположительно, регулируется процессом «быстрого обмена» [Collin, Phys. Rev. B, 2009. V. 80. P. 094422].

Было обнаружено, что коэффициент диффузии атомов  $^3\text{He}$  в газовой фазе в области низких давлений меньше ожидаемого для идеального газа значения. Возможной причиной замедления диффузии газа в аэрогеле является соударение атомов  $^3\text{He}$  с нитями. Известно, что диффузия Кнудсена проявляется в том случае, когда длина свободного пробега частиц, обусловленная межчастичными столкновениями, сопоставима с длиной свободного пробега, обусловленной столкновением с нитями аэрогеля. В этом случае коэффициент диффузии определяется вкладами от диффузии свободного газа и диффузии Кнудсена [Mueller, Phys. Chem. Chem. Phys., 2015. V. 17. P. 27481]. Однако данная модель несостоятельна при описании полученных экспериментальных данных. Обсуждение экспериментальных данных будет представлено на докладе.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОКСИАПАТИТОВ, СИНТЕЗИРОВАННЫХ НА ОСНОВЕ $\text{CaCl}_2$ , МЕТОДОМ ЭПР

*Старшова А.С.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Гафуров М.Р.*

Фосфаты кальция (ФК), в первую очередь гидроксиапатиты (ГА), уже долгое время играют ключевую роль в инженерии биоматериалов. Это связано с их высокой биосовместимостью и биоактивностью. Так, биоконпозиты на основе ГА и компонентов крови могут быть использованы для ринопластики; пенокерамики из ГА отлично подходят для закрытия костных дефектов (ГА можно использовать как индивидуально в качестве имплантатов, не несущих высокую нагрузку, так и в качестве основы тканеинженерных конструкций для стимулирования направленного дифференцирования биологического компонента и максимального индуцирования остеогенеза; ГА используется как биопокрытие на поверхности стали и титана различными методами (электрофорез, электрохимическое осаждение, метод погружения и др.) для повышения степени остеоинтеграции металлического протеза с мягкими тканями организма; а также ведутся разработки кальцийфосфатных паст для 3D печати.

Одним из перспективных прекурсоров для тканевой инженерии является октокальцифосфат (ОКФ). Поскольку совершенствуются методики синтеза и обработки материалов на основе ФК, то требуются и разнообразные методы аналитического контроля их химического состава и морфологии. Нами были исследованы образцы номинально чистых ГА, трикальцийфосфата (ТКФ), ОКФ синтезированные из растворов солей азотной кислоты и хлорида кальция методами рентгенофазового, рентгенофлюоресцентного анализа и методом ЭПР (как исходных образцов, так и образцов, подвергнутых рентгеновскому облучению). Полученные данные были обработаны при помощи симуляции спектров в среде программирования Matlab с использованием специализированного модуля EasySpin. В результате выполнения работы была определена природа ряда сигналов спектра ЭПР, рассчитаны их спектроскопические параметры. Однако некоторые особенности спектров ЭПР остались нерасшифрованными. Показано, что вид сигналов ЭПР в ОКФ сильно отличается от других изученных образцов ТКФ, что может использоваться для изучения процессов резорбции ФК материалов.



## ИССЛЕДОВАНИЕ СЕРОСОДЕРЖАЩИХ БОРНАНОВЫХ ТЕРПЕНОИДОВ В РАСТВОРЕ МЕТОДАМИ ЯМР СПЕКТРОСКОПИИ

*Тимерова А.Ф.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Галиуллина Л.Ф.*

Сердечно-сосудистые заболевания сердца являются основной причиной смерти во всем мире. Ишемическая болезнь сердца и ишемические инсульты являются мировыми лидерами среди сердечно-сосудистых заболеваний. Их агрессивное клиническое поведение вызвано атеросклеротическим поражением кровеносных сосудов, что приводит к образованию тромбов и прекращению кровотока в жизненно важные органы. Предполагается, что серосодержащие монотерпеноиды могут обладать антитромботическими свойствами. Следует отметить, что они до сих пор никогда не рассматривались в качестве антикоагулянтов. Терпеноиды имеют широкий спектр биологического действия и поэтому представляют интерес для поиска новых лекарственных препаратов.

ЯМР спектроскопия является эффективным методом исследования структуры веществ. В настоящее время для установления структуры вещества наряду с одномерными спектрами ЯМР на различных ядрах используют так называемые двумерные спектры. Эти спектры часто позволяют решить проблемы, связанные с перекрытием сигналов и селективностью дополнительных радиочастотных воздействий на образец. Использование двумерных методик ЯМР спектроскопии привело к тому, что процесс определения химической и пространственной структуры исследуемого образца стал намного проще.

Целью работы было определение значений химических сдвигов  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  ЯМР сигналов борнанных терпеноидов, а также связей между функциональными группами исследуемых веществ для подтверждения их химической структуры с помощью ряда двумерных ЯМР экспериментов:  $^1\text{H}$ - $^1\text{H}$  COSY,  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$  HSQC и  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$  HMBC.

С целью подтверждения химической структуры исследуемых веществ были получены 1D  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$ , а также 2D  $^1\text{H}$ - $^1\text{H}$  COSY,  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$  HSQC и  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$  HMBC ЯМР спектры борнанных терпеноидов в растворах  $\text{CDCl}_3$ ,  $\text{D}_2\text{O}$  и ацетона. Соотнесение сигналов в спектрах было основано на анализе мультиплетности сигналов, интегральных интенсивностей и характеристик химических сдвигов, а также кросс-пиков, наблюдаемых в двумерных спектрах.

По данным экспериментов  $^1\text{H}$ - $^1\text{H}$  COSY и  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$  HSQC были определены все сигналы протонов, связанных между собой, а также химические сдвиги сигналов углерода, связанных напрямую с соответствующими протонами. Также все связи между протонами и углеродами, соответствующие химической структуре вещества, были подтверждены  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$  HMBC корреляциями. На основании анализа  $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$  HMBC спектра были определены сигналы углеродов, не связанных непосредственно с атомами водорода. Получены все значения химических сдвигов  $\delta$   $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  ЯМР всех сигналов борнанных терпеноидов.

Исследованные терпеноиды содержали общий для всех борнанный цикл в структуре, но отличались количеством и местоположением атомов кислорода в заместителе. В спектрах борнанных сульфона и сульфоксида, содержащих гидроксильную группу – OH, присоединение дополнительного атома кислорода O к атому серы S, который уже связан с одним атомом кислорода O, приводит лишь к небольшим изменениям в  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  ЯМР спектрах.

## ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ПОДХОД В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

*Тимирясов М.А.*

*Научный руководитель – старший преподаватель Шигапова Э.Д.*

В ходе выполнения данной работы была дана психолого-педагогическая характеристика учащихся, испытывающих затруднения в обучении, обоснована сущность индивидуального подхода к учащимся, испытывающим затруднения в обучении.

В педагогической науке под индивидуализацией понимают учет в процессе обучения индивидуальных особенностей учащихся во всех его формах и методах независимо от того, какие особенности в какой мере учитываются. Учет как психофизиологических, так и психологических черт школьников

важен для достижения двух основных целей – повышения эффективности обучения и облегчения труда учителя.

К наиболее эффективным средствам индивидуализации учебной деятельности относится активизация учебно-познавательной деятельности учащихся, основной формой которой является самостоятельная работа учащихся в классе. Ввиду наличия индивидуальных различий у учащихся возникает вопрос, как организовать учебную работу так, чтобы она активизировала каждого отдельного учащегося. Решение этого вопроса и является одной из основных задач индивидуализации учебной работы.

Во второй главе мною были разработаны методические рекомендации по повышению познавательной активности учащихся, испытывающих затруднения в обучении, на уроках физики в процессе индивидуализации их образовательной деятельности. Важным является организация индивидуализации на всех этапах: при планировании, изложении нового материала, закреплении и повторении, при контроле знаний.

## СЕНСОР НАСЫЩЕННОСТИ КРОВИ КИСЛОРОДОМ И ФИКСАЦИИ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ

*Тонков А.В.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Латыпов Р.Р.*

Согласно данным статистических исследований, самой распространенной причиной естественной смерти сегодня являются заболевания сердечно-сосудистой системы. Заболевания сердца в настоящее время «молодеют», все чаще они поражают не только пожилых людей, но и молодежь. Именно поэтому приобретает актуальность профилактика и своевременная диагностика сердечных заболеваний.

Среди прочих болезней сердца одной из самых распространенных является, к примеру, гипертония. Многие люди страдают гипертонической болезнью, сопровождающейся повышением артериального давления. Для своевременной диагностики данного заболевания служит тонометр. Тонометр – медицинский диагностический прибор для измерения артериального давления, внутриглазного давления или тонического напряжения мышц, к основным недостаткам которого можно отнести длительность и ограниченность измерений, а также перекрытие потока крови в узлах данных измерений.

В данной работе предлагается устройство, способное регистрировать моментальное артериальное давление в любой части тела без перекрытия кровотока.

Для решения этой задачи была спроектирована беспроводная система мониторинга пульса человека с возможностью непрерывной регистрации электрокардиограмм.

Устройство представляет собой многофункциональную систему мониторинга за параметрами сердечно-сосудистой системы организма, такими как давление и пульс.

Блок-схема работы прототипа представлена на рис. 1, включает в себя модуль ЭКГ, модуль пульсоксиметра, блок управления устройством и блок обработки и передачи данных.

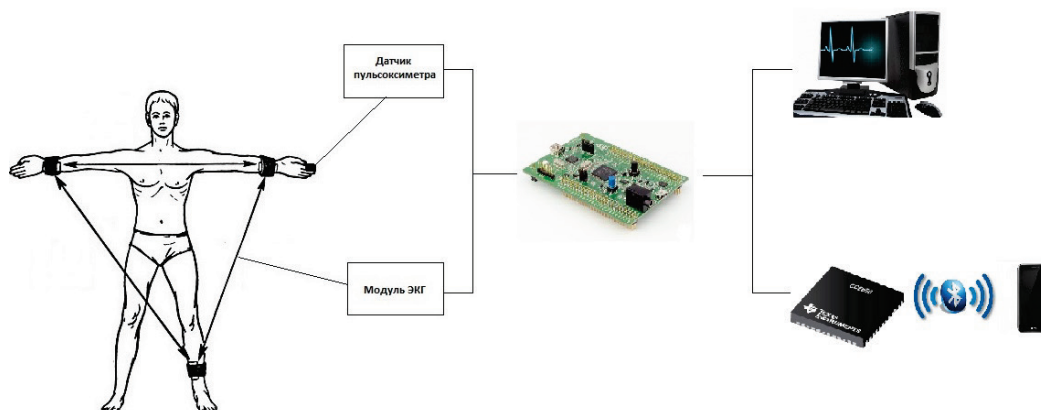


Рисунок 1. Блок-схема устройства

Рабочий прототип устройства был собран на основе вышеперечисленных компонентов. Проведение тестовых испытаний показало его устойчивую работу. Данные о работе сердечно-сосудистой си-

стемы были получены с помощью АЦП с датчика пульсоксиметра и модуля ЭКГ соответственно. Результаты работы устройства были обработаны и визуализированы с помощью соответствующего разработанного программного обеспечения.

### **РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО РУКОВОДСТВА К ЦИФРОВОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ «ИЗУЧЕНИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ИСПАРЕНИЯ ЖИДКОСТЕЙ»**

*Хабибуллина Л.И.*

*Научный руководитель – старший преподаватель Шигапова Э.Д.*

Цель работы – оказать приобретение школьниками умений, связанных с применением современных информационных технологий для освоения методологии научного исследования, современных способов математической обработки результатов физического эксперимента.

Мною была проделана цифровая лабораторная работа по теме «Изучение закономерностей испарения жидкостей» и найдены различные температуры при определенных условиях. При выполнении данного методического руководства были использованы оборудования цифровой лаборатории и средства ИКТ, позволяющие выявить те или иные закономерности. Таким образом, проделав данную работу, я пришла к определенным выводам по данной теме и выявила закономерности испарения жидкостей, наглядно описав это все в Отчете работы с использованием изображений, графиков и таблицы с определенными значениями.

Таким образом, полученное методическое руководство поможет учащимся быстро и качественно сделать эту работу. Они лучше будут усваивать тему, проделав работу своими руками и в то же время потратив мало времени, так как многие вычисления выполняет компьютер.

### **СОЗДАНИЕ ВЫСОКОТОЧНОЙ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ МОДЕЛИ ГЛАВНОГО ЗДАНИЯ КФУ**

*Хайруллина Л.Р.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Загретдинов Р.В.*

Трехмерное моделирование объектов становится более доступным и востребованным благодаря появлению новых приборов – лазерных сканеров, измеряющих координаты точек поверхности объекта с высокой скоростью порядка нескольких десятков тысяч точек в секунду. Полученный набор точек называется «облаком точек». В процессе съемки для каждой из них записываются три координаты (XYZ) и численный показатель интенсивности отраженного сигнала. Он определяется свойствами поверхности, на которую падает лазерный луч. Облако точек раскрашивается в зависимости от степени интенсивности и после сканирования выглядит как трехмерное цифровое фото (рис. 1). [Наземное и воздушное лазерное сканирование, 2010–2017. URL: <http://www.sibgeomap.com>].

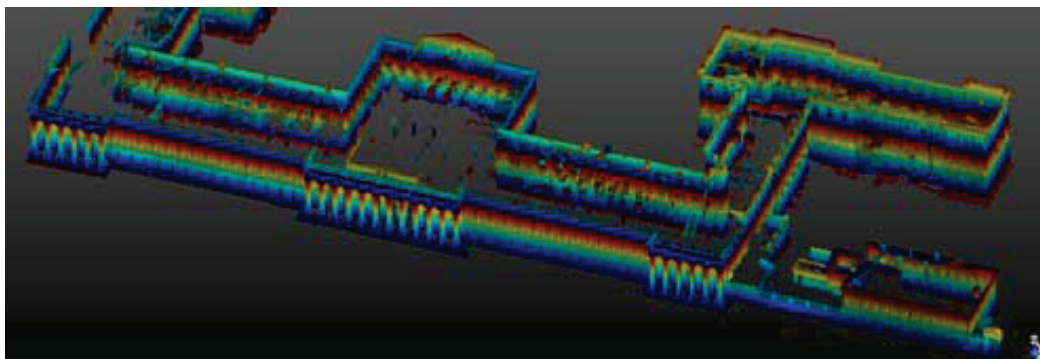


Рисунок 1. Облако точек в ПО TrimbleRealWorks

При информационном моделировании различных объектов стоит отдельно отметить создание моделей зданий, которые являются памятниками архитектуры и имеют важное культурно-историческое значение, но при этом активно эксплуатируются в настоящее время. Важно динамически включить старые здания в современную инфраструктуру города, сохранив при этом их исторический архитектурный облик.

В качестве объекта для изучения было выбрано Главное здание КФУ (рис. 2), построенное в стиле русского классицизма XIX века.



Рисунок 2. Главное здание Казанского федерального университета

Главное здание КФУ является историко-культурным, градостроительным и архитектурным памятником России, также включено в Государственный свод особо ценных объектов культурного наследия народов Российской Федерации [История Университета. URL: <http://kpfu.ru/sveden/istoriya-universiteta>]. Поэтому для сохранения его облика, в случае реконструкции, ремонта, добавления элементов в его архитектуру необходимо создать трехмерную пространственную основу для информационной модели.

В работе использовался лазерный сканер TrimbleTX8 и роботизированный тахеометр TrimbleVX, общее количество станций сканирования составило 27 станций. Сканирование объекта выполнялось снаружи. Для объединения облаков точек, полученных с разных станций, в единое целое использовалось программное обеспечение TrimbleRealWorks. Трехмерная пространственная модель будет построена в SketchUp и опубликована в GoogleEarth через модуль 3D Warehouse.

## **ВЫРОЖДЕННЫЕ И НЕВЫРОЖДЕННЫЕ РЕЖИМЫ БИФОТОННЫХ ПОЛЕЙ**

*Хафизова А.Р.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Нефедьев Л.А.*

Цель настоящей работы состоит в том, чтобы изучить особенности спонтанного параметрического рассеяния (СПР) в пространственно однородных нелинейных кристаллах (на примере кристалла йодата лития), связанных с условиями фазового синхронизма, и теоретически исследовать частотно-угловой спектр СПР излучения в кристалле йодата лития.

В ходе исследования выявлена высокая чувствительность спектра СПР к изменению температуры нелинейного кристалла: увеличение температуры на доли градуса выводит СПР из вырожденного в невырожденный режим (в случае коллинеарного взаимодействия).

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО РУКОВОДСТВА К ЦИФРОВЫМ ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ ПО ТЕМЕ: «ЗАКОН СОХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ ПРИ КОЛЕБАНИИ ГРУЗА НА НИТИ»**

*Хисамова А.Р.*

*Научный руководитель – старший преподаватель Низамова Э.И.*

Для повторения материала и углубления его знаний на уроках используются лабораторные работы. Курсовая работа посвящена разработке методического руководства к цифровым лабораторным работам по теме «Закон сохранения энергии при колебании груза на нити». Лабораторная работа «Закон сохранения энергии при колебании груза на нити» предназначена для получения более глубоких

знаний по физике по теме «Закон сохранения энергии». Кроме того, учащиеся при выполнении данной лабораторной работы улучшают навыки использования лабораторного оборудования, измерения и расчета отдельных величин, а также навыки анализа проведенной работы.

Цель данной курсовой работы – обоснование теории подготовки учащихся к лабораторным работам и содержания методического пособия лабораторной работы по физическому практикуму на тему «Закон сохранения энергии при колебании груза на нити».

Объект исследования: процесс выполнения данной лабораторной работы студентками 3 курса Института физики Хисамовой Адели (т. е. самой себя) и Юнусовой Айгуль.

Предмет исследования: практическое обучение студентов на уроках физики, применение лабораторно-практических работ, развитие нового отношения студентов к выбранной профессии.

В соответствии с указанной целью, предметом и объектом были поставлены следующие задачи:

- определить роль и место лабораторных работ в дисциплине «физика»;
- проанализировать существующие в педагогике подходы к разработке и применению лабораторного практикума;
- разработать методическое руководство к цифровым лабораторным работам по теме: «Закон сохранения энергии при колебании груза на нити».

В ходе работы был проведен обзор существующих методик организации и проведения лабораторной работы, требований к ним. Были рассмотрены технологико-педагогические подходы к организационной деятельности учеников при выполнении лабораторных работ. Также было разработано методическое руководство к цифровым лабораторным работам по теме «Закон сохранения энергии при колебании груза на нити».

## **БЛИЖНИЙ СТРУКТУРНЫЙ ПОРЯДОК В ЖИДКОМ ГАЛЛИИ**

*Хисматов Б.Р.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, зав. кафедрой Мокшин А.В.*

Функция радиального распределения атомов жидкого галлия имеет вид, нетипичный для обычных простых жидкостей [Numerical values of the structure factor  $g(r)$  for liquid metals at various temperatures. URL: <http://res.tagen.tohoku.ac.jp/~waseda/scm/LIQ/gr.html>]. Несмотря на то, что существует большое количество гипотез об особенностях ближнего структурного порядка в жидком галлии, общепринятого решения по этому вопросу до сих пор нет. Настоящая работа посвящена физическому объяснению этих особенностей.

В ходе исследования был проделан тщательный анализ данных по дифракции нейтронов и рентгеновских лучей [Numerical values of the structure factor  $g(r)$  for liquid metals at various temperatures. URL: <http://res.tagen.tohoku.ac.jp/~waseda/scm/LIQ/gr.html>], а также результатов моделирования молекулярной динамики [Мокшин и др., ЖЭТФ, 2015. Т. 148. С. 947]. Это позволило сделать аргументированный вывод об особенностях ближнего структурного порядка в жидком галлии. В частности, асимметрия первого пика функции радиального распределения атомов жидкого галлия – это следствие того, что расположение ближайшего окружения произвольного атома жидкого галлия характеризуется диапазоном значений корреляционной длины, а не единственным значением, как в случае простых жидкостей. Более того, был сделан вывод о существовании в жидком галлии димеров – молекул с короткой связью. Длина отрезка, соединяющего центры двух атомов в таком димере, короче эффективного диаметра атома.

Выполнен анализ зависимостей параметров радиальной функции распределения атомов и коэффициента структурной диффузии от температуры. Установлено наличие в жидком галлии некоторой критической температуры, при которой наблюдается переход от твердоподобной, преимущественно колебательной атомистической динамики к диффузионной. Найденная температура может быть определена как так называемая температура Френкеля [Френкель, 1975. С. 145].

Полученные в настоящей работе результаты планируется использовать для конструирования принципиально нового вида потенциалов межатомного взаимодействия в жидких металлах. Результаты также могут быть использованы для объяснения структурных особенностей целого ряда других жидкостей (*Bi*, *Sn*, *Ge*, *Si* и др.) и дальнейшей их систематизации.

## ПОСТРОЕНИЕ ПОТЕНЦИАЛА МЕЖАТОМНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ 1А ГРУППЫ

*Цыганков А.А.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, зав. кафедрой Мокшин А.В.*

В данной работе проводится построение потенциалов для щелочных металлов 1А группы. Построение выполняется на основе ранее вычисленного потенциала для лития [Gonzalez и др., J. Phys.: Condens. Matter, 2001. V. 13. P. 7801]. Опираясь на масштабные преобразования по эффективному диаметру и энергии связи потенциала для лития, мы получаем потенциалы для остальных химических элементов [Mousazadeh и др., J. Phys.: Condens. Matter, 2006. V. 18. P. 4793].

На основе полученных потенциалов осуществляется моделирование системы: нагрев до точки выше температуры плавления (600 К), далее – охлаждение до некоторой целевой температуры, особей для каждого металла, подсчет функции радиального распределения, статического структурного фактора и его сравнение с экспериментом (взято из открытой базы данных Ю. Васеды).

В результате моделирования были получены следующие значения энергии связи и эффективного диаметра атома (табл. 1).

*Таблица 1*

Экспериментальные и полученные в ходе моделирования  
значения энергии связи и эффективного диаметра атома

Химический элемент	Теоретическое значение		Результаты моделирования	
	$\sigma$ , нм	$\epsilon$ , эВ	$\sigma$ , Å	$\epsilon, 10^{-2}$ эВ
<i>Li</i>	3.05	0.258	3.01	6.97
<i>Na</i>	3.69	0.173	3.64	4.67
<i>K</i>	4.53	0.148	4.59	3.99
<i>Rb</i>	4.86	0.139	4.92	3.76
<i>Cs</i>	5.21	0.132	5.27	3.38

## ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ТОНКОПЛЕНОЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ СИСТЕМ

*Черных Е.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Харинцев С.С.*

Тонкопленочные полимерные системы, функционализированные молекулами азобензола, являются одним из наиболее перспективных материалов для гибкой органической наноэлектроники и фотоники. Повышенный интерес к таким средам вызван возможностью управления их оптическими свойствами с помощью внешних полей: конфигурационные внутримолекулярные изменения за счет транс-цис фото-изомеризации, фото-/электро-ориентация боковых цепей и макроскопическая миграция полимера по его поверхности [Nikonogova, 2012. С. 114]. Благодаря этим механизмам азополимеры нашли применение в формировании поверхностных рельефных решеток, наблюдении нелинейных оптических эффектов, системах записи и хранения оптической информации, оптических переключателях [Mahimwalla, 2012. С. 967; Cojocariu, 2004. С. 1479; Shi, 2001. С. 3749].

Молекула азокрасителя, первоначально находящаяся в транс-состоянии, поглощает квант света и переходит в возбужденное состояние. Далее она переходит либо непосредственно обратно в транс-состояние, либо косвенно через метастабильное цис-состояние в транс-состояние. В течение всего процесса избыточная энергия преобразуется в тепло. Такой многоциклический механизм приводит к фотоиндуцированному нагреву всей пленки. Тепло, накопленное в пленке, может влиять на стабильность ориентированного состояния молекул в стекловидной среде, и поэтому оптическая анизотропия может изменяться во времени. Стабильность ориентированного состояния таких сред характеризуется температурой стеклования ( $T_g$ ).

Температура стеклования характеризует переход, при котором внутренняя структура полимера изменяется от твердого стеклообразного состояния к вязко-текучему. Определение температуры стеклования полимерных материалов было предметом интенсивных исследований последние 50 лет. В настоящее время существует множество методов определения температуры стеклования объемных аморфных и жидких кристаллических полимеров, таких как дифференциальная сканирующая калориметрия [Dargent, 1996. С. 887], динамический механический анализ [Twombly, 1994. С. 259], комбинационное рассеяние [Liem, 2004. С. 721], рассеяние Бриллюэна [Forrest, 1996. С. 131] и др. Однако большинство из этих методов обладают низкой чувствительностью. Кроме того, перечисленные подходы неприменимы к полимерным пленкам толщиной менее 100 нм. Методы, основанные на атомно-силовой микроскопии (АСМ), являются одними из самых перспективных, извлекая информацию об образце по анализу поведения АСМ кантилевера. В этой работе мы предлагаем метод определения температуры стеклования тонких полимерных пленок с использованием термической атомно-силовой микроскопии, а также исследуем их фотоиндуцированный нагрев.

## РОСТ КРИСТАЛЛОВ И ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ИОНОВ $\text{Yb}^{3+}$ В СОЕДИНЕНИИ $(\text{Y}_{2-x}\text{Yb}_x)_2\text{Ti}_2\text{O}_7$

*Черсов М.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Мухамедишин И.Р.*

В соединении  $\text{Yb}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$  атомы  $\text{Yb}$  образуют сеть тетраэдров с общими вершинами. Это приводит к возникновению геометрической фрустрации магнитных моментов  $\text{Yb}^{3+}$  – дальний магнитный порядок не наблюдался в этом соединении вплоть до температуры 260 мК. Обнаружено, что для минимизации энергии магнитные моменты ионов  $\text{Yb}^{3+}$  подчиняются правилу льда: в каждом тетраэдре магнитные моменты на вершинах направлены так, что два из них направлены в сторону центра тетраэдра, а два других – от центра [Hodges, 2001. V. 13. P. 41, 9301]. Такое необычное состояние получило название спинового льда.

Для исследования магнитных свойств ионов  $\text{Yb}^{3+}$  в  $\text{Yb}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$  было решено исследовать концентрационную серию титаната иттрия  $\text{Y}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ , допированного ионами иттербия: в первоначально диамагнитной матрице  $\text{Y}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$  примесные ионы  $\text{Yb}^{3+}$  замещают ионы  $\text{Y}^{3+}$ . На данный момент подготовлены и исследованы два монокристалла из серии: 0.5 ат. % и 5 ат. %. Рост кристаллов был выполнен методом оптической зонной плавки на установке FZ-T-4000-H-VII-VPO-PC (Crystal Systems Corp., Япония). Проверка и ориентирование выращенных кристаллов была произведена на порошковом рентгеновском дифрактометре Bruker D8 ADVANCE.

Измерения зависимости намагниченности от величины внешнего магнитного поля при постоянной температуре 2 и 5 К и зависимости намагниченности от температуры при внешнем магнитном поле 0.04 Т были выполнены на вибрационном магнетометре, входящем в комплект системы измерения физических свойств PPMS-9. На рисунке 1 представлена зависимость намагниченности от величины внешнего магнитного поля при температурах 2 и 5 К.

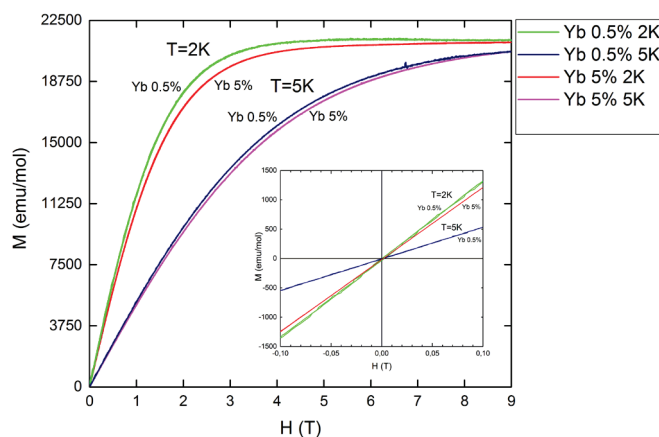


Рисунок 1. Зависимость намагниченности кристаллов  $\text{Y}_2\text{Ti}_2\text{O}_7:\text{Yb}$  0.5 % и  $\text{Y}_2\text{Ti}_2\text{O}_7:\text{Yb}$  5 % от величины внешнего магнитного поля до 9 Т при температурах 2 и 5 К

Полученные данные были аппроксимированы выражением для спинового дублета с эффективным спином  $1/2$ , было получено, что эффективный магнитный момент на один ион  $\text{Yb}^{3+}$  одинаков для обеих концентраций:  $p = 4.60(4)\mu_B$ .

Для исследования анизотропии магнитных свойств были проведены исследования методом ЭПР при низкой температуре. Измерения ориентационных зависимостей спектров ЭПР позволило определить величины главных значений и ориентаций главных направлений анизотропного  $g$ -тензора:  $g_{\parallel} = 1.787(12)$  и  $g_{\perp} = 4.216(4)$ . Малая интенсивность и большая ширина линий сверхтонкой структуры затрудняет исследование ее угловой зависимости.

## ФЛУКТУАЦИИ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ ИОНОСФЕРЫ В ПЕРИОД СОЛНЕЧНЫХ ПРОТОННЫХ СОБЫТИЙ

*Чирков П.К.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Хуторова О.Г.*

В области физики атмосферы и околоземного космического пространства наиболее эффективным и перспективным методом получения информации о структуре вещества является прием сигналов с высокоорбитальных навигационных спутников. Космические навигационные системы, такие как система глобального позиционирования (GPS/ГЛОНАСС), могут предоставить нам уникальную возможность для изучения влияния ионосферы на распространение сигналов от спутников к GPS-приемникам. При исследовании ионосферы важным параметром, которая дает нам информацию о пространственно-временной изменчивости плотности космической плазмы, является понятие полного электронного содержания (ПЭС). Под полным содержанием электронов в ионосфере здесь понимается интегрированные по вертикали значения электронных концентраций вдоль трассы сигнала.

Солнечные протонные события, выбросы высокоэнергетических частиц солнечного излучения, могут преодолеть путь от Солнца к Земле за несколько часов. Как правило, они следуют через несколько дней за медленным потоком плазмы, корональным выбросом. Таковым событие считается, если интегральный поток протонов с энергией выше 10 МэВ по данным ИСЗ GOES превышает 10 частиц на ( $\text{см}^2 \text{ср}$ ).

Целью данной работы является изучение флуктуаций полного электронного содержания ионосферы в период солнечных протонных событий.

В ходе работы были исследованы протонные события за 2010–2017 год, представлен один из полученных графиков, изучающий зависимость между флуктуациями ПЭС и параметрами космической погоды.

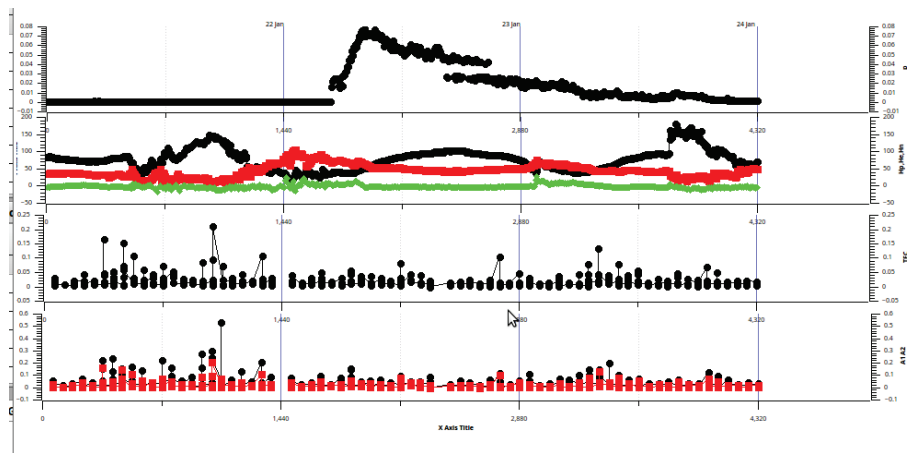


Рисунок 1. Изменчивость числа протонов, магнитного поля и флуктуаций ПЭС 20-22.01.2012



## ЭФФЕКТ БЛИЗОСТИ В СВЕРХПРОВОДЯЩЕМ СПИНОВОМ ВЕНТИЛЕ ФЕРРОМАГНЕТИК/НОРМАЛЬНЫЙ МЕТАЛЛ/ФЕРРОМАГНЕТИК/СВЕРХПРОВОДНИК

*Чулочникова А.С.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Деминов Р.Г.*

Взаимное влияние двух конкурирующих состояний – сверхпроводимости (S) и ферромагнетизма (F) – на границе раздела является предметом интенсивных экспериментальных и теоретических исследований в течение последних двух десятилетий. Такой интерес связан с тем, что F2/N/F1/S система (N – слой нормального металла, служащий для «развязывания» намагниченностей ферромагнитных слоев F1 и F2) является основным структурным элементом сверхпроводящего спинового клапана – одной из наиболее перспективных конструкций сверхпроводящей спинтроники. Взаимодействие сверхпроводящего и ферромагнитного параметров порядка находит различные проявления. Они есть следствие осциллирующего характера затухания сверхпроводящих корреляций в ферромагнитном металле, который связан эффектом близости со сверхпроводником. Одно из самых удивительных проявлений взаимодействия между обоими параметрами порядка – немонотонная зависимость температуры перехода в сверхпроводящее состояние ( $T_c$ ) от толщины ферромагнитного слоя ( $d_F$ ) в F/S системе.

В настоящей работе теоретически исследовано проявление эффекта близости в гетероструктурах F2/N/F1/S. Записаны уравнения Узаделя, описывающие изменение синглетной и триплетных корреляций в грязном пределе в каждом слое, граничные условия и условие самосогласованности. На основе метода фундаментального решения (метода функций Грина) выполнено численное решение данной задачи. Результаты представлены в виде графиков зависимости критической температуры  $T_c$  от угла между намагниченностями ферромагнитных слоев (F1 и F2) при различных значениях толщины слоя нормального металла ( $d_N$ ), ферромагнитных слоев ( $d_{F1}$  и  $d_{F2}$ ) и параметров подавления ( $\gamma$  и  $\gamma_B$ ).

Показано, что вариацией толщин ферромагнитных слоев и прозрачностей границ можно реализовать различные режимы работы спинового клапана. Выяснено, что увеличение толщины слоя нормального металла приводит к ослаблению эффективности каждого из режимов работы сверхпроводящего спинового клапана.

## СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНЫХ ТУННЕЛЬНЫХ КОНТАКТОВ

*Шабакеев Ш.М.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Усеинов Н.Х.*

Магнитный туннельный контакт – наноструктура, состоящая из двух слоев ферромагнетика, разделенного слоем диэлектрика, также называемого туннельным барьером. Толщина барьера должна быть порядка около 1 нм для обеспечения эффекта туннелирования электрона, которое необходимо для расчета коэффициента туннельного магнетосопротивления. Туннельное магнетосопротивление в магнитных туннельных контактах играет значительную роль в разработке энергонезависимой магниторезистивной оперативной памяти, магнитных сенсоров, а также логических устройствах.

В настоящей работе была изучена установка для напыления тонких пленок SPECS и методы, используемые для нанесения тонких пленок на подложку – молекулярно-лучевая эпитаксия и магнетронное распыление. В качестве магнитного туннельного контакта было предложено использовать трехслойную гетероструктуру Fe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Fe, нанесенную методом магнетронного распыления.

Было проведено исследование возможности получения трехслойных наноструктур Fe/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Fe при помощи установки SPECS. Выяснилось, что функциональные возможности установки SPECS позволяют произвести напыление такой наноструктуры и проанализировать однородность поверхности.

## ДИНАМИЧЕСКИЙ ЭФИР КАК РЕГУЛЯТОР ПОВЕДЕНИЯ АКСИОННОЙ ТЕМНОЙ МАТЕРИИ

*Шакирзянов А.Ф.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Балакин А.Б.*

В работе рассмотрено аксионное расширение теории динамического эфира, которое основано на концепции управления состоянием аксионной темной материи за счет взаимодействия с неоднородностями эфирного потока.

В рамках вариационного формализма получены эволюционные уравнения для псевдоскалярного (аксионного) поля, которое описывает темную материю, для нормированного времениподобного векторного поля, ассоциированного со скоростью динамического эфира, а также уравнения гравитационного поля с псевдоскалярным и векторным источниками.

Рассмотрено космологическое приложение теории; показано, что в рамках пространственно изотропной модели Фридмановского типа эволюционные уравнения сводятся к двум связанным дифференциальным уравнениям, определяющим аксионное поле и функцию Хаббла.

Найдено новое точное космологическое решение для случая, когда аксионное поле описывается потенциалом Хиггса, а базовое состояние, соответствующее одному из минимумов потенциала Хиггса, зависит от скаляра растяжения-сжатия поля скорости эфирного потока.

Показано, что «подстройка» базового состояния аксионного поля за счет воздействия поля динамического эфира устраняет катастрофические сценарии эволюции Вселенной и формирует асимптотически квази- де Ситтеровскую модель с постоянной функцией Хаббла.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРОВ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ПРИМЕСНЫХ ЦЕНТРОВ $\text{Ce}^{3+}$ В КРИСТАЛЛАХ $\text{LiCaAlF}_6$ И $\text{LiSr}_{0,8}\text{Ca}_{0,2}\text{AlF}_6$

*Шакиров А.А.*

*Научные руководители – мл. науч. сотр. Шавельев А.А.; канд. физ.-мат. наук, доцент Низамутдинов А.С.*

Фторидные кристаллы применяют в качестве активных сред для получения лазерного излучения в различных диапазонах длин волн [Lee et al., 1989. V. 39. P. 8907], [Dubinskii M.A. et al., Journal of Modern Optics, 1993. V. 40. № 1. P. 1–5]. В нашем случае это кристалл со структурой кольквириита, активированный ионами церия. Эти соединения имеют ряд преимуществ по отношению к оксидным соединениям: невысокая температура плавления и широкая запрещенная зона. Значительное неоднородное колебательное уширение рабочих лазерных переходов этих ионов обуславливает широкую полосу перестройки лазерной генерации в ультрафиолетовом диапазоне, а также возможность генерации импульсов ультракороткой длительности [Sarukura N. et al., Optics letters, 1997. V. 22. № 13. P. 994–996], [Pham M.H. et al., Japanese Journal of Applied Physics, 2014. V. 53. P. 062701].

Целью настоящей работы является исследование спектроскопических свойств выращенных кристаллов  $\text{LiCaAlF}_6$ , активированных ионами трехвалентного церия, а также проведение лазерных экспериментов.

В результате исследования были выращены высококонцентрированные кристаллы  $\text{LiCaAlF}_6$ :  $\text{Ce}^{3+}$  (1,2 %) методом Бриджмена. В перестраиваемом резонаторе осуществлена перестройка длины волны от 281 до 312 нм. Был достигнут максимальный дифференциальный КПД – 47 % при пороге лазерной генерации 3 мДж.

## РЕАЛИЗАЦИЯ ВЕЛОКОМПЬЮТЕРА НА ОСНОВЕ ARDUINO

*Шапошников А.В.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Юсупов К.М.*

Велокомпьютер (англ. Cyclocomputer) – электронное устройство для измерения скорости и пробега велосипеда или других движущихся средств, а также дополнительных параметров, таких как средняя скорость, время в пути. В простых велокомпьютерах обычно считаются обороты колеса в минуту,

в данной работе рассмотрен другой способ реализации велокомпьютера. Основу велокомпьютера в данной работе составляет GPS-трекер, который фиксирует данные о местоположении объекта и с регулярными интервалами передает их посредством спутникового модема на приемник сигналов спутниковой связи GLONASS/GPS. С помощью полученных данных высчитываются скорость и пройденное расстояние движущегося средства. Устройство с помощью семисегментного четырехразрядного дисплея выводит данные пользователю.

Реализация велокомпьютера была произведена на отладочной плате Arduino Iskra Neo. Iskra Neo – платформа для разработки с микроконтроллером ATmega32U4. Она является эквивалентом итальянской Arduino Leonardo, но производится в России. В состав платы входит: 20 цифровых входов/выходов, кварцевый резонатор на 16 МГц, разъем микро-USB, разъем питания, разъем для внутрисхемного программирования ICSP и кнопка сброса. Сердцем платформы Iskra Neo является 8-битный микроконтроллер семейства AVR – ATmega32U4. Он предоставляет в распоряжение 32 КБ флеш-памяти для хранения прошивки, 2.5 КБ оперативной памяти SRAM и 1 КБ энергонезависимой памяти EEPROM для хранения данных. Arduino IDE – это программная среда разработки, предназначенная для программирования одноименной платы. Интерфейс сравнительно простой в освоении, его основой является язык C++, поэтому освоить инструментарий могут даже начинающие программисты.

В данной работе был подготовлен алгоритм реализации велокомпьютера. Использовалась среда программирования Arduino IDE, позволяющая использовать язык программирования C++. В устройство разработанного GPS-трекера входит: отладочная плата Iskra Neo, плата расширения Тройка Slot Shield, приемник GPS/GLONASS и семисегментный четырехразрядный индикатор Quad Display. GPS-трекер принимает данные со спутника GLONASS, такие как долгота, широта, дата и время. На основе этих данных программная часть вычисляет скорость и пробег движущегося средства, эти данные выводятся пользователю через семисегментный четырехразрядный дисплей.

## **ПОЛУЧЕНИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ РАЗЛИЧНОГО ТИПА С ПОМОЩЬЮ СОБИРАЮЩЕЙ ЛИНЗЫ**

*Шарафутдинова А.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Гарнаева Г.И.*

Целью данной работы было создание методического пособия для лабораторной работы «Получение изображений различного типа с помощью собирающей линзы». Работа была выполнена мной несколько раз. Я учла все особенности оборудования, а также возможные проблемы, с которыми могут столкнуться студенты при проведении данной лабораторной работы. Передовые принадлежности и современная программа «Цифровая лаборатория» делают работу более мобильной, уменьшают вероятность появления погрешности, а также повышают эффективность явлений и учат системно обрабатывать полученный результат.

## **ИЗУЧЕНИЕ ОБЛАСТИ РЕЙНЕР-ГАММА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СНИМКОВ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ**

*Шаринов Д.М.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Шпекин М.И.*

Благодаря космической программе Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO, Лунный орбитальный зонд) любой желающий может воспользоваться снимками высокого разрешения для исследования поверхности Луны (<http://lroc.sese.asu.edu/>).

В докладе представлены предварительные результаты изучения области Рейнер-Гамма. Для детального изучения данной области необходимо построить 3D модель местности. Для выполнения этой задачи есть необходимость в мощных компьютерах и в отборе подходящих снимков из большого массива данных. В нашем случае мы используем перекрывающиеся панорамные снимки высокого разрешения, с разрешающей способностью 0.5–1.0 м на лунной поверхности. На данный момент освоен программный продукт Agisoft Photoscan, а также интерфейс работы с базой данных снимков

LRO, включающей более 4.5 млн изображений. В конечном счете объемная модель области Рейнер-Гамма по изображениям высокого разрешения позволит изучить ее необычное строение, что облегчит проектирование лунной базы в этом загадочном регионе.

### **РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО РУКОВОДСТВА К ЦИФРОВОЙ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ ПО ТЕМЕ «ПРОВЕРКА ВТОРОГО ЗАКОНА НЬЮТОНА ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ»**

*Шаринова Г.И.*

*Научный руководитель – старший преподаватель Низамова Э.И.*

Цель работы – оказать помощь ученикам при выполнении лабораторной работы с цифровым оборудованием по определенной теме, разработав методическое руководство.

Мною была проделана цифровая лабораторная работа по теме «Проверка второго закона Ньютона при движении по наклонной плоскости» и найдены скорость, ускорение и равнодействующая сила по формуле Ньютона. Я сравнивала значение, измеренное динамометром, со значением, полученным в ходе эксперимента, и, получив незначительную погрешность, убедилась в справедливости данного закона. Подробно расписав и объяснив все свои действия, вставив фотографии своей установки, получила методическую разработку для выполнения данной работы.

Таким образом, полученное методическое руководство поможет учащимся быстро и качественно сделать эту работу. Они лучше будут усваивать тему, проделав работу своими руками и в то же время потратив мало времени, так как многие вычисления выполняет компьютер.

### **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОБРАБОТКА МАММОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

*Шафигулина В.А.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Колчев А.А.*

Маммограмма – это рентген-снимок, полученный при маммографическом исследовании, который применяется для диагностики и выявления заболеваний молочных желез у женщин на ранних стадиях, прежде всего, рака молочной железы (РМЖ). Проблема РМЖ по-прежнему остается актуальной. Увеличение числа обследуемых приводит к повышению нагрузки на врачей-рентгенологов, что снижает результативность и требует массового одновременного обучения сразу большого количества специалистов, задействованных в таких программах. Все это побуждает на разработку и внедрение массовых программ скрининга РМЖ. На настоящее время существует алгоритм работы системы компьютерного анализа, способный выделять области, которые соответствуют злокачественным образованиям. Однако данный алгоритм не всегда выделяет на снимке интересующую нас область, он так же выдает ложно-положительные результаты.

Целью данной работы является определение параметров выделенной области интереса, позволяющих разделить изображения, содержащие новообразования и не содержащие. Для достижения данной цели требовалось решить следующие задачи: применить параметры изображения, используемые в близких по содержанию работах, для различных отсчетов выборки выделенной области, построить модель изображения и выбрать параметры, которые отвечают за наличие новообразования. В ходе выполнения задач были проанализированы 2 выборки выделенных областей, содержащие злокачественное новообразование и не содержащие. Каждый оцифрованный файл нормировался по значениям яркости от 0 до 255, и затем анализировались статистические параметры и параметры текстуры изображения для различных отсчетов выделенной области. В результате среди параметров были отобраны следующие: однородность отсчетов модулей градиентов, среднее квадратичное отклонение отсчетов направлений градиентов, относительная гладкость столбцов гистограммы отсчетов направлений градиентов и среднее арифметическое столбцов гистограммы отсчетов направлений градиентов. Совокупность отобранных параметров позволяет обнаружить область, содержащую злокачественное новообразование, с высокой вероятностью. В качестве модели изображения рассматривался параболоид вращения. В итоге было установлено, что в рамках построенной модели выделенная область, содержащая злокачественное образование, имеет более изрезанный контур основания параболоида.

лоида и сумма квадратов отклонений от модели у нее меньше. Таким образом, на данный момент отобранные параметры позволяют лучше определить область, содержащую злокачественное новообразование, чем построенная модель. И в дальнейшем модель выделенной области будет усложнена.

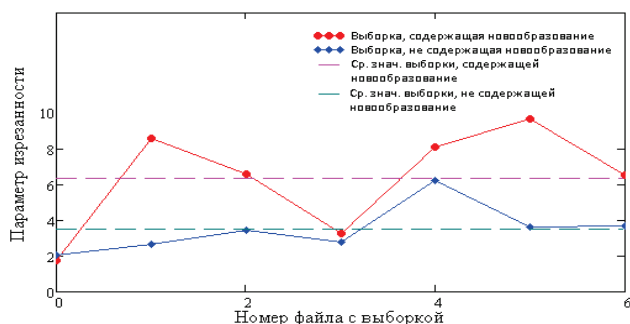


Рисунок 2. Значения изрезанности основания параболоида для файлов, содержащих новообразование и не содержащих

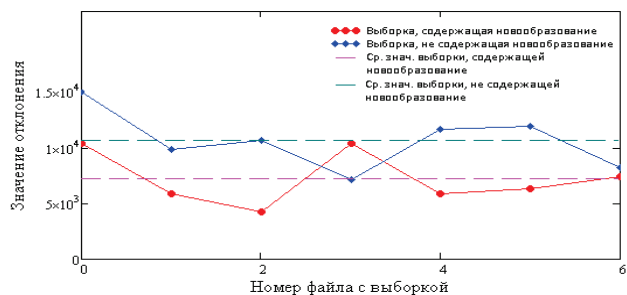


Рисунок 3. Размах отклонений от модели для файлов, содержащих новообразование и не содержащих.

## СРАВНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ТОПОГРАФИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ЛЕСНОЙ ТЕРРИТОРИИ

*Шаяхметова Л.Х.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Загретдинов Р.В.*

В наше время вопросы экологии становятся все более острыми и актуальными. Их нужно учитывать в обязательном порядке и при проведении разного рода строительных работ, поскольку просто срубить одно или даже несколько деревьев, а вот восстанавливать после непродуманных вырубок зеленые насаждения несравненно более сложно – на это могут понадобиться десятки лет.

В связи с этим всякий раз при составлении проекта, по которому будет строиться любой объект или сооружение, обязательно приходится учитывать, какие деревья из тех, что растут на заданном участке, можно вырубать, а какие – нельзя, каким будет допустимый объем вырубки и какие именно породы сохранить важнее всего. Помощь в решении всех этих проблем обеспечивает подеревная съемка, которая является разновидностью топографической съемки [Подеревная топографическая съемка, 16.10.2014].

В ходе производственной практики летом 2017 года я участвовала в топографической съемке лесной территории под строительство коттеджного поселка. Съемка проводилась традиционными инструментами, такими как ГНСС-оборудование и электронный тахеометр. Данные приборы позволили дать хороший результат, но полевые работы растянулись надолго. Поэтому в представленной работе рассмотрены и другие методы топографических съемок, которые помимо приемлемого результата смогут сократить время выполнения работ. Были рассмотрены классические методы топографических съемок – съемка с применением спутникового оборудования и электронного тахеометра, также не остались без внимания съемка с помощью лазерного сканирования и съемка с применением беспилотных летательных аппаратов.

В процессе работы была проведена тестовая топографическая съемка участка леса с помощью спутникового приемника и тахеометра. Были взяты и обработаны данные наземного лазерного сканирования и беспилотного летательного аппарата тестового участка леса. По всем полученным данным был проведен сравнительный анализ по таким критериям, как время, точность, информация по характеристикам деревьев.

## СПИН-РЕШЕТОЧНАЯ РЕЛАКСАЦИЯ $\text{NO}_3^{2-}$ -РАДИКАЛОВ В СИНТЕТИЧЕСКОМ ГИДРОКСИАПАТИТЕ. РАСЧЕТ СКОРОСТИ РЕЛАКСАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОНОННОГО СПЕКТРА

**Шуртакова Д.В.**

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Мамин Г.В.*

Гидроксиапатит  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$  используются в медицине для самых различных целей, в том числе для уменьшения боли и восстановления функций пораженных или поврежденных тканей организма, для заживления костей, полной замены суставов; используется в ортопедии, челюстно-лицевой хирургии, отоларингологии, офтальмологии и т.д. Получение полной информации о синтезируемых материалах на основе гидроксиапатита является актуальной задачей.

Целью работы является описание температурных зависимостей скорости спин-решеточной релаксации комплексов  $\text{NO}_3^{2-}$  в образцах синтетического гидроксиапатита с размерами частиц порошка 30 нм и 1 мкм.

$$\frac{1}{T_1} = K_1 T + K_2 \int_0^{\omega_{\max}} \frac{\frac{\hbar\omega}{e kT}}{(e^{\frac{\hbar\omega}{kT}} - 1)^2} \omega^4 \rho^2 d\omega, \quad K_1 = \frac{3\delta_{abk}}{\pi\hbar^4 \rho_{\text{cryst}} v_s^5} |\langle a | \sum_{n,m} V_n^m | b \rangle|^2, \quad K_2 = \frac{4\pi\hbar^2}{\rho_{\text{cryst}}^2 v_s^4} \frac{\langle b | V^{(1)} | a \rangle^4}{\Delta_{\text{cryst}}^4}. \quad (1)$$

Результат описания экспериментальной температурной зависимости скорости спин-решеточной релаксации с помощью модели Орбаха – Аминова по формуле (1) представлен на рис. 1, из аппроксимации определена температура Дебая  $T_D = 328$  К. Однако значение температуры Дебая оказалось занижено примерно на 60 градусов относительно температуры, определенной из теплоемкости ( $T_D = 389$  К) в [Slepko, Journal of Applied Physics. V. 117. P. 074701]. Нами было предположено, что этот эффект возникает из отклонения распределения плотности фононов от модели Орбаха – Аминова, где  $\rho \sim \omega^2$ . Опишем этот интеграл с использованием рассчитанного фононного спектра [Biktagirov, J. of Low Temp. Phys., 2015. V. 9. P. 1–6]. Результат аппроксимации представлен на рис. 1 (А), с  $T_D = 378 \pm 10$  К, что с точностью до ошибки совпадает с  $T_D = 389$  К, определенной из теплоемкости.

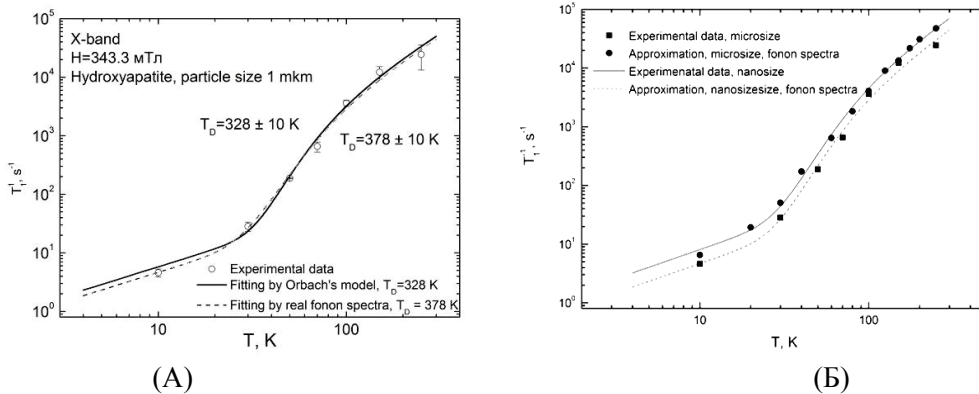


Рисунок 1. (А) Температурная зависимость скорости спин-решеточной релаксации комплексов  $\text{NO}_3^{2-}$  в синтетическом гидроксиапатите со средним размером частиц 1 мкм. Сплошной линией показана аппроксимация в модели Орбаха ( $T_D = 328$  К), прерывистой линией показана аппроксимация с использованием рассчитанного фононного спектра ( $T_D = 378$  К). (Б) Температурные зависимости скорости спин-решеточной релаксации для нано (сплошная линия) и микрообразцов (прерывистая линия)

На рисунке 1 (Б) показаны температурные зависимости скорости спин-решеточной релаксации для нано и микрообразцов. Из аппроксимации получаем, что температура Дебая, так же как и в микрообразцах, приближена к определенной из теплоемкости. Очевидно, что изменения скорости спин-решеточной релаксации в наночастицах связаны в основном с коэффициентами  $K_1$  и  $K_2$  в формуле 1. Из сравнения коэффициентов  $K_1$  и  $K_2$  можно предположить, что изменение скорости релаксации связано с замедлением скорости звука  $v_s$  в наночастицах на 12 %.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СКОРОСТИ ОТ ВРЕМЕНИ ПРИ РАВНОУСКОРЕННОМ ДВИЖЕНИИ

*Юнусова А.Р.*

*Научный руководитель – старший преподаватель Низамова Э.И.*

Проведение цифровых лабораторных работ способствует освоению учащимися современных способов получения, обработки и представления информации, новых методов проведения исследовательских работ по физике. Работа проводится с использованием компьютерной техники, специальных современных датчиков и программ.

Цель работы – научиться пользоваться лабораторным комплексом «Цифровая лаборатория»; исследовать движение бруска по наклонной плоскости.

Задачи – экспериментально проверить прямую пропорциональную зависимость при равноускоренном движении.

Итак, мы наблюдали движение бруска с помощью датчиков. С помощью полученных значений построили график и выяснили, что скорость тела, движущегося равноускоренно по прямой, изменяется прямо пропорционально времени движения.

## УПРАВЛЕНИЕ БЛОКАМИ ПИТАНИЯ ПО ПРОТОКОЛУ DALI С ПОМОЩЬЮ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

*Язубов Р.С.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Акчуринов А.Д.*

Цель работы заключается в организации автоматической работы блоков питания по протоколу DALI с помощью отладочной платы Arduino Nano с микроконтроллером семейства AVR (Atmega 328P).

DALI (Digital Addressable Lighting Interface) – протокол, предназначенный для управления осветительными приборами. Протокол был разработан австрийской компанией Tridonic и основан на манчестерском кодировании. Главной его особенностью является возможность построения широкой сети адресуемых управляемых приборов, таких как БП, драйверы, диммеры, контроллеры и т. д.

Сотрудники кафедры радиоастрономии занимаются разработкой приборов для акустического каротажа скважин и акустического сканера высокого разрешения. Стандартным в среде геофизиков источником питания приборов является стабилизатор напряжения с выходным напряжением 200 В ( $\pm 10$  В). Поскольку часть напряжения падает на каротажном кабеле при питании прибора, так же необходима подстройка напряжения в большую сторону, компенсирующая потери. Так как большая часть работы приборов исследования скважин проходит в полевых условиях, дополнительными требованиями к БП стали компактные размеры и возможность быстрой замены при выходе его из строя. Немаловажными факторами так же стали доступная цена, легкость и быстрота поставки БП. При детальном исследовании рынка удовлетворяющих поставленным требованиям БП найти не удалось. Для решения этой проблемы было предложено использовать три последовательно соединенных БП для осветительных приборов с цифровым интерфейсом управлением DALI. Интерфейс DALI является одной из технологических новинок в этой сфере.

Потребность в протоколе DALI обусловлена необходимостью в настройке выходного напряжения каждого из трех блоков питания и распределения равномерной нагрузки на них. Для этой цели был разработан и создан тестовый стенд, в состав которого входят: отладочная плата Arduino Nano с микроконтроллером семейства AVR (Atmega 328P), плата-драйвер интерфейса DALI для приема/передачи сигнала, три БП марки LCM-60DA, включенных последовательно и имитатор скважинного прибора в виде мощного резистора с перестраиваемым сопротивлением. Передача данных идет на скорости 1200 бит/с. Напряжение для логической единицы составляет  $16 \pm 6,5$  В, а для логического нуля –  $0 \pm 4,5$  В. Протокол DALI позволяет сформировать сеть с большим количеством адресуемых устройств (до 64) и одним контроллером. Контроллер DALI может управлять каждым устройством независимо от остальных. На тестовом стенде в качестве контроллера DALI выступает микроконтроллер Arduino NANO и плата драйвера, формирующая необходимые сигналы. Сеть представляет собой три последовательно включенных БП LCM-60DA.

В ходе работы была написана и отлажена программа управления БП, позволяющая добиться необходимого напряжения для питания каротажного прибора.

## ЗАРОЖДЕНИЕ И ПРОТЕКАНИЕ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ В ПЕРЕОХЛАЖДЕННОЙ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ<sup>1</sup>

*Яруллин Д.Т.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Галимзянов Б.Н.*

В настоящее время оценка значений характеристик кристаллического зародышеобразования в случае сильно переохлажденных жидкостей является одной из актуальных задач физики конденсированного состояния [Kashchiev, *Nucleation: Basic Theory with Applications*, 2000]. Так, для понимания механизмов протекания процессов кристаллизации требуется определение значений величин, характеризующих рост очагов новой фазы, называемых зародышами. К таким величинам относятся, например, критический размер и время ожидания нуклеации.

В настоящей работе мы рассматриваем процесс кристаллизации переохлажденной металлической системы методом моделирования молекулярной динамики. Мы оцениваем значения основных характеристик зародышеобразования при различных уровнях переохлаждения системы. Система характеризуется прямоугольной формой и содержит 14 700 частиц (рис. 1), характер взаимодействия которых задается короткодействующим осциллирующим потенциалом Джугутова [Dzugutov, *Phys. Rev. A.*, 1988. V. 38. P. 3609]. Для идентификации частиц, участвующих в формировании упорядоченных структур, проводится кластерный анализ согласно схеме, предложенной в работе [Steinhardt, *Phys. Rev. B.*, 1983. V. 28. P. 784].

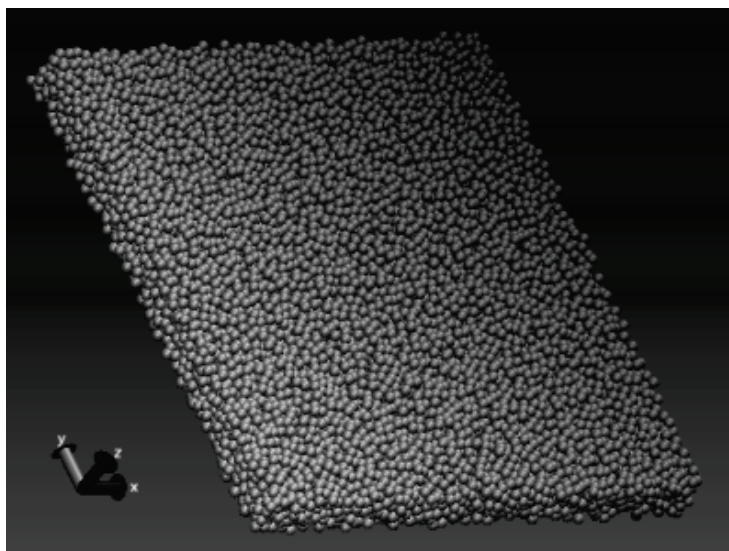


Рисунок 1. Конфигурация частиц рассматриваемой системы

Результаты показывают, что зародыши, формирующиеся при малых переохлаждениях, характеризуются сферической формой. С увеличением степени переохлаждения асферичность формы зародышей становится более выраженной. При этом увеличение степени переохлаждения приводит к увеличению концентрации зародышей критического размера. Полученные результаты находятся в хорошем согласии с результатами ранних экспериментальных и симуляционных исследований.

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-32-00021.



# ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И НЕФТЕГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

## СЕКЦИЯ «ВЫСОКОВЯЗКИЕ НЕФТИ И ПРИРОДНЫЕ БИТУМЫ»

### АНАЛИЗ РАЗРАБОТКИ САМАРСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*Галиева А.Р.*

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Кемалов Р.А.*

На основе анализа ранее выполненных работ, поверхностного оборудования, учета геологических и физических характеристик залежей, физико-химических свойств насыщающих флюидов в карбонатных отложениях верейского горизонта, башкирского яруса среднего отдела каменноугольной системы и тульских и бобриковских отложениях визейского яруса нижнего отдела каменноугольной системы были сформированы 4 основных варианта разработки месторождения – второй вариант, реализующий первоначальный ввод наиболее продуктивного верхнего пласта и по мере достижения максимальной производительности по добыче нефти разбуривание нижележащих пластов. Вариант с ускоренным вводом нижележащих пластов, как содержащих большее количество конденсата.

В настоящей работе подсчет геологических запасов нефти выполнен по трехмерной геологической модели. В основе подсчета лежит объемный метод.

Подсчет запасов выполнен в следующей последовательности:

- вычисление 3D-параметра геометрического объема пород, ограничивающего залежи;
- вычисление эффективного объема пород как произведение параметров геометрического объема и литологии;
- оценка порового объема пород как произведение параметров эффективного объема и коэффициента пористости;
- вычисление объема нефти как произведение параметров порового объема пород и коэффициента начальной нефтенасыщенности;
- путем умножения полученного массива значений нефтенасыщенности на пересчетный коэффициент и на плотность нефти, получение трехмерного распределения запасов нефти в поверхностных условиях.

В подсчете запасов УВС участвуют ячейки модели, центр которых расположен гипсометрически выше принятого контакта.

Для целей гидродинамического моделирования для объектов был выбран тип нерегулярной сетки. При моделировании обоснованы распределения проницаемости по пластам, начальные условия, сжимаемости коллектора, конструкции и расположение добывающих скважин. Была построена трехмерная геологическая модель строения продуктивных пластов месторождения. Выполненная оценка качества построения геологической модели с большой уверенностью позволяет сделать вывод, что построенная трехмерная геологическая модель соответствует сложившимся представлениям о геологическом строении продуктивных пластов месторождения. В достаточно полном объеме использован исходный материал. Расхождение исходных и полученных при трехмерном моделировании данных находится в зоне допустимой погрешности. По результатам расчетов и анализа технологических показателей были определены сроки внедрения ОРД в 17 скважинах для сокращения объема бурения и показано влияние их параметров на показатели добычи, также разработка тульско-бобриковского и башкирского объектов с применением внутриконтурной системы ППД (поддержания пластового давления), необходимый для достижения максимальных показателей отбора нефти из пласта. Кроме того, данный вариант потребует бурение дополнительных нагнетательных скважин повышенной протяженности и дополнительные инвестиции в строительство.

## ИЗУЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ СПГ APC-X™ И ПРОЦЕССА SPLITMR

*Гостенов М.К.*

*Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент Гайнуллин В.И.*

### 1. Технологический процесс APC-X™ (APCI AP-X™)

Процесс сжижения природного газа APC-X™ базируется на технологии APCI C3MR/SplitMR™, но в отличие от базовой технологии к двум первым циклам охлаждения и сжижения добавлен третий азотный цикл переохлаждения. На стадии переохлаждения вместо смешанного хладагента используется азотный холодильный цикл с детандером.

На стадии предварительного охлаждения пропан обеспечивает охлаждение природного газа до  $-30$  °С. Дальнейшее охлаждение и сжижение природного газа происходит в основном криогенном теплообменнике под действием смешанного хладагента, состав которого остается таким же, как и в процессе APCI C3MR. На выходе из основного криогенного теплообменника температура СПГ составляет  $(-120) - (-130)$  °С. Финальное переохлаждение СПГ до  $-162$  °С осуществляется за счет холодного газообразного азота, вышедшего из азотного турбодетандера. Затем СПГ дросселируется и направляется в резервуар для хранения.

В цикле переохлаждения чистый азот сжимается в компрессоре, охлаждается водой в теплообменнике и встречным потоком азота низкого давления в теплообменнике, и далее расширяется в турбодетандере, охлаждаясь при этом до температуры  $-170$  °С. При прохождении по межтрубному пространству теплообменника азот переохлаждает природный газ до  $-162$  °С.

При температуре сжижения природного газа азот имеет давление насыщенных паров порядка 1,7–2,3 МПа. Это составляет некоторое преимущество перед хладагентами, которые при тех же условиях имеют более низкие давления насыщенных паров. Более высокое давление насыщенных паров приводит к уменьшению объемного расхода хладагента в цикле низкого давления. Это ведет также к уменьшению размеров, а следовательно, и стоимости компрессора азотного цикла. Кроме того, повышенное давление увеличивает эффективность процесса за счет большего перепада давления при расширении в детандере, а значит, и достижения более низких температур при расширении.

Введение в процесс азотного цикла при том же расходе сырьевого газа позволяет уменьшить объемные расходы пропана и смешанного хладагента в двух первых циклах. По сравнению с базовым процессом массовый расход пропана составляет 80 % от расхода в процессе APCI C3MR, а объемный расход смешанного хладагента на входе в компрессорную ступень низкого давления – 60 % от расхода в той же базовой версии. При использовании такого же оборудования, как в базовом процессе, появляется возможность увеличить нагрузку, а значит, увеличить производительность всего процесса. Повышение температуры на выходе из основного криогенного теплообменника снижает нагрузку на теплообменник, также позволяя увеличить его производительность.

### 2. Технологический процесс APCI C3MR/SPLITMR™

Необходимость увеличения производительности отдельной технологической линии производства СПГ заставила компанию APCI модифицировать процесс APCI C3MR. С появлением процесса APCI C3MR/SplitMR™ производительность технологической линии возросла до 5 млн т в год (завод СПГ в Дамьетте, Египет). Основное отличие процесса APCI C3MR/SplitMR™ от процесса APCI C3MR – оптимизированная конфигурация компрессоров и приводных газовых турбин. Для оптимизации использования мощности газовых турбин один из компрессоров основного цикла охлаждения подсоединили на вал газовой турбины пропанового цикла охлаждения.

Таким образом, заводы СПГ RasGas и Qatar Gas II, III и IV в Катаре, использующие технологию APC-X в сочетании с газовыми турбинами повышенной мощности, производят на отдельных технологических линиях до 7,8 млн т СПГ в год. Технологический процесс APCI C3MR/SPLITMR™ позволил сбалансировать нагрузку на приводы компрессоров и полностью использовать мощность газовых турбин. Производительность технологической линии возросла при использовании того же числа турбин и компрессоров.

## ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ СОЛЕОТЛОЖЕНИЯ В СКВАЖИНАХ

**Кинзебулатов Р.Р.**

*Научный руководитель – профессор, д-р техн. наук, зав. кафедрой Кемалов А.Ф.*

Процессы добычи нефти часто сопровождаются отложением твердых осадков неорганических солей, накапливающихся на стенках скважин и подъемных труб, в насосном оборудовании и наземных коммуникациях системы сбора и подготовки нефти. Накопление солей осложняет добычу нефти, приводит к изнашиванию дорогостоящего оборудования, трудоемким ремонтным работам, а в итоге к значительному недобору и потерям нефти.

Практика показывает, что затраты на предупреждение солеотложения в десятки раз меньше финансовых потерь при устранении последствий отложения солей в оборудовании, скважине и трубах. Поэтому предупреждение солеотложения является одним из приоритетных направлений увеличения межремонтного периода работы скважин и сокращения затрат на добычу нефти [Мищенко И.Т., Кашацев В.Е. Солеобразование при добыче нефти: учебник для вузов. М.: Нефть и газ, 2004. 432 с.]

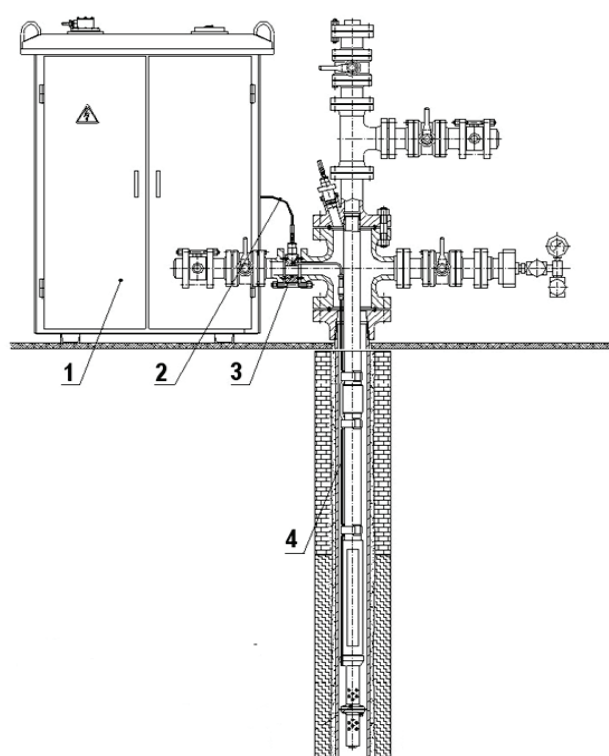


Рисунок 1. Схема оборудования устьевого блока подачи реагентов:

1 – блок (БПР, УБПР, БПМ); 2 – трубопровод наземный; 3 – устройство ввода; 4 – трубопровод скважинный

Основным технологическим решением является установка устьевого блока подачи реагента. Это позволит увеличить межремонтный период работы насосов, снизить затраты на их ремонт из-за уменьшения числа ремонтов и получить дополнительную нефть за счет увеличения времени работы насосов.

## АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ АБСОРБЕРА НА УСТАНОВКАХ КОМПЛЕКСНОЙ ПОДГОТОВКИ ГАЗА

**Кузнецов М.В.**

*Научный руководитель – старший преподаватель кафедры Валиев Д.З.*

На сегодняшний день на промыслах сеноманской залежи проведены многочисленные научно-исследовательские работы по реконструкции основного технологического оборудования. На основании многочисленных исследований были выбраны схемы модернизаций, показавшие наибольшую

эффективность при минимальных капитальных затратах. Опыт эксплуатации и многочисленные специальные исследования эффективности работы основного оборудования осушки газа показали:

- наиболее удачной проектной схемой осушки и конструкции основного технологического оборудования на УГКМ является: МФА (ГП-502) производительностью 10 млн м<sup>3</sup>/сутки;
- наименее удачной – МФА (ГП-365) на установке комплексной подготовки газа – 5–10;
- наиболее удачной схемой модернизации МФА ГП-365 явилась предложенная и впервые испытанная в 2008 году схема разделения потока газа в массообменной части аппарата на две части с установкой до фильтр-патронов дополнительной ступени фильтрации (фильтр-барabanов различной конструкции);
- наиболее эффективно работающими сепарационными элементами, испытанными на УНГМК, являются центробежные элементы ГПР-353 и ГПР-515 конструкции ЦКБН. Также хорошие результаты работы показали сепарационно-контактные элементы ГПР-362 – ЦКБН;
- модернизация ТНГГ (разделение потока) обеспечила работоспособность МФА ГП-365 с требуемым качеством газа и минимальными потерями ДЭГ [Ланчаков Г.А., Салихов Ю.Б. С. 128], [Опыт эксплуатации и модернизации, 2008, с. 26–92].

Типовая конструкция ГП-365 представляет собой колонну, функционально разделенную на три секции: сепарации, абсорбции и секции улавливания гликоля. Первая по ходу газа секция сепарации состояла из репарационной тарелки, оснащенной 86 сепарационными центробежными элементами диаметром 60 мм (ГПР-202). Секция абсорбции состоит из пяти контактных ступеней, каждая из которой включала ситчатую тарелку с отверстиями 6 мм и сепарационную тарелку с центробежными элементами. Следующая по ходу газа секция улавливания гликоля служит для очистки осушенного газа от капельного гликоля и состоит из 54 фильтр-патронов с намоткой из фильтрующего материала и рукавной сетки [Коротаева Ю.П., Маргулова Р.Д. С. 107], [Добыча, подготовка. Справочное руководство. М.: Недра, 2013. Т. 1. С. 76–92].

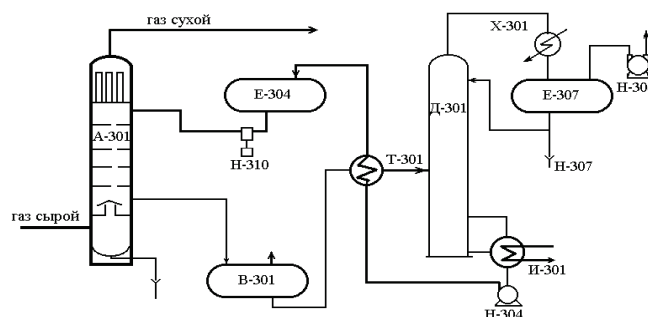


Рисунок 1. Принципиальная схема с гликолевой осушкой; А-301 – многофункциональный аппарат; Д-301 – колонна регенерации; Т-301 – теплообменник ДЭГ-ДЭГ; Х-301 – конденсатор; И-301 – испаритель Е-307, 304 – емкости; Н-304, 306, 307 – насосы

Испытания многочисленных конструкций фильтрующей части аппаратов позволили сделать однозначный вывод о невозможности отказа от фильтр-патронов, установленных в верхней части аппарата. При всей сложности их сборки и монтажа они обеспечивают минимальный вынос ДЭГ и длительный межремонтный период. Проведенные реконструкции и модернизации технологического оборудования позволили обеспечить требуемые объемы поставки сеноманского газа при безусловном выполнении требуемого ОСТ51.40-93, кондиционности газа и минимальных потерях.

## ДЕПРЕССОРНО-ДИСПЕРГИРУЮЩИЕ ПРИСАДКИ К ЛЕТНИМ ДИЗЕЛЬНЫМ ТОПЛИВАМ НА ОСНОВЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО СЫРЬЯ

*Мосунова К.А.*

*Научный руководитель – канд. хим. наук Гайнуллин В.И.*

Наиболее эффективным и экономически целесообразным способом улучшения низкотемпературных свойств нефтей, топлив и масел является использование депрессорных присадок. Это вещества,

при введении которых в малых дозах (обычно 0,05–0,10 %) достигается существенное снижение температуры застывания и улучшение текучести при низких температурах.

Нефтеперерабатывающие заводы России вырабатывают в основном летнее дизельное топливо – 89 % от общего объема производства, зимнее – 10 %, арктическое – 1 %. Потребность в низкозастывающих дизельных топливах удовлетворяется лишь на 40 %.

Дефицит зимних сортов топлива заставляет потребителей использовать смеси летнего дизельного топлива с бензином или керосином. Это приводит к снижению цетанового числа, вязкости, увеличению износов топливной аппаратуры и двигателя.

Депрессорные присадки, как правило, представляют собой растворы активного вещества (т. е. вещества, непосредственно обеспечивающего депрессорные свойства) в органическом (обычно углеводородном) растворителе. Роль последнего заключается в обеспечении быстрой растворимости и равномерного распределения депрессора в нефти или нефтепродукте, а также в придании присадке товарной формы.

Цель научной работы – создать эффективную депрессорно-диспергирующую присадку к летнему дизельному топливу на основе дешевого отечественного нефтехимического сырья и испытать ее на аппаратах ЛАЗ-М2 и АТФ-1. Аппарат ЛАЗ-М2 применяется для контроля качества дизельных топлив и позволяет автоматизировать определение температур помутнения (ГОСТ 5066 и ASTM D2500) и застывания (ГОСТ 20287, метод Б и ASTM D97). Аппарат АТФ-01 позволяет в автоматическом режиме определять предельную температуру фильтруемости дизельных и печных топлив в соответствии с ГОСТ 22254, ASTM D6371, IP 309 и EN 116. Аппараты применяются в лабораториях нефтебаз, нефтеперерабатывающих заводов, комбинатов Росрезерва и промышленных предприятий разных отраслей, в центрах стандартизации и метрологии, НИИ и других организациях.

Актуальность научной работы: использование отечественного нефтехимического сырья в данной работе решает проблему импортозамещения в условиях сложившейся экономической ситуации в России.

Стратегия импортозамещения предполагает постепенный переход от производства простых товаров к наукоемкой и высокотехнологичной продукции путем повышения уровня развития производства и технологий. Сама по себе стратегия импортозамещения опирается на развитие всего производства, повышение качества производимого товара, технологий применяемых на предприятиях, развитие инноваций. И это особенно актуально для страны, уровень производственных отраслей которой отстает от уровня государств, с которыми она взаимодействует.

На данном этапе работы методом подбора выведена эффективная рецептура и методика введения разработанной присадки в сырье (в летнее дизельное топливо). Получены хорошие результаты. Итогом проделанной работы станет научная статья с результатами и выводами, работающая депрессорно-диспергирующая присадка к летнему дизельному топливу на основе отечественного нефтехимического сырья.

## **ПРИМЕНЕНИЕ СЕРОБЕТОНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ**

*Неробов Н.И.*

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Кемалов Р.А.*

В последнее десятилетие в России, а также и в других промышленно развитых странах наблюдается рост производства технической серы, прежде всего как побочного продукта при переработке и очистке нефти, природных и топочных газов.

Существует такое направление использования серы, как строительного материала: производство серобетона. К областям применения серобетона можно отнести: элементы дорог, трубы (канализационные, дренажные, пригрузки трубопроводов), элементы нулевого цикла (фундаментные блоки, балки, сваи), конструкции специального назначения (контейнеры для захоронения радиоактивных и химических отходов, экранирующие элементы).

Серобетон – искусственный камневидный материал, представляющий собой затвердевшую серобетонную смесь. По составу серобетон представляет собой композиционный материал, в состав которого входит серное вяжущее и инертный наполнитель.

Добавив в расплавленную серу модификаторы, мы получаем СПВ (серополимерное вяжущее) или серный цемент, который уже можно применять как самостоятельное вяжущее, взамен обыкновенному гидравлическому вяжущему или портландцементу.

Основными преимуществами серобетона перед обычным являются его более высокие прочностные характеристики (на сжатие и на изгиб), возможность этого материала работать на растяжение, высокая химическая (коррозийная) стойкость, низкое водопоглощение, водонепроницаемость, морозостойкость, быстрый набор прочности, отверждение на морозе, возможность вторичной переработки, незначительная усадка.

Таблица 1

Сравнительная характеристика свойств серного и портландцементного бетонов

Типовые результаты физических испытаний	Серный бетон	Бетон из ПЦ
Прочность на сжатие, МПа	62,0	34,5
Прочность на растяжение, МПа	7,4	2,6
Модуль упругости	$(3-4) \times 10^4$	$(2,8-3,7) \times 10^4$
Линейный коэффициент расширения / °С	$8,3 \times 10^{-6}$	$8,3 \times 10^{-6}$
Плотность	2400 кг/м <sup>3</sup>	2400 кг/м <sup>3</sup>
Влагостойкость	1.0	0.8
Время набора прочности 100 %, ч.	3	672
Истираемость, %	3	17
Количество связующего	297 кг/м <sup>3</sup>	371 кг/м <sup>3</sup>

Необходимо отметить, что свойства серобетона в большей степени, нежели в случае с цементным бетоном, зависят от точного соблюдения и контроля технологического процесса и контроля качества входного сырья и на всех этапах производства. Разработка технологий по производству таких материалов остается актуальной задачей.

Серобетон выгодно отличается от бетона на портландцементе:

- быстрым набором прочности, что обеспечивает высокий оборот формооснастки и повторной формовки;
- безотходностью технологического процесса ввиду возможности повторного использования брака (некондиционной продукции) путем ее повторного плавления и формовки;
- морозостойкостью и стойкостью к агрессивным средам, низким водопоглощением и истираемостью;
- более высокими физико-механическими и эксплуатационно-техническими показателями: прочностью при сжатии (до 80–100 МПа) и изгибе.

## ПОЛУЧЕНИЕ АДСОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ЦЕОЛИТОВ ДЛЯ ОСУШКИ ГАЗОВ

*Турсунбоев Х.Б.*

*Научный руководитель – канд. техн. наук, старший преподаватель Ганиева Г.Р.*

В природе цеолиты образуются в результате гидротермального синтеза. Цеолиты сами по себе являются интересными объектами для научных исследований: они представляют собой пористые тела, характеризующиеся определенной структурой скелета и регулярной геометрией пор (внутрикристаллических полостей и каналов). Важной особенностью цеолитов является возможность варьирования химического состава кристаллов и геометрических параметров (формы и размеров) внутрикристаллических пор, т. е. возможность их структурного и химического модифицирования, что можно осуществлять, либо варьируя условия прямого синтеза цеолитов, либо изменяя химический состав кристаллов цеолитов одного и того же структурного типа.

Благодаря сравнительной легкости химического модифицирования цеолитов появляются широкие возможности для осуществления контролируемых изменений структуры и свойств кристаллов. Это обстоятельство делает цеолиты весьма удобными объектами для исследования адсорбционных равновесий, природы адсорбционных взаимодействий, механизма и кинетики каталитических реакций, молекулярно-ситовых эффектов, диффузии молекул в тонких порах контролируемых размеров.

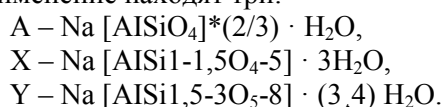
В промышленных масштабах главным образом используют синтетические цеолиты.

Синтетические цеолиты получают путем гидротермального синтеза в виде высокодисперсных кристаллов, имеющих размер от десятков долей до нескольких микрон, что обуславливает применение их в большинстве технологических процессов катализа, осушки и разделения газов в гранулированной форме.

Уровень современного промышленного производства синтетических цеолитов достигает нескольких сотен тысяч тонн в год и определяется главным образом, потребностями нефтехимической промышленности, где синтетические цеолиты некоторых структурных типов находят широкое применение в качестве катализаторов или их носителей. Также цеолиты широко применяются при сушке, очистке и разделении веществ, а также в качестве ионообменников.

Цеолиты – большая группа близких по составу и свойствам минералов, водные алюмосиликаты кальция и натрия из подкласса каркасных силикатов, со стеклянным или перламутровым блеском, известных своей способностью отдавать и вновь поглощать воду в зависимости от температуры и влажности. Другим важным свойством цеолитов является способность к ионному обмену – они способны селективно выделять и вновь впитывать различные вещества, а также обменивать катионы [1].

Цеолиты классифицируются на естественные и искусственные. Почти из ста искусственных цеолитов на практике широкое применение находят три:



A, X, Y синтезируют нагреванием до 100 °С либо гелей, образующихся при смешении растворов алюмината натрия и жидкого стекла или золя кремневой кислоты, либо смеси растворов едкого натра с прокаленным каолином. Полученные таким образом кристаллы (размером несколько мкм) в дальнейшем подвергают грануляции.

Как известно из различных источников, цеолиты типа NaX и NaX – BC применяются в следующих основных промышленных процессах: в области нефтехимии – обессоливание и обезвоживание нефти; катализаторы; в области газовой промышленности – осушка газа.

Цель данной работы изучить влияние плазмохимических обработок на цеолитовые катализаторы. Таким образом, в процессе изучения низкотемпературная плазма тлеющего разряда в O<sub>2</sub> и Ag и безэлектродная высокочастотная плазма в H<sub>2</sub> создают на поверхности катализаторов, а также при их регенерации новые поверхностные структуры, за счет которых происходит рост активности, селективности и стабильной работы катализаторов. В зависимости от выбранного металла в качестве электродов зависит дальнейшее применение катализатора в нефтехимической отрасли, которые позволяют выделить оптимальные условия выбора и эксплуатации цеолитов.

## СЕКЦИЯ «ГЕОФИЗИКА»

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ РЕЗУЛЬТАТОВ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН И КЕРНА НА ЮЖНО-АШАЛЬЧИНСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ СВЕРХВЯЗКИХ НЕФТЕЙ

*Гаврилов А.Ю.*

*Научный руководитель – главный геолог ООО «ТНГ-ЛенГИС» Степанов Н.Ю.*

Актуальность данной работы продиктована требованием к определению зависимости объемной и весовой битумонасыщенности для проведения подсчета запасов вязких нефтей на Ашальчинском месторождении.

Целью данной работы является вычисление зависимости для перевода  $K_{бит. об. гис}$  в  $K_{бит. вес. керн}$ .

В работе определена связь весового коэффициента битумонасыщенности по керну и объемного коэффициента битумонасыщенности по ГИС, построена зависимость, отражающая эту связь.

График 1 – приведены зависимости  $K_{бит. вес. керн}$  по керну и  $K_{бит. об. гис}$  для Ашальчинского и Южно-Ашальчинского месторождений.

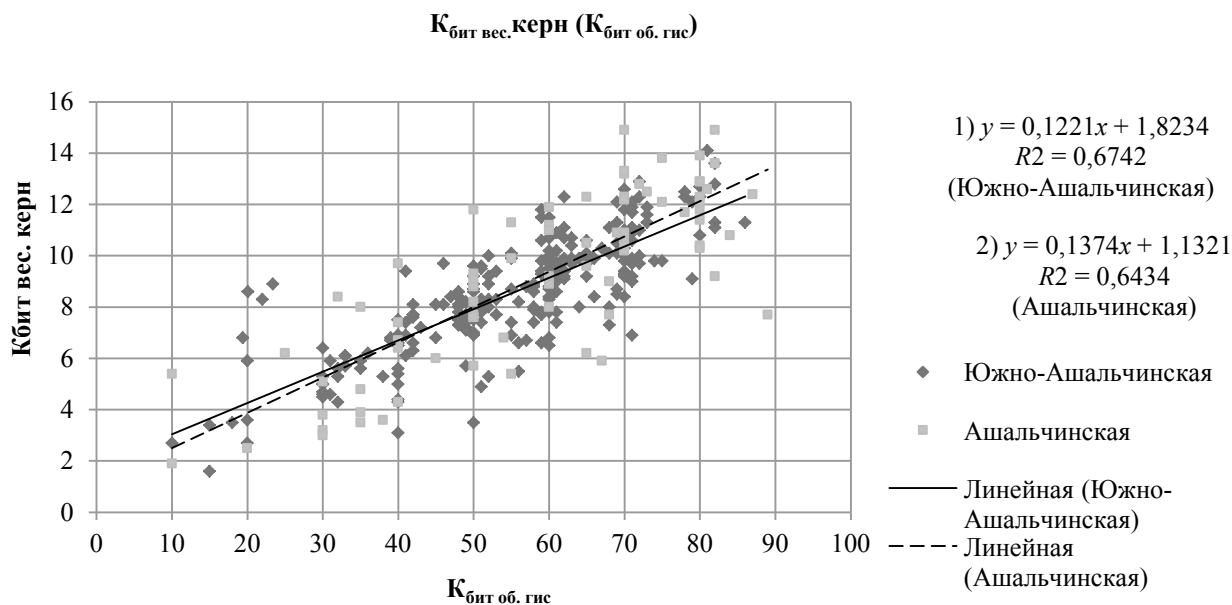


Рисунок 1. Зависимости  $K_{бит. вес. керн}$  по керну и  $K_{бит. об. гис}$

Показана сильная корреляция между  $K_{бит. керн} - K_{бит. об. гис}$ , что подтверждает правомерность использования петрофизических коэффициентов в уравнении Арчи, предложенных во «Временном методическом руководстве по интерпретации данных комплекса ГИС в битумных скважинах, пробуренных на уфимские отложения» (Романов А.А., Ибрагимов Г.Н., 1989).

Предложена зависимость перевода  $K_{бит. об. гис}$  в  $K_{бит. вес. керн}$  что дает более полную характеристику насыщения пласта и дает возможность оценить не только ресурсные запасы, но и запасы битумов традиционным способом.

Проведено сравнение полученной зависимости с зависимостью для Ашальчинского месторождения и сделан вывод, что зависимости отличаются, также для Южно-Ашальчинского месторождения получена более сильная зависимость, следовательно для более точной оценки  $K_{бит. вес. керн}$  нужно строить подобные зависимости для меньших площадей.



## ИЗУЧЕНИЕ ТРЕЩИНОВАТОСТИ КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО МИКРОСКАНЕРА МСІ И КРОСС-ДИПОЛЬНОГО АКУСТИЧЕСКОГО КАРОТАЖА МРАЛ

*Замалов А.Р.*

*Научный руководитель – главный инженер ООО «ТНГ-АлГИС» Галимов А.Р.*

МСІ – это каротажный прибор, микроэлектрический сканер, который состоит из 6 башмаков, держащих по 24 электрода каждый, и измеряет проводимость между этими электродами. С помощью имиджа наглядно отображается изменение литологического состава и структуры пластов, наличие трещин и каверн, изменение пористости. В частности, результаты интерпретации данных МСІ используются в комплексе с исследованиями трещиноватости по ориентированному керну [Абдуллин, 2016. С. 34].

Результаты статистического анализа по выделенным в мануальном режиме пластов и пропластков в скважине № 1 с месторождения X показали, что в интервале 675,5–829,2 м (каширский – тарусско-стешевский – михайловско-веневевский горизонты) углы падения выделенных пластов изменяются в пределах  $1,8^{\circ}$ – $27,6^{\circ}$ , азимут падения пластов лежит в диапазонах  $1,1$ – $108,6^{\circ}$ ,  $180,2$ – $359,3^{\circ}$ . Преимущественный угол падения пластов лежит в диапазоне  $4,4$ – $12,1^{\circ}$ , при основном направлении падения пластов север-северо-запад, азимут падения –  $323,5$ – $359,3^{\circ}$ . В результате статистической обработки характеристик прослеженных трещин установлено, что углы падения трещин в интервале исследования 675,5–829,2 м изменяются в диапазонах  $28,3$ – $34,2^{\circ}$ ,  $45,9$ – $69,5^{\circ}$ ,  $75,3$ – $87,1^{\circ}$ ; азимуты падения изменяются в диапазонах  $11,7$ – $29,7^{\circ}$ ,  $47,7$ – $83,7^{\circ}$ ,  $101,8$ – $191,8^{\circ}$ . Преимущественный угол падения трещин –  $75,3$ – $81,2^{\circ}$ . Преобладающий азимут падения трещин –  $155,8$ – $173,8^{\circ}$  (юг-юго-восток).

В интервале исследования 1005,2–1127,2 м в скважине № 1 с месторождения X (алексинский-тульский – упино-малевский горизонты) углы падения выделенных пластов изменяются в пределах  $0,6^{\circ}$ – $24,2^{\circ}$ , азимут падения пластов лежит в диапазонах  $1,0$ – $72,6^{\circ}$  и  $144,2$ – $358,9^{\circ}$ . Преимущественный угол падения пластов лежит в диапазоне  $7,7$ – $10,0^{\circ}$  при основном направлении падения пластов северо-запад, азимут падения –  $287,3$ – $323,1^{\circ}$ . Углы падения трещин в интервале исследования 1005,2–1127,2 м изменяются в диапазонах  $38,8$ – $41,0^{\circ}$ ,  $43,2$ – $45,4^{\circ}$ ,  $52,0$ – $54,2^{\circ}$ ,  $58,6$ – $60,8^{\circ}$ ; азимуты падения изменяются в диапазонах  $92,2$ – $118,8^{\circ}$ ,  $145,3$ – $171,9^{\circ}$ ,  $251,6$ – $278,2^{\circ}$ ,  $331,3$ – $357,9^{\circ}$ . Преимущественный угол падения трещин –  $52,0$ – $54,2^{\circ}$ . Преобладающий азимут падения трещин –  $145,3$ – $171,9^{\circ}$  (юг-юго-восток).

Мультипольный матричный акустический каротажный прибор МРАЛ способен одновременно выполнять monopольное, дипольное и квадрупольное измерение. Прибор использует однопольный кросс, дипольный и четырехпольный трансмиттеры и 8 приемных зондов для отбора волновых картин 32 каналов для получения интервального времени и информации затухания продольных волн, быстрых и медленных поперечных волн и волн Стоули, для расчетов параметров пористости, проницаемости, анизотропии и механических свойств пород, для распознавания трещин, оценки газоносных пластов, анализа гео-стресса и инспекции результатов гидроразрыва [Сингатуллина, 2013. С. 4].

В результате исследования в скважине № 3 с месторождения Z в интервале *среднего* отдела каменноугольной системы в интервале 964,5–1024,2 м было выявлено 6 интервалов с анизотропией горных пород. Мощность интервалов анизотропии изменяется от 0,76 до 6,1 м при значениях анизотропии от 2,66 до 6,23 отн. ед.

В результате исследования в скважине № 3 с месторождения Z в интервале *нижнего* отдела каменноугольной системы в интервале 1197,8–1290,4 м было выявлено 8 интервалов анизотропией горных пород. Мощность этих интервалов изменяется от 0,7 до 6,6 м при значениях анизотропии от 2 до 9,11 отн. ед. Основной причиной анизотропии карбонатных пород явилась трещиноватость. Причиной анизотропии терригенных в основном связана с тонкослоистостью. Также на анизотропию влияет стрессовое состояние горных пород.

## ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛНОРАЗМЕРНОГО КЕРНА КАРБОНАТНЫХ ПОРОД

*Казаков В.В.*

*Научный руководитель – канд. геол.-минерал. наук, старший преподаватель Нугманов И.И.*

Целью научно-исследовательской работы является разработка методики экспресс-анализа геомеханических свойств горных пород. Актуальность работы обусловлена необходимостью получения данных о прочностных и упругих свойствах на полноразмерном керне; выбора представительных участков для выбуривания коллекционных образцов; увязки керна с материалами геофизических исследований скважин.

Основу экспресс-анализа составляют методы определения предела прочности по данным склерометрической съемки и измерение скоростей акустических волн. В качестве приборной базы использовались склерометр (RockSchmidt) и ультразвуковой дефектоскоп УСД-60Н (рис. 1). Значения силы отскока упругой пружины являются показателем прочности в условных единицах и требуют калибровки с лабораторными экспериментами. Для этого проводилось определение прочностных и деформационных свойств коллекции образцов по методике одноосного сжатия, отобранных в местах апробации приборами экспресс-анализа.

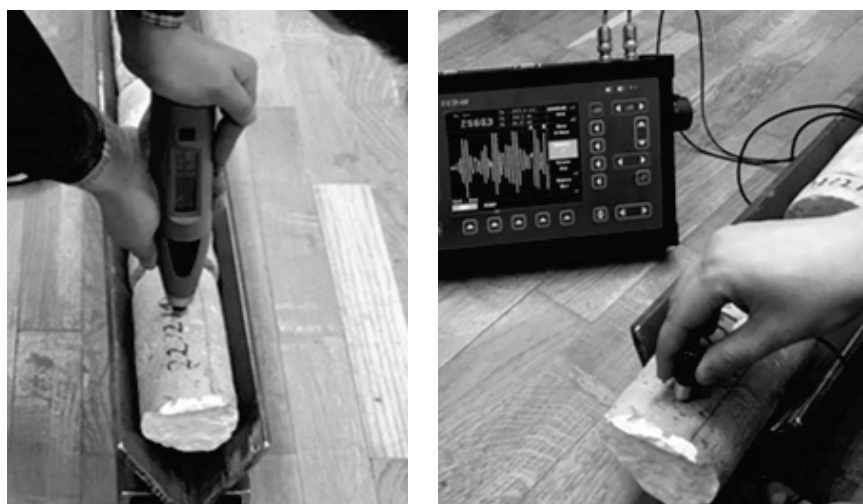


Рисунок 1. Методика определения геомеханических свойств:  
слева – определение предела прочности при помощи склерометра;  
справа – определение скорости акустических волн прибором УСД-60Н

Объектом исследования являются образцы полноразмерного керна скважины Университетская-1. По Дж. Л. Уилсону [Уилсон, 1980. С. 463], отложения керна представлены фацией эвапоритов платформ. Основными литологическими типами пород являются гипс, ангидрит и доломит.

В таблице 1 представлены результаты сопоставления лабораторных испытаний и исследований на полноразмерном керне. Результаты являются промежуточными, в дальнейшем, таблица будет дополняться. Анализ таблицы показывает, что горные породы разной литологии обладают различными геомеханическими свойствами, которые разделены по методике экспресс-анализа.

*Таблица 1*

### Результаты исследований

Горная порода	Модуль Юнга, ГПа	Коэффициент Пуассона, д. е.	Предел прочности, МПа	Показания склерометра, усл. ед.
Ангидрит	26–33	0,25–0,32	67–89	45–55
Гипс	23–27	0,26–0,35	22–37	27–33
Доломит	16–36	0,18–0,27	60–150	40–48

## МЕХАНИЧЕСКАЯ СТРАТИГРАФИЯ БАШКИРСКИХ КАРБОНАТНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ АКАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ

*Кудусова Д.И.*

*Научный руководитель – канд. геол.-минерал. наук, старший преподаватель Нугманов И.И.*

Целью работы является расчленение разреза сложнопостроенных карбонатных массивов на механические фации.

Для достижения цели решались следующие задачи:

- 1) обработка данных комплекса каротажных исследований;
- 2) сопоставление материалов ГИС и литолого-петрографических исследований керна;
- 3) выделение пластов коллекторов, их корреляция по профилю;
- 4) расчет геомеханических параметров;
- 5) обоснование механической дифференциации карбонатных отложений.

Актуальность исследований связана с тем, что карбонатные коллекторы являются основным объектом разработки малых нефтяных компаний, а их успешное освоение требует привлечения новых методов разработки: горизонтальные скважины, ГРП.

В качестве объекта исследования выбрано Аканское месторождение нефти, для которого карбонатные коллекторы башкирского яруса являются основным источником углеводородов.

В скважинах с расширенным комплексом ГИС (1995, 1998), содержащие запись ВАК и ГТКп в интервале башкирских отложений по данным скоростей продольной и поперечной волны и плотности, были рассчитаны упругие модули: Юнга и коэффициент Пуассона [Бельтюков, Евсеев, 2010. С. 83–84].

Для того чтобы обосновать механические фации, в пределах пластов коллекторов и не коллекторов скважин и в межскважинном пространстве были извлечены значения геомеханических параметров. Затем эти значения были проанализированы с использованием методов статистического анализа.

Во-первых, были построены гистограммы распределения значений геомеханических параметров и выбраны наиболее представительные интервалы (пласты) коллекторов и не коллекторов. Затем был проведен однофакторный дисперсионный анализ, для того чтобы сравнить средние значения двух выборок.

Как показывают результаты анализа, коллекторы и не коллекторы отличимы друг от друга по механическим свойствам, в то время как между коллекторами как одной скважины, так и в межскважинном пространстве различия не значимые (рис. 1).

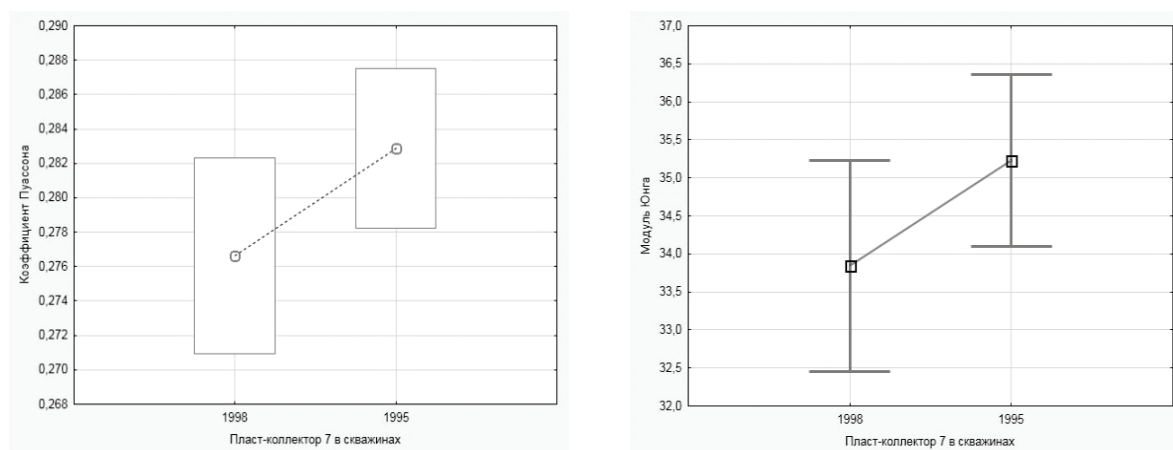


Рисунок 1. Однофакторный дисперсионный анализ для геомеханических параметров пласта коллектора 7 в скважинах 1998, 1995

Результаты исследования позволяют решить задачу первого этапа создания геомеханических моделей, а именно расчленить разрез на механические фации, рассчитать упругие свойства и оценить величины горных напряжений. Эти параметры напрямую влияют на выбор веса бурового раствора и выбор интервалов для проведения ГРП.

## АНАЛИЗ РАБОТЫ ПАР СКВАЖИН, ЭКСПЛУАТИРУЮЩИХСЯ ПО ТЕХНОЛОГИИ ПГД НА ОСНОВЕ ОПТОВОЛОКОННОЙ ТЕРМОМЕТРИИ

*Ломоносов А.Т.*

*Научный руководитель – заместитель директора  
по инновационной деятельности ИГиНГТ Судаков В.А.*

Разработка высоковязких нефтей выходит на первый план по нефтедобыче в России, что намного повышает значимость разработок извлечения сверхвязкой нефти (далее – СВН). Геологические запасы СВН в России достигают 6–7 млрд т, однако их извлечение требует использования специальных технологий, наиболее популярными из которых являются парогравитационный дренаж (ПГД), циклическая закачка пара (ПЗС), внутрипластовое горение (ВПГ) и методы холодной добычи тяжелой нефти с песком (CHOPS). Поскольку основные методы воздействия термические, главным параметром для мониторинга является температура в зоне дренирования. Одним из передовых методов, на основе которых возможно получение информации о температуре, является оптоволоконная термометрия. Данные, полученные таким способом, могут быть использованы при решении целого ряда проблем, что обуславливает высокую применимость волоконно-оптических технологий для мониторинга разработки СВН.

Основные задачи данной работы заключаются в следующем:

- разработка и верификация подхода к анализу термограмм с целью определения процессов, происходящих при разработке добывающих скважин;
- обоснование характера изменения поведения термограмм во время работы скважин;
- уточнение геологического строения с применением результатов мониторинга на основе оптоволоконной термометрии;
- анализ качества связи (нагнетательная – добывающая) скважин с помощью мониторинга минерализации добываемого флюида;
- выявление распределения потоков в межскважинном пространстве (нагнетательная – добывающая скважина).

На данный момент при разработке залежей СВН термическими методами применяются различные методы мониторинга, такие как сейсмический мониторинг, бурение наблюдательных скважин, оптоволоконная термометрия. Рассматриваемый метод мониторинга внедрен на месторождениях Татарстана в последние годы и является одним из перспективных для решения задач оценки эффективности работы ПГД скважин. Вследствие множества факторов, влияющих на показания оптоволоконной термометрии, интерпретация получаемых результатов на данный момент должна совершенствоваться, особенно ввиду потенциальной возможности получения дополнительной информации для построения геологических и гидродинамических моделей.

В данной работе рассмотрено устройство и принцип мониторинга разработки работы пар скважин, эксплуатирующихся по технологии ПГД на основе оптоволоконной термометрии. Проведен анализ термограмм в добывающих скважинах, уточнено геологическое строение участка исследований, определено качество и степень влияния нагнетательной – добывающей скважины. Выявлена зависимость изменения термограмм в процессе разработки, в том числе уточнена взаимосвязь минерализации добываемой жидкости и показаний термограмм на участке интервала перфорации.

Рассмотренный в работе подход к интерпретации термограмм может быть использован для оценки эффективности работы скважин по технологии ПГД, что позволит отбирать участки для направленного проведения ГТМ (таких как установка гелевых пробок, изменение расположения нагнетательных НКТ и добывающих насосов, кислотные обработки) с целью увеличения нефтеотдачи. Также показана возможность уточнения геологического строения, что может быть использовано при построении геологической и гидродинамической модели. Корректное использование материалов оптоволоконной термометрии дает возможность продлить срок эксплуатации скважин и поднять общую нефтеотдачу.

## ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СВЕРХВЯЗКИХ НЕФТЕЙ ПО ТЕХНОЛОГИИ ПАРАГРАВИТАЦИОННОГО ДРЕНАЖА

*Нурмиев А.Р.*

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Степанов А.В.*

В условиях значительной выработанности запасов нефти разрабатываемых месторождений в Республике Татарстан обоснование объемов добычи и прироста запасов углеводородного сырья представляется весьма актуальным, и все большее внимание уделяется сверхвязкой нефти (СВН) и природным битумам (ПБ), а также месторождениям со сложным строением.

Площадь исследования – Нижне-Кармальское месторождение, которое расположено в Черемшанском районе Республики Татарстан. Объектом исследования является отложения уфимского яруса (верхнепермский терригенно-карбонатный комплекс).

Для прослеживания изменений сейсмогеологических условий использовалась методика 2D-сейсморазведки по 1 профилю и 20 прискважинным съемкам. Изучение верхней части разреза проводилось по методике преломленных волн. По прискважинным съемкам проводилась оцифровка первых вступлений и были построены годографы преломленных волн. По этим годографам были рассчитаны кажущиеся скорости верхней части разреза, которые изменяются в пределах от 400 до 1200 м/с, а также мощность, средняя величина которой составила 10 м. Зная скорость и мощность верхней части разреза и глубину нахождения сейсмического приемника в скважине, мы можем считать скорость распространения упругих волн в интервале продуктивных отложений.

Исследования проводились в августе 2016 года и в мае 2017 года. Проанализировав данные скоростей распространения упругих волн, были построены карты изменения скоростей. На построенной карте видно, что скорость распространения волн уменьшилась на всей территории исследования. Это объясняется тем, что в результате термического воздействия на пласт вязкость битума уменьшается.

На втором этапе исследования была проведена обработка профиля № 8. Для этого использовался следующий граф цифровой обработки:

- ввод сейсмического материала;
- оценка качества первичного материала;
- построение базы данных геометрии;
- технология Lift;
- расчет статических поправок;
- анализ скоростей;
- преобразование Радона;
- поверхностно-согласованная балансировка амплитуд;
- поверхностно-согласованная деконволюция;
- получение временного разреза.

Полученный временной разрез был привязан к данным геофизических исследований скважин. На временном разрезе интервал новошешминского горизонта уфимского яруса соответствует интервалу 230–250 мс на временном разрезе.

Следующим этапом исследования является изучение изменений динамических и кинематических характеристик временного разреза.

## РАЗРАБОТКА ПОДХОДА К ПОСТРОЕНИЮ ГЕОХИМИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЗАЛЕЖЕЙ СВЕРХВЯЗКОЙ НЕФТИ

*Сафина Р.Э.*

*Научный руководитель – заместитель директора  
по инновационной деятельности ИГиНГТ КФУ Судаков В.А.*

Республика Татарстан является одним из ведущих регионов Волго-Уральской нефтяной провинции, однако длительная и активная эксплуатация нефтяных залежей привела к их истощению. В связи с этим в настоящее время стал актуальным вопрос о замене жидких подвижных углеводородов в структуре добычи на сверхвязкие нефти и природные битумы. Одной из технологий извлечения

высоковязкой нефти является технология SAGD, которая была создана еще в 1970-х и применяется по сегодняшний день, в том числе и в Республике Татарстан. Определение направления распространения паровой камеры, основного действующего фактора этого метода, является главной задачей моделирования залежей СВН.

Цель данной работы заключается в построении модели СВН на основе данных геохимического анализа и определении возможности ее применения для уточнения геологической модели залежи сверхвязких нефтей и анализа ее разработки.

В основу моделирования заложен принцип биологической деградации сверхвязкой нефти залежи. Вместе с изменением степени биодegradации в результате деятельности живых организмов изменяются и свойства нефти. По этой причине в качестве ключевого параметра для построения модели выбрана степень биодegradации, оцененная по относительной концентрации химических соединений, присутствующих в составе нефти.

Геохимический анализ, включающий экстракцию битумоида, выделение насыщенной фракции и ее исследование в хроматомасс-спектрометрической системе, проводился на 56 образцах керна, отобранных из шешминского горизонта по всей толщине продуктивного пласта. При интерпретации хроматограмм определялось соотношение изомеров 4- и 1- метилдibenзотиофенов (4-МДБТ/1-МДБТ) и отношение суммы изопреноидных алканов (пристан и фитан) к сумме гопанов (С29 и С30). Эти параметры являются косвенными признаками степени биодegradации. В основу построенной геохимической модели легло отношение этих соединений.

Оценена возможность использования построенной геохимической модели для уточнения геологической модели и мониторинга разработки залежи сверхвязких нефтей.

Анализ распределения значения соотношения изомеров метилдibenзотиофенов позволил установить взаимосвязь степени биодegradации с нефтенасыщенностью, определить границу ВНК.

Проводился геохимический анализ проб нефти из добывающих скважин, отобранных с периодичностью в 2–3 месяца. Корреляция данных модели и значения выбранных параметров в пробах нефти из горизонтальных скважин позволили оценить вероятные пути притока нефти к добывающим скважинам. Для определения возможности использования геохимической модели для анализа разработки месторождения методом SAGD необходимо проводить дальнейший мониторинг.

## **ПРИМЕНЕНИЕ СЕКТОРНОГО АКУСТИЧЕСКОГО ЦЕМЕНТОМЕРА АКЦ8СМ ДЛЯ ДЕТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ЦЕМЕНТИРОВАНИЯ СКВАЖИН**

*Тимофеев А.М.*

*Научный руководитель – главный инженер ТГ АМИС НТУ ООО «ТНГ-Групп» Михеев М.Л.*

В данной работе рассматривается многочастотная аппаратура акустической цементометрии – 8-секторная сканирующая АКЦ8СМ. Прибор представляет собой 8-секторную сканирующую аппаратуру на преломленных волнах, которая позволяет определять качество сцепления цемента с колонной и цемента с породой по периметру скважины с выделением вертикальных каналов раскрытостью не менее 15°. Измерения проводятся сразу в трех режимах – 22, 8 и 5 кГц [Паспорт АКЦ8СМ, 2017. С. 6–7].

Исследования проводились на четырех скважинах *Енорусскинского месторождения*. Месторождение находится на территории Аксубаевского района РТ, а в региональном структурном плане располагается на восточном борту Мелекесской впадины [Геология РТ, 2002. С. 154].

Процесс обработки и интерпретации данных аппаратуры секторной цементометрии АКЦ8СМ сводится к работе в двух программных пакетах: «АКЦ» и «ПРАЙМ». По итогам интерпретации во всех четырех скважинах были выделены вертикальные каналы крепи, которые могут быть возможными причинами перетоков. Для подтверждения данных выводов были сопоставлены результаты АКЦ8СМ и результаты гидродинамических исследований на притоке. Области перетоков подтвердились по всем четырем скважинам Енорусскинского месторождения. Исходя из этого, можно судить о том, что аппаратура АКЦ8СМ безошибочно выявляет возможные области перетоков в скважинах, что в дальнейшем отражается на сокращении затрат в области ремонтно-изоляционных работ.

Также был рассмотрен способ работы АК на отраженных волнах для оценки качества цементирования. В основе данных исследований лежит метод реверберации акустических колебаний, при этом волновой пакет реверберации колонны образуется за счет многократного отражения акустического сигнала внутри стенки обсадной колонны. При плотном контакте реверберация будет минимальна, т. е. колебания имеют малую амплитуду и высокий декремент затухания. В «свободной» колонне будет наблюдаться обратная картина, амплитуда и длительность реверберации окажутся максимальными.

## СЕКЦИЯ «ПАЛЕОНТОЛОГИЯ И СТРАТИГРАФИЯ»

### ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НИЖНЕПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНОГО УРАЛА (РАЗРЕЗ ДАЛЬНИЙ ТЮЛЬКАС)

Гимадиев Р.Н.

Научный руководитель – канд. геол.-минерал. наук, старший преподаватель Линкина Л.И.

Геологический разрез Дальний Тюлькас является претендентом на стратотип нижней границы артинского яруса предуральской серии нижнепермского возраста. Разрез находится в Приволжском федеральном округе, Республике Башкортостан, Гафурийском районе. Расположен разрез на правом берегу реки Дальний Тюлькас.

Материалом для исследования послужил 21 образец горных пород. Лабораторная обработка образцов проводилась с помощью сепарационного метода В.П. Гричука [Гричук В.П., 1948. 224 с.]. После химической обработки препараты изучались под микроскопом при увеличении от 300 до 600 раз.

На основании проведенных исследований в общем составе полученных спектров было отмечено преобладание пыльцевых зерен (от 70 до 90 %), тогда как споры составляют соответственно от 10 до 30 %. Помимо спор и пыльцы, в мацератах присутствуют акритархи, количество которых существенно больше относительно пыльцы и спор.

Среди пыльцы преобладает (30–61 %) двумешковая билатеральная пыльца, представленная: *Gardenosporites pinnatus* Krus., *Vestigisporites novus* Tiw., *V. sp.*, *Striatoabieites borealis* Utt., *S. giganteus* (Samoil.) Hart, *Striatopodocarpites cancellatus* (B. et H.) Hart, *S. aff. fusus* (B. et H.) Pot., *S. circulus* Utt., *S. consinnus* Kruz., *S. elongates* (Lub.) Hart., *S. phalaratus* (B. et H.) Hart, *S. striatus* (Lub. et Waltz), *Limitisporites sp.*, *Platysaccus alatus* (Lub.) Oshurk., *Hamiapollenites bullaeformis* (Samoil.) Jans., *Protohaploxypinus latissimus* (Lub.) Samoil., *P. sp.*, Гораздо реже (4–11 %) было отмечено наличие одомешковой радиальной пыльцы рода *Cordaitina*: *C. rotata* (Lub.) Samoil., *C. angustelimbata* (Lub.) Samoil. var. *minor* Lub., *C. ornata* Samoil., *C. rugulifer* (Lub.) Samoil., *C. sp.* В несколько меньшем количестве (13–43 %) встречаются безмешковые бороздчатые докольчатые стриатные пыльцевые зерна рода *Vittatina*: *V. striata* Lub., *V. vittifer* (Lub.) Samoil., *V. subsaccata* Samoil., *V. cincinnata* (Lub.) Samoil. В спорово-пыльцевых спектрах в небольшом количестве (1–12 %) присутствовала и одномешковая билатеральная пыльца *Potonieisporites rimosus* Schwar., *Florinites luberae* Samoil., *Fl. sp.*

Количество спор составляет 12–20 %. Чаще других встречаются *Crassispora sp.* и *Punctatisporites sp.* Среди спор также определены: *Punctatisporites confusus* Inoss., *P. planus* Virb., *P. punctatus* (Ibr.) Pot. et Kr., *Cyclogranisporites punctulatus* (Waltz) Lub., *Schopfites decalvatus* (Virb.) Oshurk., *Iugisporis bellus* (Virb.) Oshurk., *I. parvispinus* (Lub.) Oshurk., *Phidiaesporites fosteri* Fost., *Granulatisporites cf. procumbens* (Lub.) Oshurk., *Murospora sp.*, *Triquitrites sp.*, *Anulatisporites papillatus* Pant et Sriv., *Lycospora sp.*

Среди акритарх особенно много *Leiospheridia sp.*, несколько меньше *Tasmanites sp.* и еще реже были встречены *Inderites compactus* (Lub.) Abr. et March.

Таким образом, мы можем говорить о едином палинокомплексе, для которого характерно преобладание двумешковой билатеральной и безмешковой бороздной пыльцы рода *Vittatina* и присутствие большого количества акритарх. Полученный палинологический комплекс характеризует отложения сакмарского и артинского ярусов в разрезе Дальний Тюлькас. Во всех спорово-пыльцевых спектрах проанализированных образцов соотношение пыльцы спор и акритарх характерно для отложений пермского возраста [Практическая палиностратиграфия, 1990. 348 с.]. Рубеж сакмарских и артинских отложений по таксономическому составу палиноморф не фиксируется, отмечается лишь изменение количественного соотношения пыльцы и спор к акритархам: в артинских отложениях доминирование акритарх резко увеличивается, наблюдается ухудшение сохранности спор и пыльцы и уменьшение их присутствия по сравнению с сакмарскими отложениями.

## КОНОДОНТЫ НА РУБЕЖЕ МОСКОВСКОГО И КАСИМОВСКОГО ВЕКОВ РАЗРЕЗА УСОЛКА (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

*Жирнова О.В.*

*Научный руководитель – канд. геол.-минерал. наук, доцент Сунгатуллина Г.М.*

В последнее время Международной комиссией по стратиграфии активно проводятся работы по выбору вида-маркера нижней границы касимовского яруса Международной стратиграфической шкалы (МСШ) и разреза-кандидата на роль эталонного разреза касимовского яруса МСШ, такие разрезы называются Точками глобального стратотипа границы (GSSP или «золотыми гвоздями»).

Обычно виды-индексы в карбоне выбирают среди конодонтов, которых очень много в пограничном московско-касимовском интервале разреза Усолка, что делает проводимое исследование актуальным.

Разрез Усолка расположен на правом берегу одноименной реки в Гафурийском районе Республики Башкортостан. Цель работы – изучение конодонтов на границе московского и касимовского ярусов разреза Усолка (Южный Урал).

Задачами являются установление видового состава и анализ распространения отдельных видов конодонтов в пограничном московско-касимовском интервале разреза Усолка, исследование морфологических изменений видов на границе московского и касимовского ярусов, выбор потенциального вида-индекса нижней границы касимовского яруса карбона.

Объект исследования – коллекция конодонтов, собранная из пограничного московско-касимовского интервала Усольского разреза, которая насчитывает около 700 экземпляров. Мощность исследованного интервала – 1,5 м. Отложения представлены карбонатными породами с маломощным прослоем туфа в верхней части московского яруса.

В отложениях московского яруса конодонты многочисленны, хорошей сохранности, но не отличаются большим разнообразием, присутствует много ювенильных форм. Доминируют виды *Idiognathodus obliquus* Kossenko et Kozitskaya и *I. podolskensis* Goreva, встречаются многочисленные *Gondolella*, которые являются индикаторами глубоководной морской обстановки. Остальные виды представлены относительно небольшим количеством экземпляров. Комплекс конодонтов верхней части московского яруса характерен для зоны *Neognathodus goundyi*, имеющей широкое географическое распространение (Московская синеклиза, Донбасс, восток Русской плиты), что позволяет коррелировать данные регионы с Южным Уралом.

Нижняя граница касимовского яруса проводится по появлению вида *Swadelina subexcelsa* (Alekseev et Goreva), совместно с которым встречены многочисленные и разнообразные конодонты, несущие на платформе срединный желоб. В связи с этим, считаем, что вид-индекс нижней границы касимовского яруса необходимо выбирать среди конодонтов с желобом. Наиболее перспективным представляется вид *Swadelina subexcelsa* (Alekseev et Goreva), который имеет четкие морфологические признаки (срединный желоб, лопасти, ростральные гребни) и пользуется широким распространением (Южный Урал, Московская синеклиза, восток Русской плиты, Китай, Донбасс).

## МЕЛОВЫЕ ФОРАМИНИФЕРЫ ТУРАНСКОЙ ПЛИТЫ

*Каримова В.Э.*

*Научный руководитель – канд. геол.-минерал. наук, доцент Сунгатуллина Г.М.*

Породы нижнего мела в Среднем Каспии являются региональными покрывками залежей нефти, поэтому их изучение является актуальным.

Цель работы – изучение фораминифер из отложений нижнего мела Туранской плиты (Средний Каспий).

Задачи, которые были решены в ходе выполнения работы: определение фораминифер из отложений нижнего мела скважины, пройденной в западной части Туранской плиты; изучение стратиграфического распространения фораминифер; проведение биостратиграфического анализа; корреляция изученных отложений с разновозрастными образованиями других регионов. Объект исследования – коллекция фораминифер, насчитывающая 559 экземпляров из 17 образцов.



Изучены фораминиферы из отложений готеривского, барремского и аптского ярусов нижнего мела Туранской плиты. Обнаружено 48 видов фораминифер, относящихся к 18 родам. В целом преобладают представители родов *Lenticulina*, составляющие около 30 % из всего количества фораминифер, также многочисленны *Epistomina* и *Hedbergella*.

Наиболее богатый и разнообразный комплекс найден в отложениях готеривского яруса. Количество фораминифер в породах барремского яруса существенно сокращается. В аптском ярусе вновь наблюдаем увеличение количества фораминифер. Здесь в комплексе преобладают планктонные *Hedbergella planispira* (Agalarova), *Ticinella roberti* (Gandolfi), остальные виды представлены единичными экземплярами.

В основании аптского яруса выделяются слои с *Hedbergella artica* прослеженные в Волго-Уральской и Тетической областях. Выше по разрезу обнаружены фораминиферы, типичные для зоны *Hedbergella planispira*, характерной для Тетиса и Волго-Урала.

Многочисленные фораминиферы, встреченные в изученных отложениях, позволяют восстановить условия осадконакопления – теплый морской бассейн нормальной солености.

## НОВЫЕ ДАННЫЕ О БИО- И ЛИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ НИЖНЕМЕЛОВЫХ И ВЕРХНЕЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОСТОКА РУССКОЙ ПЛИТЫ

Максютова Л. Ф.

Научный руководитель – д-р геол.-минерал. наук, доцент Зорина С. О.

В настоящий момент обогащенные органическим веществом отложения имеют повышенный интерес с научной точки зрения, так как являются потенциальным источником углеводородов и индикатором специфических палеогеографических условий. Меловой и юрский период характеризуется несколькими проявлениями океанических аноксических эпизодов (ОАЕ), которые способствовали образованию черносланцевых отложений [Jenkyns, 2010, Mutterlose, 2003].

На базе лабораторий Казанского федерального университета (Россия) и Фрайбергского технического университета (Германия) были проведены микрофаунистический, флуоресцентный и геохимический элементный анализы образцов, отобранных из черносланцевых горизонтов (средневожской промзинской свиты и нижнеаптской ульяновской толщи) и вмещающих глинистые отложения (верхнеготеривской климовской свиты и нижнеаптской хмелевской толщи) из разрезов «Татарские Шатрашаны», «Чепкас-Никольское» и «Старая Задоровка» (восток Русской плиты). Целью исследований было выявление особенностей палеообстановок, характерных для аноксических эпизодов, и реконструкция их влияния на бентосную микрофауну.

По результатам микрофаунистического анализа образцов темно-серых биотурбированных глин климовской свиты из разреза «Чепкас-Никольское», исследованные слои содержат комплекс бентосных фораминифер хорошей и удовлетворительной сохранности: *Mjatliukaena multivoluta*, *Mjatliukaena aptiensis*, *Grirostomoides infracretaceus*, *Recurvoides spectabilis*, *Trochammina gyroidiniformis*, *Verneuilinella hoterivica*, *Ammodiscus infracretaceus*, *Ammodiscus cretaceus*, *Ammobaculites cretacea*, *Mjatliukaena sp.*, *Glomospira charoides*, *Usbekistania sp.*, *Glomospirella sp.*, *Ammodiscus sp.*, *Haplophragmoides sp.* Несмотря на отсутствие в комплексе зонального вида, комплекс достаточно уверенно соотносится с верхнеготеривской фораминиферной зоной *M. comma* – *Q. micra* (= *S. decheni*), которой соответствует климовская свита. Кроме того, подтверждением позднеготеривского возраста пород может служить появление вида *Verneuilinella hoterivica*.

В образцах темно-серых глин хмелевской толщи из разреза «Старая Задоровка» содержится бедный комплекс фораминифер, обнаружен лишь зональный вид *Mjatliukaena aptiensis*, подтверждающий раннеаптский возраст слоев и 2 планктонных вида *Praehedbergella perforare*, *Heterohelix globulosa*. Обеднение и угнетение бентосной микрофауны свидетельствует о начавшихся неблагоприятных условиях в морском бассейне востока Русской плиты непосредственно перед ОАЕ-1а.

На основе ранее разработанной палеобатиметрической модели расселения бентосных фораминифер [Зорина, Старцева, 2010] было установлено, что глубина бассейна в раннеаптское и позднеготеривское время составляла около 200 м, что соответствует пограничной области между нижнеэнергетической и верхнебатиметрической зонами. Эти данные подтверждаются установленным в рамках настоящего исследования преобладанием спирально-винтовых, наутиловидных и стрептоспиральных раковин.

По результатам геохимического анализа нижнеаптские черные сланцы характеризуются накоплением редокс-индикаторов – Mo, Se, V, S, а средневожские сланцы – Ni, Cu, Zn, что свидетельствует

об интенсивном поступлении вулканического материала в морской бассейн в конце юры [Щепетова, 2011]. Глинистая проба из климовской свиты характеризуется обогащением V и P. Вероятно, обилие фосфора в качестве питательного субстрата позволило бентосной микрофауне приспособиться к установившимся дизоксическим условиям.

Интересные результаты получены при изучении шлифов черных глинистых сланцев, по которым в промзинской свите обнаружены остатки остракод, раковинный детрит и обломки скелета рыбы. Флуоресцентный анализ шлифов показал, что накопление органического вещества в черных сланцах связано с обилием водоросли *Tasmanaceans*, что свидетельствует о сильном цветении воды.

Для реконструкции условий осадконакопления кроме вышепредставленных результатов использовались различные индикаторные соотношения, такие как: Rb/K как показатель палеосолености;  $Al_2O_3/TiO_2$  – палеовлажности; V/Cr – редокс-условий [Ferriday, Montenagu, 2016].

## ЧЕРНОСЛАНЦЕВЫЕ ГОРИЗОНТЫ СЕВЕРО-ВОСТОКА УЛЬЯНОВСКО-САРАТОВСКОГО ПРОГИБА

*Никашин К.И.*

*Научный руководитель – д-р геол.-минерал. наук, профессор Зорина С.О.*

В современном понимании черные сланцы – это высокоуглеродистые тонколаминированные глинистые, карбонатно-терригенные или кремнистые породы обычно сланцеватой текстуры. Их образование связывают в том числе с океанскими аноксическими событиями (oceanic anoxic event – OAE) – короткими (менее 1 млн лет), но глобальными эпизодами дефицита кислорода в морях и океанах. Распространенность аноксических условий в палеоводоемах иллюстрируют карты из Атласа аноксических обстановок океанов фанерозоя [Scotese, Moore, 2014. С. 14–15]. Согласно Атласу, в конце верхней юры и в апте на востоке Русской плиты существовали аноксические бассейны.

Юрские и меловые отложения северо-востока Ульяновско-Саратовского прогиба представлены относительно однообразным терригенно-карбонатным сероцветным разрезом. На этом фоне выделяются два черносланцевых горизонта: средневожская промзинская свита и раннеаптская ульяновская толща. Они и стали объектами исследования. Образцы керн из Татарско-Шатрашанской скважины (Дрожжановский район РТ) подверглись рентгенографическому анализу и электронно-микроскопическому исследованию с микрозондовым анализом.

Промзинская свита сложена рассланцованными битуминозными алевролитами и микрослоистыми серыми глинами с прослоями горючих сланцев. Отмечается чередование слойков, насыщенных битуминозным веществом и бедных фаунистическими остатками, и слойков с повышенным содержанием кальцита и обилием фаунистических остатков. Согласно региональной схеме юрских отложений ВЕП свита соответствует аммонитовой зоне *Dorsoplanites panderi*. Образование этой свиты связано с предполагаемым субглобальным позднеюрским OAE. По данным рентгенографического анализа глины промзинской свиты содержат до 34 % кальцита. Большую роль в составе глин и алевролитов играет клиноптилолит (16–24 %) – продукт преобразования пирокластике. Электронно-микроскопическое изучение промзинских глин показало, что они сложены раковинным детритом (в основном кокколитами и спикулами губок) и хлопьевидными агрегатами пиритизированного монтмориллонита. В этом матриксе выделяются целые пиритовые фрамбоиды, покрытые плёнками предположительно бактериального происхождения и содержащие органическое вещество. Кроме того, отмечены многочисленные фрагменты распавшихся фрамбоидов.

Ульяновская толща сложена серыми битуминозными алевролитами и микрослоистыми сланцеватыми глинами. В средней части толщи выделяется пластовая конкреция мергелей. Согласно региональной схеме нижнемеловых отложений центра и юга ВЕП, толща соответствует аммонитовой зоне *Deshayesites volgensis*. Образование этой толщи связано с глобальным раннеаптским OAE-1a. На электронно-микроскопических изображениях глин ульяновской толщи виден плотный глинистый матрикс, в котором обособляются целые пиритовые фрамбоиды, а также растительные частицы. По данным микрозондового анализа содержание углерода в растительных частицах достигает 47 %. Конкреционные мергели содержат скелеты кокколитофорид хорошей сохранности.

Полученные результаты позволяют сказать, что промзинская свита характеризуется крайне неоднородным строением, что говорит об изменчивости условий осадконакопления. Слойки соответствующие аноксическим эпизодам, бедны фаунистическими остатками, содержат большое количество

целых пиритовых фрамбоидов, концентрации  $C_{\text{орг}}$  достигают 50 %. В слоях нормальных обстановок концентрации  $C_{\text{орг}}$  небольшие, повышается содержание  $\text{CaCO}_3$ , наблюдается обилие фоссилий, пиритовые фрамбоиды теряют свою целостность.

Ключевую роль в формировании черносланцевых горизонтов играет вулканический материал. Предполагаемые продукты изменения пирокластики (клиноптилолит, монтмориллонит) составляют 40–50 % минерального состава пород промзинской свиты.

Раннеаптская ульяновская толща также имеет неоднородное строение. Нижняя часть толщи накапливалась в условиях аноксии и сероводородного заражения, что подтверждается находками пиритовых фрамбоидов и растительных частиц, а также отсутствием бентосной фауны. Средняя часть толщи сложена пластовой конкрецией кокколитовых мергелей, образовавшихся в условиях резкой оксидизации бассейна. Завершают разрез толщи слабоизвестковистые битуминозные глины, что говорит о возобновлении аноксии, однако без сильного сероводородного заражения водоема.

## НОВЫЕ ДАННЫЕ О ЛИТО- И ХЕМОСТРАТИГРАФИИ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ САРАТОВСКОГО ПОВОЛЖЬЯ НА ПРИМЕРЕ РАЗРЕЗА «МЕЗИНО-ЛАПШИНОВКА»

*Хабильянов Л.С.*

*Научные руководители – д-р геол.-минерал. наук Зорина С.О., д-р геол.-минерал. наук Вилмсен М.*

Разрез «Мезино-Лапшиновка» находится у одноименного села в Саратовской области. Он расположен в центральной части Ульяновско-Саратовского прогиба, в зоне его сочленения с субширотным Рязано-Саратовским прогибом. Разрез сложен верхнетуронскими-нижнесантонскими, преимущественно кремнистыми отложениями с прослоями глин, и перекрывающими их ниже-среднекампанскими, преимущественно карбонатными отложениями.

Основными компонентами кремнистых пород, по результатам петрографического анализа, являются агрегаты глауконита (100–500 мкм), зерна кварца (100–1000 мкм) и обломки планктонных и бентосных фораминифер в глинисто-карбонатно-кремнистой массе. Установлены ходы илоедов *Chondrites*. Данный тип биотурбации встречается как в древних, так и в современных отложениях, находящихся на удалении от кислородонасыщенных слоев, что говорит о способности этих роющих организмов хорошо переносить аноксические условия.

По результатам электронно-микроскопического и микронзондового анализов в глинистых прослоях обнаружены обломки вулканических стекол и кристаллы клиноптилолита. Примечательно, что цеолит выявлен в минеральном составе всех изученных образцов (7,64–17 %). Данный факт интерпретируется исследователями как влияние вулканизма во время осадконакопления [Коссовская, 1975].

На востоке Русской плиты нет визуального и лабораторного подтверждения аноксических условий [Schlanger и Jenkyns, 1976; Jenkyns, 1988, 1995], поскольку: а) в разрезах отсутствуют черные сланцы; б) аномалии изотопов углерода еще не зарегистрированы из-за отсутствия такого рода исследований; в) карбонатно-глинисто-кремнистые последовательности имеют светло-серый и серый цвет. Однако существует метод [Clarkson и др., 2016], способный выявлять слабые аноксические события в бассейне по содержанию реакционноспособного железа. Суть данного метода заключается в определении в породах Fe и соотношения Fe/Al. По результатам геохимического анализа выделяется 2 слоя, которые можно назвать слабоаноксическими (с соотношением Fe/Al > 0.55) – коньякские глины и нижекампанские опоки. Опоки к тому же содержат в минеральном составе пирит (1,15 %), распространение которого в осадочном бассейне также связывают с аноксией.

По общей размерности зерен детритового материала в породах можно сказать, что осадконакопление протекало в достаточно глубоководных, спокойных условиях. Колебания регионального уровня моря в турон-сантонское время происходило в целом синхронно с эвстатическими колебаниями. Опокам соответствует высокий уровень стояния моря, а переслаивающимся с ними глинам – трансгрессивный тракт. В позднем сантоне в результате тектонического воздымания региональный уровень моря упал до нуля, что привело в образованию позднесантонского перерыва, который завершился лишь в раннем кампане. С раннего кампана отмечается трансгрессия с последующим образованием более глубоководных мергелей.

Позднесантонский перерыв служит, таким образом, разделителем 2 обстановок осадконакопления, основным отличием которых являются преобладание кремнистого осадконакопления в турон-сантоне над карбонатным типом в кампане. Источником  $\text{SiO}_2$  для образования опок, вероятно, слу-

жил биогенный кремнистый ил, поступающий из более глубоких зон Тетиса в прилегающую с северо-востока зону мелководного Пери-Тетиса. После перерыва поступление  $\text{SiO}_2$  снизилось, вследствие чего в разрезе отмечается преобладание мергелей.

## ЮРСКИЕ ФОРАМИНИФЕРЫ УЛЬЯНОВСКО-САРАТОВСКОГО ПРОГИБА

*Шайхутдинова А.Р.*

*Научный руководитель – канд. геол.-минерал. наук, доцент Сунгатуллина Г.М.*

Актуальность исследования определяется необходимостью усовершенствования и детализации зональных схем юрской системы. Ведущая роль в этом принадлежит фораминиферам, обеспечивающим высокую степень детальности при расчленении и надежность при корреляции разрезов. Они давно и успешно используются для решения вопросов биостратиграфии и фациального анализа отложений.

Целью исследования является изучение фораминифер из отложений келловейского и кимериджского ярусов юрской системы скважины 1 Татарские Шатрашаны, пройденной в северной части Ульяновско-Саратовского прогиба. Для достижения поставленной цели был решен комплекс задач: извлечение фораминифер из глинистых пород, определение их видового состава и стратиграфического распространения, проведение биостратиграфического анализа и описание встреченных видов фораминифер, установление возраста и условий образования изученных отложений.

Объектом исследования явились 4 образца глин из юрских отложений скважины 1 Татарские Шатрашаны. Для извлечения фораминифер использовалась стандартная методика обработки образцов: глины сначала замачивались в воде на сутки, затем отмывались проточной водой от глинистых частиц с помощью мелкого сита, полученный порошок просушивался, просеивался, оставлялась фракция размерностью 0,2–2 мм. Далее просеянный порошок просматривался под микроскопом, обнаруженные фораминиферы отбирались в камеры Франке. Отдельно была изучена и крупная фракция, из которой отбиралась макрофауна. Собранная коллекция насчитывает более 200 экземпляров фораминифер, около 30 остракод, 38 гастропод и нескольких экземпляров пелеципод.

В итоге проведенного исследования получены следующие результаты. В отложениях келловейского яруса фораминиферы не обнаружены, встречены редкие пелециподы *Nuculana sp.*, гастроподы *Khetella sp.* и *Vuccinum incertum* d'Orbigny. В отложениях кимериджского яруса найдено большое количество фораминифер, представленных секреторными бентосными формами, среди которых основную роль играют лентиккулины и эпистомины. Важным является присутствие вида *Epistomina praetatarsiensis* (Umansk.), характерного для зоны *Lenticulina kuznetsovae* – *Epistomina praetatarsiensis*, выделенной в нижней части кимериджского яруса Восточно-Европейской платформы. Выполнено описание встреченных видов фораминифер. Совместно с фораминиферами в отложениях кимериджского яруса обнаружены многочисленные остракоды, гастроподы и пелециподы. Комплекс фауны позволяет сделать вывод о том, что в келловейском и кимериджском веках в пределах Ульяновско-Саратовского прогиба существовал мелкий, теплый морской бассейн нормальной солености.

## СЕКЦИЯ «ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ГИДРОГЕОЛОГИЯ»

### СОСТАВ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ ПЛОЩАДКИ ИЗЫСКАНИЯ ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО ПИВОВАРЕННОГО ЗАВОДА В ГОРОДЕ ЧИСТОПОЛЕ

*Абызов А.В.*

*Научный руководитель – канд. геол.-минерал. наук, доцент Королев Э.А.*

Строительство пивоваренного завода в городе Чистополе было начато в июне 2017 года. Участок проектируемого строительства в геоморфологическом отношении расположен в пределах верхней части левобережного склона долины реки Камы, на водоразделе рек Ерыкла и Толкишка. После окончания строительства завод должен стать одним из крупнейших производителей алкогольной продукции в Республике Татарстан.

Основной целью научной работы являлось изучение геолого-литологического строения, гидрогеологических условий, инженерно-геологических явлений и процессов на площадке проектируемого строительства, изучение физико-механических и специфических свойств грунтов, получение исходных данных для разработки мероприятий по защите строительных конструкций.

На начальном этапе анализировались данные, полученные по предыдущим изысканиям, выполненным на данной территории. Непосредственно перед строительством были проведены предварительные геологические, гидрогеологические и геофизические изыскания. По результатам этих изысканий в геологическом разрезе были выделены несколько инженерно-геологических элементов, определен уровень подземных вод.

Для определения свойств грунтов был проведен значительный комплекс лабораторных исследований. Особое внимание уделялось изучению просадочности у суглинков и набухания у глин.

Результаты работы представлены в виде нескольких таблиц свойств грунтов площадки изыскания. Также было смоделировано расположение уровней подземных вод и выделено общее направление движения потока.

*Таблица 1*

**Краткая таблица свойств грунтов**

Наименование параметра	Среднее значение параметра						
	ИГЭ № 2А глина твердая	ИГЭ № 3 суглинок твердый просадочный	ИГЭ № 3А суглинок твердый	ИГЭ № 3Б суглинок тугопластичный	ИГЭ № 9 глина твердая	ИГЭ № 13 песчаник	ИГЭ № 16 мергель
Влажность на границе текучести, %	42	32	33	35	35	23	35
Влажность на границе раскатывания, %	22	21	20	20	22	16	20
Число пластичности, %	21	13	13	15	13	7	15
Плотность, г/см <sup>3</sup>	1,92	1,8	1,92	1,95	1,98	1,82	2,03
Коэффициент пористости	0,73	0,7	0,68	0,73	0,65	0,68	0,59

Несущими грунтами проектируемых сооружений будут служить суглинки от твердой до тугопластичной консистенции, глины твердые, песчанники и мергели ИГЭ № 3А, 3Б, 9, 13, 16.

**ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПОДЗЕМНЫХ ВОД  
В ВЕРХНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ КИНДЕРКА  
(«ПАНОВСКИЕ ИСТОЧНИКИ», ВЫСОКОГОРСКИЙ РАЙОН РТ)**

*Ахмедов А.А.*

*Научный руководитель – старший преподаватель Хузин И.А.*

В настоящее время на территории города Казани стремительными темпами развивается строительство жилых комплексов, коттеджных поселков. В связи с этим остро встает вопрос о выявлении новых источников водоснабжения.

Водосборный бассейн реки Киндерка исторически является одним из основных источников водоснабжения города Казани (Пановские источники, в-р «Аки»). Основной проблемой подземных вод на рассматриваемой территории является несоответствие качества нормативным требованиям (СанПиН 2.1.4.1074-01) по показателю общей жесткости. Также не последнюю роль могут играть техногенные источники загрязнения.

Цель данной работы заключалась в выявлении основных факторов формирования химического состава подземных и поверхностных вод в бассейне реки Киндерка, а также в определении их качественного состава.

Комплекс лабораторных анализов был проведен в гидрохимической лаборатории Института геологии и нефтегазовых технологий. Элементы и параметры, а также методы их определения приведены в таблице 1.

*Таблица 1*

**Методы определения компонентов**

Методы	Элементы, параметры
Ионнохроматографический	SO <sub>4</sub> , Cl, NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , F, Br, PO <sub>4</sub> , K, Mg, Na, K, NH <sub>4</sub>
Кондуктометрический	Минерализация, электропроводимость
Потенциометрический	Водородный показатель (рН)
Титриметрический	HCO <sub>3</sub>
Атомно-абсорбционный	Fe, Cu, Mn, Ni

По результатам проведенных работ было установлено, что главным фактором формирования химического состава подземных вод на изучаемой территории является выщелачивание и растворение водовмещающих пород, обогащенных растворимыми минералами – кальцитом, доломитом. Благодаря этому в верхней части разреза формируются воды, характеризующиеся гидрокарбонатным магниево-кальциевым составом.

Основной проблемой, осложняющей использование данных вод для водоснабжения, является повышенная жесткость, которая также зависит от особенностей состава водовмещающих пород.

Поверхностные воды характеризуются гидрокарбонатным магниево-кальциевым составом. Их состав напрямую зависит от состава подземных вод, так как питание реки происходит за счет разгрузки вод из уржумских и казанских отложений.

Закономерных изменений состава реки вниз по течению не прослеживается. На изучаемом участке реки минерализация колеблется от 495 до 605 мг/л, а водородный показатель от 7,3 до 7,8, что находится в пределах нормы. Пробы, отобранные из притоков реки, в отличие от проб с основного русла, характеризуются нормальной жесткостью, не превышающей ПДК. Это обусловлено разгрузкой данных вод из уржумских отложений, в то время как воды из основного русла питаются также за счет вод казанского водоносного комплекса.

Также установлено, что содержание нитратов уменьшается по мере удаления от населенных пунктов.

Дунахина А.С.

Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Галеев А.А.

Проблема регулирования водного режима на эксплуатируемых в процессе хозяйственной и инженерно-строительной деятельности территориях является актуальной. Антропогенное влияние может привести к неблагоприятным последствиям и опасным процессам: подтоплению, оползням, эрозии [Золотарев Н.В. Моделирование подтопления и дренирования мелиорируемых ландшафтов методом электронных таблиц: автореф. Омск. 2013. С. 3]. Существует необходимость в развитии методологии прогнозирования подтопления и дренирования мелиорируемых территорий. Одним из современных инструментов исследований является компьютерное моделирование, позволяющее быстро рассчитать варианты развития неблагоприятных процессов.

Целью настоящей работы является разработка модели радиальной фильтрации, расчет значения языка подтопления, разработка методики применения метода электронных таблиц на персональных компьютерах.

Численное моделирование проводилось на основе физического моделирования радиальной фильтрации, которое заключалось в создании модели ситуации с закачкой воды через вертикальную скважину в слой грунта ограниченный водоупором. В качестве исследуемого грунта использовался мелко-, среднезернистый песок. Роль водоупора выполняет пластиковая емкость размером 40\*40 см. На дно устанавливается фильтрационное кольцо диаметром 21 см. Посередине кольца располагается перфорированная скважина диаметром 4 см. Таким образом, были проведены опыты по радиальному наливу и экспресс-откачке.

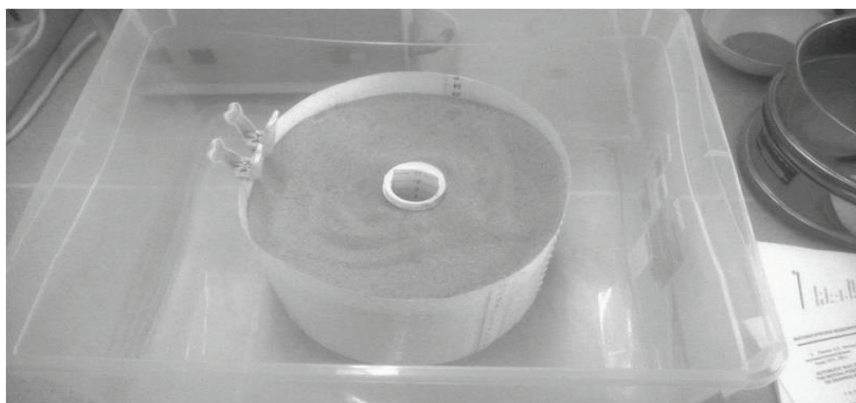


Рисунок 1. Емкость с фильтрационным кольцом и перфорированной скважиной

Электронные таблицы позволяют достаточно быстро собрать и рассчитать малую или среднюю модель области фильтрации с общим количеством узлов до 100 000. Сборка крупных моделей ограничена 1 млн [Сологаев В.И. О моделировании радиальной фильтрации методом электронных таблиц // Вестник СибАДИ. 2011. Вып. 1 (19). С. 64].

В нашем случае используется 77 узлов, в каждом из которых вводится формула моделирования:

$$H^{S+1}_i = H^S_i + \frac{4 \cdot Dt \cdot k \cdot (H^S_{i-1} - H^S_i)}{\mu \cdot [(r_{i+1} + r_{i-1})^2 - (r_i + r_{i-1})^2]} \cdot \left[ \frac{H^S_{i-1} - H^S_i}{\ln\left(\frac{r_i}{r_{i-1}}\right)} + \frac{H^S_{i-1} - H^S_i}{\ln\left(\frac{r_{i+1}}{r_i}\right)} \right]$$

Построение графиков и модель радиальной фильтрации формировалась в программе Excel, в которой была создана таблица для моделирования.

## ВЛИЯНИЕ ФОРМЫ ЧАСТИЦ ПЕСЧАНОГО ГРУНТА НА СОПРОТИВЛЕНИЕ СДВИГУ

*Кононов А.В.*

*Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Латыпов А.И.*

На сегодняшний день не подлежит сомнению факт зависимости прочностных параметров грунта от характеристик его состояния, таких как влажность, плотность сложения и т. п. [Грунтоведение, 2005. С. 1024]. Вместе с тем до сих пор нет однозначных исследований, устанавливающих соответствие между сопротивлением сдвигу и характеристиками гранулометрического состава. Этот вопрос является наиболее актуальным для песчаных грунтов, что связано во многом с невозможностью отбора полноценных образцов из массива грунта.

В настоящей работе были выполнены испытания двух типов песчаного грунта, отобранных на территории Казани. Образец № 1 представлял собой аллювиальный песок с хорошо окатанными зернами, образец № 2 – делювиальный песок с угловатыми частицами. На рисунке 1 показаны фотографические снимки исследуемых песков, полученных с помощью стереомикроскопа Stemi 2000C.

Из обоих песков были изготовлены образцы с одинаковыми физическими свойствами: влажность 10 %, плотность 1,9 г/см<sup>3</sup>.

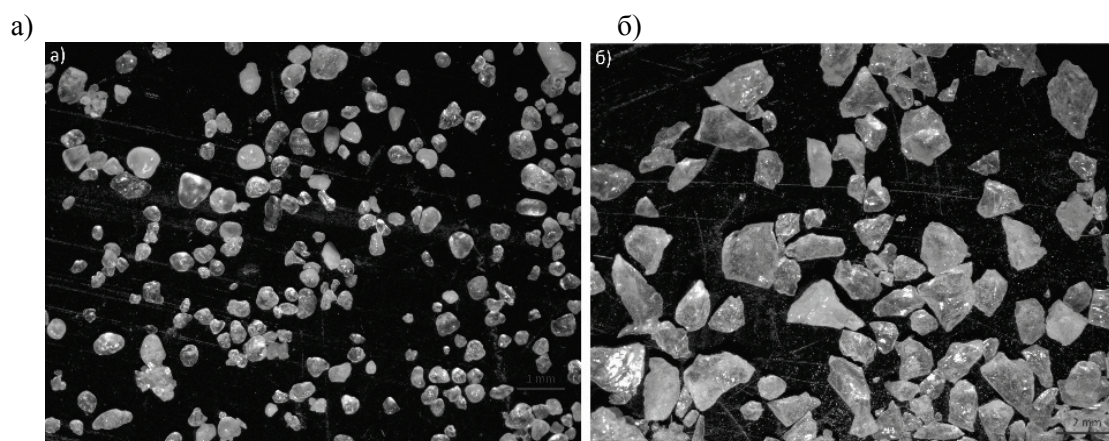


Рисунок 1. Фотографические снимки исследуемых песков:  
а) образец № 1, б) образец № 2

Сопротивление сдвигу определялось в установке одноплоскостного среза конструкции НПП «Геотек» в лаборатории механики грунтов Института геологии и нефтегазовых технологий Казанского (Приволжского) федерального университета. Методика испытаний принята в соответствии с ГОСТ 12248-2010 [ГОСТ 12248-2010]. Для каждого песка были проведены серии из 10 испытаний.

Проведенные лабораторные исследования показали, что среднее значение сопротивления сдвигу для образца № 1 составило 0,125 МПа, а для образца № 2 – 0,21 МПа, т. е. при прочих равных условиях сопротивление угловатого песка на 59,5 % выше, чем у окатанного. Это позволяет сделать вывод, что форма частиц песчаного грунта оказывает очень большое влияние на параметры прочности.

Результатом работы является эмпирически выведенная формула для  $\tau_{защ} = -\frac{Z}{332,941} + 0,157$

( $Z$  – коэффициент окатанности), равная силам сопротивления сдвигу за счет механического сцепления. Благодаря этому можно уточнить закон Кулона для дисперсных грунтов  $\tau = \delta tg\varphi + \tau_{защ}$ .



## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПАЛЕОПОЧВЕННЫХ ПРОФИЛЕЙ ИЗ ОПОРНЫХ РАЗРЕЗОВ УРЖУМСКОГО ЯРУСА КАЗАНСКОГО ПОВОЛЖЬЯ

Куликова А.И.

Научный руководитель – канд. геол.-минерал. наук, доцент Муравьев Ф.А.

Палеопочвы представляют собой геологические документы, позволяющие выявлять перерывы в осадконакоплении, реконструировать палеоландшафтные и палеоклиматические условия. В опорном разрезе уржумского яруса перми в Монастырском овраге изучение палеопочвенных профилей на красноцветных алевропелитах началось несколько лет назад. Для сравнения нами были изучены палеопочвы второго опорного разреза уржумского яруса в овраге Черемушка. Описание палеопочв, выделение в них генетических горизонтов проводилось полевыми методами на основе текстурных и других признаков, главным из которых являлось наличие корней *in situ*. Лабораторные методы включали в себя: определение карбонатности и нерастворимого остатка пород; гранулометрический анализ с помощью лазерного анализатора частиц; рентгено-флуоресцентный анализ нерастворимых остатков (силикокластики); диспергация силикокластики и разделение ее на глинистую и песчано-алевритовую фракции; рентгеноструктурный анализ глинистой фракции; оптическую микроскопию и магнитную сепарацию песчано-пылевой фракции.

В каждом из опорных разрезов единственный палеопочвенный комплекс, состоящий из 3–4 наложенных друг на друга палеопочв, залегает в средней части разреза примерно на одном стратиграфическом уровне. Верхние части этих комплексов представляют собой наиболее зрелые палеопочвы, вертисоль умеренной зрелости в Монастырском овраге и кальцисоль высокой зрелости в овраге Черемушка. По результатам гранулометрического анализа почвоматеринские породы этих палеопочв относятся к песчанистым алевритам, по минералогическому составу – к олигомиктовым породам. Схожим является также поведение геохимических индикаторов (CIA, Ti/Zr, Al/Si и др.) в вертикальном профиле палеопочв, свидетельствующее об одновременности процессов почвообразования и накопления осадков. Более того, значения  $\delta^{13}\text{C}$  и  $\delta^{18}\text{O}$  в карбонатных нодулях этих палеопочв также очень близки. Учитывая седиментационную цикличность обоих опорных разрезов, сходство состава и строения палеопочвенных комплексов, их исключительность в разрезе уржумского яруса, можно проводить их прямую корреляцию. Стратиграфический уровень развития этих комплексов отражает эпизод сглаживания рельефа и тектонической стабильности территории и может служить дополнительным маркером при корреляции и расчленении уржумских отложений Казанского Поволжья.

Наличие сликенсайдов в изученных палеопочвах, образующихся на поверхностях почвенных блоков при их периодическом набухании и усадке, свидетельствует о переменном-влажном климате, условия периодического увлажнения алевритовых осадков отражают также глеевые пятна и горизонты. Карбонатный генетический горизонт ( $B_k$ ) залегает в уржумских палеопочвенных профилях на глубинах 0–0,2 м, что косвенно может соответствовать среднегодовому количеству осадков в 300–400 мм/год.

Таким образом, комплексное изучение палеопочвенных профилей опорных разрезов уржумского яруса Казанского Поволжья позволило не только восстановить палеоклиматические условия времени их формирования, но и выявить новый стратиграфический маркер.

## СЕКЦИЯ «ГЕОЛОГИЯ НЕФТИ И ГАЗА»

### ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ НАПРАВЛЕННОЙ СОЛЯНО-КИСЛОТНОЙ ОБРАБОТКИ БАШКИРСКИХ И ВЕРЕЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ КУРМЫШСКОГО НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*Ишкинеев Б.Д.*

*Научный руководитель – ассистент Мударисова Р.А.*

Для увеличения производительности скважин в карбонатных коллекторах башкирского яруса и верейского горизонта Курмышского месторождения обычные соляно-кислотные обработки призабойной зоны скважин малоэффективны (эффект от их проведения не продолжителен). В связи с этим компания проводит направленную соляно-кислотную обработку (НСКО) согласно патенту № 2537433 «Способ обработки призабойной зоны скважины с низким пластовым давлением».

Способ обработки пласта подразумевает медленное увеличение давления в обрабатываемой призабойной зоне пласта пресной (пластовой) водой и внедрение в поровое и микротрещинное пространства карбонатных пород раствора соляной кислоты в многоцикловом режиме. Был проведен анализ и построен график для одной из обработанных скважин.

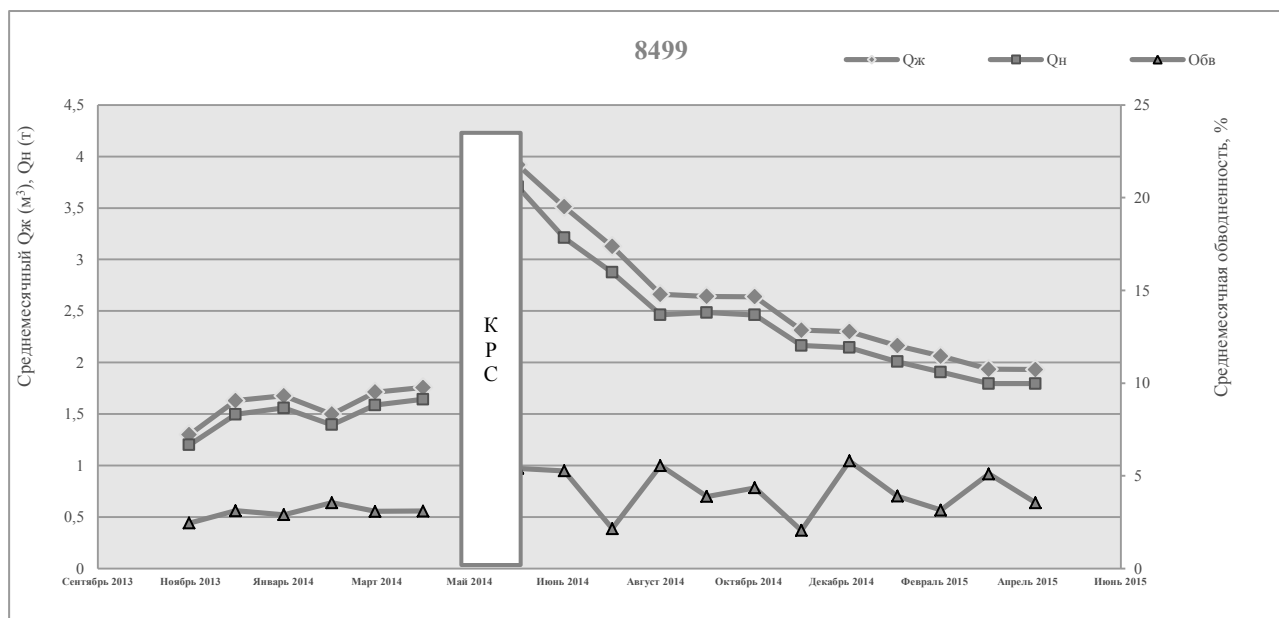


Рисунок 1. После НСКО дебит нефти увеличился в 1,5 раз, обводненность увеличилась на 0,6 %. Продолжительность эффекта – больше 12 месяцев

### СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ОБРАЗЦОВ ЗАЛЕЖИ СВН ЧЕРЕМШАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*Киришина И.С.*

*Научный руководитель – ассистент Валеева С.Е.*

Объектом изучения в данной работе являются отложения пермской системы, которые сформировались в различных фациальных и палеогеографических обстановках в процессе последовательного изменения условий накопления осадочного материала. Хотя условия формирования во многом еще не ясны, но по данным Б.В. Успенского породы накапливались в условиях дельты и многие сторонники допускают, что уфимские отложения, прежде всего шешминский горизонт, формировались в условиях дельт, связанных с морскими или озерными бассейнами седиментации.

Целью данной работы является проведение статистического анализа гранулометрического состава образцов керна шешминского горизонта с целью восстановления условий седиментации.

На первом этапе работы по данным керна были построены кривые распределения (рис. 1). Они являются наиболее удобными для восприятия и сравнения между собой гранулометрических анализов. По ним можно определить основные параметры образца: содержание размерных фракций, сортировку материала. В хорошо сортированных породах резко обособляется один положительный пик, в плохо сортированных – несколько приблизительно одинаковых по величине пиков, так как у нас один пик (рис. 1), они принадлежат к хорошо отсортированным породам. Медианы образцов соответственно равны 0,15 и 0,16 – это мелкозернистые пески.

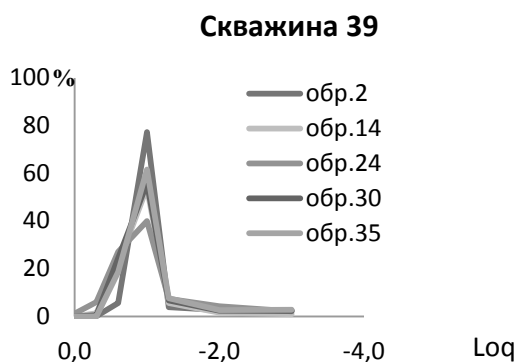


Рисунок 1. Кривые распределения скв. 39

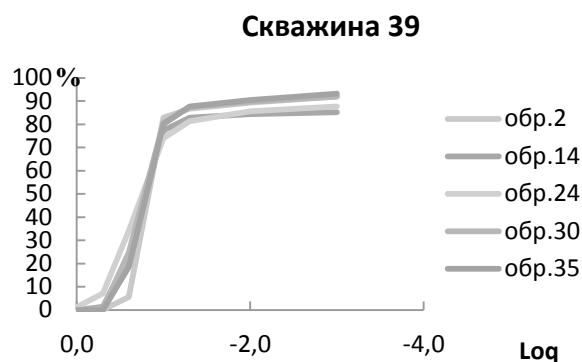


Рисунок 2. Кумулятивные кривые скв. 39

Далее были построены кумулятивные кривые (рис. 2), которые отличаются по форме, по крутизне наклона и по положению вдоль оси  $X$ . Сложность или простота формы кривой определяется степенью ее сортировки: чем лучше сортировка, тем проще кривая. На рисунке 2 видно, что кривые простые, имеют примерно 3–4 изгиба. Положение кривой вдоль оси  $X$  определяется величиной зерен. Чем меньше средний размер зерен (медиана), тем правее абсцисса, соответствующая ордината 50 %, т. е. медиане и наоборот. В нашем примере в основном все кривые являются хорошо отсортированными, характеризующимися малыми размерами зерен.

## ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И РАЗРАБОТКИ ПЛАСТА ЮС2/1 ВОСТОЧНО-СУРГУТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*Сабирзянов Р.Р.*

*Научный руководитель – ассистент Фахрутдинов Э.И.*

В данной работе подробно рассмотрено геологическое строение пласта ЮС2/1 (продуктивные отложения тюменской свиты) Восточно-Сургутского месторождения, описана геолого-геофизическая изученность, проанализированы основные этапы разработки месторождения и текущее состояние.

Формирование пласта ЮС2/1 происходило в условиях переходной зоны между континентальными и морскими обстановками седиментации. Структурный фактор в случае продуктивных отложений тюменской свиты носит подчиненный характер, так как основной вклад вносит литология пласта в силу особенностей условий седиментации указанных отложений.

Данный период геологической истории в пределах Западной Сибири характеризуется обширной областью распространения континентальных условий седиментации [Буторин, 2016, С. 2]. В разрезе скважин фиксируются прослои углей, которые отражают временное наличие застойных условий, во времена регрессионных этапов. Таким образом, геологическое развитие территории позволяет предположить наличие дельтового комплекса, характеризующегося развитием сложной системы каналов, по которым происходил вынос осадочного материала с континентальной части бассейна [Буторин, 2016, С. 2].

Анализ каротажных диаграмм показал, что строение пласта ЮС2/1 характеризуется наличием четко выраженной кровельной линии – региональный репер «пахомовская пачка». Отложения пласта перекрываются мощной, выдержанной по площади глинистой пачкой толщиной до 50 м.

Подобшеву пласта с помощью материалов ГИС достоверно проследить не удается: в качестве контрольного репера принят пропласток угля, залегающий в средней части горизонта ЮС2.

Проанализировав геологический профиль, выявлено, что единое тело пласта ЮС2/1 фактически состоит из отдельных песчаных тел, зачастую несвязанных между собой. Пласт ЮС2/1 правильнее было бы назвать песчаной пачкой, состоящей из отдельных песчаных тел. Именно по этой причине в одном интервале испытания могут быть объединены пласты и пропластки, соответствующие разным по генезису телам, резко отличающимися по фильтрационным и гидродинамическим характеристикам.

В связи с тем, что объект имеет низкие коллекторские свойства и большие глубины залегания, его долгое время разрабатывали на стадии опытно-промышленных участков. Лишь с началом применения на объекте гидроразрыва пласта началась его активная разработка. На данный момент он находится на стадии интенсивного разбуривания проектного фонда и растущей добычи нефти и является основным объектом на месторождении.

## **ФИЗИКО-ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ НЕФТЕНОСНЫХ КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ ТУРНЕЙСКОГО ЯРУСА НА ЮЖНОМ СКЛОНЕ ЮЖНО-ТАТАРСКОГО СВОДА**

***Файзетдинова Р.Р.***

*Научный руководитель – д-р геол.-минерал. наук, профессор Нургалиева Н.Г.*

В связи с тем, что запасы нефти в терригенных отложениях истощаются, большой интерес представляют карбонатные отложения каменноугольного возраста. В то же время эти породы-коллекторы характеризуются своим сложным строением, что затрудняет процессы добычи нефти. В связи с этим актуальным становится изучение их строения и особенностей формирования емкостного пространства.

Основной целью данной работы является установление физико-литологических особенностей строения турнейского яруса по данным шлифов карбонатных пород и фильтрационно-емкостных свойств пород керна, отобранных из трех скважин, Байского месторождения.

В настоящее время существует множество классификаций карбонатных работ, поэтому в данной работе использовались самые простые, которые основываются чисто на описательных признаках.

По данным описания керна было установлено, что турнейский ярус сложен известняками серыми, органогенно-обломочными, в котором наблюдаются остатки раковин фораминифер, обломки мшанок, члеников криноидей и остатки водорослей. Плотный, интервалами заглинизированный. В верхних интервалах наблюдаются выпоты нефти.

По данным лабораторных методов исследований Кп изменяется от 2,03 до 17,13 % со средним 13 %, Кпр – от 0,001 до 0,734 мкм<sup>2</sup> со средним 0,057 мкм<sup>2</sup>, 100-Ков – от 65,6 до 87 % со средним 80,27 %.

По результатам шлифового анализа было выявлено наличие трех петрофизических классов карбонатных пород по Р. Данхему (1962 г.) – грейнстоун, пакстоун и вакстоун, где наиболее хорошими емкостными свойствами обладают породы с преимущественно зернистой структурой и не содержащие глинистый материал – грейнстоун, которые образовались в результате влияния высокоподвижной водной среды. В случае, когда между этими зернами присутствует илистый или глинистый материал, то это пакстоун.

Из-за влияния широкого спектра диагенеза на карбонаты его конечная пористость может и не быть связана с осадочной средой. В отличие от других типов пород первичная пористость в карбонатах может быть полностью разрушена во время диагенеза и создана новая вторичная пористость [Атлас пород, 2007. С. 200]. Основываясь на этом была использована классификация Шокета и Прейя (1970 г.), которая разделяет породу по типу пористости. В результате исследования было установлено, что в образцах наблюдается межчастичная и трещинная пористость, местами кавернозная.

В шлифах наблюдались вторичные изменения – кальцитизация, которые отрицательно сказываются на коллекторских свойствах. Встречаются стилолитовые швы, образованные в процессе термохимических изменений и механической деформации пород.

Также были построены графики зависимости проницаемости от пористости и построена модель расчленения нефтеносного разреза турнейских отложений по каждой скважине, где интервалы нефтеносности устанавливались на основе результатов геофизических исследований и керна.

На основе выполненной работы можно сделать выводы, что фильтрационно-емкостные свойства повышаются при переходе от пакстоунов к грейнстоунам, что связано с глубиной залегания, от размера и сортировки частиц, и от наличия илистого материала. А также нужно отметить, что вторичные процессы лишь ухудшают коллекторские свойства пород. Исключение составляет процесс стилолитизации, который, наоборот, приводит к формированию трещинок растворения [Атлас пород, 2007. С. 200].

## **ВЛИЯНИЕ РЕАГЕНТА «ЭКООРГАНИКА» НА ВЯЗКОСТЬ ВОДОНЕФТЯНОЙ ЭМУЛЬСИИ ВИШНЕВО-ПОЛЯНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ**

*Фаткулин М.Р., Гайнутдинова А.Р.*

*Научные руководители – канд. геол.-минерал. наук, доцент Волков Ю.В.;  
ассистент, б/с Носова Ф.Ф.*

С недавних пор в России отмечается основательный рост доли трудноизвлекаемых запасов нефти (ТРИЗ), которая составляет около 30 % в общем балансе запасов.

Рентабельная разработка ТРИЗ требует совершенствования уже имеющихся и разработки новых технологических решений для интенсификации добычи нефти в осложненных геолого-физических условиях.

В настоящий момент представлено большое количество технологий разработки месторождений высоковязких нефтей, из которых в наибольшей степени применяются физико-химические методы, а также их различные вариации. Базисом для разработки физико-химических способов стимуляции работы пластов является применение полного комплекса химических соединений, таких как поверхностно-активные вещества (ПАВ), растворители, соли, полимеры, органические и неорганические кислоты и др.

Цель данной работы заключается в подборе эффективной добавки реагента «Экоорганика» в водонефтяную эмульсию в процессе добычи с целью снижения вязкости.

Объектами исследования являются высоковязкая нефть башкирского яруса Вишнево-Полянского месторождения и реагент «Экоорганика» на основе гуминовых кислот.

Первый этап работы заключался в добавлении реагента в стаканы с 50 мл нефти по 10, 20, 30, 40, 50 мл соответственно, после чего пробы (и без перемешивания, и с нагреванием и перемешиванием) были оставлены на 24 часа, предполагалось, что реагент войдет в структуру нефти и понизит ее вязкость. Конечной целью первого этапа эксперимента была визуализация. Так как наши предположения не оправдались, в дальнейшем мы решили пересмотреть концентрацию добавляемого реагента. При дальнейших исследованиях она составила 1, 2, 3, 5, 7, и 10 %.

На втором этапе происходило измерение плотности нефтяной эмульсии ( $978 \text{ кг/м}^3$ ), определение динамической вязкости ( $2368 \text{ мПа}\cdot\text{с}$ ) и процентного содержания воды в нефтяной эмульсии (15,4 %).

Третий и четвертый этапы работы состояли из 3 частей: взаимодействие реагента с нефтяной эмульсией, взаимодействие реагента, 15 % воды и нефтяной эмульсии, а также взаимодействие реагента с обезвоженной нефтяной эмульсией.

Исходя из полученных данных в ходе проведения исследований можно с уверенностью сказать, что данный реагент вязкость понижает, но незначительно. Самым эффективным оказалось действие 3 % реагента на обезвоженную нефть (снижение вязкости  $32 \text{ мПа}\cdot\text{с}$  или 4,9 %), но использование его в промышленных объемах остается под вопросом, так как технологию необходимо дополнить технико-экономическими показателями.

Для улучшения показателей реагента в качестве снижения вязкости необходимо либо изменить методику проведения исследования, либо подобрать дополнительную модификацию добавления другого реагента к уже изученному.

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО РАЗРЫВА ПЛАСТА ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

*Фахрутдинов И.Р.*

*Научный руководитель – канд. геол.-минерал. наук Ганиев Р.Р.*

Для максимального использования возможностей каждой добывающей и нагнетательной скважины требуется применение геолого-технических мероприятий, максимально оптимальных для данного эксплуатируемого объекта. Общеизвестно, что наибольшее снижение фильтрационно-емкостных качеств пласта происходит в призабойной зоне. Одним из основных методов увеличения проницаемости является ГРП. Однако стоимость и трудоемкость данного вида работ заставляет искать другие высокоэффективные методы, сопоставимые с ГРП. Одним из таких методов является газодинамический разрыв пласта (ГДРП)

Суть метода состоит в воздействии на пласт высоким давлением газообразных продуктов, образующихся при горении твердотопливных генераторов давления, опускаемых в скважину на геофизическом кабеле. В результате в пласте раскрываются существующие и формируются новые трещины. ГДРП характеризуется небольшой продолжительностью и возможностью регулирования величины воздействия. Считается, что технология ГДРП приводит к образованию трещин протяженностью до 30 м с остаточным раскрытием до 3 мм, не требующих закрепления [Нифонтов Ю.А., 2005. С. 12–13].

Среди многочисленных методов МУН ГДРП занимает достаточно высокое положение, показывая лучшие результаты по приращению дебита и демонстрируя хорошие показатели по продолжительности эффекта и удельной затрате на тонну дополнительно добытой нефти [Веселков С.А. 2007., С. 5].

Для оценки эффективности была отобрана выборка из 4 скважин. Успешной оказалась обработка 75 % скважин. В результате проведенных работ 1 скважина из разряда рентабельных перешла в разряд убыточных, две скважины из разряда низкорентабельных перешли в класс рентабельных, последняя же категорию рентабельности не поменяла. В успешно обработанных скважинах дебит увеличился от 9 до 50 %, большой разброс увеличения дебита объясняется различностью геологических условий. Изменение обводненности можно обосновать развитием матрицы трещин в разных направлениях.

По данным исследований эффективность ГДРП зависит от значений проницаемости пласта. Наиболее эффективен ГДРП для песчаных пластов с высокой проницаемостью, в таких пластах при степени засорения призабойной зоны менее 85 % возможно не только полное восстановление, но и увеличение проницаемости. Для песчаных пластов, где глинистое составляющее имеет большее значение, эффективность ГДРП меньше. ГДРП на пластах сложенных алевритами, может привести к отрицательным последствиям или малоэффективно [Даминов А.М., 2017. С. 17].

Для оценки эффективности ГДРП были проведены расчеты коэффициента вытеснения четырьмя методами для одной из скважин. Трое из примененных методов дали результат  $Q_{доп} = 400$  т. Один из методов был отсеян по критериям применимости.

Подводя итог, нужно отметить плюсы ГДРП. Относительная дешевизна, высокая эффективность являются главными преимуществами метода. К минусам можно отнести невозможность применения в низкопроницаемых коллекторах.

**СЕКЦИЯ «ГЕОЛОГИЯ»****ВЕЩЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ОТЛОЖЕНИЙ БАЖЕНОВСКОЙ СВИТЫ***Бондарев Е.В.**Научный руководитель – канд. геол.-минерал. наук, доцент Ситдикова Л.М.*

В настоящее время в России наблюдается снижение добычи традиционной нефти. Возникает необходимость выявления, изучения и введения в разработку углеводородов (УВ) нетрадиционных коллекторов. К ряду таких объектов относятся месторождения битумов, карбонатные коллектора и др., перспективными на поиск и добычу УВ являются отложения «сланцевых» толщ. На территории Республики Татарстан к ряду таких объектов относятся породы доманика, а в Западной Сибири наиболее известной и перспективной сланцевой формацией является баженовская свита. Формирование баженовской свиты происходило в течение волжского и в начале берриаского веков в относительно глубоководном эпиконтинентальном Западно-Сибирском море.

Объектом исследования данной работы являются породы баженовской свиты и ачимовской толщи. Район исследований приурочен к восточной части Северо-Вартовской мегатеррасы Западно-Сибирской плиты. Для выполнения работы привлекался комплекс исследований: традиционные макро-структурно-текстурный анализ, оптические методы, рентгенофазовый анализ, электронный парамагнитный анализ, растровая электронная микроскопия.

В ходе проведенных исследований было установлено, что в пределах изучаемой площади выделяется два типа разреза баженовской свиты: «нормальный» и «аномальный». Породы «нормального» разреза сложены аргиллитами черными, плотными, плитчатыми, а «аномальный» разрез представлен переслаиванием песчаников серых, мелкозернистых с аргиллитом темным по трещинам. Отложения ачимовской толщи более однородные и сложены песчаниками серыми, мелкозернистыми, кварцево-полевошпатовыми. Вещественный состав пород баженовской свиты отличается от пород «аномального бажена» и ачимовской толщи. Типичные минералы пород баженовской свиты: тонко- и мелкозернистый кварц, плагиоклазы (альбит), участками присутствует биотит, мусковит, чешуйки хлорита. В составе пород также присутствуют глинистые минералы, гидрослюды, иллит и каолинит, участками выделения рудных минералов. Особое внимание при выполнении работы уделялось изучению распределения органического вещества. В породах «нормального бажена» была выявлена неоднородность распределения органического вещества: от рассеянной, вкрапленной форм до содержаний в виде крупных скоплений, линзовидных выделений с остатками обломков детритов. Участками обломки детритов замещены рудными минералами при сохранении структуры детритовых обломков.

Породы баженовской свиты плотные, однородные, но по результатам РЭМ с микрозондовым анализом было установлено, что породы свиты обладают микропористостью. Поры в разных участках породы отличаются как по размеру, так и по форме. В образцах скважин с более глубоких интервалов глубин отмечается присутствие войлочных форм иллита, который выполняет пустотное пространство, но поры при этом остаются проницаемыми. В более крупных порах отмечается наличие зерен вторичного кварца, также в ассоциации с глинистыми минералами в пустотном пространстве присутствуют фрамбоиды пирита различных форм и размеров и рассеянная форма пирита, распространенная по всей породе.

По данным ЭПР-исследований значение свободного органического радикала у пород баженовской свиты значительно выше, чем у пород ачимовской толщи. Высокие значения свободного органического радикала указывают о повышенном содержании органического вещества в породе. По спектрам ЭПР-анализа установлено наличие ванадия в некоторых образцах, относящихся к «нормальному бажену», содержание ванадия в отложениях свиты повышается с глубиной. Также было установлено, что процесс пиролиза органического вещества большинства исследованных образцов пород при температуре 350 °С сопровождается образованием новых свободных УВ-радикалов и свидетельствует, что породы баженовской свиты в природных условиях не в полной мере реализовали свой нефтегенерационный потенциал. По результатам исследований пород баженовской свиты можно сделать вывод о том, что отложения «нормального бажена» не только содержат большое количество готовых трудноизвлекаемых углеводородов, но и имеют дополнительный нефтегенерационный

потенциал. К сожалению, сегодня добыча УВ ведется только с «аномального» разреза бажена за счет клиноформенных комплексов ачимовской толщи. Рентабельное извлечение углеводородов с «нормального» разреза требует более детального изучения и применения новых технологий разработки и добычи углеводородов.

## **ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И НЕФТЕНОСНОСТЬ МАМОНТОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН)**

*Колесников Е.Д.*

*Научный руководитель – канд. геол.-минерал. наук, доцент Балабанов Ю.П.*

Данная работа была выполнена по материалам, собранным автором во время прохождения производственной практики в Нефтегазодобывающем управлении «Ишимбайнефть» ООО «Башнефть-Добыча» на месторождении «Мамонтовское» в Гафурийском районе Республики Башкортостан.

Целью данной работы являлось изучение геологического строения Мамонтовского месторождения для выяснения перспектив нефтеносности. Основными задачами данной работы являлись анализ геологического материала, имеющегося на данный момент времени, и изучение геофизического материала.

На данный момент по проанализированным материалам сделаны предварительные выводы.

Мамонтовское нефтяное месторождение расположено в Гафурийском районе Республики Башкортостан в 25 км к северо-востоку от города Стерлитамак. Месторождение было открыто в 1941 году. В этом же году введено в промышленную разработку. Разработка осуществлялась в 2 этапа: I этап продолжался с 1941 по 1960 годы, II этап – с 1993 года по настоящее время. Предварительно на территории месторождения был проведён комплекс региональных геолого-геофизических работ.

По геоморфологическому районированию территория месторождения расположена в пределах Камско-Бельского равнинно-увалистого понижения. Рельеф района холмисто-грядовый с наклоном в сторону реки Белой. По ландшафтному районированию территория месторождения относится к лесостепной зоне.

Ближайшие населенные пункты, деревни Карлы и Новый Карамыш, расположены в 1,7 и 1,5 км от нефтепромысловых объектов месторождения. Ближайшие крупные промышленные центры – города Стерлитамак и Ишимбай – находятся соответственно в 25 и 40 км юго-западнее месторождения.

В тектоническом отношении Мамонтовское месторождение расположено в пределах Бельской депрессии Предуральского краевого прогиба. С запада прогиб ограничен восточной окраиной Русской платформы, с востока – западным склоном Уральской складчатой зоны.

По геологическому строению район месторождения можно разделить на 2 этажа: дорифейский фундамент, сложенный, преимущественно, породами магнетит-амфиболит-гнейсовой формации, и осадочный чехол, сложенный породами карбонатно-терригенной и песчано-глинистой формации.

Продуктивными являются породы артинского яруса пермской системы. По структуре, типу залежи, коллекторским свойствам и физико-химическим характеристикам месторождение относится к Кинзебулатовской группе.

300 миллионов лет назад участок, на котором расположено месторождение, представлял собой восточную окраину палеоморя. Откадывались органогенно-детритусовые известняки. В позднепермское время горизонтальные силы сжатия, направленные со стороны Урала, обусловили образование системы взбросо-надвигов и генетически связанных с ними антиклинальных структур. Данные структуры имеют субуральское простирание и названы складками Кинзебулатовского типа.

Рассмотреть перспективы дальнейшей разработки помогут каротажные диаграммы ГИС. Структура месторождения оценивалась, в основном, по геофизическим материалам исследований скважин, были использованы методы гамма-каротажа, нейтронного гамма-каротажа, электрического каротажа. С помощью этих методов будет предпринята попытка более подробного изучения месторождения в дипломной работе.



## ЛИТОГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КАМСКО-УСТЬИНСКОГО ГИПСОВОГО РУДНИКА

*Петренко К.С.*

*Научный руководитель – канд. геол.-минерал. наук, старший преподаватель Кадыров Р.И.*

Целью данной работы являлось изучение литогенетических особенностей сульфатов Камско-Устьинского месторождения. Для ее достижения решались следующие задачи: ознакомление с геологическим строением и стратиграфией месторождения; изучение процесса минералообразования сульфатов в эвапоритовом бассейне; исследование постседиментационных преобразований гипса, а также доломита; обзор научной литературы.

Объект исследования – верхнеказанские отложения, серия «подбой». Предмет исследования – каменный материал, представленный сульфатами и карбонатами эвапоритового бассейна, отобранными из КУГР.

Методы изучения и объем выполненных работ: макроскопическое описание и фотосъемка (5 образцов), рентгеновская компьютерная томография (3 образца), рентгенфлуоресцентный анализ (2 образца), сканирующая электронная микроскопия с энергодисперсионным спектральным анализом (4 образца), термомагнитный анализ (1 образец).

В вопросе о том, в каких условиях происходило отложение сульфатов кальция, геологи долго не могли прийти к единому мнению. Среди существовавших ранее теорий выделяют: формирование соленосных толщ в себкхах и образование эвапоритов в лагунах. В настоящее время принимается теория об образовании эвапоритов в «шельфе насыщения».

Основная задача работы – исследование постседиментационных преобразований гипса, ангидрита и доломита. Существует три разновидности гипса: селенит – параллельно-игольчатый агрегат гипса, «марьино стекло» – толстолистоватый прозрачный гипс, алебастр – мелкозернистый гипс. На Камско-Устьинском месторождении постседиментационный гипс представлен селенитом, «марьиным стеклом» и мелкозернистыми агрегатами с прожилками карбонатных, кремнистых и глинистых пород.

Образец G2` представлен «марьиным стеклом» и серым, мелкозернистым, слоистым доломитом, со следами окремненности. Согласно снимкам рентгеновской компьютерной томографии «марьино стекло» содержит сингенетичные поры и каверны, размеры которых достигают 3 мм в длину. Возможно, условия перекристаллизации способствовали захвату воздуха и образованию пор. Природу слоистости доломита объясняет содержание в темном слое кристаллически-аморфного кремнезема, который образовался в диагенезе при внедрении вод, обогащенных диоксидом кремния. Сам по себе кремнезем не придает темной окраски породе, однако может при включении других минералов в ее состав.

Образец селенита G1, отобранный в КУГР, представляет собой две генерации гипса, одна из которых – более ранняя, образовавшаяся под действием давления, – имеет параллельно-шестоватую структуру, другая – более поздняя – среднезернистая по структуре. Анализ послойных снимков компьютерной рентгеновской томографии не выявил закономерности в расположении трещин в массиве двух генераций, в результате чего можно сделать вывод, что трещины образовались уже после минералообразования вследствие внешних физических факторов и никак не отражают условия кристаллизации породы.

Образец G3 представлен белым мелкозернистым гипсом, ангидритом и доломитом. Согласно результатам рентгеновской компьютерной томографии в образце G3 содержатся округлые вкрапления рентгено-плотного минерала. Метод электронной микроскопии выявил большое содержание железа в объеме породы, крайне редко встречающееся в осадочных толщах (до 60 массовых процентов). Однако помимо железа в составе фракций выделяется также углерод и кислород, роль которых на данный момент определить не удалось. Ни в одном зерне не обнаружено содержание никеля, что отрицает космическую природу железа.

Уникальная находка железа в толще эвапоритов требует дополнительного изучения.

В ходе работы появились новые вопросы, связанные с происхождением самородного железа в образце G3, ответы на которые я постараюсь дать в дипломной работе.

## МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ГАББРОИДОВ АТЛЯНСКОГО ПОЛИГОНА

*Файзханов Р.А.*

*Научный руководитель – канд. геол.-минерал. наук, старший преподаватель Зинатуллина И.П.*

Объектом исследования данной работы являются породы габбро Атлянского полигона. Изучаемые породы габбро принадлежат двум магматическим комплексам (круглогорский, кемпирсайский). В физико-географическом отношении район приурочен к горной области восточного склона Южного Урала. Для выполнения работы привлекались различные методы: макро- структурно-текстурный анализ, оптические методы, рентгенографический анализ.

В ходе проведенных исследований было установлено, что в пределах полигона выделяется три типа пород габбро: пироксеновое габбро, роговообманковое габбро, габбро-диорит.

Пироксеновое габбро сложено пироксеном, плагиоклазом, также участками наблюдаются рудные минералы. Среди плагиоклазов наблюдаются двойники основного состава. Среди вторичных выделяется серицит, развившийся по плагиоклазам. Структура аллотриоморфнозернистая, зерна небольшого размера – <0,5 мм.

Роговообманковое габбро сложено в основном роговой обманкой и плагиоклазами, также в небольшом количестве присутствует пироксен. Среди вторичных выделяется хлорит. Структура аллотриоморфнозернистая. Текстура породы массивная. Хлорит развивался по плагиоклазам. Зерна имеют в основном таблитчатую форму.

Габбро-диорит сложен плагиоклазом, пироксеном. Также в составе выделяется нетипичный минерал для основных пород – кварц. Кварц представлен зернами неправильной формы. Среди плагиоклазов наблюдаются двойники. Структура аллотриоморфнозернистая, текстура породы массивная.

Породы кемпирсайского комплекса представлены габбро. Габбро преимущественно содержат роговую обманку реже пироксены. Породы круглогорского комплекса представлены габбро, габбро-диоритами. Среди темноцветных минералов габбро круглогорского комплекса выделяются пироксены.

Разница пород различных комплексов определяется различием условий формирования массивов и дальнейшей историей их преобразования.

## ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОЛЛЕКТОРОВ МУСЛЮМОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ

*Фарукишина А.Р.*

*Научный руководитель – д-р геол.-минерал. наук, профессор Сунгатуллин Р.Х.*

Целью работы является комплексное геохимико-геофизическое исследование коллекторов Муслюмовского месторождения. Для этого решались следующие задачи: анализ геологических и геофизических материалов по месторождению; исследование проб шлама с помощью рентгенофлуоресцентного спектрального анализа; совместный анализ геофизических и геохимических характеристик нефтеносных коллекторов с помощью методов математической статистики для получения новых результатов.

Объектом исследований является Муслюмовское месторождение, которое находится в Муслюмовском, Азнакаевском и Сармановском районах Республики Татарстан. В тектоническом отношении Муслюмовское месторождение приурочено к северо-восточному склону Южно-Татарского свода в пределах Дружбинско-Муслюмовского блока. С запада и востока блок граничит с Грачёвско-Дружбинским и Мосагутовским блоками, разделенными Шуганским и Муслюмовским грабенообразными прогибами.

Фактическим материалом послужил шлам 46 проб из вертикальной скважины № 611 и 14 проб из горизонтальной скважины № 40064. Шлам отобран из разных горизонтов (данково-лебединский, задонско-елецкий, воронежско-ливенский, речичский, семилукский) девонского периода.

В работе использованы обработка данных каротажных исследований скважин и рентгеноспектральный флуоресцентный анализ – РСФА (для определения химического состава шламовых проб). Обработка проводилась с применением программы Statistica. Определение химического состава выполнено в лаборатории Казанского (Приволжского) университета с использованием волнодисперсионного рентгенофлуоресцентного спектрометра S8 Tiger (Bruker, Германия).

Анализ каротажных данных с применением методов математической статистики позволил получить характеристику физических параметров для разных горизонтов. Распределение гамма-активности (метод ГК) показало ее увеличение к более древним отложениям. Мы предположили, что количество радиоактивных минералов растет к пашийскому горизонту. Графики по боковому (БК) и индукционному (ИК) методам показывают увеличение данных параметров в данково-лебедянском горизонте.

По результатам РСФА также можно дифференцировать породы горизонтов по химическому составу. Среди макрокомпонентов анализировалось поведение п. п. п. (потери при прокаливании), CaO и SiO<sub>2</sub>. Установлено, что содержание кальция с глубиной уменьшается, а SiO<sub>2</sub>, наоборот, увеличивается.

Основной задачей работы являлся совместный анализ геофизических и геохимических данных для получения новых (эмерджентных) результатов. По этой причине кроме базовых методов математической статистики нами применены методы многомерной корреляции: кластерный и факторный анализ. Кластеризация, которая проводилась с помощью кластерного анализа, – это задача разбиения множества объектов на группы (классы), называемые кластерами. Внутри каждой группы должны оказаться «похожие» объекты, а объекты разных групп должны быть как можно более отличны. Факторный анализ – многомерный метод для изучения взаимосвязей между значениями переменных.

Совместный анализ количественных физических и геохимических данных позволил четко обосновать «карбонатный» фактор, который формируется кальцием, хлором, п. п. п., а также потенциалом сопротивления (ПС). Мы считаем, что подобный физико-химический набор отвечает заморскому карбонатакопложению. Группа химических элементов, куда наряду с SiO<sub>2</sub> входят NiO, ZnO, K<sub>2</sub>O, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, не связана ни с одним из геофизических методов и отвечает за терригенную составляющую. Кластер, который объединяет SrO, Na<sub>2</sub>O и методы ГК, БК и ИК, может быть связан с радиоактивными минералами и поэтому назван нами «радиоактивным». Большинство химических элементов связано с резистивеметрией (R) и, возможно, характеризует глинистую составляющую. Факторный анализ также достаточно отчетливо выделяет «карбонатный» и «радиоактивный» факторы.

**СЕКЦИЯ «МИНЕРАЛОГИЯ И ЛИТОЛОГИЯ»****ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ ОБРАЗОВАНИЯ ИЗУМРУДОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИЗУЧЕНИЙ ФЛЮИДНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ МЕТОДОМ ТЕРМОБАРОГЕОХИМИИ**

*Ахметзянова А.Р.*

*Научный руководитель – канд. геол.-минерал. наук, доцент Николаев А.Г.*

Цель работы – исследование газовой-жидких включений в изумрудах и выявление условия их формирования по результатам термобарогеохимических исследований.

По результатам исследований можно сделать выводы о составе флюида, который участвовал в формировании минерала, и выявить температуру его кристаллизации [Плечов, 2014, С. 128]. Материалом для исследования послужили изумруды с Мариинского месторождения (Уральские изумрудные копи) и изумруды с месторождения Музо, Коскуэс и Чивор (Колумбийская изумрудная провинция). Они содержат в большом количестве флюидные включения. В настоящее время выполнено большое количество работ по исследованию состава флюидных включений [Saeseaw S., 2014. P. 114–120], но в них отсутствует информация по криометрии данных объектов. Дополнительно были проведены исследования по изучению флюидных включений методом спектроскопии комбинационного рассеяния (Рамановская спектроскопия).

Газово-жидкие включения изучались с помощью комплекса, состоящего из термостоллика Linkam THMS600 с рабочим температурным интервалом от  $-196\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Для исследований состава газового компонента включений использовался высокоразрешающийся спектрометр комбинационного рассеяния LabRAM HR800. Спектры снимались при комнатной температуре в диапазоне волн  $100\text{--}4500\text{ см}^{-1}$ , для их регистрации задействована решетка спектрометра  $600\text{ шт/мм}$ , размер конфокального отверстия составлял  $300\text{ }\mu\text{м}$ , щель –  $100\text{ }\mu\text{м}$ , мощность возбуждающего излучения  $\text{Ag}^+$  лазера –  $120\text{ мВт}$  ( $514.5\text{ нм}$ ).

Месторождения изумрудов Колумбии относятся к гидротермальному типу, а месторождения Среднего Урала (Изумрудные копи) – к пневматолито-гидротермальному типу эндогенных месторождений [Киевленко Е.Я., 1982. С. 198].

При сильном увеличении в изумрудах Уральских месторождений были обнаружены и описаны включения актинолита и флогопита. Кроме того, в них присутствует большое количество двухфазовых флюидных включений (Ж+Г), содержащих жидкую фазу, состоящую из водно-солевого раствора и газового пузырька. Они имеют характерную для данной провинции неправильную форму. При изучении флюидных включений в изумрудах Мариинского месторождения установлено, что температура эвтектики жидкой фазы изменялась в диапазоне от  $-12,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-14\text{ }^{\circ}\text{C}$ , что может свидетельствовать о присутствии хлоритов калия (KCl) с небольшим количеством хлоритов натрия (NaCl) [Борисенко А.С., 1977. С. 16–27]. По температуре плавления льда установлено, что концентрация солей изменяется от  $4,0$  до  $4,4\text{ мас. \% NaCl экв}$ .

В образцах с месторождений Колумбии были выявлены трехфазные включения (Ж+Г+Т). Твердая фаза (Т) представлена кристаллами соли. Включения имеют неправильную пилообразную форму, что является типичным для изумрудов данного района. По результатам криометрии включений установлено, что температура эвтектики изменяется от  $-77,5\text{ }^{\circ}\text{C}$  до  $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$ , что, вероятно, свидетельствует о присутствии в составе флюида хлоритов лития и хлорита натрия (LiCl-NaCl) с небольшим количеством хлоритов кальция ( $\text{CaCl}_2$ ) [Борисенко А.С., 1977. С. 21]. По температуре плавления льда установлено, что концентрация солей изменялась от  $35$  до  $38\text{ мас. \% LiCl экв}$ . Исследование газовой составляющей методом КР-спектроскопии показало, что в составе включений присутствует чистая  $\text{CO}_2$ . Жидкая углекислота в составе включений при охлаждении не наблюдается.

Результаты исследований термобарогеохимии включений в изумрудах можно использовать для интерпретации их формирования в различных промышленных типах месторождений. По исследованию газовой-жидких включений в изумрудах можно говорить, что формирование их проходило на месторождениях Урала и Колумбии в гидротермальную стадию минералообразования. По изучению состава включений в изумрудах из месторождений Колумбии можно говорить о едином глубинном источнике минеральных флюидов, который служил источником для образования месторождений изумрудов.

## ФАЦИАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И СЕДИМЕНТОГЕНЕЗ НЕФТЕНОСНЫХ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД БАШКИРСКОГО ЯРУСА ВОЛГО-УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА

*Темная Н.В.*

*Научный руководитель – канд. геол.-минерал. наук, доцент Кольчугин А.Н.*

В условиях современной нефтедобычи Волго-Уральского региона, где значительная часть запасов, сконцентрированная в терригенных коллекторах, уже отработана, встает вопрос о дальнейших перспективах поисковых и разведочных работ. Так, наиболее перспективными в регионе определены карбонатные отложения каменноугольного, в меньшей степени девонского и пермского возрастов. В рамках исследования были выбраны регионально нефтеносные карбонатные отложения башкирского яруса, среднего карбона. Эти отложения обладают рядом сложностей, связанными с высокой вязкостью нефтей и крайне высокой степенью фациальной изменчивости пород по площади [Морозов В.П., 2008. С. 187].

Целью работы явилась попытка реконструкции условий осадконакопления по данным исследования керна скважин нескольких месторождений, административно расположенных на территории Республики Татарстан, в тектоническом отношении на восточной окраине восточно-европейской платформы. По данным исследования керна было установлено, что отложения башкирского яруса представлены известняками, среди которых преобладают мелководные типы, образованные в условиях обширной мелководной карбонатной платформы, а также в условиях нестабильного положения уровня моря. Так в разрезе выделяются нормально мелководные типы, представленные пакстоунами, пакстоун-вакстоунами, с обилием фрагментов мелководной фауны (фрагменты криноидей, обломки створок брахиопод и др.), мелководные известняки высоко энергетических фаций (грейнстоуны), известняки переходных фаций (мадстоуны и вакстоуны изолированных лагун), известняки обстановок перерывов в осадконакоплении (обломочные известняки, мадстоуны со следами палеопочв и трещин карстования пород) [Kolchugin A., 2017. С. 467]. Установлено, что мощности отложений от разреза к разрезу меняются, при этом чем выше доля обломочных известняков в разрезе, а также признаков субаэральных условий, тем ниже общая мощность разрезов. Напротив, отсутствие явных признаков внутриформационных перерывов в осадконакоплении, а также относительно высокая доля нормально мелководных известняков в разрезе демонстрирует увеличение мощности разрезов, в том числе увеличение доли потенциальных коллекторов.

Особенности осадконакопления и постседиментационные преобразования известняков башкирского яруса предопределили их коллекторские характеристики. Так, выявлено, что промышленно значимыми коллекторскими свойствами обладают лишь пакстоуны и грейнстоуны. Если грейнстоуны имели высокую пористость уже на самых начальных этапах образования пород, то в пакстоунах пористость в значительной мере была сформирована благодаря вторичным процессам выщелачивания [Morozov V.P., 2015. С. 512–518]. Выявленные закономерности распространения различных типов отложений в изученном регионе показывают, что в качестве перспективных для нефтепоисковых работ следует рассматривать площади, на которых наблюдается увеличение доли нормально мелководных известняков и отсутствуют следы интенсивной эрозии отложения, в том числе явные следы перерывов в осадконакоплении. Локально, в пределах изученной площади, такие закономерности установлены. Применяемый подход и расширение исследований благодаря изучению керна новых площадей позволит уточнить литолого-фациальные модели формирования башкирских отложений сначала для наиболее перспективных площадей Республики Татарстан, а в дальнейшем и смежных регионов.

## ГЛИНИСТЫЕ КОМПОНЕНТЫ ТЕРРИГЕННЫХ ПОРОД И ИХ ВЛИЯНИЕ НА КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА

*Хабибуллина Н.И.*

*Научный руководитель – профессор Морозов В.П.*

Цель работы – установить влияние глинистых компонентов пород на их коллекторские свойства. Коллекторские свойства пород зависят от литологических и тектонических факторов. Первый фактор характеризуется тем, что наиболее хорошими коллекторскими свойствами обладают слабо глинистые терригенные породы. Второй фактор характеризуется тем, что высокими коллекторскими свойствами

обладают породы, которые формируются в антиклинальных складках. В связи с этим для наиболее рационального способа разработки месторождений необходимо учитывать оба эти фактора.

Высокое содержание глинистых компонентов ухудшает проницаемость коллекторов. В таких породах благодаря повышенной сорбционной активности глин, а также способности некоторых глинистых минералов к набуханию при опреснении пластовых вод значительно снижается пористость и проницаемость, что в дальнейшем приводит к образованию застойных зон и уменьшению коэффициента нефтеотдачи.

Изменение глинистых минералов может заключаться в их перекристаллизации и трансформации. При перекристаллизации происходит укрупнение зерен и повышение степени их идиоморфности. Трансформация протекает с уменьшением глинистых минералов межслоевых промежутков. Примером может служить трансформация монтмориллонита в гидрослюду (иллит), проходящая через серию смешанослойных фаз с различным количественным соотношением разбухающих и неразбухающих слоев.

Формирование коллекторских свойств осадочных пород происходит на различных стадиях их образования, которым соответствуют различные факторы, определяющие их пористость и проницаемость. Считается, что на фильтрационно-емкостные свойства терригенных пород решающее влияние оказывают, с одной стороны, процессы седиментогенеза и в последующем диагенеза и катагенеза, а с другой стороны, внестадийные вторичные процессы, которые приводят к изменениям значений пористости и проницаемости пород. Хорошо известно, что при седиментогенезе формируются терригенные отложения с определенными коллекторскими свойствами, зависящими во многом от содержания в них тех или иных гранулометрических фракций, что связано с фациальной обстановкой формирования.

Таким образом, анализ литературных источников показывает, что на фильтрационно-емкостные свойства глинистых пород существенное влияние оказывают различные литологические процессы, имеющие положительные и отрицательные влияния.

## ПРИРОДА ОКРАСКИ ГРАНАТОВ УРАЛА

*Шаяхметов И.А.*

*Научный руководитель – старший преподаватель Нуриева Е.М.*

Гранаты относятся к островным силикатам, для которых характерен обширный изо- и гетеровалянтный изоморфизм между  $\text{Fe}^{3+}$  и  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$  и  $\text{Mn}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  и  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Al}^{3+}$  и  $\text{Cr}^{3+}$  и вариантов сочетания  $\text{R}^{2+} - \text{R}^{3+}$ - катионов, в зависимости от степени которого выделяют различные изоморфные ряды. Различные типы гранатов образуются только в свойственных им условиях, например, пиропы присутствуют только в кимберлитах и базальтах, альмандины – в метаморфических породах, гроссуляр и андрадит – в скарнах и других типах контактовых пород. Чаще всего природные гранаты имеют сложный химический состав, включающий несколько миналов. В этом случае кристаллическая разность получает название по миналу, содержание которого наибольшее. Гранаты, состав которых соответствует крайним членам изоморфных рядов или достаточно близок к ним, встречается очень редко. Для непрерывной серии изоморфных смесей между пиропом, альмандином и спессартином употребляется термин «пиральспит», а для другой изоморфной серии (гроссуляр – андрадит – меланит – уваровит) – термин «уграндит».

Целью данной работы было определение природы окраски гранатов с помощью метода оптической спектроскопии. Образцы гранатов темно-красного цветов из метаморфических пород размерностью зерен 2–5 мм были отобраны во время прохождения учебной практики в Ильменском заповеднике, образцы гранатов зеленоватых и желтовато-зеленоватых месторождений Урала размерностью зерен от 1 до 3 мм взяты из учебной коллекции кафедры минералогии. Препараты для съемки были приготовлены в виде тонких полированных шлифов толщиной 0,1–0,3 мм. Съемка оптических спектров поглощения велась по профилю зерен в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне волн (400–800 нм), при комнатной температуре, с интервалом 2 нм, на специализированной спектрофотометрической установке на базе микроскопа спектрофотометра МСФУ-К и были записаны спектры комбинационного рассеяния гранатов на Конфокальным рамановском микроскопе inVia Qontor.

По особенностям конфигурации спектров гранатов можно сказать, что в ультрафиолетовой части спектра имеется интенсивная полоса поглощения. Эта полоса связана с механизмом переноса заряда лиганд → трехвалентное железо ( $\text{O}^{2-} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ ), а длинноволновый край этой полосы протяги-

вается в видимой части спектра. Трехвалентное железо в минерале занимает как октаэдрические, так и тетраэдрические позиции. По данным оптических спектров было выявлено, что в инфракрасной области имеется широкая полоса поглощения, которая объясняется d-d переходом для ионов двухвалентного железа. Коротковолновый край полосы поглощения протягивается в видимую часть спектра и позволяет судить об относительном содержании ионов двухвалентного железа. Оптические спектры гранатов темно-красного цвета из копи казанских студентов Ильменского полигона содержат полосы поглощения, связанные с содержанием  $Mn^{2+}$  и  $Fe^{2+}_{VIII}$ . Для оптических спектров гранатов зеленого цвета с месторождения Скальный характерны интенсивные полосы поглощения в УФ- и ИК-областях, сходные с оптическими спектрами выше описанных гранатов. Отличие заключается в появлении нескольких полос поглощения, которые объясняются спинразрешенным «переходом» в ионах  $Cr^{3+}_{VI}$  в октаэдрическом окружении. Эти полосы поглощения находятся на 621, 630, 657 нм соответственно.

## СЕКЦИЯ «ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКЕ»

### СОЗДАНИЕ КАРТ-ИСТОРИЙ С ПОМОЩЬЮ ARCGIS ONLINE

*Волков А.И., Ананьев А.М.*

*Научный руководитель – ассистент Ситдииков Р.Н.*

ArcGIS Online – полнофункциональная облачная географическая информационная система общего пользования. Система сайта использует облачную инфраструктуру и предоставляет функциональные возможности системы ArcGIS для организации общего доступа к географической информации. Причем доступ к контенту можно организовать в пределах рабочей группы или большого предприятия, научного сообщества, или выложить контент в общий доступ. Ресурс позволяет изучать и анализировать данные, создавать и просматривать карты и истории. Также возможен доступ к множеству картографических ресурсов. Для удобства доступ к сервису открыт с компьютеров и телефонов с любыми операционными системами. Карты и истории, создаваемые и просматриваемые, в данном ресурсе позволяют наиболее подробно и информативно донести информацию любого типа.

Основные возможности ресурса представлены следующими приложениями:

- Story Map Basic – представляет карту посредством очень простого пользовательского интерфейса. Это хороший выбор, если основная цель приложения – это сама карта;
- Story Map Cascade – создает полноэкранные истории с эффектом присутствия, которые пролистываются с помощью колеса мыши, отображаются с разрешением на весь экран, в которых используются повествовательный текст, карты, сцены, изображения и видео-ролики;
- Story Map Crowdsourсe (бета) – обеспечивает публикацию и управление краудсорсным проектом, где каждый может добавлять фотографии с комментариями;
- Story Map Journal – создает аналог печатного журнала с интерактивной картой, представлено в виде набора последовательных страниц. Идеально подходит для создания мультимедийных историй, сочетающих в себе текст, изображения и видео, особенно если у вас много текста и большой массив данных;
- Story Map Series – представляет серию карт или медиа-компонентов. Это приложение позволяет представить серию карт в виде отдельных вкладок, цепочки кнопок или ленты. В сериях на боковых панелях можно использовать видео, изображения или веб-ресурсы, дополняющие и иллюстрирующие карты-истории;
- Story Map Swipe и Spyglass – сравнивают две карты или два слоя одной карты. Это приложение позволяет показать изображение или другие данные до и после;
- Story Map Tour – последовательный рассказ с использованием набора фотографий с геометками и комментариями, привязанных к интерактивной карте. Прекрасно подходит для пеших экскурсий или для представления мест в определенной последовательности.

ArcGIS Online подходит как обычному пользователю, так и научному сообществу или предприятию. Обыватель может использовать ресурс как социальную сеть для обмена географической информацией среди своей группы общения, используя такие приложения, как Story Map Cascade, Story Map Crowdsourсe, Story Map Tour. Среди предприятия и научного сообщества более интересны приложения следующего типа: Story Map Basic, Story Map Journal, Story Map Series, Story Map Swipe and Spyglass и т. д. Они позволяют удобно и наглядно презентовать определенный массив информации.

### **ПРИМЕНЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ДЕШИФРИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ПРИМЕРЕ РАИФСКОГО УЧАСТКА ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ЗАПОВЕДНИКА**

*Дегтярева Е.Д.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, доцент Соколова М.Г.*

Волжско-Камский государственный заповедник образован 13 апреля 1960 года. Заповедник состоит из двух участков – Саралинского и Раифского. Раифский участок имеет площадь 5 921 га. Особен-



ностью заповедника является то, что на незначительной площади в 4 тыс. га представлена своеобразная микромодель, где имитируется географическая поясность всей лесной зоны Европейской части России. Заповедник был создан с целью охраны сохранившихся ненарушенных лесных и лесостепных экосистем среднего Поволжья. Цель данной работы – изучить, справляется ли со своей основной задачей заповедник. Для этого были поставлены следующие задачи: изучить динамику изменения водного баланса озер, а также изучить влияние вырубок леса и увеличения интенсивности сельскохозяйственных работ на изменения площади и глубины озер.

Изучались озера Бело-безводное, Раифское и Ильинское, связанные рекой Сумка, а также озеро Линево. Площади и периметр озер определялись в программе ScanEx Image Processor по снимкам Landsat 4–5, 7–8 за 1989 год и по снимкам Landsat 8 с 2000 по 2017 год.

Измерения показали, что изменения площади озер Раифское, Линево и Ильинское незначительные в отличие от озер Бело-безводное. Это связано с тем, что все озера составляют единую систему, связанную рекой Сумка, которая проходит через озера Бело-безводное, Раифское, затем пополняется в озере Ильинское и впадает в Волгу. Если углубиться немного в историю, то несколько столетий назад Раифское и Бело-безводное озера представляли один общий водоем, но вырубка леса и распашка земель оживили деятельность текучих вод. Озеро постепенно стало заноситься песком, образовался громадный конус выноса, разделивший озеро на два – Бело-безводное и Раифское.

Эрозионные процессы на сельскохозяйственных землях водосборного бассейна Раифы продолжаются и обуславливают занос и заиление водоемов заповедника и его охранной зоны. Наибольшее количество взвешенных частиц принимает первое по течению реки Сумки озеро Бело-безводное, которое в Раифской гидросистеме играет роль своеобразного «отстойника», снижая нагрузку на озера, расположенные ниже по течению (Раифское и Ильинское). Согласно историческим данным, озеро Бело-безводное с 1970 года сократилось практически наполовину, средняя глубина также уменьшилась в 2 раза, что привело к тому, что от 30 до 60 % поступивших взвешенных наносов оседают в озере, а остальное «уходит» в озеро Раифское и ниже по течению.

С целью изучения изменчивости степени залесенности территории заповедника было проведено ландшафтное дешифрирование космических снимков за октябрь 2000 года и июль 2017 года. Для этого для каждого многоканального снимка была проведена процедура сегментации в программе ScanEx Image Processor и последующая классификация пикселей снимков по типам землепользования. Для каждого типа землепользования была высчитана площадь в гектарах. Оказалось, что с начала периода исследования вырубка лесов прогрессировала, затем вырубка была прекращена, и площадь лесных массивов восстановилась и даже увеличилась.

Подводя итог, можно сказать, что на площадь озер влияют такие факторы, как вырубка леса и поступление взвешенных наносов с сельскохозяйственных угодий. За последние 5 лет площадь озер стабилизировалась (кроме озера Бело-безводное), лес восстанавливается, новых вырубок не наблюдается. Таким образом, можно сказать, что заповедник с задачей по охране ненарушенных лесных и лесостепных экосистем среднего Поволжья справляется.

## МОНИТОРИНГ РАЗВИТИЯ ОВРАЖНОЙ СЕТИ МЕТОДАМИ ДЗЗ И ГИС

*Игнатъева О.А.*

*Научный руководитель – канд. геол.-минерал. наук, доцент Чернова И.Ю.*

Овражная эрозия на территории Приволжской возвышенности является ускоренным геоморфологическим процессом, главным образом, из-за сельскохозяйственного освоения территории.

Объектом данного исследования является процесс овражной эрозии на территории Верхнеуслонского района (ВУ) Республики Татарстан (РТ). В Предволжье густота оврагов достигает  $0,51 \text{ км/км}^2$ , а плотность овражной сети –  $0,84 \text{ кол-во вершин/км}^2$ , глубина расчленения достигает 144 м при максимальных высотах 256 м (Гайфутдинова, 2016. С. 135). Высокая сельскохозяйственная освоенность данного района в сочетании с климатическими особенностями, а также наличием размываемых пород объясняет столь сильное развитие овражной сети.

Цель исследования – мониторинг развития овражной сети с помощью методов ДЗЗ и ГИС.

Материалом данного исследования послужили мультиспектральные спутниковые снимки Landsat 4-5, датированные 1986–2011 годами, которые были получены в весенний бесснежный период (апрель, май). Обработка спутниковых снимков осуществлялась с помощью ПО ArcGIS 10 (ESRI, США).

Для достижения поставленной цели по снимкам была проведена векторизация участков прироста овражной сети в период с 1986 года по 2011 год (25 лет). Векторизация подразумевает создание базы данных пространственно-привязанных векторных объектов. Атрибутивная информация включает в себя идентификационный номер отдельно взятого оврага, его длину в метрах, среднюю скорость прироста, предположительную причину его возникновения, меры, которые были приняты для сокращения овражной сети (если таковые были). По итогам векторизации были получены результаты, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Статистические показатели процесса овражной эрозии в период с 1986 по 2011 годы

Всего было выявлено растущих / вновь появившихся оврагов	91
Минимальная скорость прироста	3,15 м/год
Максимальная скорость прироста	59,5 м/год
Средняя скорость прироста	19,69 м/год
Минимальный прирост оврага (1986–2011 годы)	78,7 м
Максимальный прирост оврага (1986–2011 годы)	1487,6 м
Суммарный прирост на территории ВУ района (1986–2011 годы)	44,8 км
Средний прирост на территории ВУ района (1986–2011 годы)	492,35 м

Изученные овраги были классифицированы на овраги с отрицательной динамикой развития овражной сети и положительной динамикой развития овражной сети. К оврагам с отрицательной динамикой мы относим овраги растущие, очень быстро растущие и совершенно новые. К оврагам с положительной динамикой – деградирующие овраги. Наблюдения показали, что в период с 1986 по 2011 годы в 64 % случаев появлялись новые овраги, в 30 % был замечен рост старых оврагов, в 4 % мы наблюдаем очень быстрый рост (более 27 м/год), и лишь в 2 % – деградацию.

В результате проведенного исследования были сделаны следующие выводы: 1) оцифровка овражной сети – наиболее точный, но чрезвычайно трудоемкий метод для отслеживания роста оврагов; 2) в Верхнеуслонском районе РТ процесс овражной эрозии с 1986 года по 2011 год развивался очень интенсивно; 3) процесс овражной эрозии имеет место по сей день. Для его оперативного мониторинга предлагается осуществлять съемку с помощью БПЛА. На изображениях поиск оврагов осуществлять методом построения нейросетей с целью их автоматического распознавания и выделения растровых образов в векторный объект, а также последующего определения количественных и качественных характеристик эрозионных форм.

## РОЛЬ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РЕШЕНИИ ГЕОМАРКЕТИНГОВЫХ ЗАДАЧ

*Низамова А.Р.*

*Научный руководитель – канд. геол.-минерал. наук, доцент Нугманов И.И.*

На сегодняшний день большинство предприятий различных отраслей размещаются достаточно интуитивно, из-за чего многие из них разоряются или вовсе закрываются, к примеру, по причине незаконного расположения объекта относительно общеобразовательных учреждений или иных видов организаций. Подобные проблемы возникают из-за неучета специфики торговой территории того или иного предприятия, а также типа населения. Однако связанный с этим ряд проблем возможно решить с помощью геомаркетинговых исследований, которые помогают выбрать наиболее выгодное место для размещения предприятия. Понятие геомаркетинг не раз встречается во многих статьях и исследовательских работах. Данное понятие сформировалось на стыке двух научных дисциплин: маркетинга и географии с использованием информационных технологий. Другими словами, геомаркетинг – рыночная концепция управления современным производством на основе геоинформационных технологий, которая предполагает использование пространственно локализованной информации для поддержки принятия решений (Долженко, 2017. С. 41).

При геомаркетинговом анализе объектом исследования может стать практически любой объект, который имеет пространственную позицию и который может получить от нее какую-либо выгоду. В ГИС приложениях реализовано множество инструментов для проведения геомаркетингового ана-

лиза, и одним из их ярких примеров является модель Хаффа. Она позволяет не только спрогнозировать изменения числа потребителей при различных обстоятельствах, но и выявить географию проживания возможных клиентов и риски расположения объекта.

Данная научная работа демонстрирует способ применения ГИТ для проведения геомаркетингового исследования на примере города Набережные Челны, где целью является соискание выгодной территории для размещения столовой. Для проведения исследования необходимы данные о точках конкурентов и их зонах обслуживания, данные о потенциальных посетителях и количестве населения постоянного местожительства, также базовые пространственные данные и данные об инфраструктуре для анализа пространственного поведения потенциальных посетителей.

В результате работы автором был разработан алгоритм оценки территории для наиболее выгодно размещения объекта. Главным итогом стала автоматизация полученного алгоритма с помощью инструмента геообработки ModelBuilder в ArcGIS 10.5.1, с помощью которого стало возможно создание и редактирование моделей геообработки, автоматизирующих выполнение инструментов, а также управление такими моделями.

## **МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ 3D-МОДЕЛЕЙ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФОТОГРАММЕТРИИ И ГИС**

*Рахматуллин Т.Р.*

*Научный руководитель – ассистент Старовойтов А.В.*

Целью данной работы является разработка методики создания трехмерных моделей геологических памятников с использованием фотограмметрии и ГИС. Необходимость создания подробных моделей опорных разрезов диктуется современными требованиями к наглядности предоставления геологической информации. Модель должна быть легкой в восприятии, доступ к атрибутивной информации простым и интуитивно понятным.

В настоящее время геологические памятники Татарстана задокументированы в виде описания на бумаге или электронном носителе, по сути – это даже не атлас, а обычная книга с иллюстрациями. Трехмерные модели с атрибутивной информацией являются альтернативой книжным изданиям и могут быть использованы для обучения студентов и школьников, а если их опубликовать в Интернете, станут доступны широкому кругу любителей геологии и краеведов.

Автором был выполнен пилотный проект по созданию 3D-модели природного памятника «Печищинский геологический разрез». В основе проекта – съемка с помощью беспилотных летательных аппаратов и дронов: dji phantom2, dji phantom3, dji mavpro. Данные БПЛА могут летать от 15 до 30 минут, что обычно достаточно для сбора не менее 200–400 фотографий объекта или ландшафта.

Для осуществления съемки по площади снимаемого объекта необходимо расставить опорные точки (метки представляют собой белый лист формата А4 с нанесенными на нем специальными кодами). Для среднего объекта необходимо минимум 12 меток. Для того чтобы программа по обработке снимков смогла привязать все эти метки к географическому пространству необходимо выяснить точное расположение 2 меток в пространстве и расстояние между ними. Для этого потребуется точный GPS-приемник и лазерный тахеометр. Для того чтобы получить качественную 3D-модель, необходимо делать фотографии со всех сторон и ракурсов с 80 % перекрытием снимков.

Для фотограмметрической обработки полученных снимков использовалось программное обеспечение Agisoft's Photoscan. В итоге была получена трехмерная модель памятника «Печищинский геологический разрез» высокой детальности, пространственное разрешение модели составляет первые сантиметры. Далее было произведено разделение модели по слоям. Слоям дана стратиграфическая привязка и геологическое описание. Таким образом, задача построения модели памятника была решена.

Результаты работы показали, что использование дронов имеет большие технические преимущества, а использование нестройной фотограмметрии в качестве основного метода построения детальных моделей природных памятников весьма эффективно. При этом от пользователей не требуется высокая квалификация, необходимы лишь качественные снимки.

# ИНСТИТУТ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОЛОГИИ

## СЕКЦИЯ «ГЕНЕТИКА»

### ИДЕНТИФИКАЦИЯ НОВОГО ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПУТИ, КОНТРОЛИРУЮЩЕГО ДЛИНУ ТЕЛОМЕР В МОДЕЛЬНОМ РАСТЕНИИ *ARABIDOPSIS THALIANA*

*Агабекян И.А.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, вед. науч. сотр. Шакиров Е.В.*

Теломеры представляют собой важнейшие структуры на концах эукариотических хромосом, необходимые для предотвращения хромосомных слипаний, защиты от экзонуклеазных атак, а также для общего поддержания целостности генома. С каждым делением клетки теломеры укорачиваются, что в конечном итоге приводит к прекращению деления клетки и к клеточному старению. Несмотря на хорошее общее понимание механизма регуляции длины теломер с помощью теломеразы и теломер-специфичных белков, многие вопросы до сих пор остаются без ответа, например, какие именно гены отвечают за установление правильной видо-специфичной длины теломер. Для решения этого и других вопросов мы исследовали регуляцию длины теломер в модельном растении *Arabidopsis thaliana*. Так, в частности, нами было установлено, что ген *OLI2* – гомолог человеческого и дрожжевого гена *NOP2* – является важным фактором, контролирующим длину теломер растений *A. thaliana*. Помимо этого, он играет важную роль в регуляции роста клеток и клеточной пролиферации вместе с генами *AN3*, *OLI5* и *OLI7*, влияние которых на биологию теломер еще неизвестно. Таким образом, целью данной работы являлось изучение влияния генов *AN3*, *OLI5*, *OLI7* на регуляцию длины теломер в *Arabidopsis thaliana*.

Семена растений с вставками Т-ДНК в исследуемых генах были заказаны из коллекции SALK. С помощью генотипирования были найдены гомозиготные Т-ДНК мутанты и выращены в 2–3 поколениях. Измерение длины теломер проводили с помощью Саузерн блоттинга путем гибридизации рестрицированной геномной ДНК с меченой с 5'-конца DIG – теломерной пробой.

Анализ длины теломер в трех последовательных поколениях гомозиготных мутантов по генам *AN3*, *OLI5*, *OLI7* показал, что длина теломер мутантов короче, чем у дикого типа растений. Таким образом, нами были идентифицированы новые генетические факторы, влияющие на биологию теломер.

### МЕТАГЕНОМНЫЙ АНАЛИЗ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ ЖЕЛУДКА ПРИ ИНФЕКЦИИ *HELICOBACTER PYLORI*

*Куприянова Е.А.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, науч. сотр. Маланин С.Ю.*

Бактерия *Helicobacter pylori* встречается у более половины населения мира и может являться причиной таких заболеваний желудочно-кишечного тракта как хронический гастрит, дуоденит, язва желудка и двенадцатиперстной кишки и рак желудка. Открытие бактерии *Helicobacter pylori* в 1982 году перевернуло представление о том, что желудок является стерильным и непригодным для жизни бактерий органом. Дальнейшие исследования показали, что *H. pylori* является не единственным обитателем желудка, другие микроорганизмы также могут колонизировать его отделы и выполнять свою роль. Влияние *H. pylori* на других обитателей желудочной микрофлоры по сей день остается малоизученным.

В связи с этим цель данной работы – характеристика микробного состава биоптатов слизистой оболочки желудка у пациентов с наличием и отсутствием хеликобактерной инфекции с помощью высокопроизводительного секвенирования 16S рРНК.

Для метагеномного анализа были отобраны 10 пациентов, образцы биопсии слизистой оболочки желудка которых были получены в ходе процедуры экзофагогастродуоденоскопии. Сотрудниками

лабораторий Медико-санитарной части КФУ для всех пациентов был проведен предварительный уреазный тест для определения наличия *H. pylori*, по результатам теста было выявлено 6 *H. pylori*-положительных и 4 *H. pylori*-отрицательных образца. Для подготовки 16S библиотек из биоптатов нами была выделена тотальная РНК, с которой затем синтезировали кДНК и проводили амплификацию V3-V4 вариабельного участка гена 16S рРНК. Полученные продукты амплификации подвергали очистке, проводили их количественную и качественную оценку. Готовые ДНК-библиотеки были секвенированы на приборе MiSeq, Illumina.

В результате обработки и анализа метагеномных данных было выявлено существенное различие между пациентами без хеликобактерной инфекции и с наличием хеликобактерной инфекции. В случае *H. pylori*-положительных пациентов обнаружено значительное доминирование рода *Helicobacter*, который в двух из шести образцов составил 99 % всей желудочной микробиоты. В случае отсутствия инфекции показано преобладание бактерий рода *Streptococcus*, а также присутствие родов *Rothia*, *Prevotella*, *Gemellaceae*, *Fusobacterium*, *Neisseria*, которые являются представителями нормальной микрофлоры желудка. Интересно отметить, что *H. pylori* встречается в малом количестве даже в тех образцах, в которых не было отмечено наличие хеликобактерной инфекции с помощью уреазного теста. Также вызывает интерес обнаружение в четырех образцах довольно большого количества бактерий родов *Nesterenkonia* и *Halomonas*, которые являются обитателями окружающей среды и ранее не были детектированы в пищеварительном тракте человека.

Нами также было проанализировано биоразнообразие во всех представленных образцах с помощью индекса Шеннона. Чем выше показатель данного индекса, тем более высоко биоразнообразие в анализируемом сообществе. С увеличением количества *H. pylori* в образцах индекс Шеннона резко снижался, и в целом наблюдалось понижение уровня биоразнообразия у *H. pylori*-положительных пациентов в среднем в три раза по сравнению с пациентами без инфекции. Это позволяет нам предположить, что *H. pylori* оказывает некое ингибирующее влияние на других обитателей микробиоты желудка.

## СЕКЦИЯ «МИКРОБИОЛОГИЯ»

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ  
НА ОБРАЗОВАНИЕ БИОПЛЕНОК БАЦИЛЛАМИ<sup>1</sup>

Ахметова Г.Р.

Научный руководитель – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Рудакова Н.Л.

Одной из основных форм существования бактерий являются биопленки. Основная функция биопленок – защита популяции. На сегодняшний день одним из важных следствий формирования биопленок является то, что в клинических условиях они могут формироваться на медицинских имплантированных устройствах, способствуя развитию хронических инфекций, поражая жизненно-важные системы в организме человека [Römling *et al.*, 2012. P. 541–561]. Аналогичным образом образование таких микробных сообществ в природе может иметь серьезные последствия для экологической обстановки [Cairns *et al.*, 2014. P. 587–598].

Мы исследовали влияние на образование биопленок различными штаммами рода *Bacillus* таких стрессовых факторов, как этанол, высокая концентрация NaCl, а также ионы двухвалентных металлов. Для выполнения данной работы использовали штамм *B. subtilis* 168, который является немодифицированным природным изолятом, штамм *B. pumilus* 3–9 – рекомбинантный штамм, устойчивый к стрептомицину и обладающий повышенным уровнем секреции внеклеточных протеиназ, и штамм *B. subtilis* BRB14, в геноме которого делетированы 14 внеклеточных протеаз. Штаммы выращивали на жидкой среде в круглодонных 96-луночных планшетах при температуре 37 °C в течение 48 ч без качания.

Внесение в среду культивирования NaCl в концентрации 1 М приводит к снижению образования биопленок природными штаммами *Bacillus* более чем на 50 %, у рекомбинантного штамма показатели не превышали 17 %. При внесении в среду культивирования этанола в конечных концентрациях 5 % и 7,5 % вызвало снижение образования биопленок штаммом 168 на 25 % и 40 % соответственно, штаммом 3–19 на 35 % и 65 % соответственно. Для штамма BRB14 снижение образования биопленок в обоих случаях не превысило 35 %.

Для исследования влияние ионов металлов в среду культивирования вносили ионы Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup> и Zn<sup>2+</sup> в конечных концентрациях 5, 10 и 15 мМ, а также этилендиаминтетраацетат (ЭДТА) в концентрации 10 мМ. Внесение ионов Ca<sup>2+</sup> при всех концентрациях приводило к снижению уровня образования биопленок (от 30 % до 50 %) тремя штаммами на 48 ч роста. До 48 ч эффект от внесения кальция не наблюдали. Аналогичные результаты дает внесение ионов Mn<sup>2+</sup>. Соли этих металлов входят в состав исходной среды культивирования, в которой их концентрация 1 мМ. Отсутствие выраженной реакции на внесение ионов Ca<sup>2+</sup> и Mn<sup>2+</sup> указывает на нетоксичность в отношении формирования биопленок. Ионы Mg<sup>2+</sup> так же содержатся в исходной среде (2 мМ), однако повышение их концентрации до 15 мМ приводило к снижению образования биопленок (на 60 %) у штаммов 168 и 3–19 на 24 ч роста. При этом ионы Mg<sup>2+</sup> в концентрациях до 15 мМ не оказывали влияния на образование биопленок штаммом BRB14. Ионы Zn<sup>2+</sup> даже в концентрации 5 мМ приводили к снижению уровня образования биопленок (от 60 % до 70 %) штаммами 168 и 3–19 на 12 ч роста культуры. Для штамма BRB14 снижение формирования биопленок на 30 % наблюдали на 36 ч роста. Большая устойчивость к стрессовым условиям протеазадефицитного штамма может коррелировать с отсутствием ферментов, необходимых для формирования транспортных систем. Внесение в среду культивирования ЭДТА в концентрации 10 мМ до 24 ч роста культур не оказывало влияния, но в последующее время наблюдали резкое падение уровня формирования биопленок (на 50 %) всеми штаммами.

<sup>1</sup> Работа выполнена в рамках государственной программы повышения конкурентоспособности Казанского (Приволжского) федерального университета среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

## ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ПРОБИОТИЧЕСКИХ ЛАКТОБАЦИЛЛ К КЛИНИЧЕСКИ РАСПРОСТРАНЕННЫМ АНТИБИОТИКАМ<sup>1</sup>

*Горохова И.В.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Яруллина Д.Р.*

Бактерии рода *Lactobacillus* имеют большое практическое значение. Они широко применяются в различных отраслях биотехнологии и пищевой промышленности в качестве стартерных культур при производстве кисломолочных продуктов и в медицине как пробиотики. Важным требованием к пробиотическим штаммам является антибиотикорезистентность (АР) – только устойчивые к антибактериальным препаратам (АБП) бактерии можно совмещать с антимикробной терапией при лечении кишечных инфекций или применять для профилактики антибиотикоассоциированной диареи. Данная работа выполнена с целью оценки устойчивости коммерческих штаммов пробиотических лактобацилл к клинически распространенным антибиотикам. 15 использованных в работе АБП входят в первую двадцатку наиболее часто используемых препаратов в одном из многопрофильных стационаров РФ (неопубликованные данные В.Н. Хазиахметовой, кафедра фундаментальной и клинической фармакологии ИФМиБ КФУ).

В качестве объектов исследования использовали 22 штамма лактобацилл, выделенных нами из 8 пробиотических препаратов: «Лактобактерин сухой», «Гастрофарм», «Наринэ», «РиоФлора Баланс Нео», «Ацилакт», «Линекс», «Эвиталия», «Аципол». Видовую принадлежность лактобацилл определяли методом MALDI-TOF масс-спектрометрии на MALDI Biotyper (Bruker, Германия). Исследуемые лактобациллы отнесены к видам *L. plantarum* (14 штаммов), *L. helveticus* (4 штамма), *L. paracasei* (3 штамма) и *L. fermentum* (1 штамм). При этом в большинстве случаев виды отличались от заявленных производителями пробиотиков в аннотациях. Только в двух случаях выделенные виды лактобацилл соответствовали заявленным в составе пробиотиков – это штаммы *L. plantarum*, выделенные из «Лактобактерин» и «РиоФлора Баланс Нео». Далее диско-диффузионным методом оценили устойчивость лактобацилл к 15 антибиотикам, наиболее часто применяемым в клинической практике. Обнаружили высокую устойчивость к ванкомицину, аминогидкозидам (амикацину) и цефалоспорином 3 и 4 поколения (цефотаксиму, цефтазидиму, цефтриаксону, цефоперазону, цефепиму), которая среди лактобацилл встречается достаточно часто и, по-видимому, является природной. Среди исследованных штаммов широко распространена чувствительность к β-лактамам (ампициллину, амоксициллину), макролидам (кларитромицину) и карбапенемам (имипенему, меропенему, эртапенему).

Полученные результаты могут быть использованы при составлении научно обоснованных, клинически безопасных и эффективных при совмещении с антимикробной терапией схем применения пробиотических препаратов на основе лактобацилл.

## ХАРАКТЕРИСТИКА УСТОЙЧИВОСТИ КОММЕРЧЕСКИХ ШТАММОВ ЛАКТОБАЦИЛЛ К ЭРИТРОМИЦИНУ И ТЕТРАЦИКЛИНУ

*Каримуллина Г.Р.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Яруллина Д.Р.*

Бактерии рода *Lactobacillus* являются важной составляющей естественной микробиоты организма человека и животных и широко используются в пищевой промышленности и в нормализующих микрофлору препаратах – пробиотиках. Важнейшим требованием к штаммам, входящим в состав пробиотиков, является антибиотикорезистентность (АР) – только устойчивые к антибактериальным препаратам (АБП) бактерии можно совмещать с антимикробной терапией при лечении кишечных инфекций, но в то же время включение антибиотикорезистентных штаммов лактобацилл в состав пробиотиков и пищевых продуктов представляет потенциальную угрозу распространения генов устойчивости к АБП по пищевой цепи и среди микробиоты с помощью конъюгативных плазмид и транспозонов [Jacobsen *et al.*, 2007. V. 59. P. 158–166; Ammor *et al.*, 2008. V. 74. P. 1394–1401; Nawaz *et al.*, 2011. V. 52. P. 1081–1089]. Целью данной работы является оценка устойчивости коммерческих

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 18-34-00268 в рамках Программы повышения конкурентоспособности КФУ с использованием оборудования Междисциплинарного ЦКП КФУ для обеспечения клеточных, геномных и постгеномных исследований в Приволжском регионе.

штаммов пробиотических лактобацилл к эритромицину и тетрациклину, генетические детерминанты которых потенциально мобильны.

В качестве объектов исследования использовали 22 штамма лактобацилл, выделенные нами из 8 пробиотических препаратов: «Лактобактерин сухой», «Гастрофарм», «Наринэ», «РиоФлора Баланс Нео», «Ацилакт», «Линекс», «Эвиталия», «Аципол». Видовую принадлежность лактобацилл определили методом MALDI-TOF масс-спектрометрии на MALDI Biotyper (Bruker, Германия). Исследуемые лактобациллы отнесены к видам *L. plantarum* (14 штаммов), *L. helveticus* (4 штаммов), *L. paracasei* (3 штаммов) и *L. fermentum* (1 штамм). Далее диско-диффузионным методом (ДДМ) определили чувствительность лактобацилл к эритромицину и тетрациклину, как описано ранее [Бруслик с соавт., 2015. Т. 60. С. 6–13]. Только штамм *L. plantarum* 8РА3 был умеренно устойчив к эритромицину и резистентен к тетрациклину. Остальные штаммы (95.5 %) были чувствительными к эритромицину. По отношению к тетрациклину лактобациллы были либо чувствительными (50 % штаммов), либо умеренно чувствительными (45.5 % штаммов). Для более точного определения устойчивости к тетрациклину у штаммов лактобацилл, которые ранее были идентифицированы нами с помощью ДДМ как устойчивые и промежуточные, мы определили МПК методом микроразведений в 96-луночных планшетах. У всех исследованных штаммов лактобацилл МПК тетрациклина не превышала 32 мкг/мл, следовательно, все штаммы, согласно рекомендациям EFSA (2008), являются чувствительными по отношению к тетрациклину и не несут угрозу распространения генов устойчивости к данному антибиотику.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 18-34-00268 в рамках Программы повышения конкурентоспособности КФУ с использованием оборудования Междисциплинарного ЦКП КФУ для обеспечения клеточных, геномных и постгеномных исследований в Приволжском регионе.

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ БИОСИНТЕЗА СЕРРАЛИЗИНОПОДОБНЫХ ПРОТЕИНАЗ

*Мишеева П.С.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Марданова А.М.*

В настоящее время особое внимание к себе привлекают инфекции, вызываемые условно-патогенными микроорганизмами. Чаще всего данные инфекции являются внутрибольничными и вызываются антибиотико-резистентными штаммами энтеробактерий [Doi *et al.*, 2017. V. 64. P. 30–35; Theuretzbacher, 2017. V. 39. P. 106–112]. Известно, что представители рода *Serratia* являются возбудителями различных оппортунистических и нозокомиальных инфекций [Jonas *et al.*, 2004. V. 155. P. 17–23]. Одним из факторов вирулентности являются внеклеточные протеиназы. Было установлено, что протеиназы-серрализины, выделяемые бактериями *Serratia marcescens*, обладают цитотоксичностью и играют роль в развитии, например, таких инфекций, как кератит [Shanks *et al.*, 2015. V. 83. P. 2907–2916].

Ранее в клетках *Serratia grimesii* A2 была идентифицирована металлопротеиназа гримелизин [Хайтлина, 2009. Т. 21. С. 182–189]. Информация о внеклеточных протеиназах *Serratia grimesii* A2 и закономерностях их биосинтеза в литературе отсутствует.

Целью работы являлось изучение влияния температуры культивирования на подвижность и на уровень биосинтеза внутриклеточных и внеклеточных протеиназ бактерий *Serratia grimesii* A2. Исследовали подвижность в 0.33 % агаре при 30 °С и 37 °С. Бактерии культивировали на среде LB при 30 °С и 37 °С и на 12, 24 и 48 часы роста отбирали клетки и культуральную жидкость для определения протеазной активности. Протеазную активность исследовали по расщеплению азоказеина. Для получения лизата клетки разрушали методом замораживания-оттаивания и затем центрифугировали при 15 000 об/мин в течение 30 мин.

Результаты показали, что экспоненциальная фаза роста бактерий наблюдается с 3-го по 8-й час, с 9-го часа начинается фаза замедленного роста, а после 12 часов культура выходит на стационарную фазу. Оптическая плотность культуры *S. grimesii* A2 на 12 час роста достигала 1.71 опт. ед. Подвижность *S. grimesii* A2 на питательной среде LB, содержащей 0.33 % агара, максимальна при 30 °С: диаметр колонии достигал 69 мм, а при 37 °С способность к подвижности ингибировалась и диаметр колонии не превышал 24 мм.

Также внеклеточная активность проявлялась на 12-й час роста, но была невысокой при обеих температурах и составила всего 0.22 и 0.15 опт. ед. соответственно. На 24-й и 48-й часы роста при температуре 30 °С протеолитическая активность достигала 0.55 и 0.59 опт. ед. соответственно. При



температуре 37 °С на 24-й и 48-й часы роста она была ниже и достигала всего 0.18 и 0.15 опт. ед. соответственно. Также было установлено, что уровень внутриклеточной протеиназной активности зависит от температуры культивирования бактерий. При температурах 30 °С и 37 °С протеолитическая активность на 12-й час роста достигала 0.12 и 0.1 опт. ед. соответственно. Внутриклеточная активность достигала максимальных значений при 37 °С на 24-й час и составила 0.21 опт. ед. При температуре 30 °С уровень протеазной активности в клеточном экстракте составлял всего 0.11 опт. ед. На 48-й час роста внутриклеточная активность при 37 °С и 30 °С составила 0.12 опт. ед.

Таким образом, температура культивирования влияет на подвижность бактерий *S. grimesii* A2, а также на накопление внеклеточной и внутриклеточной протеазной активности. Оптимальной температурой для подвижности и накопления внеклеточной активности является 30 °С, а для биосинтеза внутриклеточной протеиназы – 37 °С.

## ВЛИЯНИЕ СОСТАВА СРЕД НА ОБРАЗОВАНИЕ БИОПЛЕНОК РАЗНЫМИ БАКТЕРИЯМИ

*Родионова М.С.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Марданова А.М.*

В естественной среде микроорганизмы встречаются чаще всего не в планктонной форме, а в составе биопленок. Считается, что 65–80 % инфекционных поражений связано с биопленками [Wolcott *et al.*, 2008. V. 299. P. 2682; Lewis, 2007. V. 5. P. 48]. Внутри биопленок идет активная передача факторов резистентности, поэтому поиск веществ, влияющих на жизнедеятельность биопленок, столь важен для лечения заболеваний. К примеру, известно, что аминокислота глутамин влияет на экспрессию генов у некоторых патогенных видов [Haber *et al.*, 2017. V. 13. P. 1–25].

Все больший интерес проявляется к условно-патогенным микроорганизмам, которые распространены гораздо обширнее, и вероятность встречи с ними значительно выше, чем с патогенными формами. *Morganella morganii* является возбудителем нозокомиальных инфекций и инфекций мочевыводящих путей. *Morganella morganii* способны образовывать биопленки на катетерах, что влечет за собой появление хронических заболеваний [O'Hara *et al.*, 2000. V. 13. P. 534–546]. Закономерности образования биопленок *Morganella morganii* в настоящий момент изучены недостаточно.

Целью работы было изучить влияние разных сред на формирование биопленок штаммами *Morganella morganii* 1, 4 и 190. Роение бактерий исследовали на среде LB с 0.6 % агара, включающей в свой состав 0.1 % глутамин и не содержащей глутамин. Каждые 4–5 часов измеряли диаметр колоний, растущих при 30 °С и 37 °С. Для изучения эффективности формирования биопленок культуру инкубировали в термостате при 28 °С в течение 48 часов на средах: LB, искусственная моча и натуральная моча, представляющая собой профильтрованную детскую мочу.

Результаты показали, что спустя 2 часа после инокуляции *M. morganii* в среду начиналась фаза активного экспоненциального роста, которая продлилась до 7 часа. После 7-го часа произошло замедление роста, и стационарная фаза наступила на 11–12-е часы культивирования. Оптическая плотность культуры *M. morganii* на 12-й час роста достигала 1.71 опт. ед.

Все рассмотренные штаммы *M. morganii* способны образовывать биопленки. Высокая эффективность биопленкообразования наблюдалась у *M. morganii* 190, наименьшая – *M. morganii* 1. Во всех случаях лучше всего биопленки формировались на среде LB и искусственной моче.

Все штаммы *M. morganii* обладают слабой способностью к роению на среде, содержащей 0.6 % агара. Показатели роения *M. morganii* 1 были одинаковые и при 30 °С, и при 37 °С, но присутствие глутамин ингибировало подвижность бактерии. При 30 °С глутамин подавляет роение *M. morganii* 4, но при 37 °С происходит увеличение диаметра культуры. Роение *M. morganii* 190 при 30 °С не зависит от содержания глутамин в среде. Однако повышение температуры до 37 °С уменьшило показатели роения бактерии на 40 %, а присутствие глутамин, напротив, увеличило роение на 30 %.

Таким образом, штаммы *M. morganii* 1, 4, 190 различаются способностью к роению по поверхности твердых сред и эффективности биопленкообразования на разных средах. На подвижность бактерий влияет температура роста и присутствие аминокислоты глутамин. На биопленкообразование бактерий влияет состав среды культивирования.

## ОЦЕНКА БАКТЕРИАЛЬНОЙ ФИТАЗЫ В КАЧЕСТВЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ

**Стрюч Е.К.**

*Научный руководитель – канд. биол. наук, науч. сотр. Сулейманова А.Д.*

На сегодняшний день проблема недостатка усвояемого фосфора в питании животных является актуальной. Один из путей решения этой проблемы – добавление в корма животных неорганического фосфора, однако это заметно повышает его стоимость. Альтернативным способом является повышение питательной ценности кормов, а именно – вовлечение в питание животных фитинового фосфора, входящего в состав кормов, с использованием ферментов фитаз. Мировой рынок коммерческих препаратов фитаз широк, однако постоянно ведется поиск новых эффективных фитаз, а также изучение их свойств с целью применения в качестве кормовых добавок.

Целью работы явилась оценка рекомбинантной фитазы *Pantoea*, полученной с помощью дрожжей *Pichia pastoris*, в качестве кормовой добавки.

При изучении стабильности рекомбинантной фитазы при температуре 37 °С установили, что в течение первых суток фермент сохраняет до 90 % активности, через 3 и 7 суток активность фермента падает на 20 %. Таким образом, способность фермента длительное время сохранять стабильность при 37 °С позволит ему функционировать во время прохождения через ЖКТ домашней птицы и сохранять активность при предварительной обработке корма.

При исследовании влияния процессов замораживания и оттаивания препарата фитазы на ее активность установили, что после 4 раундов замораживания и оттаивания фермент сохраняет свою стабильность, теряя всего 16 % активности.

Оценили способность фитазы к увеличению питательной ценности кормов птиц. Рекомбинантная фитаза эффективно гидролизует фитаты, содержащиеся в кукурузной муке, при всех исследуемых рН, которые соответствуют разным отделам ЖКТ куриц. Гидролиз соевой муки происходил лишь при рН 7.0, что соответствует уровню рН в зобу птицы. Таким образом, рекомбинантную фитазу можно рекомендовать в качестве кормовой добавки для кур, в диетах которых преобладают корма, содержащие кукурузную муку.

Нами установлено, что фермент проявил большую эффективность при расщеплении корма «Рост», чем корма «Старт», высвобождая при этом на 57 % фосфора больше. Таким образом, рекомбинантная фитаза будет более эффективна в диетах растущих кур, чем цыплят возрастом от 0 до 7 дней.

## ХАРАКТЕРИСТИКА АНТАГОНИСТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЛАКТОБАЦИЛЛ<sup>1</sup>

**Юдина Ю.С.**

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Яруллина Д.Р.*

Лактобациллы являются резидентной микрофлорой желудочно-кишечного тракта и вульвовагинальной области человека и теплокровных животных [Домотенко, 2014. С. 5–10], где тесно взаимодействуют с другими микроорганизмами. Для своей защиты они вырабатывают антимикробные вещества, что определяет их антагонистическую активность. К таким веществам относятся органические кислоты, перекись водорода, лизоцим, окись азота, бактериоцины и бактериоциноподобные вещества и др. [Ермоленко, 2007. С. 41–48]. Лактобациллы проявляют выраженную антагонистическую активность в отношении аэробных и факультативно-анаэробных грамотрицательных и грамположительных бактерий: *Listeria monocytogenes*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium sporogenes*, *Staphylococcus aureus*, *Pediococcus acidilactici*, *Bacillus spp.*, *Enterococcus faecalis* [Ефременкова, 2006. С. 48–56]. Однако до сих пор не были описаны лактобациллы, эффективно подавляющие рост бактерий *Morganella morganii*, которые принадлежат к семейству *Enterobacteriaceae* и представляют собой условно-патогенные микроорганизмы, способные вызывать инфекции разнотипной локализации [Yamaki *et al.*, 2014. V. 3. P. 166–172].

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке грантов РФФИ 17-00-00456 и 18-34-00268 в рамках Программы повышения конкурентоспособности КФУ с использованием оборудования Междисциплинарного ЦКП КФУ для обеспечения клеточных, геномных и постгеномных исследований в Приволжском регионе.

Таким образом, поиск новых антагонистически активных штаммов рода *Lactobacillus* в отношении *Morganella morganii* является актуальной задачей. Целью данной работы является оценка антагонистической активности лактобацилл в отношении клинических изолятов *Morganella morganii*.

В работе использовали 12 штаммов лактобацилл, выделенных из растительного сырья, образцов кишечника и фекалий людей. Для оценки антагонистической активности лактобацилл использовали метод «пятна на агаре». Среди исследованных лактобацилл штамм *L. fermentum* FCa8L из растительного сырья обладал наибольшим антагонистическим действием против *M. morganii*, а два кишечных изолята лактобацилл были не способны подавлять рост тест-микроорганизмов. Подобно другим пробиотическим свойствам лактобацилл, антагонистическая активность в отношении *M. morganii* была штаммоспецифичной. Наибольшую чувствительность к антимикробному действию лактобацилл проявлял штамм *M. morganii* 190. Ко-агрегацию с клетками патогенных бактерий рассматривают как один из механизмов реализации лактобациллами своего защитного действия в составе нормальной микрофлоры. Чтобы выяснить природу выявленного антимикробного действия лактобацилл в отношении *M. morganii* 190, мы исследовали ко-агрегацию между клетками этих двух микроорганизмов. Отметим, что все исследованные лактобациллы обладали высокой авто-агрегацией в диапазоне от  $(30.4 \pm 6.5)\%$  до  $(58.7 \pm 7.9)\%$  через 4 часа инкубирования, которая увеличивалась с течением времени инкубирования. Бактерии *M. morganii* 190 тоже имели высокую авто-агрегацию –  $(54.9 \pm 1.9)\%$  спустя 4 ч и  $(82.2 \pm 6.6)\%$  спустя 24 ч, что указывает на их высокую колонизирующую активность. Клетки всех исследованных лактобацилл ко-агрегировали с бактериями *M. morganii* 190 (от  $(5.0 \pm 0.6)\%$  до  $(29.2 \pm 2.5)\%$  через 4 ч), следовательно, наряду с обнаруженным ранее бактерицидным / бактериостатическим действием в отношении *M. morganii* 190, обладают способностью сдерживать распространение этих условно патогенных бактерий в организме. Также оценили рост тест-микроорганизмов в составе смешанной биопленки и пришли к выводу, что лактобациллы не ингибируют рост *M. morganii* 190 в планктонной фазе и в составе биопленки.

## СЕКЦИЯ «МОРФОЛОГИЯ И ОБЩАЯ ПАТОЛОГИЯ»

### ГЕНО-КЛЕТОЧНАЯ ТЕРАПИЯ ХРОНИЧЕСКОЙ АРТЕРИАЛЬНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

*Батталов Б.М.*

*Научный руководитель – преподаватель Титова А.А.*

Целью нашего исследования было изучение современных биотехнологических методов терапии хронической артериальной недостаточности. Хроническая артериальная недостаточность приводит к хронической ишемии нижних конечностей. На последних стадиях заболевания развивается критическая ишемия, которая приводит к снижению уровня жизни и потере конечностей (ампутации). Несмотря на успехи современных методов хирургической терапии, значительная часть пациентов вынуждена получать только консервативное лечение в связи с наличием тяжелых сопутствующих заболеваний. В связи с этим ведутся разработки современных биотехнологических методов терапии, одним из таких методов является терапевтический ангиогенез, который заключается в формировании новых сосудов в месте введения, улучшение перфузии ишемической ткани и восстановлении функции. Терапевтический ангиогенез включает в себя методы как генной, так и клеточной терапии, а также комбинирование этих методов. К методам генной терапии относится использование ангиогенных факторов. В свою очередь, в основе клеточной терапии лежит использование стволовых клеток или клеток-предшественников.

Проводили оценку степени фиброза и васкуляризации после введения биотехнологической конструкции ( $2 \cdot 10^6$  VEGF165-МСК ЖТ) в икроножную мышцу крысам экспериментальной группы с проведенной хирургическим способом двухэтапной моделью ишемии задней конечности. Крысам контрольной группы вводили физиологический раствор. Проводили забор ткани оперированной и интактной икроножной и камбаловидной мышц у крыс контрольной и экспериментальной групп на 3, 7, 14, 21, 28-е сутки после инъекции. Затем ткани фиксировали в 10 % забуференном формалине с последующей заливкой в парафин по стандартной методике. После приготовления срезов проводили гистохимическое окрашивание по Маллори и иммуногистохимическое окрашивание на  $\alpha$ -гладкомышечный актин для проведения патогистологического анализа.

Патогистологический анализ срезов окрашенных по Маллори показал незначительное снижение степени фиброза в экспериментальной группе относительно контрольной на всем протяжении эксперимента. Патогистологический анализ срезов окрашенных на  $\alpha$ -гладкомышечный актин показал, что степень васкуляризации на 3-е сутки в экспериментальной группе значительно выше, чем в контрольной. Однако степень васкуляризации в экспериментальной группе постепенно снижается, но все равно находится выше, чем в контрольной группе. Также было выявлено постепенное увеличение степени васкуляризации в контрольной группе, это связано с собственным регенеративным потенциалом ткани.

Проанализировав результаты исследования, было выявлено, что степень фиброза незначительно изменяется при полученной терапии МСК ЖТ + VEGF относительно контрольной, однако степень васкуляризации у крыс, получавших терапию генно-клеточными конструкциями, выше, чем у контрольной группы. Таким образом, можно предположить, что генно-клеточная конструкция МСК ЖТ + VEGF улучшает васкуляризацию в первые сутки введения, что говорит о раннем и быстром терапевтическом эффекте. Однако это дает только кратковременный эффект и к более поздним суткам эффективность введенной конструкции снижается. Терапевтический эффект оказался недостаточным для снижения уровня фиброзной ткани в экспериментальной группе. Полученные результаты дают понять, что данная генно-клеточная конструкция нуждается в доработке. Возможно, требуется повторное введение VEGF на более поздние сроки ангиогенеза или рассмотреть возможность использования дополнительных факторов, которые могут влиять на рост сосудов и уровень фиброзной ткани.

Таким образом, дополнительное увеличение местных сосудистых ростовых факторов усиливает ангиогенез, хоть и незначительно. Терапия с помощью индукции ангиогенеза недостаточна для пациентов с тяжелой формой ишемии, следовательно, необходимо вести поиск терапии, которая компенсировала бы ишемию. Подводя итоги, необходимо отметить, что потенциальное использование генно-клеточных конструкций в терапии хронической артериальной недостаточности оправдано и те-

рапия с использованием биотехнологических методов со временем может стать одной из ведущих подходов в лечении, которая приведет к повышению уровня жизни у пациентов и снижению уровня ампутации.

## **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗВЕЗДЧАТЫХ КЛЕТОК ПЕЧЕНИ НА РЕГЕНЕРАЦИЮ ПЕЧЕНИ КРЫС ПОСЛЕ ЧАСТИЧНОЙ ГЕПАТЭКТОМИИ НА ФОНЕ ПОДАВЛЕНИЯ ПРОЛИФЕРАЦИИ ГЕПАТОЦИТОВ**

*Гараева Ф.А.*

*Научный руководитель – преподаватель Заикина Э.И.*

В структуре заболеваемости взрослого населения одно из первых мест занимают хронические заболевания печени, прогрессирующее течение которых ведет к развитию цирроза печени, инвалидизации и летальности больных. Одним из перспективных способов решения данной проблемы может стать клеточная терапия с использованием звездчатых клеток печени (ЗКП), так как имеются основания считать ЗКП региональными стволовыми клетками печени. Несмотря на это, роль ЗКП в регенерации печеночной ткани до сих пор до конца не исследована.

Целью нашего исследования стало изучение влияния ЗКП на регенерацию печени крыс после частичной гепатэктомии (ЧГ) на фоне подавления пролиферации гепатоцитов 2-ацетиламинофлуореном (ААФ).

Исследование было проведено на белых беспородных крысах-самцах. Животные были разделены на 2 группы: экспериментальную и контрольную. Крысам экспериментальной группы была выполнена операция ЧГ, трансплантация ЗКП, меченых геном зеленого флуоресцентного белка (EGFP), и инъекции ААФ. Крысам контрольной группы ААФ не вводили, но им также была проведена операция ЧГ и трансплантация ЗКП. Операцию ЧГ проводили по методике Хиггенса и Андерсона. ЗКП трансплантировали интраоперационно путем введения клеточной суспензии в воротную вену в дозе  $3 \times 10^6$  клеток. Крыс выводили из эксперимента через 1, 2, 3, 5, 7, 14 суток после введения ЗКП, после чего материал извлекали для морфологического исследования.

Иммуногистохимическое окрашивание проводили с антителами к EGFP, десмину, PCNA  $\alpha$ -гладкомышечному актину ( $\alpha$ -ГМА).

Эффективность трансплантации ЗКП проанализировали при изучении экспрессии EGFP на срезах печени крыс. В обеих группах уже на 1–2 сутки в ткани печени были обнаружены EGFP+ клетки. Это говорит о том, что трансплантированные ЗКП сохраняли свою жизнеспособность и интегрировались в паренхиму печени.

Активность пролиферации гепатоцитов была оценена при изучении экспрессии PCNA на срезах печени крыс. Наибольшее количество PCNA+ клеток наблюдалось в контрольной группе. Это связано с тем, что ААФ избирательно подавляет пролиферацию гепатоцитов, и это позволяет изучать непосредственно роль ЗКП в процессе регенерации.

ЗКП в ткани печени идентифицировали при изучении экспрессии десмина. Нами было отмечено, что в экспериментальной группе десмин+ клеток в целом было больше, чем в группе контроля. Максимальное количество десмин+ клеток было обнаружено в экспериментальной группе на 1–3 сутки. Также стоит отметить, что в основном десмин+ клеток в начальные сроки эксперимента располагались в перипортальной зоне.

При окрашивании образцов печени ни на одном сроке мы не обнаружили  $\alpha$ -ГМА+ миофибробластов. Это свидетельствует о том, что ЗКП участвуют в регенерации печени без риска развития фиброза.

В ходе анализа полученных данных мы пришли к следующим выводам:

1. Выделенные и трансплантированные ЗКП способны мигрировать в печень, встраиваться в паренхиму органа и при этом сохранять свою жизнеспособность.

2. Морфометрический анализ пролиферирующих клеток показал, что ААФ блокирует пролиферацию гепатоцитов, что дает возможность изучать влияние ЗКП на процесс регенерации.

3. ЗКП имеют способность дифференцироваться в гепатоцитоподобные клетки и участвовать в регенерации печени без риска развития фиброза.

## ИЗМЕНЕНИЯ ИНСУЛИН- И ГЛЮКАГОН-ПРОДУЦИРУЮЩИХ КЛЕТОК ОСТРОВКОВ ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ КРЫСЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ МЕДЬ-ДЕФИЦИТНОЙ ДИЕТЫ

*Гатауллина Л.Р., Филатов Н.С., Султанова К.Н.*

*Научный руководитель – Титова А.А.*

Медь – один из важнейших микроэлементов в человеческом организме. Она участвует во многих физиологических процессах. Дефицит меди в организме может явиться предрасполагающим фактором для развития системных морфологических изменений, в частности преобразования одного типа клеток в другой.

В ряде работ было показано повреждение ацинарной ткани поджелудочной железы на фоне дефицита меди, которое подвергалось обратному развитию после возвращения экспериментальных животных к стандартному рациону питания. Однако изменения, происходящие с эндокринным аппаратом поджелудочной железы на фоне дефицита меди, не описаны.

Целью нашего исследования было изучение влияния дефицита меди на морфологические характеристики эндокринной поджелудочной железы. Задачи исследования: 1) оценить изменения общего количества клеток островков поджелудочной железы крысы на фоне медь-дефицитной диеты; 2) оценить динамику экспрессии инсулина в поджелудочной железе крыс на фоне медь-дефицитной диеты; 3) оценить динамику экспрессии глюкагона в поджелудочной железе крыс на фоне медь-дефицитной диеты.

Исследования проведены на 34 лабораторных крысах линии Wistar, которые находились на медь-дефицитной диете (MP Biomedical, USA) с добавлением триена (Triethylenetetramine Tetrahydrochloride) в течение 8 недель с последующим переходом на стандартный рацион питания в течение 8 недель. Животных выводили из эксперимента путем передозировки эфирным наркозом на сроках 2, 4, 5, 6, 7, 8 недель диеты и через 1 и 3 недели отмены диеты. Ткань поджелудочной железы заливали в парафин по стандартной методике. Парафиновые срезы поджелудочной железы окрашивали антителами против инсулина (1:40, Novocastra) и глюкагона (1:50, Abcam). Подсчитывали общее количество клеток в островке поджелудочной железы, а также количество инсулин- и глюкагон-позитивных клеток.

В результате начиная со срока 6 недель медь-дефицитной диеты наблюдали выраженные морфологические изменения: деструкцию ацинарной ткани и жировую дистрофию поджелудочной железы.

Общее количество клеток островков поджелудочной железы уменьшалось на сроке 1 неделя отмены медь-дефицитной диеты по сравнению с контрольными крысами. Количество инсулинпродуцирующих клеток увеличивалось на 8-й неделе диеты и 3-й неделе отмены по сравнению с контрольными крысами. Количество глюкагонпродуцирующих клеток уменьшалось на 8-й неделе медь-дефицитной диеты и на 1-й неделе отмены по сравнению с контрольными крысами.

Количественное уменьшение клеток островков на 8-й неделе медь-дефицитной диеты и через 1 неделю отмены диеты может говорить об истощении эндокринного аппарата поджелудочной железы на фоне дефицита меди. Жировая дистрофия предполагает индукцию адипогенеза в условиях медь-дефицитной диеты.

## ОЦЕНКА КОЛИЧЕСТВА МИЕЛИНОВЫХ ВОЛОКОН В ТРАВМИРОВАННОМ СЕДАЛИЩНОМ НЕРВЕ КРЫСЫ

*Горшкова Е.С.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Масгутова Г.А.*

Травмы периферических нервов представляют собой серьезную медико-социальную проблему, являющуюся частой причиной утраты трудоспособности. Для восстановления целостности поврежденного нерва, в случае, если между концами нерва формируется диастаз, не позволяющий соединить отрезки нерва без натяжения, применяется метод аутонервной пластики, предполагающий использование аутологичного нерва. Однако основной проблемой посттравматического восстановления является ограниченный регенераторный потенциал периферической нервной системы. В связи с этим актуальным направлением регенеративной медицины является разработка оптимальных способов стимуляции регенерации при повреждениях периферических нервов. Одним из перспективных методов стимуляции посттравматической регенерации является использование мезенхимных стволовых клеток (МСК).

Целью работы является оценка количества миелиновых волокон в седалищном нерве крысы после травматического повреждения и восстановления целостности методом аутонервной вставки, при стимуляции регенерации мезенхимными стволовыми клетками, выделенными из жировой ткани крысы.

Эксперимент был проведен на крысах линии Wistar, вес животных – 300–400 г, возраст – 5–6 месяцев, самцы. Животные были разделены на три группы: интактные животные, контрольная группа, в которой восстановление нерва проходило в естественных условиях, и опытная группа со стимуляцией регенерации с помощью МСК. В контрольной и опытной группах животным в седалищном нерве, на уровне середины бедра, формировали диастаз длиной 5 мм, концы нерва соединяли без натяжения аутологичным нервом аналогичного размера. В опытной группе после сшивания на поверхность нерва накладывали фибриновый клей Тиссукол, содержащий в своем составе 1 млн МСК. Оценку эффективности влияния МСК на регенерацию проводили на 8-е сутки после травмы, для этого выделяли седалищный нерв на стороне операции, фиксировали в 2,5 % глутаровом альдегиде, посфиксировали в 1 % осмие и заливали в эпоксидную смолу. Толщина поперечных срезов залитых в смолу образцов седалищного нерва составила 1 мкм. Полученные срезы докрашивали метиленовым синим. Для подсчета количества миелиновых волокон нами была проанализирована случайная выборка участков срезов седалищных нервов при увеличении 40х методом световой микроскопии. Подсчет количества миелиновых волокон производился с помощью программы ImageJ 1.48v. Полученные количественные данные были статистически обработаны с применением *t*-критерия Стьюдента ( $p < 0,05$ ).

Подсчет количества миелиновых волокон в образцах дистальных частей нерва после аутонервной вставки показал, что в опытной группе количество волокон уменьшилось на 33 % ( $p < 0,05$ ) по сравнению с интактным нервом, при этом в контрольной группе данный показатель уменьшился на 44 % ( $p < 0,05$ ) [642 ± 61 (контр дист), 767 ± 55 (МСК дист), 1137 ± 82 (интактный)].

Количество миелиновых волокон в центральном участке седалищного нерва в контрольной группе образце уменьшилось на 35 % по сравнению с интактным седалищным нервом, при этом подсчет количества миелиновых волокон в центральном участке седалищного нерва при стимуляции регенерации с помощью МСК не выявил достоверных отличий при сравнении с интактным седалищным нервом [744 ± 44 (контр центр), 1109 ± 57 (МСК центр), 1137 ± 82 (интактный)], что говорит о способности МСК предотвращать процессы восходящей дегенерации.

## МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БЕЛКА В МОЧЕ

*Диярова Г.А.*

*Научный руководитель – канд. мед. наук, доцент Хакимова Д.М.*

Хроническая болезнь почек (ХБП) на сегодняшний день является общепопуляционной проблемой, так как приводит к резкому ухудшению качества жизни и высокой смертности. Исследование протеинурии имеет важное значение для ранней диагностики ХБП. Кроме того, протеинурия является не только маркером ХБП, но и фактором прогрессирования заболеваний почек.

Цель исследования – изучить методы определения белка в моче у пациентов с заболеванием почек.

К задачам исследования относятся:

- 1) освоение метода определения белка в моче фотометрическим методом с использованием пирогаллолового красного;
- 2) изучение уровня протеинурии у больных хроническим гломерулонефритом;
- 3) оценка влияния клинико-морфологической формы гломерулонефрита на уровень протеинурии.

Было обследовано 18 пациентов с диагнозом хронический гломерулонефрит (ХГН), средний возраст – 34,2 ± 12,5 лет (мужчин было 8 человек, женщин – 10 человек). Длительность заболевания – от 1 до 32 месяцев (8,94 ± 8,88 месяцев). Всем обследуемым определяли концентрацию белка в утренней порции мочи. Анализ мочи проводили с помощью специализированного биохимического фотометра МИКРОЛАБ-600 с использованием специального набора реагентов «ЮНИ-ТЕСТ-БМ».

В зависимости от формы ХГН пациенты распределились на две группы. Первая группа – 10 больных ХГН с нефритическим синдромом, средний возраст – 28,7 ± 10,01 лет, вторая группа – 8 больных ХГН с нефротическим синдромом, средний возраст – 41,13 ± 12,41 лет. Проведенное исследование показало, что у больных с нефротическим синдромом уровень протеинурии достоверно выше, чем у больных с нефритическим синдромом. Полученные данные соответствуют клиническим особенностям отдельных морфологических форм гломерулонефрита. Согласно литературным данным у больных хроническим гломерулонефритом с нефритическим синдромом протеинурия легкой или средней

степени тяжести, а у больных хроническим гломерулонефритом с нефротическим синдромом протеинурия тяжелой степени тяжести.

Таблица 1

## Клинико-лабораторная характеристика больных ХГН (M±m)

Показатели	Хронический гломерулонефрит с нефритическим синдром	Хронический гломерулонефрит с нефротическим синдром
Длительность заболевания, месяцы	13,6 ± 9,55	3,13 ± 2,17
Протеинурия, г/л	0,54 ± 0,44	2,72 ± 0,96*

\*p < 0,05

Были сделаны следующие выводы:

- 1) фотометрический метод с использованием пирогаллолового красного является на сегодняшний день наиболее высокочувствительным тестом для определения белка в моче;
- 2) протеинурия является одним из основных маркеров повреждения почек и фактором прогрессирования хронических заболеваний почек;
- 3) уровень протеинурии зависит от клинико-морфологической формы гломерулонефрита, от тяжести и активности заболевания.

## ВЫДЕЛЕНИЕ И КУЛЬТИВИРОВАНИЕ МЕЗЕНХИМНЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК ПУЛЬПЫ ЗУБА

*Идрисова К.Ф.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Масгутова Г.А.*

Клеточная терапия открывает новые возможности лечения пациентов с нейротравмами, нейродегенеративными и демиелинизирующими состояниями и мезенхимные стволовые клетки (МСК) рассматриваются как перспективный биоматериал для регенеративной медицины, что связано с их высокой биобезопасностью, способностью синтезировать нейротрофические и проангиогенные факторы, тем самым поддерживать выживание нейронов и стимулировать ангиогенез. В последние годы внимание специалистов в области клеточной терапии привлекают нейральные предшественники из клеток зачатка зуба. Доступность и простота получения нейральных предшественников из клеток зубного зачатка позволяют рассматривать данный клеточный тип как перспективный материал для трансплантации при заболеваниях и травматических повреждениях центральной и периферической нервной системы.

Целью работы явилось выделение и культивирование мезенхимных стволовых клеток из пульпы зуба крысы.

Выделение МСК из пульпы зуба проводили на крысах линии Wistar. В асептических условиях животным производили резекцию верхней и нижней челюстей с последующим помещением их в 70 % спирт на 2 минуты. Выделение пульпы зуба проводили в условиях ламинара, для этого резцы раскалывали плоскими браншами, освобождали ткань пульпы и механически размельчали офтальмологическими ножницами в чашке Петри. Дальнейший процесс культивирования осуществляли 2 способами: прямым методом, путем помещения измельченной ткани в культуральный пластик со средой  $\alpha$ -MEM с аскорбиновой кислотой и методом предварительного ферментативного расщепления, путем инкубации ткани пульпы с раствором коллагеназы в течение одного часа при 37 °C с последующим переносом клеточного осадка в культуральный пластик со средой  $\alpha$ -MEM. Культивирование проводили в CO<sub>2</sub> инкубаторе (37 C, 5 % CO<sub>2</sub>, 80 % влажности) со сменой питательной среды каждые 2–3 дня.

При динамическом наблюдении за культурами клеток при прямом методе выделения к 5 суткам было отмечено образование колоний фибробластоподобных клеток, мигрирующих из ткани пульпы зуба. При ферментативном расщеплении с коллагеназой к пятым суткам культивирования были обнаружены единичные клетки с фибробластоподобной морфологией.

В нашем исследовании, мы выявили появление фибробластоподобных клеток при использовании обоих методов выделения мезенхимных клеток из ткани пульпы зуба.



## РЕАКЦИЯ КЛЕТОК ПЕЧЕНИ НА ПОВРЕЖДЕНИЕ ЧЕТЫРЕХХЛОРИСТЫМ УГЛЕРОДОМ И ТРАНСПЛАНТАЦИЮ ЗВЕЗДЧАТЫХ КЛЕТОК ПЕЧЕНИ

*Кочергина А.А.*

*Научный руководитель – преподаватель Певнев Г.О.*

В России острые поражения печени выявляются у 2,7 % всех госпитализированных больных и чаще всего связаны с приемом антибактериальных, противотуберкулезных, цитостатических препаратов. Существующие на сегодняшний день методы лечения острого поражения печени оказываются недостаточно эффективными, в связи с чем ведется активный поиск новых методов лечения с применением регионарных стволовых клеток печени.

Целью нашей работы было оценить пролиферацию гепатоцитов после повреждения печени четыреххлористым углеродом (ЧХУ) и аллотрансплантации звездчатых клеток печени (ЗКП).

Исследование было проведено на крысах линии Вистар. Животные были разделены на 2 группы: I – крысы без повреждения печени ЧХУ с трансплантацией ЗКП, II группа – крысы с повреждением печени ЧХУ с трансплантацией ЗКП. За сутки до операции животным вводили 20 % раствор ЧХУ на оливковом масле в дозе 2 мл/кг.

Выделение ЗКП было проведено методом коллагеназно-пропазовой перфузии печени с последующим разделением клеток в градиенте плотности гистоденза. Трансплантацию ЗКП проводили интраоперационно путем введения суспензии клеток в воротную вену. Животным контрольной группы в воротную вену вводили физиологический раствор.

Животных выводили из эксперимента на 2, 7, 14 сутки после операции путем кардиальной перфузии и извлекали печень для морфологического исследования. Парафиновые срезы печени крысы окрашивали иммуногистохимически антителами к PCNA (клон PC10, DAKO, Denmark; разведение 1:100). Иммуногистохимическое окрашивание было проведено с использованием визуализационной системы LSAB II. Для проявки реакции антител с антигенами в качестве субстрата пероксидазной реакции применяли раствор аминоэтилкарбазола и перекиси водорода в 0,1 М ацетатном буфере (рН = 5,0). Интенсивность окрашивания (продукт реакции красного цвета) контролировали под микроскопом. Ядра докрашивали квасцовым гематоксилином, далее препараты заключали в глицерин-желатину.

Для определения числа пролиферирующих гепатоцитов подсчитывали число пролиферирующих и непролиферирующих клеток. На каждом срезе исследовалось пять полей зрения. Число пролиферирующих клеток выражали в процентах от общего числа подсчитанных клеток.

По данным микроскопии на 2-й день эксперимента в паренхиме печени обнаруживаются обширные участки некроза и жировой дистрофии гепатоцитов, а также наблюдаются явления кариопикноза и кариорексиса ядер гепатоцитов, которые постепенно уменьшаются, а затем вовсе исчезают к 14-му дню. Преимущественно в перипортальных зонах дольки печени отмечается большое количество PCNA-позитивных ядер, число которых существенно уменьшается к 14-му дню.

На основании полученных данных мы сделали следующие выводы:

1) по данным иммуногистохимического анализа в опытной группе животных PCNA-позитивные клетки находились преимущественно в перипортальных зонах, что говорит о том, что они попали туда с током крови по воротной вене, куда и вводили ЗКП;

2) на 2-е сутки эксперимента число PCNA-позитивных клеток было максимальным, к 7-м суткам их количество уменьшалось и на 14-е сутки было минимальным, но все же оставалось выше, чем в контрольной группе;

3) пролиферация гепатоцитов после повреждения печени ЧХУ усиливается на фоне введения ЗКП.

## ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ СКЕЛЕТНОЙ МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ В ОНТОГЕНЕЗЕ МЫШЕЙ BLA/J

*Лимонов Д.В.*

*Научный руководитель – преподаватель Чернова О.Н.*

Дисферлинопатии – группа фенотипически гетерогенных нервно-мышечных заболеваний с ауто-сомно-рецессивным типом наследования, при которых происходит нарушение экспрессии мРНК

и/или функции белка дисферлина в скелетной мышечной ткани, обусловленное мутациями в гене *DYSF*. Эти заболевания имеют специфическую клиническую картину, обусловленную отсутствием синтеза дисферлина. Сам дисферлин – это цитоплазматический белок, состоящий из 2 080 аминокислот, который экспрессируется в клетках скелетной и сердечной мускулатуры, в почках, головном мозге и плаценте. На сегодняшний день еще не изучены ни функции этого белка, ни особенности развития скелетной мускулатуры в условиях полного или частичного его дефицита. Поэтому были искусственно выведены нокаутные по дисферлину линии мышей, в том числе линия *Vla/J*, использованная в этом исследовании, для количественного и качественного анализа показателей роста и развития скелетной мышечной ткани у животных с полным или частичным отсутствием синтеза дисферлина.

В исследовании использовали 5 мышей линии *Vla/J* с полным отсутствием синтеза белка дисферлина на разных сроках постнатального развития, а именно: 1 сут., 2, 7, 12 и 18 мес. Были взяты образцы скелетной мускулатуры голени, из них приготовлены препараты, окрашенные гематоксилином и эозином и по Маллори для подсчета соответствующих показателей. Далее проведена морфометрия и статистическая обработка полученных данных. Исследовали три показателя развития скелетной мышечной ткани: среднюю площадь поперечного сечения мышечных волокон (МВ), долю некротизированных МВ и долю соединительной ткани (СТ) в образцах.

При оценке средней площади поперечного сечения мышечных волокон отмечается линейное увеличение этого показателя в процессе онтогенеза мышей линии *Vla/J* до 12 мес. (782,1531 мкм<sup>2</sup> в 2 мес. и 1942,881 мкм<sup>2</sup> в 12 мес.;  $p < 0,05$ ), что связано с ростом и развитием организма животных. Также отмечается снижение средней площади поперечного сечения МВ в возрасте 18 мес., что может быть связано с атрофическими процессами в мышечной ткани вследствие сенильного возраста или с недостаточно широкой выборкой животных в эксперименте.

При оценке доли некротизированных МВ отмечается линейная зависимость между этим показателем и возрастом животного (2,258 % в 1 сут. и 11,487 % в 18 мес.;  $p = 0,0076$ ), что может быть связано с тем, что у нокаутных по дисферлину мышей нарушены процессы регенерации сарколеммы, вследствие чего с возрастом увеличивается доля некротизированных мышечных волокон.

При оценке доли соединительной ткани отмечается аналогичная линейная зависимость между оцениваемым показателем и возрастом экспериментального животного. В возрасте 18 мес. процент СТ достоверно выше, чем в 1 сут. (0,0813 % в 1 сут. и 5,692 % в 18 мес.;  $p = 0,005$ ).

Однако не все полученные данные были статистически достоверны, причиной чего может служить недостаточно большая выборка животных для проведения исследования. Вследствие этого есть необходимость проведения исследования с большим числом нокаутных по дисферлину мышей.

## **ЛОКАЛИЗАЦИЯ МИКРОМЕТАСТАЗОВ РАКА В СТРУКТУРНЫХ КОМПОНЕНТАХ РЕГИОНАРНЫХ ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛОВ**

*Махмудов К.Ш.*

*Научный руководитель – канд. мед. наук, доцент Хузин Ф.Ф.*

Состояние регионарных к опухоли лимфатических узлов считается одним из главных факторов противораковой защиты. Опухолевое образование размером 5–15 % от общей площади среза лимфатического узла можно расценивать как микрометастаз, что эквивалентно абсолютному показателю 0,2–2,0 мм; образования меньшего размера следует трактовать как изолированные опухолевые клетки (ИОК) или их кластеры. Процесс распространения и локализация микрометастазов рака в лимфатическом узле имеет некоторые особенности по сравнению с распространением метастазов большого объема, которое изучено достаточно подробно.

Цель работы – установить закономерности процесса микрометастазирования рака толстой кишки в регионарные лимфатические узлы.

К задачам работы относятся: 1) изучение характера микрометастатического поражения структурных компонентов регионарных лимфатических узлов при раке толстой кишки; 2) изучение локализации микрометастазов рака в структурных компонентах регионарных лимфатических узлов.

Для настоящего исследования было взято 40 регионарных лимфатических узлов, полученных во время операций от 10 пациентов, больных раком толстой кишки. Отбору для изучения подлежали только те регионарные лимфатические узлы, в которых с помощью иммуногистохимических методов было подтверждено наличие микрометастазов рака. Использовался архив парафиновых блоков Рес-

публиканского клинического онкологического диспансера Министерства здравоохранения РТ. Исследование материала проводилось при помощи рутинных окрасок (гематоксилином и эозином), иммуногистохимического метода (реакция с моноклональными антителами против пан-цитокератина) с параллельным изготовлением серийных срезов.

С наибольшей частотой микрометастазы рака были обнаружены в субкапсулярном синусе (37,5 %). В ходе исследования мы заметили, что самые крупные по объему микрометастазы встречаются именно в этой структуре. Изолированное микрометастатическое поражение синусов коркового и мозгового вещества встречается реже (17,5 %). Стоит обратить внимание, что здесь можно в равной степени встретить как единичные опухолевые клетки, так и их кластеры. Следующей по частоте встречаемости микрометастазов рака оказалась кортикальная зона (10 %). Особенностью здесь является то, что опухолевые элементы находятся парафолликулярно, что значительно затрудняет их детекцию при окрашивании гематоксилином и эозином. Связано это, вероятно, с особенностями кровоснабжения фолликула. Обнаружение микрометастатического поражения в мягкотных тяжах также представляет трудности из-за плотного окружения лимфоидной тканью (5 %). В единичном варианте был выявлен случай метастатического поражения капсулы и окружающей жировой клетчатки (2,5 %). Также в ходе исследования были выявлены случаи сочетанного поражения двух и более структурных компонентов лимфатического узла.

На основании полученных данных были сделаны следующие выводы:

1) характер метастатического поражения структурных компонентов регионарных лимфатических узлов при раке толстой кишки может иметь различные варианты сочетания ИОК, кластеров опухолевых клеток и микрометастазов, чаще всего представлен наличием ИОК и микрометастазов в одном структурном компоненте;

2) микрометастазы рака толстой кишки обнаруживаются в различных структурных компонентах регионарных лимфатических узлов, особенно часто в субкапсулярном синусе;

3) полученные данные свидетельствуют о том, что микрометастазы являются одной из последовательных стадий процесса метастазирования рака толстой кишки в регионарные лимфатические узлы: ИОК – кластер опухолевых клеток – микрометастаз – метастаз.

## **КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПЕРИНЕЙРОНАЛЬНЫХ СЕТЯХ В ПЕРИОД РАЗВИТИЯ ГОЛОВНОГО МОЗГА МЫШИ**

*Мельникова А.А.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук Павельев М.Н.*

Перинеурональная сеть (ПНС) – это слой внеклеточного матрикса сетчатой структуры, окружающей поверхность тела и проксимальных дендритов субпопуляций нейронов в центральной нервной системе (ЦНС). Пространственная структура ПНС регулирует ряд функций синапса. Структура ПНС меняется при эпилепсии, посттравматическом синдроме и, возможно, в ряде психиатрических заболеваний. Изучение структуры ПНС поможет понять механизмы патологий, а также нормальной работы мозга. Здесь мы использовали количественный анализ изображений, чтобы выявить новые особенности структуры ПНС во время развития мозга.

**Цель исследования** – изучить количественные параметры микроструктуры ПНС во время развития мозга. *Задачи:* 1) получить гистологические криосрезы соматосенсорной коры головного мозга (ГМ) мышей 14, 21 и 28-го постнатального дня, сделав в последующем их иммуногистохимическое окрашивание; 2) получить высококачественные снимки срезов ГМ методом эпифлюоресцентной микроскопии; 3) проанализировать изображения, изучить динамику структуры ПНС в развивающейся ЦНС.

**Дизайн эксперимента:** перфузия мышей на 14, 21, 28-й постнатальный день → извлечение, фиксация, криопротекция и заключение в заливочную среду ГМ → изготовление криосрезов коры → иммуногистохимическое окрашивание: биотинилированный WFA, стрептавидин–Alexa 633 → эпифлюоресцентная микроскопия и съемка – Zeiss Axio Imager 2.0, объектив Plan-APOCHROMAT x20/0.8, цифровая камера Zeiss AxioCam HRc (Carl Zeiss Microscopy, Germany), размер пикселя 0.51 мкм → анализ полученных изображений – программный пакет FIJI.

**Количественная оценка площади и интенсивности ПНС.** На снимках соматосенсорной коры мозга, полученных с помощью эпифлюоресцентной микроскопии, выставлялись вручную координаты центра каждого нейрона, окруженного ПНС, с использованием функции PointPicker в программ-

ном пакете FIJ. Для каждого нейрона, имеющего ПНС, был выбран соответствующий квадратный размер из 5 вариантов: 5.1; 7.6; 10.2; 12.7; 15.2 мкм (10, 15, 20, 25, 30 пикселей соответственно). В результате был получен набор масок границ ПНС каждой отдельной клетки. Площадь и средняя интенсивность измерены для масок ПНС, окружающих отдельные нейроны. Гистограмма распределения интенсивности ПНС единичных клеток расширена в правой части с высоко заселенным диапазоном интенсивностей 120–200 у. е. Среднее значение интенсивности ПНС составило 152.8 у. е. ( $\pm 37.2$ ). Гистограмма площади ПНС отдельных клеток демонстрирует распределение типа Гаусса со значением средней площади ПНС  $289.3 \pm 100,1$  мкм<sup>2</sup>.

**Распределение ПНС в соматосенсорной коре.** Подавляющее большинство ПНС находится в IV и VI слоях коры, но некоторая часть клеток – вне их. Интенсивность окрашивания хондроитин сульфатов была выше для IV слоя по сравнению с нейронами за пределами IV и VI слоев. Существенной разницы в площади ПНС между всеми сравниваемыми областями не наблюдалось.

**Возрастные изменения ПНС в соматосенсорной коре.** Интенсивность WFA окрашивания постепенно повышается в течение исследуемого периода развития. Гистограмма интенсивности ПНС отдельных клеток для мышей возраста P14 показывает узкий пик распределения интенсивности в области от 80 до 120 единиц яркости. Профиль распределения изменяется на 21 постнатальный и, наконец, преобразуется в ассиметричное распределение интенсивностей единичных клеток на 28-й постнатальный день, характеризующееся расширением гистограммы в сторону более высоких значений интенсивности. Напротив, существенных изменений для площади ПНС единичных клеток не наблюдалось. Средние значения площади для ПНС единичной клетки были 130.05 мкм<sup>2</sup>, 135.72 мкм<sup>2</sup> и 128.44 мкм<sup>2</sup> для 14-, 21- и 28-го постнатального дня соответственно.

Таким образом, в настоящем исследовании выявлены новые особенности структуры ПНС при созревании ЦНС. Мы полагаем, что проведенные количественные исследования могут быть продолжены для рассмотрения изменений внеклеточного матрикса, связанных с созреванием синаптических сетей и патологий ЦНС.

## АНАЛИЗ ЭКСПРЕССИИ ЯДЕРНОГО АНТИГЕНА ПРОЛИФЕРИРУЮЩИХ КЛЕТОК И Ki-67 НА РАЗЛИЧНЫХ МОДЕЛЯХ ПОВРЕЖДЕНИЯ ПЕЧЕНИ У КРЫС

*Салишева Д.И.*

*Научный руководитель – преподаватель Мавликеев М.О.*

Медицинская и социальная значимость заболеваний печени обуславливает необходимость поиска новых методов лечения в области регенеративной медицины. Выявление закономерностей пролиферации является важным шагом в изучении регенерации печени. Целью работы стал сравнительный анализ экспрессии и коэкспрессии PCNA и Ki-67 гепатоцитами в зависимости от срока после повреждения, модели повреждения печени, положения в печеночном ациносе.

**Материалы и методы.** Объектами исследования были образцы печени, взятые у крыс с разными видами повреждения исследуемого органа. Образцы забирались на 2 и 3-й сутки. В качестве контроля была представлена интактная печень. В данной работе были приняты три стратегии для экспериментальной индукции регенерации печени: частичная гепатэктомия (ЧГ), повреждение четыреххлористым углеродом (ЧХУ), модель частичной гепатэктомии в сочетании с введением 2-ацетиламинофлуорена (ААФ).

### **Результаты**

#### *Анализ экспрессии Ki-67*

В образце после ЧГ на 2-е сутки индекс экспрессии (ИЭ) Ki-67 достоверно выше, чем в контроле; на 3-и сутки достоверных различий не наблюдали, что говорит о снижении активности пролиферации уже к 3-м суткам. В образце после ЧГ + ААФ статистически достоверной разницы с контролем нет, что говорит о том, что введение ААФ снижает регенерационную способность печени, ингибируя пролиферацию гепатоцитов. В образце, забранном на 3-е сутки после введения ЧХУ, ИЭ Ki-67 достоверно выше, чем в контроле. Более позднее повышение ИЭ Ki-67 – результат сниженной пролиферативной активности гепатоцитов в результате интоксикации.

#### *Анализ экспрессии PCNA*

В образце, забранном на 2-е сутки после ЧГ, ИЭ PCNA достоверно выше, чем в контроле. В образце, забранном на 2-е сутки после ЧГ и введения ААФ, ИЭ PCNA достоверно ниже, чем в образце после ЧГ на аналогичном сроке. В образце, забранном на 3-е сутки после ЧГ и введения ААФ, ИЭ PCNA достоверно выше, чем в контроле, что, вероятнее всего, в данном случае отражает процессы

репарации ДНК, а не пролиферации. В перипортальных областях образца, забранного на 3-е сутки после введения ЧХУ, ИЭ PCNA достоверно выше, чем в контроле, что объясняется большей устойчивостью гепатоцитов этой зоны к повреждающему действию ЧХУ, а следовательно, более ранней активации процессов регенерации и репарации.

#### **Анализ коэкспрессии**

В образце, забранном на 2-е сутки после ЧГ, индекс коэкспрессии (ИК) достоверно выше, чем в контроле, что свидетельствует об активации пролиферации гепатоцитов. В образцах, забранных на 3-е сутки после ЧГ и введения ААФ, ИК достоверно выше, чем в контроле. В образце, забранном на 2-е сутки после введения ЧХУ, ИК достоверно ниже, чем в контроле, а в образце, забранном на 3-е сутки, достоверно выше, чем в контроле, что объясняется снижением токсического действия ЧХУ к 3-м суткам и активацией пролиферации гепатоцитов.

#### **Выводы**

На основании полученных данных можно заключить, что после ЧГ регенерация печени происходит в основном за счет пролиферации гепатоцитов, следовательно, экспрессия PCNA в данном случае определяется именно пролиферацией. Модель ЧГ + ААФ показывает, что ААФ оказывает повреждающее действие на ДНК, что приводит к снижению пролиферации, а экспрессия PCNA в этом случае отражает, предположительно, процессы репарации ДНК. Проведенное исследование показывает, что наиболее точным способом оценки пролиферации является определение доли ядер, коэкспрессирующих Ki67 и PCNA, так как по отдельности эти маркеры описывают долю клеток, готовящихся и способных к делению, и долю клеток, в которых протекают как репликация, так и репарация ДНК соответственно. Следовательно, оценка каждого из этих маркеров по отдельности как показателей пролиферации может привести к ошибочным выводам.

## **МЕТОДЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ СКРЫТЫХ МИКРОМЕТАСТАЗОВ РАКА В РЕГИОНАРНЫХ ЛИМФАТИЧЕСКИХ УЗЛАХ**

*Умарова Г.Т.*

*Научный руководитель – канд. мед. наук, доцент Хузин Ф.Ф.*

Оптимальная идентификация опухолевых клеток – одна из главных задач при изучении роли микрометастазов в опухолевой прогрессии. Микрометастазами называют единичные опухолевые клетки или небольшие клеточные конгломераты, которые обнаруживаются вне локализации основной опухоли. Это метастазы в клинически и радиологически неизмененных лимфатических узлах, подтвержденные гистологически после выполнения биопсии сторожевых лимфатических узлов.

**Цель работы** – установить наиболее эффективный метод идентификации микрометастазов рака молочной железы в регионарных лимфатических узлах.

**Материалы и методы исследования.** Для настоящего исследования было взято 40 регионарных лимфатических узлов, полученных во время операций от 10 пациенток, больных раком молочной железы. Использовался архив парафиновых блоков Республиканского клинического онкологического диспансера Министерства здравоохранения РТ. Гистологическое исследование материала проводилось при помощи рутинных окрасок (гематоксилином и эозином), иммуногистохимического метода (реакция с моноклональными антителами против панцитокератина) с параллельным изготовлением серийных срезов. Для выявления наиболее оптимального метода идентификации микрометастаза исследование проводилось в следующих возможных комбинациях: 1) окраска гематоксилином и эозином 1–2 гистологических срезов; 2) окраска гематоксилином и эозином серийных срезов (через каждые 100 мкм парафинового блока); 3) иммуногистохимическое выявление панцитокератина в 1–2 срезах; 4) окраска гематоксилином и эозином с параллельной иммуногистохимической реакцией против панцитокератина; 5) сочетание окраски гематоксилином и эозином, иммуногистохимического метода и изготовления серийных срезов.

**Результаты исследования.** При окраске гематоксилином и эозином 1–2 срезов из 40 препаратов регионарных лимфатических узлов пациентов с раком молочной железы удалось выявить микрометастазы в лимфатических узлах 3 (7,5 %). При изготовлении серийных срезов лимфатических узлов удалось дополнительно выявить наличие опухолевых клеток в 7 лимфатических узлах (17,5 %). Сочетание иммуногистохимического метода с изготовлением серийных срезов позволило увеличить число идентифицированных микрометастазов в лимфатических узлах (62,5 %). В результате применения комплексного метода (окраска гематоксилином и эозином, использование моноклональных

антител против пан-цитокератинов и изготовление серийных срезов) были выявлены изолированные опухолевые клетки и микрометастазы рака, расположенные среди соединительнотканых волокон и клеток, которые было невозможно выявить при рутинном окрашивании и даже при применении серийных срезов (97,5 %).

**Выводы:** наиболее эффективным методом идентификации микрометастазов рака молочной железы в регионарных лимфатических узлах является изготовление серийных срезов толщиной 4–5 мкм через каждые 100 мкм с последующим окрашиванием рутинными и иммуногистохимическими (моноклональные антитела против панцитокератина) методами.

## ПАТОГИСТОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ КОЖНОГО ПОКРОВА МЫШЕЙ В УСЛОВИЯХ ФОТОСТАРЕНИЯ

*Фомина К.А.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Масгутова Г.А.*

Старение представляет собой сложный биологический процесс, который напрямую зависит в том числе от степени воздействия ультрафиолетового облучения и генетически predetermined степени пигментации кожи. Исходя из того, что человек находится под воздействием солнечных ультрафиолетовых лучей ежедневно, понимание процессов, происходящих в коже в ходе его непосредственного воздействия, является актуальным для поиска способов борьбы с морфологическими изменениями кожи, происходящими в результате этих процессов. Это предполагает проведение исследований на животных, воссоздание экспериментальной модели – фотостарения и выбор оптимальных методов оценки.

**Цель данной работы** – оценка морфологических изменений в структуре кожи мышей в условиях экспериментального фотостарения.

**Материалы и методы:** исследование проводилось на 20 белых мышах. Из общего числа мышей случайным образом отобрали 2 особи для контрольной группы и 3 особи, подвергавшихся впоследствии только депиляции один раз в неделю. Остальные 15 мышей подвергались и депиляции, и фотостарению пять дней в неделю на протяжении 6 недель в смоделированной установке, создающей условия фотостарения при помощи ультрафиолетовой лампы. Первую неделю сеанс фотостарения длился по 20 мин в день, постепенно время сеанса увеличили до 40 мин в день. Животных выводили из эксперимента через 6 недель облучения. На спине лезвием вырезали лоскут кожи размером 0,5 x 0,5 см, отсепарировали от подлежащей мышечной ткани и фиксировали в 10 % нейтральном формалине в течение 48 часов, после чего проводили стандартную заливку в парафин, изготавливали гистологические срезы толщиной 4 мкм на ротационном микротоме и получившиеся срезы окрашивали гематоксилином и эозином. Толщину эпидермиса и дермы измеряли при помощи светового микроскопа Leica и компьютера с установленным программным обеспечением Leica LAS EZ и приложения ImageJ для подсчета морфологических параметров. Полученные количественные данные были статистически обработаны.

**Результаты:** было показано, что ультрафиолетовое облучение на протяжении 6 недель не влияет на толщину эпидермиса кожи мышей, однако толщина дермы увеличивается по сравнению с интактными животными на 23,25 %.

## ОСОБЕННОСТИ ЭКСПРЕССИИ MAFA В ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЕ КРЫС ПРИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОМ САХАРНОМ ДИАБЕТЕ

*Хасбиуллин Б.А.*

*Научный руководитель – старший преподаватель Плюшкина А.С.*

Сахарный диабет – глобальная проблема в современном мире. Одним из основных методов лечения сахарного диабета является заместительная терапия инсулином. Однако клеточные технологии, основанные на использовании собственных стволовых клеток, могут стать перспективным решением проблемы лечения сахарного диабета. Однако на сегодняшний день нет однозначного представления о маркерах стволовых клеток эндокринной части поджелудочной железы. На роль одного из таких

маркеров претендует фактор транскрипции MafA, влияющий на дифференцировку  $\beta$ -клеток поджелудочной железы и активирующий экспрессию гена инсулина в  $\beta$ -клетках. Однако другие данные свидетельствуют о том, что указанный фактор транскрипции не участвует в развитии инсулин-продуцирующих клеток, а необходим исключительно для регуляции секреции инсулина  $\beta$ -клетками островков поджелудочной железы. Таким образом, до сих пор остается неясной роль MafA в регуляции дифференцировки  $\beta$ -клеток, поэтому мы задались целью изучить динамику MafA-позитивных клеток при экспериментальном сахарном диабете у крыс.

Исследование было проведено на 15 белых беспородных крысах-самцах. Животным внутривенно вводили аллоксан (Sigma-Aldrich) в дозе 180 мг/кг в 1 мл 0,02 М ацетатного буфера pH = 4,0. Через 4, 8, 12, 24 часа животных выводили из эксперимента и забирали поджелудочную железу для морфологического анализа. Парафиновые срезы поджелудочной железы окрашивали иммуногистохимически антителами против инсулина (1:75, клон 2D11- H5, «Novocastra», Великобритания) и антителами против MafA (1: 300, клон F6, Santa Cruz Biotechnology, US). Реакции визуализировали с использованием набора Novolink (Leica Biosystems). Гистологические срезы изучались под микроскопом (AxioCam HRc, Zeiss, Германия). Полученные данные подвергали статистической обработке с помощью программного обеспечения STATISTICA.

Результаты исследования показали снижение количества инсулин-позитивных клеток уже на первых сроках эксперимента, однако через 24 часа эксперимента количество клеток увеличилось. Количество MafA-позитивных клеток в островках поджелудочной железы снижалось уже через 4 часа эксперимента, однако через 24 часа эксперимента количество клеток вновь увеличилось. При этом мы наблюдали корреляцию динамики MafA-позитивных и инсулин-позитивных клеток. Причем экспрессия MafA как в норме, так и на всех сроках эксперимента наблюдалась преимущественно в центральной части островка и напоминала локализацию  $\beta$ -клеток.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что фактор транскрипции MafA является маркером уже зрелых дифференцированных  $\beta$ -клеток островков Лангерганса поджелудочной железы.

## КУЛЬТИВИРОВАНИЕ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ МОДИФИКАЦИЯ МЕЗЕНХИМНЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК ЖИРОВОЙ ТКАНИ

*Шайхуллин З.З.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Масгутова Г.А.*

Генетическая модификация стволовых клеток позволяет не только улучшить собственные терапевтические свойства клеток, но и в зависимости от потребностей позволяет приобрести клеткам новые качества, что открывает перспективные возможности для генно-клеточной терапии.

Цель работы – выделение и культивирование мезенхимных стволовых клеток из жировой ткани крысы и их генетическая модификация.

Исследование проводилось на базе научно-исследовательской лаборатории OpenLab «Генные и клеточные технологии» Казанского (Приволжского) федерального университета.

Эксперимент проведен на самках линии Wistar, возраста 3–4 месяца, весом 250 г, у которых был произведен забор жировой ткани из паховых жировых подушек.

Выделение мезенхимных стволовых клеток (МСК) из жировой ткани проводили в ламинарном боксе. С этой целью осуществили предварительную механическую гомогенизацию жировой ткани с последующим ферментативным расщеплением ткани раствором коллагеназы краба (0,4 % в DPBS) в течение 60 мин при 37 °С. Осаждение и промывание клеточной массы осуществляли с помощью центрифугирования с DPBS при 1500 об/мин, 3 смены по 5 минут. На заключительном этапе выделения МСК осуществили посев клеток на культуральный планшет с вентилируемой крышкой. Инкубацию проводили в CO<sub>2</sub> инкубаторе при 37 °С до получения монослоя.

Генетическую модификацию МСК проводили в CO<sub>2</sub> инкубаторе, в течение 24 часов, с помощью трансдукции рекомбинантным e-GFP lentivirus, ранее полученным в лаборатории сотрудниками OpenLab «Генные и клеточные технологии». Визуализацию свечения генетически модифицированной культуры клеток проводили на конфокальном микроскопе LSM 780 (Carl Zeiss).

В ходе фазово-контрастной микроскопии нами установлено, что мезенхимные стволовые клетки жировой ткани крысы обладают фибробластоподобной морфологией с высокой пролиферативной

активностью. С помощью конфокальной микроскопии нами установлено, что через 24 часа трансдукции рекомбинантным лентивирусом, кодирующим ген зеленого флуоресцентного белка e-GFP, количество светящихся клеток составило 70 %.

## ИЗУЧЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ СУБПОПУЛЯЦИЙ ЛИМФОЦИТОВ В СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКЕ ТОНКОГО КИШЕЧНИКА У ДЕТЕЙ С НЕОНАТАЛЬНЫМ СЕПСИСОМ

*Чичканова Ю.А., Нурисламова А.А.*

*Научный руководитель – старший преподаватель Бурганова Г.Р.*

**Введение.** В настоящее время неонатальный сепсис является одной из серьезных и нерешенных проблем здравоохранения. Частота встречаемости составляет 4–5 детей на 1000 новорожденных. Показатель смертности достигает 40 % всех случаев. Диагностика и лечение неонатального сепсиса затруднены из-за неспецифических клинических признаков и симптомов, а также отсутствия специфических маркеров. По данным исследований неонатальный сепсис протекает с угнетением клеточного иммунитета, что проявляется снижением числа Т-лимфоцитов в организме. Исходя из вышеперечисленного, целью нашей работы было изучить изменение субпопуляций Т-лимфоцитов при неонатальном сепсисе в стенке тонкой кишки.

**Материалы и методы.** Исследование проводили на базе Центра биомедицинской микроскопии ИФМиБ КФУ. Материалом исследования являлись шесть аутопсий тонкой кишки детей, умерших в раннем неонатальном периоде. Контрольную группу составили три аутопсии тонкой кишки от детей, умерших по причинам, не связанным с неонатальным сепсисом, а экспериментальную – три аутопсии от детей, умерших от неонатального сепсиса. Парафиновые срезы были окрашены иммуногистохимически с использованием коммерческих антител против CD4 и CD8. CD4 – это маркер Т-хелперов, CD8 – цитотоксических Т-лимфоцитов. Статистический анализ проводили с использованием непараметрического критерия Вилкоксона. Достоверность различий признавалась при  $p < 0,05$ .

**Результаты.** При сравнении образцов контрольной и экспериментальной групп, окрашенных гематоксилином и эозином, различий в морфологии стенки тонкой кишки не было выявлено, что также подтверждается литературными данными. В норме Т-лимфоциты в стенке тонкой кишки локализуются преимущественно в слизистой и подслизистой оболочках. В ходе подсчета количества позитивно окрашенных клеток было выявлено значительное снижение числа Т-хелперов и незначительное цитотоксических Т-лимфоцитов в образцах экспериментальной группы по сравнению с контрольной. Однако результаты исследования статистически недостоверны.

**Вывод.** Таким образом, наше исследование и имеющиеся литературные данные показывают, что определение уровня CD4<sup>+</sup> и CD8<sup>+</sup> Т-лимфоцитов может являться перспективным маркером неонатального сепсиса, так как надежная идентификация сепсиса на ранней стадии имеет первостепенное значение.



## СЕКЦИЯ «СТОМАТОЛОГИЯ»

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРЕПАРИРОВАНИЯ ЗУБОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ КОРОНОК РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ ОБРАБОТКИ НА ФАНТОМАХ

*Заринов Р.А.*

*Научный руководитель – преподаватель, врач-стоматолог Хафизов И.Р.*

#### Результаты.

**Введение.** В настоящее время металлокерамические коронки являются самыми распространенными видами несъемных протезов, многие врачи используют этот метод и по сей день, но качество препарирования не у всех на должном уровне. Исходя из этого была поставлена задача – найти наиболее подходящий метод препарирования зубов.

**Цель** – улучшение способа обработки зубов на основе применения анатомических ориентиров коронковой части зуба.

**Методы и материалы.** Зубы обрабатывались под металлокерамические коронки новым методом, характеризующиеся меньшим препарированием зубов и соблюдением анатомических структур зуба и эмпирическим методом. Перед началом препарирования снимается силиконовый ключ, чтобы в дальнейшем сопоставлять и измерять количество убранных тканей. Препарирование зуба начинается с отметки насечки посередине зуба с вестибулярной стороны для того, чтобы контролировать форму и количество препарированных твердых тканей зуба. Зуб препарируется наполовину, сначала с вестибулярной поверхности с помощью алмазного остроконечного бора убираются ткани, переходя на контактные и язычные поверхности. С помощью цилиндрического бора формируется уступ. Далее с помощью оливовидного бора убирается режущая поверхность. При всем препарировании соблюдается количество стачиваемых тканей с помощью силиконового ключа. Для постановки эксперимента были использованы следующие материалы и инструменты: 1) боры для препарирования коронок под металлокерамические коронки (остроконечные, цилиндрические, оливовидные); 2) силиконовый слепочный материал; 3) пластмасса для временных коронок; 4) микрометр; 5) фрезы для обработки пластмассовых коронок.

*Таблица 1*

Критерии оценки обработанной культи под металлокерамическую коронку

Зуб	Глубина обработки контактной поверхности (мм)	Глубина обработки вестибулярной и небной поверхности (мм)	Глубина обработки уступа (мм)	Высота обработки режущего края (мм)
1.1(по анат.особ.)	2	2	0.5	2
2.1(по анат.особ.)	2	2	0.5	2
2.3(по анат.особ.)	2	2	0.5	2
1.1(эмпир.)	2,3	1,5	1	3
2.2(эмпир.)	2	2,3	1.4	3
2.3(эмпир.)	0,7	0,8	1.2	3.5

В областях, где окклюзионная, контактная и вестибулярная поверхности реставрации будут покрыты керамической массой, зазор должен составлять 1.5–2,0 мм. В области уступа толщина коронки должна быть 0,5 мм. Критерием оценки обработанной культи зуба являлось сравнение результатов препарирования зубов по четырем пунктам: 1. Препарирование жевательной поверхности. 2. Препарирование вестибулярной и небной поверхности. 3. Препарирование под уступ. 4. Препарирование режущего края.

**Выводы.** Исходя из полученных данных делаем заключение, что наиболее точное и методичное препарирование зубов было при методе анатомических ориентиров. Глубина обработки зубов соответствует стандартам препарирования под металлокерамическую коронку. При обработке зубов эм-

пирическим методом получены наименее удовлетворительные результаты. Количество препарированных тканей не контролировалось, что привело к чрезмерному одонтопрепарированию, что могло, как следствие, привести к механическому некрозу пульпы, большой конвергенции углов, неправильному распределению нагрузки, плохой фиксации и к изготовлению некачественной конструкции.

## УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА ИЗГОТОВЛЕНИЯ КУЛЬТЕВЫХ ШТИФТОВЫХ ВКЛАДОК

*Куприянов Ю.В.*

*Научный руководитель – д-р мед. наук,  
зав. кафедрой стоматологии и имплантологии ИФМиБ КФУ Хафизов Р.Г.*

**Введение.** Zubосохраняющим технологиям относится большое количество мероприятий стоматологии, например: пломбирование кариозной полости или корневого канала, профессиональная гигиена, шинирование зубов, реимплантация зуба, изготовление коронок и штифтовых конструкций, а также другие ортопедические конструкции, сСохранение зубов от такого заболевания, как К08.1 Потеря зубов вследствие несчастного случая, удаления или локальной периодонтальной болезни.

Во время работы были изучены ранее не определенные вопросы клинического применения культевой штифтовой вкладки. Во-первых, это вопрос о технологии изготовления культевой штифтовой вкладки на однокорневых зубах в отдельности для каждого зуба; во-вторых, срок службы этих штифтовых культевых вкладок; в-третьих, как сократить время изготовления штифтовой культевой вкладки во время приема врача-стоматолога, для использования этого времени на более значительные аспекты лечения.

**Цель** – усовершенствование метода изготовления цельнолитой культевой штифтовой вкладки в однокорневых фронтальных зубах верхней челюсти.

**Методы и материалы.** Под наблюдением ассистентов кафедры стоматологии и имплантологии было произведено препарирование с помощью всех необходимых инструментов на фронтальной группе зубов под культевые штифтовые вкладки; моделировка культевой штифтовой вкладки для каждого зуба в фронтальной группе зубов верхней челюсти при помощи воска для создания заготовки; литье культевых штифтовых вкладок в созданных кюветах с использованием зуботехнических литьевых установок; удаление от отлитых культевых вкладок литников и образовавшихся поднутрений. По созданным литым культевым вкладкам создаем контрформы. Разогреваем восковые палочки «ЛА-ВАКС», используем контрформы для изготовления репродукций культевых штифтовых вкладок. Получаем восковые репродукции культевых штифтовых вкладок.

**Результаты.** Разработанное нами устройство для изготовления восковой репродукции способствует сокращению этапов и времени изготовления культевой штифтовой вкладки и способствует улучшению качества изготовления и срока службы зубных протезов с использованием культевой штифтовой вкладки.

Данная методика изготовления восковой репродукции культевой штифтовой вкладки позволила сократить время изготовления. Так, например при изготовлении опытным врачом культевой штифтовой вкладки уходило 10–15 минут и 20–30 минут если изготавливал студент или неопытный врач. А при использовании нашего устройства уходит всего 3–8 минуты не зависимо от опыта врача. И получаем более функционально совершенную культевую штифтовую вкладку, так как для создания прессформы учитывались наиболее оптимальные характеристики для каждого зуба.

**Выводы:** 1) сравнительный анализ различных способов восстановления коронковой части зубов с использованием штифтовых конструкций показал, что наиболее эффективным методом является изготовление литой культевой штифтовой вкладки; 2) при формировании полости для изготовления цельнолитой культевой штифтовой вкладки необходимо учитывать анатомо-топографические особенности строения корней фронтальных зубов верхней челюсти в зависимости от его сегментарной принадлежности; 3) предложенная методика изготовления восковых репродукций культевых штифтовых вкладок с применением разработанного устройства позволяет сократить время изготовления конструкций и облегчает работу врача-стоматолога-ортопеда.

## ВЫДЕЛЕНИЕ КЛЕТОК ИЗ ЖИРОВОЙ ТКАНИ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОСТИ В СТОМАТОЛОГИИ

*Мингалиева К.Р.*

*Научный руководитель – преподаватель кафедры стоматологии  
и имплантологии ИФМиБ КФУ Хаирутдинова А.Р.*

**Введение.** Челюсти – важная часть скелета лица, изменение которой влечет за собой нарушение структуры и морфологические изменения тканей челюстно-лицевой области. Костная ткань челюсти с возрастом, а также из-за нагрузки базиса съемного протеза атрофируется [Танфильев Д.Е., 1964; Твардовская М.В., 1972], и лицо приобретает так называемое старческое выражение. Стоматологическая имплантология – раздел челюстно-лицевой хирургии, разрабатывающий вопросы восстановления различных отделов зубочелюстной системы и челюстно-лицевого скелета с помощью различных материалов. Отсутствие зубов и желание их возместить привело к появлению многих предложений имплантатов: в виде трубки из золота и иридия [Bonwell J.R., 1895], рифленого фарфора [Schol J., 1905], иридиевой «корзиночки». В 1937 году R. Adams запатентовал цилиндрический имплантат, который имел резьбу, гладкий десневой ободок. Круглая головка (абатмент) привинчивалась к корню и использовалась для удержания съемного протеза. В настоящее время стало возможным получать из организма взрослого человека, животных (костный мозг, подкожно-жировая клетчатка, дерма) его собственные (ауто-) стволовые клетки, длительно культивировать с сохранением их первоначального фенотипа, наращивать в огромных количествах, направлять их на определенный путь развития (дифференцировка) в специализированные клетки, создавать трехмерные структуры, соответствующие условиям тканевого окружения, получать клеточно-тканевые трансплантаты на основе биodeградируемых материалов. Одной из важнейших задач в современной биологии и медицине является внедрение клеточных технологий в клиническую практику.

**Цель** – освоение методов выделения клеток из жировой ткани и изучение остеогенной дифференцировки стволовых клеток.

**Методы и материалы.** Материалом исследования являлась жировая ткань крысы, полученная из брюшной стенки. Жировую ткань поместили в солевой раствор и центрифугировали 5 мин при 500 g. Далее отобрали солевой раствор и осадок, содержащий преимущественно клетки крови, сохраняя жировую ткань.

Затем, добавив раствор коллагеназы краба, гомогенизат жировой ткани с коллагеназой краба инкубировали 60 мин при 37 °С и центрифугировали 5 мин при 500 g.

В результате раствор разделится на 3 фракции: 1) *верхняя фракция*, белого цвета, содержащая зрелые адипоциты; 2) *средняя фракция*, прозрачная, содержащая раствор коллагеназы; 3) *нижняя фракция*, бурая, содержащая различные клетки стромально-сосудистой фракции жировой ткани и остатки клеток крови. Клетки высаживали в лунки 6-луночных планшетов из расчета  $4 \times 10^4$  клеток/см<sup>2</sup> и инкубировали до получения монослоя – до 21 дня. Затем культуральную среду заменяли на среду для дифференцировки.

**Результаты.** Использованный нами прием выделения колоний позволил исследовать колониеобразующие и дифференцировочные свойства клеток в пределах отдельных субпопуляций. Показана высокая способность клеток – производных крупных колоний к экспансии и индуцированной двулинейной мезенхимальной дифференцировке в остеогенном направлении. Экспериментальный подход, основанный на культивировании в смеси остеогенной среды, свидетельствует о преобладании остеогенной дифференцировки МСК КМ.

**Выводы:** 1) проведено выделение стволовых клеток из жировой ткани крысы; 2) произведен подсчет клеток в камере Горяева; 3) определен признак остеогенной дифференцировки и минерализации, выявленный по реакции vonKossa.

## ВИЗУАЛИЗАЦИЯ КЛЕТОК СТРОМАЛЬНО-ВАСКУЛЯРНОЙ ФРАКЦИИ ЖИРОВОЙ ТКАНИ МЕЧЕННЫХ АКРИДИНОВЫМ ОРАНЖЕВЫМ

*Насыбуллина Д.Д.*

*Научный руководитель – канд. мед. наук,  
доцент кафедры стоматологии и имплантологии ИФМиБ КФУ Хафизова Ф.А.*

**Введение.** Особый интерес биологов и врачей вызывают стволовые клетки, получаемые из жировой ткани (СКЖТ). В ряде случаев СКЖТ могут представлять собой альтернативу МСК из костного мозга, получение которых связано с определенными техническими и медицинскими проблемами [Корочкин, 2005. С. 9]. СКЖТ способны дифференцироваться в клетки костной, хрящевой, жировой, мышечной, нервной ткани, в клетки сосудистой стенки (эндотелиальные и перициты) [Кулаков, 2010. С. 9]. На сегодняшний день интерес вызывает возможность стромальных клеток дифференцироваться в клетки костной ткани [Азизова, 2016. С. 11]. Применение стромальных клеток в стоматологии открывает широкие возможности для использования клеточных технологий в челюстно-лицевой хирургии, пародонтологии и имплантологии [Фролова, 2008, С. 12]. Клиническое применение МСК потребовало не только совершенствования методов выделения и культивирования этих клеток, но и детального изучения механизмов, контролирующих их рост, дифференцировку и миграцию. Активное внедрение клеточных технологий в экспериментальную и практическую медицину сопряжено с появлением ряда вопросов: насколько эффективно прошла трансплантация клеток, в каком количестве представлены клетки трансплантата и их потомки в организме реципиента, какова локализация клеток в тканях, как прошла ассимиляция и дифференцировка. Изучение миграции клеток (как важнейшей функции) имеет фундаментальное и прикладное значение. Таким образом, создание, изучение и применение новых надежных методов визуализации миграции СК в эксперименте и в клинической практике является важнейшей научной задачей [Повещенко, 2015].

**Цель.** совершенствование способов доставки и трекинга клеток СВФЖТ в тканедефицитных зонах.

**Методы и материалы.** Для проведения исследования в опытах *in vivo* использовали четыре крысы линии Wistar. Возраст животных к началу экспериментов составлял 6–8 недель, разброс массы тела не превышал 20 %. Работа состояла из серии экспериментов. Для проверки флюоресценции клеток были взяты две крысы, опытная – крыса А и контрольная – крыса В. Крысе А вводили клетки, крысе В – физиологический раствор. Третьей крысе – крыса С – была выполнена модель критического дефекта теменных костей с двух сторон. На одной стороне в дефект поместили костный матрикс, пропитанный клетками, с другой стороны – костный матрикс, пропитанный физическим раствором. Четвертой крысе – крыса D – была выполнена модель критического дефекта теменных костей с двух сторон. На одной стороне в дефект поместили костную крошку, пропитанную клетками, с другой стороны – костную крошку, пропитанную физиологическим раствором. Трекинг осуществлялся с помощью аппарата IVIS SPECTRUM.

**Результаты.** Крысе А выполнили инъекцию 700 тысяч клеток, меченных акридиновым оранжевым AOSC ( $V = 100$  мл), разведенные в 0,5 мл физического раствора, в теменную и межлопаточную область подкожно – был получен положительный результат. Крысе С была выполнена модель критического дефекта теменных костей с двух сторон. На одной стороне в дефект поместили костный матрикс, пропитанный клетками, с другой стороны – костный матрикс, пропитанный физическим раствором. Крысе D была выполнена модель критического дефекта теменных костей с двух сторон. На одной стороне в дефект поместили костную крошку, пропитанную клетками, с другой стороны костную крошку, пропитанную физиологическим раствором. Результат отрицательный.

**Выводы.** При инъекционном, подкожном введении клеток СВФЖТ и их исследовании системой *in vivo* визуализации IVIS SPECTRUM определялось свечение клеток, что наглядно показывает их наличие в зоне внедрения. Исследования в области критического дефекта костной ткани с использованием в качестве носителя клеток СВФЖТ костного матрикса и костной крошки выявили отсутствие свечения меченых клеток акридиновым оранжевым, что показывает о необходимости для визуализации миграции МСК в процессе остеорегенерации с применением аппарата IVIS SPECTRUM, необходим подбор адекватного клеточного красителя.

## КОРРЕКЦИЯ ВЫСОТЫ ПРИКУСА ОПТИМИЗАЦИЕЙ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ

*Сабаиха С.З.*

*Научный руководитель – канд. мед. наук, стоматологический центр Elit,  
врач стоматолог-ортодонт Сокольская Д.И.*

**Введение.** зубочелюстная система – это комплекс органов и систем в котором задействованы мышцы, суставы, зубы, слюнные железы, периодонт, костные структуры лицевого скелета, сосуды и нервы [Хватова, 2005. С. 17]. Известно, что в акте жевания и пищеварения задействованы все эти структуры, и при возникновении патологических состояний зубочелюстной системы лечение должно быть комплексным и своевременным. На сегодняшний день медицина приобретает персонифицированный вид, и это однозначно успех. Благоприятный исход лечения также зависит и от индивидуальных параметров, правильной и современной диагностики и составления грамотного плана лечения на основании полученных данных. Данная работа затронет темы касающиеся повышенного стирания зубов, снижения высоты прикуса и воздействия данной патологии на ВНЧС и на всю ЗЧС в комплексе. Проблемы повышения интенсивности и распространенности повышенной стираемости зубов, снижения высоты прикуса актуальны на сегодняшний день [Радлинский, 2003. С. 1]. С данной патологией встречается каждый практикующий врач. Повышенная стираемость зубов возникает из-за стресса, изменение ритма жизни, неправильного питания, чрезмерной стандартизированной гигиены полости рта. Лечение данной патологии должно быть комплексным, включать в себя нормализацию образа жизни, питания, восстановление твердых тканей зубов, нормализацию окклюзии и жевательной функции, удовлетворение эстетических потребностей.

**Цель** – повышение эффективности лечения глубокого прикуса нормализацией высоты.

**Методы и материалы.** В ходе работы нами был исследованы 10 человек в возрасте от 20 до 25 лет на клинической базе Казанского (Приволжского) федерального университета с одинаковыми жалобами и у 7 человек (70 %) были выявлены признаки потери высоты прикуса, укорочение нижней трети лица, асимметрия, поставлены диагнозы: K07.2 аномалия соотношения зубных дуг, K07.23 чрезмерно глубокий вертикальный прикус (вертикальное перекрытие), K03.0 повышенное стирание зубов.

**Результаты:** проведена успешная депрограммация мышц с регистрацией прикуса, изготовлена индивидуальная силиконовая каппа (3 мм) путем отжима.

В итоге – коррекция высоты прикуса на 3 мм без патологического воздействия на ВНЧС. Пациент в процессе лечения и на сегодняшний день чувствует себя удовлетворительно и отмечает отсутствие умеренной боли в области ВНЧС и жевательных мышц, отсутствие боли по утрам в процессе ношения индивидуальной каппы. Патологическая стираемость не прогрессирует, разобщающая индивидуальная каппа также носит профилактический характер.

**Выводы:** освоена современная методика определения индивидуальных параметров высоты прикуса. Установлены физиологические возрастные нормы параметров высоты прикуса. Освоен метод депрограммации мышц по Slavicek с использованием стандартного Джиг-слайдера. Освоен метод изготовления индивидуальных капп в аппарате MiniStar. Освоено Wax Up моделирование и изготовление временных Mock-up реставраций. Устранен болевой синдром, при использовании освоенного метода лечения оптимизированы функциональные и эстетические параметры пациента в более короткие сроки.

## ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТКАНЕИНЖЕНЕРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ СПЛАВА С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ С ТКАНЯМИ ОРГАНИЗМА

*Сулейманова Л.А.*

*Научный руководитель – канд. мед. наук, врач стоматолог-ортопед Житко А.К.*

**Введение.** Частичная и полная адентия на сегодняшний день является одной из наиболее актуальных проблем современной стоматологии. Применение дентальных имплантатов пациентам с данной патологией позволяет увеличить качество жевательной функции, а также восстановить пациентам целостность зубных рядов.

По данным Всемирной Организации Здравоохранения данная патология имеется у около 75–80 % населения в различных областях земного шара. Лечение таких пациентов осложняется изменениями размеров и параметров альвеолярных отростков челюстей. За последнее время стали применять различные методики, которые, направлены на увеличение параметров альвеолярных отростков [Хаирутдинова, 2014. С. 50]. В первую очередь это связано с атрофией, а также с другими челюстно-лицевыми деформациями.

Одним из путей решения является направленная тканевая регенерация (НТР, GTR – Guided Tissue Regeneration), а именно направленная костная регенерация, которая позволяет восстановить и увеличить костный объем ткани, необходимый для полноценной остеоинтеграции и функционирования дентального имплантата.

В целях создания условий для ускорения процессов остеогенеза было предложено достаточное множество остеопластических материалов и использование мембранной техники [Житко, дисс., 2015].

В настоящее время известны различные виды мембран. По происхождению они могут быть аутогенными, аллогенными, аллопластическими, ксеногенными [Житко, дисс., 2015].

Однако несмотря на все положительные аспекты применения этой методики, все известные мембраны имеют определенные недостатки: мешают миграции защитных клеток, отслаиваются от поверхности дефекта, мембрана требует применения дополнительных элементов фиксации, таких как винты, пины, в некоторых случаях не способны сохранять заданную им форму гребня альвеолярного отростка, недостаточная биомеханическая и биохимическая совместимость [Белозерцева, 2006. 23 с.].

Таким образом, довольно интересным являются на сегодняшний день исследования, проведенные из нового класса тканевых материалов, состоящих из сплава никелид-титана, обладающие высокой биоинертностью и такими качествами, как эффект памяти формы, сверхэластичность, биохимической совместимостью [Гюнтер, 2010].

**Цель исследования** – изучить взаимодействие нерезорбируемой сетчатой никелид-титановой мембраны со стромально-сосудистой фракции клеток жировой ткани собак для направленной тканевой регенерации.

**Материалы и методы.** Объектом для экспериментальной части служили три нерезорбируемые сетчатые мембраны из никелид-титана и стромально-сосудистая фракция клеток жировой ткани.

Для изучения влияния мембран из никелид-титана на МСК было проведено их сокультивирование на протяжении 96 ч, контролем служили клетки, росшие без добавления мембран в культуральную посуду.

**Результаты.** На протяжении всего периода культивирования мембраны свободно флотировали в ростовой среде и на дно культуральной посуды не опускались. Клетки собаки хорошо адгезировались на культуральной посуде и активно пролиферировали как в контроле, так и в опыте. Однако, на никелид-титановой мембране МСК не размножались, хотя при микроскопическом осмотре на ней были видны прикрепившиеся клетки. Индекс пролиферации клеток в контроле ( $n = 3$ ) составил  $1,8 \pm 0,1$ , в опыте ( $n = 3$ ) –  $1,7 \pm 0,1$ .

**Выводы.** Количественный показатель клеток в опытной части показывает, что мембрана из никелид-титана не оказывает токсического действия на рост стромально-сосудистой фракции жировых клеток. Количество клеток через 96 ч после культивирования стромально-сосудистой фракции жировой ткани увеличилось. На микроскопических фотографиях стволовые клетки жировой ткани не адгезировались на мембрану. Отсутствие токсического влияние на клетки при применении мембран из никелид-титана на фракцию стволовых клеток обуславливает их эффективное применение при остеоинтеграции инвиво.

## СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ ДЕСНЫ ВОКРУГ ФОРМИРОВАТЕЛЕЙ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Тимурханов И.М.*

*Научный руководитель – канд. мед. наук,  
доцент кафедры стоматологии и имплантологии ИФМиБ КФУ Хафизова Ф.А.*

**Введение.** Успех дентальной имплантации, высокий показатель приживления имплантатов и их функционирование во многом зависят от адекватного состояния мягких тканей вокруг интегрированных имплантатов и наличия достаточного уровня прикрепленной десны [Расулов, 2006. С. 125]. По мнению D. Hoelscher и A. Simons (1994), многие неудачи зубной имплантации напрямую связаны

с проблемами мягких тканей, что может проявляться в форме послеоперационной рецессии, либо гиперплазии десны, переимплантата с одновременной потерей кости в зоне прилегания к имплантату и последующего обнажения резьбы на теле имплантата. Достаточный объем кератинизированной десны вокруг зуба или имплантата является неотъемлемым фактором поддержания функциональной стабильности всего пародонтального комплекса, но особо важное значение он играет в формировании оптимальных условий для надежного функционирования зуба или имплантата. Прикрепленная кератинизированная десна представляет из себя не смещаемую манжету, главная функция которой – защищать зуб и кость вокруг него, а в случае наличия имплантата – соединение между его основой и абатментом – от воздействия кислот, микробных агентов, механических повреждений, острых и хронических травм [Watteretal, 1995]. Еще одной важной функцией прикрепленной десны, помимо защитной, является эстетическая. Именно от эстетики десны зависит красота и естественность улыбки. Даже при идеальных параметрах коронок по размеру и цвету наличие дефектов десны значительно ухудшает эстетическое восприятие. Именно поэтому в современной стоматологии сегодня активно используется термин «бело-розовая эстетика», который включает в себя все эстетические соотношения десны и зуба.

**Цель** – усовершенствование формирования десны вокруг интегрированных имплантатов на основе выбора оптимального материала для изготовления формирователя.

**Методы и материалы.** Для исследования были выбраны титановые мини-имплантаты и формирователи из таких материалов, как титан, кобальт-хромовый сплав, металлокерамика и Pattern Resin. В опытах *in vivo* использовали стерилизованную самку собаки, массой 10 кг, возраст 8 лет. Операция проводилась под внутривенным наркозом в стерильных условиях. На беззубом участке альвеолярного отростка слева установили титановые мини-имплантаты с формирователями из металлокерамики, кобальт-хромового сплава, пластмассы; справа установили формирователь из титана. Через 14 дней после установки имплантатов произвели забор материала, предварительно оценив состояние десны вокруг каждого формирователя. Для этого были выбраны следующие параметры: прилегание десны к формирователю, плотность сформированной десны и признаки воспаления. Далее последовательно производился забор участка десны вокруг каждого формирователя для дальнейшего гистологического исследования. Формирователи вместе с имплантатами также были удалены. Приготовленные парафиновые срезы были окрашены гематоксилин-эозином и исследованы под световым микроскопом KarlZeiss.

**Результаты.** Самые лучшие клинические показатели у десны, сформированной вокруг формирователей из титана и металлокерамики: десна плотная, полное прилегание к формирователю, клинических признаков воспаления вокруг титана нет, незначительная гиперемия вокруг формирователя из металлокерамики. Самые худшие показатели у десны, сформированной вокруг формирователей из кобальт-хромового сплава и пластмассы: десна рыхлая, отсутствие прилегания к формирователю, клинические признаки воспаления. Морфологический анализ парафиновых срезов сформированной десны показал, что десна вокруг титана имеет единичный участок воспаления, в то время как в десне вокруг остальных формирователей воспалительный процесс находится по всей площади ткани.

**Выводы.** При сравнительном экспериментальном изучении установлено, что вокруг формирователей, изготовленных из КХС и пластмассы, определялась воспалительная реакция тканей; вокруг формирователя из МК определялась незначительная гиперемия, а вокруг формирователей из титана наблюдалось отсутствие воспалительной реакции и полная регенерация тканей. Результаты наших исследований показали, что титан является самым оптимальным материалом для изготовления формирователей десны при дентальной имплантации.

**СЕКЦИЯ «ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ»****ОТВЕТЫ МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ,  
ВЫЗВАННЫЕ ЧРЕСКОЖНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИЕЙ СПИННОГО МОЗГА  
ПРИ НАРУШЕНИИ ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ**

*Александров В.А., Милицкова А.Д.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Балтина Т.В.*

Одним из наиболее перспективных методов диагностики и реабилитации больных с травмой спинного мозга является метод чрескожной электрической стимуляции спинного мозга (ЧЭССМ). Предложенный недавно неинвазивный метод электрической стимуляции спинного мозга [Городничев с соавт., 2012] сейчас активно применяется как для экспериментального исследования двигательных функций, так и для реабилитации моторных функций пациентов с различными заболеваниями или травмами спинного мозга [Gerashimov et al., 2015]. Известно, что при патологии спинного мозга ответы мышц на ЧЭССМ могут быть подавлены, что предопределяет актуальность поиска методов кондиционирования (облегчения) этих ответов путем активации различных афферентных входов. Целью исследования была разработка методологии кондиционирования вызванных ответов мышц голени на чрескожную стимуляцию спинного мозга с помощью приема Ендрассика при локализации стимулирующего электрода на уровнях Th9-10, Th10-11, Th11-12, Th12-L1 позвонков.

В исследовании приняло участие 8 здоровых испытуемых-добровольцев в возрасте от 20 до 23 лет (6 мужчин и 2 женщины) без двигательных расстройств в неврологическом статусе с их письменного информированного согласия на экспериментальные процедуры, которые соответствовали руководящим принципам Хельсинской декларации, разработанной Всемирной Медицинской Ассоциацией. Отводящие электроды с фиксированным межэлектродным расстоянием устанавливали на m.rectus femoris (RF), m.biceps femoris (BF), m.tibialis anterior (TA) и m.soleus (Sol.). В качестве отводящих электродов использовались стандартные накожные хлорсеребряные (AgCl) электроды, которые устанавливались на уровне передневерхних подвздошных остей. Накожный раздражающий электрод (чашечковый) устанавливался в проекции спинного мозга в межкостистые промежутки, последовательно, начиная с Th9-10 и заканчивая Th12-L1. Стимуляция спинного мозга производилась monopolarными прямоугольными импульсами длительностью 1 мс и частотой 0.1 Гц. Интенсивность стимуляции варьировала в диапазоне от 20 до 100 мА. Прием Ендрассика выполнялся в течение 5 секунд. Стимуляция и регистрация осуществлялась с помощью миографа «Нейро-МВП-4», Россия. Обработка полученных результатов производилась пакетом прикладных программ OriginPro 8.1. Результат представлен в виде  $M \pm m$  (среднее значение  $\pm$  стандартная ошибка среднего). Статистическую обработку данных проводили с применением непараметрического критерия Вилкоксона. Различия считали значимыми при  $p < 0.05$ . Было выявлено, что наибольшее облегчение ответов мышц бедра и голени наблюдалось при сочетании стимуляции спинного мозга с приемом Ендрассика на уровне Th11-12 позвонков.

Разработанная методика кондиционирования вызванных ответов мышц голени приемом Ендрассика расширяет перспективу использования ЧЭССМ для изучения регуляции двигательной активности у здоровых испытуемых и лиц с нарушениями двигательных функций.



## РОЛЬ КАТИОННО-ХЛОРНЫХ КО-ТРАНСПОРТЕРОВ В МОДУЛЯЦИИ ВНУТРЕННЕГО ОПТИЧЕСКОГО СИГНАЛА<sup>1</sup>

*Галимуллина Р.Р.*

*Научный руководитель – канд. мед. наук, ст. науч. сотр. Минлебаев М.М.*

Известно, что внутренний оптический сигнал формируется за счет нескольких механизмов (тканевое рассеивание света и гемодинамические компоненты). Ранее мы показали, что в отличие от внутреннего оптического сигнала (ВОС) у взрослых у новорожденных крыс ВОС в основном обусловлен тканевой компонентой. Однако механизмы, лежащие в основе тканевой компоненты ВОС у новорожденных крысят, остаются неизвестны. Мы проводили регистрацию внутреннего оптического сигнала с использованием модели бочонковой коры с прикрепленной суперфузионной камерой *in vivo* на новорожденных крысятах (P4-P7, P0-день рождения). Полученные результаты показали, что фармакологические агенты, изменяющие функцию катионно-хлорных ко-транспортёров NKCC1 и KCC2, значительно изменяют амплитудно-временные характеристики внутреннего оптического сигнала. В то время как блокирование ко-транспортёра NKCC1 блокатором буметанидом мало влияло на ВОС, фуросемид, являющийся блокатором KCC2, приводил к значительному увеличению длительности ВОС, о чем свидетельствовало достоверное увеличение времени полуспада ВОС. Исходя из полученных результатов, мы предполагаем, что тканевая компонента внутреннего оптического сигнала, наблюдаемая в развивающемся мозге, связана главным образом с незрелостью систем вовлеченных в процесс выведения хлора из нервных клеток.

## СОСТОЯНИЕ НЕЙРО-МОТОРНОГО АППАРАТА КАМБАЛОВИДНОЙ МЫШЦЫ КРЫСЫ ПРИ ГРАВИТАЦИОННОЙ РАЗГРУЗКЕ, СОЧЕТАННОЙ СО СТИМУЛЯЦИЕЙ СПИННОГО МОЗГА

*Галиуллина Н.В.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Еремеев А.А.*

Многочисленными экспериментами, выполненными в условиях реальной и моделируемой невесомости, показаны изменения в морфо-функциональном состоянии всех структур нейро-моторного аппарата. Понимание принципов организации и управления двигательной функцией в условиях, меняющих естественную моторику, а также поиск новых эффективных методов реадaptации являются важными и актуальными проблемами современной нейробиологии и медицины. В настоящее время для выяснения физиологических механизмов адаптации (пластичности) мышц [Ланская, 2015. С. 14–16; Рошина, Челноков, 2017. С. 4–9] и инициации активности генератора шагательных движений [Gerasimenko, 2015. P. 834–842] широко применяется методика стимуляции спинного мозга.

Целью работы являлась оценка функционального состояния нейро-моторного аппарата камбаловидной мышцы (КМ) крысы при гравитационной разгрузке и гравитационной разгрузке в сочетании с различными способами стимуляции спинного мозга.

Исследование проводили на лабораторных крысах массой 130–150 г с соблюдением всех биоэтических норм. Оценивали функциональное состояние нейро-моторного аппарата КМ в следующих экспериментальных сериях: 1) при гравитационной разгрузке (ГР,  $n = 5$ ); 2) при гравитационной разгрузке в сочетании с магнитной стимуляцией спинного мозга (ГР + МС,  $n = 5$ ); 3) при гравитационной разгрузке в сочетании с электрической стимуляцией спинного мозга (ГР + ЭС,  $n = 5$ ). Гравитационную разгрузку моделировали вывешиванием животных в антиортостатическом (головой вниз) положении [Morey-Holton, Globus 2002, 1369–1373]. Магнитную стимуляцию осуществляли с помощью стимулятора «Нейро-МВП-4» (Нейрософт, Россия) ежедневно в течение 1,5 часа 10 мин сериями с интервалом 10 мин; амплитуда стимулов – пороговая для появления двигательного ответа; частота – 3 Гц. Электрическую стимуляцию проводили с помощью стимулятора А-М systems (США), параметры электростимуляции соответствовали параметрам магнитной стимуляции. Через 7 суток воздействия экспериментальных условий регистрировали моторный (М-) и рефлексорный (Н-) ответы КМ,

<sup>1</sup> Работа была поддержана грантом РНФ 16-15-10174 и выполнена в рамках программы конкурентного роста Казанского федерального университета.

вызванные раздражением седалищного нерва. В качестве контрольных использовали данные, полученные при исследовании интактных животных ( $n = 5$ ).

Обнаружено, что в группе ГР + МС уменьшалась латентность моторного ответа КМ. Регистрируемые преобразования могут быть связаны с повышением возбудимости пресинаптических терминалей аксонов, иннервирующих КМ [Гехт, 1990. С. 6]. Уменьшение длительности М-ответа зарегистрировано в группах ГР+МС и ГР+ЭС. Вероятно, стимуляция спинного мозга при микрогравитации приводит к увеличению синхронности разряда двигательных единиц и/или облегчению функции  $\alpha$ -мотонейронов [Катунина с соавт., 2010. С. 54–60]. Также, в экспериментальных группах показаны изменения параметров Н-ответа, характеризующего состояние двигательных центров. Так, в группе ГР увеличивалась амплитуда рефлекторного потенциала, что указывает на увеличение возбудимости соответствующих мотонейронов. Латентность Н-ответа уменьшалась в группах ГР+МС и ГР+ЭС, что вероятно, может быть связано с увеличением скорости проведения возбуждения по рефлекторной дуге.

Таким образом, в условиях гравитационной разгрузки увеличивается рефлекторная возбудимость двигательного центра КМ. Стимуляция спинного мозга при микрогравитации предотвращает преобразования функционального состояния мотонейронов, однако в этих условиях повышается синхронность разряда двигательных единиц КМ, увеличивается скорость проведения возбуждения по рефлекторной дуге.

## ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ СТРЕССА У КРЫС С ГИПЕРГОМОЦИСТЕИНЕМИЕЙ В ПЕРИОД БЕРЕМЕННОСТИ<sup>1</sup>

*Палий В.В.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук Яковлева О.В.*

Стресс, перенесенный матерью во время беременности, вызывает снижение массы тела плода, изменения в структуре и функциях мозга, снижает подвижность, изменяет эмоциональное поведение и способность к обучению [Alder et al., 2007. Р. 198–199; Вернигора в соавт., 2013. С. 144–145]. Известно, стресс значительно связан с повышенным уровнем гомоцистеина в плазме крови [de Souza et al., 2006. Р. 402–404]. В связи с этим выдвигается гипотеза о том, что гомоцистеин в плазме может быть существенным промежуточным фактором во взаимосвязи между психологическим стрессом матери и осложнениями во время беременности.

**Цель исследования** – изучить изменение уровня стресса крыс на метиониновой диете в период беременности.

### **Методы исследования**

Объектом исследования были 2 группы беременных крыс:

- 1) группа контроля, крысы ( $n = 15$ ), находящиеся на стандартном рационе питания;
- 2) опытная группа крыс, получающих с кормом повышенные дозы метионина (7 мг/кг 21 день,  $n = 10$ ).

Для оценки тревожно-фобического состояния крыс использовали тест черно-белая камера. Регистрировали в течение 3 минут время пребывания в каждом отсеке камеры и количество переходов между камерами. Тесты проводились до подсадки самца и каждые 7 дней после подсадки самца вплоть до родов.

### **Результаты**

Тест «ч-б камера» создает конфликтную ситуацию для животного, которое склонно исследовать незнакомую область. Интервал времени, проведенного в темном отсеке, коррелирует с уровнем тревожности, тогда как время обследования освещенного отсека – показатель склонности к риску и исследовательской активности.

Анализ уровня стресса у беременных крыс проводили до подсадки самца. В контрольной группе время пребывания в темном отсеке составляло  $95 \pm 7$  секунд ( $n = 15$ ), тогда как в опытной группе  $126 \pm 5$  секунд ( $n = 12$ ,  $p < 0.05$ ).

Анализ динамики изменения стресса у контрольной группы показал, что у них постепенно нарастает время пребывания в темном отсеке (до  $136 \pm 7$  секунд к 21 дню беременности), при этом наблюдается снижение количества переходов между отсеками, что свидетельствует о нарастании тревожно-

<sup>1</sup> Поддержано грантом РФФИ № № 14-15-00618.

сти с течением беременности. Анализ динамики изменения стресса у опытной группы показал, что у них первые 2 недели беременности время пребывания в темном отсеке и количество переходов между отсеками остаются неизменными, но резко увеличивается время пребывания в темном отсеке на последней неделе беременности:  $158 \pm 4$  секунды ( $n = 10$ ,  $p < 0,05$ ).

Крысы на метиониновой диете находятся в состоянии тревожности до начала эксперимента. У контрольных крыс за время беременности наблюдается постепенное усиление тревожности, в то время как у крыс с гипергомоцистеинемией наблюдается резкое усиление тревожности на третьей неделе беременности.

## **ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИИ ЛОКТЕВОГО НЕРВА НА ПАРАМЕТРЫ ВЫЗВАННЫХ ПОТЕНЦИАЛОВ МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА**

*Премет О.П.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Балтина Т.В.*

В настоящее время позвоночно-спинномозговая травма приводит к выраженным и мало обратимым двигательным нарушениям, что связано с тяжелой инвалидизацией. Зачастую повреждение спинного мозга может привести к параличу верхних и нижних конечностей, что серьезно ограничивает деятельность повседневной жизни человека. Именно поэтому актуальным является поиск эффективных способов восстановления моторики.

Одним из наиболее перспективных методов диагностики и реабилитации больных с травмой спинного мозга является метод чрескожной электрической стимуляции спинного мозга (ЧЭССМ). ЧЭССМ стала удобным инструментом для исследования механизмов регуляции локомоторного поведения у здоровых испытуемых, а также может быть использована в реабилитационном лечении двигательных функций как альтернатива инвазивной эпидуральной стимуляции спинного мозга. Разработка метода кондиционирования (облегчения) спинальных вызванных ответов с помощью ЧЭССМ может способствовать реабилитации пациентов путем активации генератора шагательных движений, что в дальнейшем может продвинуть процесс реабилитации. Предполагается, что ЧЭССМ может служить альтернативой эпидуральной стимуляции спинного мозга. В то время как исследования человека по травмам спинного мозга в основном были сосредоточены на кортикоспинальном тракте, модели животных продемонстрировали, что длинные нисходящие пути могут участвовать в синаптической пластичности, образуя так называемые обходные пути, которые восстанавливают функциональные корковые связи, что в конечном итоге приводит к восстановлению двигательной функции. Эти открытия имеют новый интерес к нисходящим нейронам в качестве потенциальных терапевтических целей после травм спинного мозга. Представляется важным разработка инструментов для оценки нисходящих трактов и кондиционирования вызванных потенциалов спинного мозга. Предполагается, что модуляция вызванных потенциалов может зависеть от спинальных взаимодействий, специфичных для конкретного проводящего пути, и будет определяться изменением амплитуды между кондиционирующим и тестирующим стимулами.

Целью работы явилась оценка параметров вызванных ответов мышц нижних конечностей у здоровых испытуемых при ЧЭССМ, а также разработка методологии кондиционирования вызванных ответов мышц голени в условиях электрической стимуляции локтевого нерва.

В исследовании принимали участие 6 здоровых испытуемых мужского пола в возрасте от 21 до 23 лет с их добровольного информированного согласия. Во время исследования испытуемые располагались в положении лежа на спине, на кушетке. Одиночная стимуляция локтевого нерва проводилась в области локтевого сустава с длительностью 1 мс и интенсивностью, в 3 раза превышающей порог моторного ответа, с частотой 0,1 Гц. Тестовые вызванные потенциалы были индуцированы с помощью ЧЭССМ на уровне Th11-Th12 позвонков, длительность стимула составляла 1 мс, интенсивность стимуляции – от 30 до 100 мА. Регистрировались и анализировались амплитудные характеристики рефлекторного компонента вызванных потенциалов камбаловидной (КМ) и передней большеберцовой мышц (ПБМ). Интервал между кондиционирующим и тестовым стимулами варьировался в диапазоне от 5 до 150 мс, при этом в каждой временной точке производилось усреднение 5 аналогичных проб. Обработка полученных результатов производилась пакетом прикладных программ Statistica. Статистическую обработку данных проводили с применением непараметрического U-критерия Манна – Уитни. Различия считали значимыми при  $p < 0,05$ .

Результаты исследования показали, что при кондиционирующем влиянии электрической стимуляции локтевого нерва происходит увеличение средней амплитуды рефлекторного компонента вызванных потенциалов спинного мозга при задержках между стимулами 30 мс и более как у КМ, так и у ПБМ ( $p < 0,05$ ). Полученные результаты демонстрируют, что предложенная нами методология кондиционирования вызванных потенциалов спинного мозга при стимуляции локтевого нерва может помочь в оценке нисходящих путей и в дальнейшем восстановлении функциональных связей с нейрональными локомоторными цепями у пациентов с травмой спинного мозга.

## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СПИНАЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ЦЕНТРОВ ПОСЛЕ ТРАВМЫ СПИННОГО МОЗГА У КРЫС ПРИ ЛОКАЛЬНОЙ ГИПОТЕРМИИ

*Раимова М.В.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Балтина Т.В.*

Лечение и реабилитация после травмы спинного мозга до сих пор является основной проблемой здравоохранения. В настоящее время приобретают популярность исследования методов первичного лечения травмы спинного мозга, направленных на ингибирование таких разрушительных воздействия травмы спинного мозга, как апоптоз и связанные с ним митохондриальные нарушения, образование свободных радикалов, снижение проницаемости нарушенного гематоэнцефалического барьера, проявление эксайтотоксичности. В качестве одного из таких методов может выступать гипотермия [Яфарова Г.Г., 2014. С. 829–833]. В связи с этим была поставлена следующая цель: оценить эффекты локальной гипотермии на функциональное состояние спинальных двигательных центров крысы после контузионной травмы спинного мозга.

В экспериментах были использованы половозрелые крысы обоих полов. Контузионную травму производили на уровне 8–9 грудных позвонков по модифицированной методике Аллена. После нанесения травмы животных делили на две группы: первая группа животных (активный контроль) не получала никаких процедур после травмы, во второй группе животных после нанесения травмы применяли процедуру локальной гипотермии. Моторные вызванные эпидуральной стимуляцией ответы камбаловидной и большеберцовой мышц регистрировались на 1, 3, 7, 14, 21 и 30-е сутки после травмы.

Через 24 часа после операции у животных обеих экспериментальных групп движение в задних конечностях было снижено:  $2,7 \pm 0,6$  баллов в первой группе и  $1,96 \pm 0,6$  баллов во второй. На третьи сутки после травмы наблюдалось повышение двигательной активности в первой группе животных:  $8,6 \pm 1,6$  баллов по сравнению с крысами, которым после травмы спинного мозга проводили процедуру локальной гипотермии:  $3,9 \pm 0,6$  ( $p < 0,05$ ).

При сравнении максимальных амплитуд раннего компонента двигательного вызванного ответа КМ и ББМ на ЭпССМ мы наблюдали, что в группе крыс после травмы спинного мозга максимальная амплитуда двигательных вызванных ответов была повышена в обеих мышцах (КМ, ББМ). В группе животных, которым после нанесения травмы проводилась процедура локальной гипотермии, максимальная амплитуда снижалась на протяжении 7 суток и составила:  $47 \pm 9\%$  ( $p < 0,05$ ) в КМ и  $21 \pm 2\%$  ( $p < 0,05$ ) в ББМ. На 30-е сутки после ТСМ максимальная амплитуда раннего компонента двигательных вызванных ответов КМ восстанавливалась к исходным значениям в первой группе животных и была повышенной во второй:  $159 \pm 40\%$  ( $p < 0,05$ ), в то время как восстановление максимальной амплитуды раннего компонента двигательных вызванных ответов ББМ не происходило как ни в первой группе:  $36 \pm 7\%$  ( $p < 0,05$ ), так и не во второй:  $26 \pm 4\%$  ( $p < 0,5$ ).

Сравнение максимальных амплитуд среднего компонента двигательного вызванного ответа КМ и ББМ на ЭпССМ в первой группе животных повышалась на первые сутки после травмы и максимально снижалась к третьим суткам, затем восстанавливалась к исходным значениям в КМ:  $136 \pm 26\%$ , и оставалась сниженной в ББМ:  $56 \pm 15\%$ . Во второй группе животных после применения гипотермии наблюдали снижение максимальной амплитуды среднего компонента двигательного вызванного ответа до 7 суток после травмы, как в КМ:  $33 \pm 5\%$  ( $p < 0,05$ ), так и в ББМ:  $27 \pm 9\%$  ( $p < 0,05$ ). Однако после 14 суток наблюдалось повышение максимальной амплитуды среднего компонента двигательных вызванных ответов КМ и на 30-е сутки после ТСМ и гипотермии она составляла:  $155 \pm 49\%$  ( $p < 0,05$ ), в то время как восстановление максимальной амплитуды среднего компонента двигательных вызванных ответов ББМ не происходило.

Результаты, полученные в ходе нашего эксперимента, показали различия в динамике изменения раннего и среднего компонентов ответов регистрируемых с камбаловидной и большеберцовой мыш-

цы как после травмы, так и после применения локальной гипотермии. В раннем периоде (до 7 суток) нами отмечено ингибирующее влияние гипотермии на двигательные центры нейро-моторного аппарата крысы. Таким образом, мы можем сделать вывод, что интраоперационная гипотермия после контузионной травмы спинного мозга может задерживать развитие функционального возбуждения нейро-моторного аппарата у крыс непосредственно при воздействии гипотермии и предотвращать дальнейшее снижение рефлекторной возбудимости.

## **ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОДОВ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЫЗВАННЫХ ОТВЕТОВ МЫШЦ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ПРИ ЧРЕСКОЖНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СТИМУЛЯЦИИ СПИННОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА**

*Юдина И.В.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Балтина Т.В.*

В последние годы ряд исследователей практикуют метод чрескожной электростимуляции спинного мозга (ЧЭССМ), используемый наряду с эпидуральной стимуляцией в оценке характеристик спинальных рефлексов и при проведении терапевтических нейромодуляционных процедур [Gerasimenko, 2015. С. 1968–1980], [Sayenko, 2015. С. 229–234]. Разнообразие используемых методик свидетельствует о необходимости стандартизации ЧЭССМ. Цель нашей работы состояла в изучении влияния локализации стимулирующих электродов на характеристики среднего MR-компонента (моносинаптического ответа) трехкомпонентного вызванного потенциала *m. tibialis anterior*, *m. soleus*, *m. rectus femoris* и *m. biceps femoris* при ЧЭССМ на уровне Th9-10, Th10-11, Th11-12, Th12-L1 позвонков. В исследовании приняли участие 6 здоровых испытуемых-добровольцев мужского пола в возрасте от 20 до 22 лет. Участники предоставили письменное, информированное согласие на экспериментальные процедуры, которые соответствовали руководящим принципам Хельсинкской декларации, разработанной Всемирной Медицинской Ассоциацией, и одобрены Этическим комитетом Казанского федерального университета.

При выполнении ЧЭССМ использовались накожные гелевые электроды. Катод диаметром 2,0 см располагали в трех вариантах: между остистыми отростками, паравертебрально и над остистым отростком позвонка; анод (объединенная пара электродов (5.0×10.2 см<sup>2</sup>) – над гребнями подвздошных костей. Стимуляция спинного мозга производилась монополярными прямоугольными импульсами длительностью 1 мс и частотой 0.1 Гц. Интенсивность стимуляции варьировала в диапазоне от 20 до 100 мА. Анализировались максимальная амплитуда и пороги MR-компонента ВП. Как при расположении электродов паравертебрально, так и между остистыми отростками амплитуда MR-компонента в диапазоне стимула от 20 до 100 мА оказалась существенно выше, чем при размещении катода над остистым отростком. Показано также, что размещение электродов над остистым отростком (Th9, Th10, Th11, Th12, L1) приводило к увеличению порогов MR-компонента ВП в мышцах бедра и голени. Отмечено также, что наиболее низкие значения порогов MR-компонента ВП регистрируются при межостистой локализациями катода на уровнях Th10-11, Th11-12 и Th12-L1. Выявленные различия в регистрации ВП при использовании разных способов размещения стимулирующих электродов, по видимому, связаны с особенностями прохождения стимулирующего тока через различные анатомические структуры. Полученные данные свидетельствуют о том, что при диагностическом и терапевтическом использовании ЧЭССМ расположение стимулирующих электродов между остистыми отростками является наиболее оптимальным.

## СЕКЦИЯ «ФАРМАКОЛОГИЯ, КЛИНИЧЕСКАЯ ФАРМАКОЛОГИЯ»

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОТИВОСУДОРОЖНОЙ АКТИВНОСТИ СРЕДНИХ ТЕРАПЕВТИЧЕСКИХ ДОЗ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ ДИМЕФОСФОН И МЕБИКАР

*Карпенко А.И., Мишин А.Р.*

*Научный руководитель – канд. мед. наук, доцент Абакумова Т.Р.*

**Актуальность.** Эпилепсия – это широкая междисциплинарная проблема, имеющая отношение к неврологии, педиатрии, психиатрии, нейрохирургии, акушерству, гинекологии и другим разделам медицины [Карлов В.А., 2010. 720 с.]. По данным мировой статистики последних лет распространенность эпилепсии в популяции колеблется от 3 до 15,0 на 1000 населения. Эпилепсия среди неврологических заболеваний в последние годы проявляет четкую тенденцию к росту и вышла на третье место [Громов С.А., 2000. С. 32–35]. Актуальность изучения эпилепсии обусловлена высоким уровнем заболеваемости, тяжелой медико-социальной значимостью болезни не только для больного и его родственников, но и общества в целом. Каждая клиническая форма этого заболевания характеризуется своим механизмом развития, потому результативность лечения в значительной степени зависит от правильно подобранной противоэпилептической терапии [Бадалян О.Л., 2010. С. 215–243]. Достижения современной фармакологии позволили достичь значительных успехов терапии данного заболевания, но учитывая распространенность различных форм эпилепсии и тяжесть последствий болезни, разработка и изучение безопасных активных препаратов для их терапии является одной из стратегических задач в развитии фармацевтической промышленности России.

**Цель** – изучение противосудорожной активности средних терапевтических доз отечественных препаратов Димефосфон и Мебикар в эксперименте на крысах (коразоловая модель).

**Материалы и методы.** Работа выполнена на нелинейных белых крысах обоего пола массой 200–400 г. Крысы были распределены на 6 групп по 6 животных в каждой. Контрольная группа получала эквивалентные количества растворителя. Животным опытных групп за 30 мин до введения конвульсанта внутривентрикулярно однократно вводили Димефосфон (50 мг/кг и 100 мг/кг), Мебикар (10 мг/кг, 50 мг/кг и 100 мг/кг) и вальпроевую кислоту (препарат сравнения) (2 мг/кг). Противосудорожную активность Димефосфона и Мебикара определяли по предупреждению судорог при подкожном введении коразола в дозе 80 мг/кг [Воронина Т.А., 2002. С. 6–8]. Интенсивность противосудорожной активности оценивали по следующим показателям: латентный период (мин.); число судорог на животное; длительность судорог (мин.); летальность животных в группе (%). Противосудорожным действием считали уменьшение судорог и летальности. Обработку результатов осуществляли с помощью программы Statistica 511, для оценки достоверности различий выборок, имеющих нормальное распределение, применяли *t*-критерий Стьюдента. Изменения считали достоверными при  $p \leq 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** Результаты показали, что в контрольной группе животных после введения коразола длительность латентного периода судорог составила в среднем  $10,1 \pm 3,3$  мин, а длительность судорог  $-17 \pm 2,84$  мин. Судорожный синдром, который развивался у крыс этой группы, сопровождался выраженными тонико-клоническими конвульсиями, которые периодически повторялись. Летальность в данной группе составила 33,3 %. Вальпроевая кислота препятствовала развитию судорожного синдрома у всех животных. Исследуемые соединения Димефосфон и Мебикар в различной степени влияли на развитие судорожного синдрома. Так препарат Димефосфон (50 мг/кг и 100 мг/кг) предупреждал летальность у 100 % подопытных крыс подобно вальпроевой кислоте. В группе Мебикара (100 мг/кг) летальность составила 33 %. На фоне введения препарата Димефосфон (50 мг/кг и 100 мг/кг) в наибольшей мере проявлялось удлинение латентного периода развития судорог ( $15 \pm 0,4$  и  $10 \pm 9,5$  соответственно) и уменьшение их длительности ( $1,16 \pm 0,01$  и  $4,3 \pm 0,04$  соответственно). Препарат Мебикар (10 мг/кг, 50 мг/кг и 100 мг/кг), несмотря на то, что уменьшал латентный период по сравнению с контрольной группой ( $5,6 \pm 0,02$ ;  $4,3 \pm 0,02$  и  $3,3 \pm 0,3$  соответственно), значительно сокращал длительность судорог по сравнению с контролем ( $3,2 \pm 0,01$ ;  $2,7 \pm 0,04$  и  $1,9 \pm 0,02$  соответственно).

**Выводы.** На модели коразоловых судорог у крыс наибольшую противосудорожную активность показал препарат Димефосфон в средних терапевтических дозах (50 мг/кг и 100 мг/кг). Препарат Мебикар в дозах 10 мг/кг, 50 мг/кг и 100 мг/кг также уменьшал длительность судорог у животных. Это позволяет считать перспективными дальнейшие углубленные исследования антиконвульсантной активности препаратов Димефосфон и Мебикар.

## СЕКЦИЯ «ВНУТРЕННИЕ БОЛЕЗНИ»

## КОРРЕЛЯЦИЯ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ У БОЛЬНЫХ С РА СО СТЕПЕНЬЮ АКТИВНОСТИ ЗАБОЛЕВАНИЯ СОГЛАСНО ИНДЕКСУ DAS28

*Гайсина Г.А.**Научный руководитель – канд. мед. наук, доцент кафедры фундаментальных основ клинической медицины ИФМиБ Абдрахманова А.И.*

**Введение.** Одним из наиболее распространенных заболеваний, встречающимся в общей популяции с частотой от 0,5 до 2 %, является ревматоидный артрит (РА), характеризующийся стойкой потерей трудоспособности больных, повышением риска развития сердечно-сосудистых осложнений, ростом уровня сердечно-сосудистой летальности на 60 % по сравнению с общей популяцией. Особую актуальность в ведении пациентов с РА играет оценка степени активности воспаления, предложено множество способов: CDAI, DAS28 (СОЭ или СРБ), PAS, PAS-II, RAPID-3, и SDAI. В последние годы ревматологи чаще используют DAS28 двух модификаций по уровню СОЭ и СРБ.

**Цель** – подтверждение, либо исключение корреляции количества показателей в периферической крови и активности РА, определяемой с помощью DAS28 (СРБ).

**Методы и материалы.** В общей сложности 20 случаев заболевания были включены в исследование в отделении ревматологии Университетской клиники Казань, период сбора данных был с января 2018 года по март 2018 года. Пациентам был поставлен диагноз РА у ревматолога по классификационным критериям для РА. Пациенты с заболеваниями, отличными от ревматоидного артрита, были исключены из исследования. Наше исследование не является интервенционным и устное согласие было получено от всех пациентов.

История болезни, клиническое обследование и плановые лабораторные исследования были детализированы по предметам, включенным в исследование. Всем пациентам задавали вопросы об их возрасте, продолжительности заболевания, визуальной аналоговой шкале болей (0–100 мм), количестве опухших суставов (0–28) и болезненных суставов (0–28). Активность заболевания РА по DAS28 определили с показателями СРБ. Для дальнейшего исследования были получены общие анализы крови. Особое внимание уделялось тромбоцитам, лейкоцитам, гемоглобинам, СОЭ. ЦИК, РФ и СРБ разбирались соответственно.

После получения всех результатов применялся корреляционный тест Спирмена для определения корреляций между данными индекса DAS28 и лабораторными данными.

Статистическую обработку экспериментальных данных проводили путем определения средних арифметических значений и их стандартных ошибок, используя стандартный пакет программ Microsoft Excel 2007. Уровень значимости, принятый в работе, равен менее 0.05.

**Результаты.** В исследование включено двадцать пациентов (18 женщин, 2 мужчин). Средний возраст пациентов составил  $45 \pm 5,2$  года. Подавляющее большинство пациентов с полиартритом (60 %, 12/20); симптоматология чаще порадила нижние конечности, чем верхние (70 % пациентов с проявлениями нижних конечностей по сравнению с симптомами, влияющими на верхние конечности соответственно). В связи с болями в суставах и среднетяжелым состоянием 6 пациентов были в вынужденном лежащем положении. Средняя оценка активности болезни 28 суставов (DAS28) пациентов при представлении составила  $6,9 \pm 0,99$  (высокая активность заболевания).

По результатам опроса DAS 28 было выявлено, что у 1 пациента заболевание находится на стадии ремиссии, а у всех остальных (19 человек) высокий уровень активности.

Данные индекса DAS28 были существенным образом связаны с увеличением воспалительных маркеров: скорость оседания эритроцитов (СОЭ) и С-реактивного белка (CRP), и/или с высокими титрами положительной РФ. С другой стороны, гематологические аномалии (анемия:  $Hb < 11$  г/л и/или тромбоцитоз:  $PLT > 400 \times 10^9/л$ ), значительно ассоциируются с высокими титрами положительных РФ ( $p = 0,01$ ), так как из 6 пациентов с высокими титрами положительных РФ у 6 пациентов низкий уровень гемоглобина, а у 1 пациента тромбоцитоз. Было также установлено, что увеличение показателей тромбоцитов и лейкоцитов в периферической крови у больных с РА вызывает в незначительной степени увеличение индекса DAS28.

**Выводы:** 1. Результаты опроса по DAS28 показали, что у 95 % исследуемых пациентов активность заболевания ревматоидным артритом занимает высокую степень.

2. При корреляции анализов периферической крови с данными DAS28 (СРБ) выявлена прямая слабая связь. Мы подтвердили, что увеличение показателей СОЭ, РФ и СРБ значительно влияет на данные индекса DAS28. В меньшей степени, но все же проявляются и изменения уровня тромбоцитов и лейкоцитов. Выявлена зависимость анемии и тромбоцитоза пациентов с высоким уровнем положительных РФ.

Небольшое количество пациентов, включенных в наше исследование, может рассматриваться как ограниченная выборка, поэтому другие исследования с большим числом пациентов будут считаться более интересными.

## СИНДРОМ ВАТАНАБЕ-ВИДЖЕВАНО – ГЕНЕТИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННАЯ МЛАДЕНЧЕСКАЯ ФОРМА ЭПИЛЕПСИИ

*Гамирова Р.Р.*

*Научный руководитель – канд. мед. наук, доцент кафедры ФОКМ Гамирова Р.Г.*

**Актуальность.** Синдром Ватанабе-Виджевано (доброкачественные семейные и несемейные инфантильные приступы) – доброкачественный возраст-зависимый генетически обусловленный эпилептический синдром младенчества [Saadeldin, 2010. Т. 32. С. 378–384]. Во всех описанных «семейных» случаях заболевание наследовалось по аутосомно-доминантному типу [Echenne, 2012. Т. 16. С. 108–111]. Последние исследования подтверждают, что мутация в гене PRRT2 (OMIM: 614386), кодирующем богатый пролином трансмембранный белок 2, является причиной развития заболевания в 80 % семейных случаев [Lee, 2012. С. 2–12], и самой часто встречающейся мутацией является инсерция цитозина во 2 экзоне гена PRRT2 (с.649\_650insC, с.649\_650dupC) [Heron, 2012. Т. 90, С. 152–160]. Причинами возникновения синдрома Ватанабе-Виджевано также могут быть мутации в следующих генах: KCNQ2, KCNQ3, SCNA2 и SCNA8 [Moshe, 2016. С. 25–31].

**Цель работы** – описать клинические случаи синдрома Ватанабе-Виджевано, подтвержденные методами генетического исследования.

**Материалы и методы.** Объектом исследования явились две семьи с подозрением на синдром Ватанабе-Виджевано. В первой семье: пробанд (мальчик, 1 год 8 месяцев) с приступами в анамнезе и сибс (девочка, 6 лет). Во второй семье: пробанд (мальчик, 1 год 3 месяца) с приступами в анамнезе и сибс (мальчик, 5 лет). Пробанд, сибс из обеих семей были обследованы в ГАУЗ ДГБ № 8 г. Казани: проведен неврологический осмотр, электроэнцефалографическое мониторирование сна. Все члены семьи и ближайшие доступные родственники были опрошены на предмет наличия, частоты, времени, длительности и характера эпилептических приступов. Кровь пробанда, сибса и родителей из обеих семей была взята для проведения генетических анализов. Проведены таргетное секвенирование ДНК методом NGS (генетическая панель «Наследственные эпилепсии»), секвенирование методом Сэнгера.

**Результаты.** В первой семье: у пробанда в анамнезе приступы без утраты сознания, начавшиеся с 3-месячного возраста, в виде клоний конечностей во время пробуждения, сопровождающиеся остатковкой зрения, сглатывающими движениями, гиперсаливацией длительностью до 1 минуты с постприступной сонливостью. Психомоторное развитие ребенка в соответствие с возрастом. На электроэнцефалограмме (ЭЭГ) эпилептиформной активности не зарегистрировано. Приступы купированы приемом вальпроевой кислоты. Схожая клиническая картина наблюдалась у сибса (девочка, 6 лет), матери, двух теток по материнской линии, двоюродной сестры и деда. У всех, кроме сибса, приступы купировались в детстве самостоятельно. Сибс принимала вальпроевую кислоту до трех лет. Анализ клинической картины, родословной и течения заболевания позволил заподозрить синдром Ватанабе-Виджевано. По результатам секвенирование ДНК сибса (панель «Наследственные эпилепсии») выявлена гетерозиготная мутация во 2-й экзоне гена PRRT2 (chr16:29825015G>GC, с.649\_650dupC), приводящая к сдвигу рамки считывания, начиная с 217 кодона (p.Arg217fs, NM\_001256442.1). Данная мутация описана в гетерозиготной форме у пациентов с доброкачественной семейной младенческой эпилепсией (OMIM: 605751). По результатам анализа ДНК сибса было проведено таргетное секвенирование по методу Сэнгера 2 экзона гена PRRT2 у пробанда. Выявлена та же гетерозиготная мутация (chr16:29825015G>GC, с.649\_650dupC), приводящая к сдвигу рамки считывания, начиная с 217 кодона (p.Arg217fs), что и у сибса.

Во второй семье: у пробанда с нормальным психомоторным развитием в анамнезе приступы длительностью до 2 минут начались в 8 месяцев жизни в виде клоний правой половины лица, заведения глазных яблок вверх, тонического напряжения тела, сопровождающиеся утратой сознания, цианозом



лица, постприступной сонливостью. На ЭЭГ типичной эпилептиформной активности не обнаружено. Схожая клиническая картина наблюдалась у сибса (мальчика, 5 лет). У обоих детей приступы были купированы приемом вальпроевой кислоты. По результатам генетического анализа (панель «Наследственные эпилепсии») выявлена гетерозиготная мутация во 2-й экзоне гена PRRT2 (chr16:29825015GC>G, c.649\_650delC), приводящая к сдвигу рамки считывания, начиная с 217 кодона (p.Arg217fs, NM\_001256442.1). Мутация описана в гетерозиготной форме у пациентов с синдромом Ватанабе-Виджевано (OMIM: 605751).

**Заключение.** На основании представленных двух клинических случаев можно говорить о том, что синдром Ватанабе-Виджевано также встречается среди населения Республики Татарстан, и у этих пациентов обнаруживают мутации гена PRRT2. Оба случая доказывают доброкачественность течения данной формы эпилепсии.

## ОЦЕНКА ДИНАМИКИ КЛИНИКО-ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ОБОСТРЕНИЯМИ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМЫ И ХОБЛ В УСЛОВИЯХ ТЕРАПЕВТИЧЕСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ СТАЦИОНАРА

*Гафиятуллина Г.Р.*

*Научный руководитель – канд. мед. наук Пронина Е.Ю.*

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) и бронхиальная астма (БА) – хронические заболевания легких, широко распространенные в мире [GARD, 2016]. Развитие обострений является характерной чертой течения ХОБЛ и БА. Частое развитие обострений приводит к значительному снижению уровня жизни и ухудшает прогноз заболевания [Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, 2016; Global Strategy for Asthma Management and Prevention, 2016]. Снижение функции дыхания при обострении ХОБЛ и БА проявляется субъективным ухудшением состояния, отмечаемое больными, и объективными данными по результатам исследований.

Целью данной работы стала оценка изменений клинических проявлений и данных лабораторно-инструментальных исследований у пациентов с обострением ХОБЛ и БА во время стационарного лечения.

В задачи исследования входили оценка изменений клинической картины заболевания, проведение спирометрии для оценки функции внешнего дыхания и пульсоксиметрии для определения сатурации кислородом капиллярной крови, оценка изменений лабораторных показателей.

В исследовании приняли участие 9 пациентов с обострением ХОБЛ и 11 пациентов с обострением БА, получавших стационарное лечение в Университетской клинике Казань в отделении терапии № 3.

Среди пациентов, находящихся на стационарном лечении по поводу обострения ХОБЛ и БА, преобладают пациенты с тяжелым течением заболевания. Большая часть пациентов имеет сопутствующую патологию, самой распространенной является сердечно-сосудистая патология. Средний возраст пациентов с ХОБЛ составляет 70,3 года, пациентов с БА – 66 лет.

Подавляющее большинство пациентов имеют факторы риска неблагоприятного течения заболевания: профессиональная вредность, длительное курение, тяжесть заболевания, высокая частота обострений в анамнезе, отсутствие адекватной базисной терапии.

По данным спирометрии пациенты обеих групп имеют тяжелые вентиляционные нарушения, характеризующиеся значительным снижением ОФВ1; среднее значение ОФВ1 у пациентов с ХОБЛ составило 39 % д. в., у пациентов с БА – 57 % д. в. Низкие значения показателя соответствуют тяжести заболевания пациентов.

По данным пульсоксиметрии среднее значение сатурации кислорода в крови в обеих группах составила 96 % при поступлении и 98 % перед выпиской, что соответствует нормальным значениям.

Результаты лабораторных исследований показали, что у более половины пациентов в обеих группах при поступлении был выявлен лейкоцитоз и ускорение СОЭ.

Симптомы ХОБЛ и БА могут быть оценены с помощью унифицированных опросников САТ и АСQ соответственно [Melissa J. Benton T. et al., 2017]. Анализ результатов при поступлении и перед выпиской показал уменьшение симптомов, характеризующееся снижением средних баллов САТ и АСQ, однако 67 % пациентов с ХОБЛ и 45 % пациентов с БА не достигли полного контроля над симптомами заболевания, что требует более внимательного наблюдения этих пациентов на амбулаторном этапе и коррекции их базисной терапии.

Среди исследуемых были выявлены 3 пациента с проявлениями ХОБЛ и БА одновременно. В зарубежной литературе это состояние описывают как «АСО» – Asthma-COPD Overlap [Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, 2016].

Анализ литературы и медицинской документации показал, что терапия обострений ХОБЛ и БА в условиях стационара Университетской клиники соответствует рекомендациям Российского респираторного общества.

Параметры, оцененные при поступлении и перед выпиской пациентов из стационара, показали положительную динамику течения обострения: увеличение сатурации кислорода в крови, нормализацию лабораторных показателей, уменьшение симптомов.

## ПРИМЕНЕНИЕ ANTI-VEGF В ЛЕЧЕНИИ РЕТИНОПАТИИ НЕДОНОШЕННЫХ

*Гимадиева Л.З.*

*Научный руководитель – канд. мед. наук, врач-офтальмолог высшей категории,  
зав. офтальмологическим отделением ДРКБ Расческов А.Ю.*

**Введение.** Ретинопатия недоношенных (ROP, прежнее название – ретролентальная фиброплазия) с 1940-х годов остается одной из центральных заболеваний для офтальмологов и специалистов, занимающихся оказанием неонатальной помощи. Термин «ретролентальная фиброплазия» впервые введен в 1942 году Терри и определяется как прогрессирующее расстройство, наблюдаемое исключительно у недоношенных детей с низким весом при рождении.

В Российской Федерации ежегодно регистрируется около 100 тыс. недоношенных детей. Из этих детей по данным некоторых научных исследований примерно у 25–37 % (20–25 тыс. детей) формируется ретинопатия недоношенных (РН). Именно поэтому сохранение зрения является важной медицинской и социальной задачей [Катаргина, 2010. С. 54–63].

Создаются предпосылки для поиска альтернативных методов лечения с учетом патогенеза РН. В последнее время проводятся активные исследования в области применения анти-VEGF препаратов.

**Цель работы** – продемонстрировать превосходство интравитреальных инъекций ранибизумаба в дозе 0,2 мг по эффективности по сравнению с лазерной терапией (ЛКС) в лечении ретинопатии недоношенных на основании отсутствия активной ретинопатии недоношенных и отсутствие неблагоприятных структурных изменений в обоих глазах через 24 недели после начала исследуемой терапии.

**Материалы и методы.** В исследование вошло 6 недоношенных детей (12 глаз) РН 1–2 зона, на стадии 2–3 с «плюс болезнью» или ЗАР, от 24 до 32 недель гестации и весом от 680 до 1200 г, которые были разделены на три группы:

- 1) первая группа – 2 недоношенных младенца (4 глаза): проведена терапия ранибизумабом 0,1 мг;
- 2) вторая группа – 2 недоношенных младенца (4 глаза): проведена терапия ранибизумабом 0,2 мг;
- 3) третья группа – 2 недоношенных младенца (4 глаза): проведена ЛКС.

**Результаты.** В группе 1 и 2 у всех младенцев отмечался благоприятный анатомический исход, на 1 глазу с задней агрессивной ретинопатией (ЗАР) проведена повторная интравитреальная инъекция 0,2 мг и потребуются задняя витреэктомия. Пациенты 2-й группы имели более выраженный положительный эффект.

Через неделю после инъекций ранибизумаба отмечалось уменьшение сосудистой дилатации и извилистости сосудов сетчатки. Регрессия неоваскуляризации произошла между 1-й и 2-й неделями после инъекций. Пациенты с ЗАР-ROP в зоне I продемонстрировали положительную динамику на IVR, однако это не исключает возможного возникновения рецидива.

У всех пациентов из 3-й группы на 24-й неделе после ЛКС прогрессирование заболевания не отмечалось. В 1 глазу проведена повторная ЛКС. В зоне I ROP у детей с ЛКС наблюдались значительно более высокие темпы близорукости и высокой миопии, чем у младенцев, получавших инъекции ранибизумаба. Одному пациенту с ЗАР проведено комбинированное лечение: IVR (интравитреальные инъекции) + ЗВЭ (задняя витреэктомия) + ЛКС. У одного пациента отмечался нистагм.

**Выводы.** Инъекции ранибизумаба дают сравнимый эффект с ЛКС без обширной коагуляции сетчатки. ИВ инъекции ранибизумаба дают положительный эффект в течение РН, однако инъекции в дозе 0,2 мг дают более выраженный и стабильный эффект. В исследовании успешно применялись интравитреальные инъекции в качестве терапии первой линии. Введение IVR в качестве основного способа лечения может эффективно уменьшить «плюс болезнь», вызвать регрессию новообразованных сосудов и не вызывают серьезных зрительных или системных побочных эффектов. По сравне-

нию с лазерной коагуляцией сетчатки анти-VEGF-терапия не разрушает сетчатку и позволяет сосудам расти к периферии.

IVR показали свою эффективность, однако в некоторых случаях требуются повторные инъекции.

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ПАЦИЕНТОВ С САХАРНЫМ ДИАБЕТОМ 2 ТИПА

*Закиязнова Р.Р.*

*Научный руководитель – канд. мед. наук, ассистент кафедры  
фундаментальных основ клинической медицины КФУ Гайсина Л.Р.*

**Введение.** Диабет является многофакторным метаболическим заболеванием, при котором отмечается повышение содержания глюкозы в крови. Не смотря на то, что на сегодняшний день получены ответы на многие вопросы по причине метаболической дисфункции, все же остается один значимый вопрос: что служит основным двигателем болезни? Основная причина, с которой связывают снижение качества жизни при сахарном диабете, – это изменение образа жизни и избыточный вес. Самыми частыми факторами риска являются ожирение, наследственность, плохое питание и гиподинамия.

**Цель и задачи исследования.** Целью работы являлась оценка влияния сахарного диабета 2-го типа на качество жизни пациентов. Данная цель достигается решением следующих исследовательских задач:

- оценить физический и психический компонент здоровья у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа;
- выявить влияние количества хронических осложнений на качество жизни;
- проанализировать влияние компенсации углеводного обмена на качество жизни у пациентов с сахарным диабетом 2-го типа.

**Материалы и методы.** Методом сплошного скрининга были набраны 22 человека (6 мужчин и 16 женщин в возрасте 45–80 лет). Критерием включения являлось наличие у пациентов диагноза сахарный диабет 2-го типа любого стажа. В исследование были включены пациенты старше 18 лет. Пациентам был выдан опросник качества жизни SF-36 для самостоятельного заполнения. Взяты данные анамнеза из истории болезни по наличию или отсутствию осложнений, по уровню компенсации гликированного уровня гемоглобина, гликемии и демографические показатели.

**Результаты.** Наблюдались следующие осложнения СД диабетические полинейропатия и макроангиопатия нижних конечностей; непролиферативная ретинопатия; нефропатия; ангиопатия сетчатки. Средние уровни гликированного Hb и гликемии составили 9,5 % и 10,71 мкмоль/л соответственно. Диетотерапию получали 77 %, таблетированные сахароснижающие препараты – 50 % и инсулин – 50 %. Осложнения СД 2-го типа различной степени выявлены у 86 % больных: ангиопатия нижних конечностей – у 81 %, ретинопатия – у 59 %, полинейропатия – у 68 %, нефропатия – у 9 %.

У пациентов была сопутствующая патология: ИБС – 13 % и у 9 % больных в анамнезе острое нарушение мозгового кровообращения. При тестировании 10 из 22 (45 %) больных отметили, что развитие СД привело к снижению социальной активности, что их отдых стал неполноценным. У 13 % СД повлиял на профессиональную деятельность, 72 % испытывают ограничения в ведении домашнего хозяйства, у 31 % значительно изменились семейные взаимоотношения. В психологическом статусе больных СД-го 2 типа тревожные, депрессивные и смешанные психопатологические состояния различной степени тяжести выявлены в 18 % случаев. Результаты сравнительного анализа шкал КЖ при влиянии компенсации СД 2-го типа показали, что значения PF и VT у пациентов с низким уровнем HbA1c имеют более положительные характеристики по сравнению с пациентами, имеющими значение HbA1c более 7 %. Также можно отметить, что повседневная деятельность не ограничена физическим состоянием (RP) у пациентов с HbA1c более 7 %.

### **Выводы:**

1. Средние показатели физического и социального функционирования показали, что физический компонент здоровья составил 39.17, психический компонент здоровья – 40.92 балла, что являются удовлетворительными показателями КЖ.

2. В психологическом статусе больных СД 2-го тревожные, депрессивные и смешанные психопатологические состояния выявлены у 18 %. Нарушения психологической адаптации усугубляются по мере ухудшения качества жизни.

3. Результаты сравнительного анализа шкал КЖ при влиянии компенсации СД 2-го типа показали, что значения PF и VT у пациентов с низким уровнем HbA1c имеют более положительные характеристики по сравнению с пациентами, имеющими значение HbA1c более 7 %. Также можно отметить,

что повседневная деятельность не ограничена физическим состоянием (RP) у пациентов с HbA1c более 7 %.

4. Результаты сравнительного анализа шкал КЖ показали, что существенная разница наблюдается в аспектах качества жизни PF, RP, VT, RE у пациентов с наименьшим количеством осложнений.

## СВОЙСТВА ОКСИТОЦИНА В РАЗВИТИИ ПСИХОЛОГИЧЕСКИХ И ПОВЕДЕНЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ У ЧЕЛОВЕКА

*Зиганшина А.К.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук Ганеева Л.А.*

**Введение.** Окситоцин является гормоном, образующимся в задней доле гипофиза (нейрогипофизе). Окситоцин вызывает усиление сократительной активности миометрия, способствует повышению тонуса матки. Кроме того, окситоцин воздействует на миоэпителиальные клетки молочных желез и облегчает выделение молока молочными железами. Кроме вышеописанных функций, окситоцин также влияет на различные аспекты человеческих взаимоотношений. В частности, окситоцин влияет на формирование взаимоотношений между матерью и ребенком, формирование привязанности к своим детям, к своему муж. Также следует заметить, что высокая концентрация окситоцина у лиц мужского пола является гарантией супружеской верности. Кроме того, окситоцин вызывает чувство радости, спокойствия, блаженства и защищенности и уменьшает чувство тревоги.

Определение концентрации гормонов в крови, моче является очень важным для постановки точного диагноза и лечения многочисленных эндокринных заболеваний человека. Кроме того, определение концентрации гормонов, в частности окситоцина, имеет важное значение в психотерапии.

**Цель и задачи исследования.** Настоящая работа имеет своей целью исследование концентрации гормонов на примере окситоцина в сыворотке крови исследуемых образцов, а также анализ возможности применения окситоцина в психотерапии.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- 1) освоение радиоиммунного анализа как модели измерения концентрации гормонов;
- 2) корреляция между концентрацией окситоцина в сыворотке крови и степенью привязанности между партнерами.

**Материалы и методы.** Объектом исследования были 10 супружеских пар, двое из которых были в разводе. С помощью радиоиммунного анализа была определена концентрация окситоцина у женщин и у мужчин.

**Результаты.** Согласно литературным данным, нормальная концентрация окситоцина в сыворотке крови равна 1–5 мМЕ/л. В исследуемых образцах сыворотки крови определяемая концентрация окситоцина находится в пределах нормы. Следует отметить, что радиоиммунный анализ является наиболее эффективной методикой определения концентрации окситоцина в сыворотке крови. Бесспорные преимущества радиоиммунного анализа – это точность, высокая чувствительность и специфичность метода. Однако радиоиммунный анализ – это достаточно дорогой метод, поэтому в России его не так часто используют для диагностики гормонов, в частности окситоцина, в сыворотке крови.

Для исследования корреляции между концентрацией окситоцина в сыворотке крови и степенью привязанности мужчины к женщине был применен метод рангов Спирмена. Коэффициент корреляции 0,72, корреляционная связь прямая, сильная положительная связь, т. е. чем выше концентрация окситоцина в сыворотке крови, тем больше степень привязанности мужчины к женщине.

### **Выводы:**

- 1) метод радиоиммунного анализа, который применяется для определения концентрации гормонов в сыворотке крови, является наиболее точным и широко применяемым в лабораторно-диагностической практике;
- 2) наблюдается прямая корреляция между концентрацией окситоцина в сыворотке крови пациентов и степенью так называемой психологической привязанностью между партнерами;
- 3) применение биохимических маркеров для оценки психологических и поведенческих реакций у человека является перспективным направлением в психотерапевтической практике.

## ВЛИЯНИЕ МЕТОДА ОБЕЗБОЛИВАНИЯ НА КОГНИТИВНЫЕ ФУНКЦИИ ПАЦИЕНТОВ

*Липатова А.Г.*

*Научный руководитель – канд. мед. наук, доцент кафедры  
фундаментальных основ клинической медицины ИФМиБ Есин О.Р.*

**Введение.** В настоящее время послеоперационная когнитивная дисфункция (ПОДК) является наиболее распространенной формой церебральных осложнений и стала предметом серьезной озабоченности и бурных дебатов в неврологическом и анестезиологическом сообществах [Казанцева, 2015. С. 27–32]. Данный возможный побочный эффект анестезии является медико-социальной значимой проблемой и ассоциируется со снижением качества жизни, риском раннего ухода от рабочей силы, повышенной функциональной зависимостью, удлинением срока госпитализации и увеличением стоимости лечения [Шнайдер, 2008. С. 64–67].

**Цель** – изучить влияние общей анестезии при плановых операциях на состояние когнитивных функций у гинекологических больных в послеоперационном периоде.

**Материалы и методы.** Исследование проводилось на базе МСЧ КФУ с января по март 2018 года. Всего обследовано 33 пациентки, находящиеся на лечении в гинекологическом отделении, для проведения планового оперативного лечения под общим обезболиванием (внутривенное обезболивание провели 25 пациентам, эндотрахеальное – 8 пациентам). Средний возраст составил 40 лет. По уровню образования 45 % пациентов имели высшее образование, 55 % – средне-специальное. Все больные были предварительно ознакомлены с предстоящей процедурой обследования и письменно подтвердили согласие на участие в исследовании. Когнитивный статус пациентов оценивали до проведения операции и на 2-й день после с помощью теста прокладывания пути – Trial making test (ТМТ) части А и В и монреальской шкалы оценки когнитивных функций (MoCa-тест).

**Результаты.** Исходя из общих баллов, полученных по методике «MoCa-тест», у всех пациентов было диагностировано отсутствие признаков когнитивного снижения и их тенденция к улучшению. Анализ результатов MoCa-теста каждого пациента по баллам показал, что до операции умеренные когнитивные нарушения наблюдались у 36 % пациентов, после операции – у 3 %. До операции когнитивные нарушения не обнаружили у 64 % пациентов, после операции – 97 %. Анализ отдельных когнитивных составляющих MoCa до и после операции показал, что среди исследуемых рубрик MoCa-теста наибольшее влияние на конечное значение общего MoCa-балла оказали: память, речь, абстракция, при которых получили наименьшее количество баллов. Более высокие результаты пациенты продемонстрировали в рубриках: зрительно-конструктивные и исполнительные навыки, внимание; максимальные баллы были получены в рубриках ориентации и названия. После операции наблюдается тенденция к улучшению всех показателей MoCa-теста, хотя достоверной разницы установлено не было.

Средняя продолжительность выполнения ТМТ-теста части А и В до- и послеоперационный периоды у всех пациентов соответствует норме. После операции пациенты выполняли ТМТ-тест за меньшее количество времени, что может быть связано с предоперационным стрессом и эффектом запоминания информации. В дооперационном периоде не смогли выполнить ТМТ задание части В 30 % пациентов, в послеоперационном периоде – 18 %, что говорит о более сниженном дефиците внимания в дооперационном периоде. Статистический анализ полученных данных показал, что показатели ТМТ-А и ТМТ-В у пациентов до операции и после статистически недостоверны.

### **Выводы:**

В представленных методах исследования наблюдалась тенденция к улучшению всех показателей MoCa-теста и ТМТ-теста после оперативного лечения, что может быть связано с предоперационным стрессом и эффектом запоминания информации. Показатели MoCa-теста и ТМТ-теста на двух этапах тестирования оказались относительно однородными и не имели каких-либо достоверных отличий. Негативное влияние общей анестезии на когнитивные функции у обследованных пациентов выявлено не было.

## ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСОБЕННОСТЕЙ МОНОСИНАПТИЧЕСКОЙ РЕФЛЕКТОРНОЙ ВОЗБУДИМОСТИ У СПОРТСМЕНОВ

*Мухина В.В.*

*Научный руководитель – д-р мед. наук Якупов Р.А.*

**Актуальность проблемы.** Одним из ключевых направлений медико-биологического мониторинга является оценка функционального состояния нервной системы на различных уровнях

Особые характеристики нервной системы требуются для так называемых, циклических видов спорта (легкая атлетика, велоспорт, конькобежный спорт, гребля, плавание и т. п.).

Однако, несмотря на актуальность до настоящего времени данная тематика с применением современных электронейрофизиологических методов исследована недостаточно, в частности, не изучалась такая характеристика сегментарного аппарата как устойчивость моносинаптического Н-рефлекса в процессе нарастающей электрической стимуляции у спортсменов циклических видов спорта.

Целью работы является определение электронейрофизиологических особенностей моносинаптической рефлекторной возбудимости сегментарного аппарата спинного мозга у спортсменов циклических видов спорта.

**Материалы и методы исследования.** Всего было обследовано 42 спортсмена (все мужчины), занимающихся циклическими (академическая гребля) и ациклическими (тяжелая атлетика, пулевая стрельба, настольный теннис, фехтование, дзюдо, легкая атлетика).

Н-рефлекс камбаловидной мышцы регистрировали в положении лежа на животе. Использовали отводящие накожные биполярные электроды с межэлектродным расстоянием в 2 см. Стимуляция производилась в проекции большеберцового нерва в области подколенной ямки. Применяли электрические импульсы длительностью в 1 мс. Интенсивность импульсов тока увеличивалась в интервале от 0 примерно до 100 мА с шагом в 1 мА.

**Результаты исследования.** Проведенные исследования Н-рефлекса камбаловидной мышцы в группах спортсменов позволили установить наличие особенностей динамики нарастания и подавления моносинаптического рефлекса в процессе увеличения силы раздражающего электрического тока.

Обращает внимание наличие длительной серии Н-ответов у спортсменов циклических видов спорта в диапазоне стимулирующих токов от 8 мА до 70,5 мА. Н-рефлекс продолжает регистрироваться на фоне максимального М-ответа при высокой силе раздражающего тока.

Вместе с тем для спортсменов, представляющих ациклические виды спорта, более характерным является относительно быстрое подавление Н-рефлекса при увеличении силы раздражающего тока. Так, Н-ответы регистрируются в диапазоне стимулирующих токов от 5 мА до 35 мА и относительно быстро подавляются при увеличении силы раздражающего тока на фоне максимального М-ответа.

Установлены достоверно большие показатели латентности Н-рефлекса и М-ответа в группе спортсменов циклических видов спорта ( $p < 0,001$ ). Это может быть объяснено большими геометрическими продольными размерами спортсменов, представляющих циклические виды спорта.

Однако выявлено достоверное увеличение показателя Stimul max Н в группе спортсменов циклических видов спорта в сравнении с группой спортсменов ациклических видов спорта ( $p < 0,001$ ). Указанное отражает высокую устойчивость нейродинамических процессов на уровне сегментарного аппарата у представителей циклических видов спорта

### **Выводы:**

1. Электронейрофизиологическое исследование Н-рефлекса является информативным тестом для оценки состояния моносинаптической рефлекторной возбудимости у спортсменов циклических и ациклических видов спорта.

2. Наиболее информативным показателем, дифференцирующим представителей циклических и ациклических видов спорта, является максимальная величина стимулирующего тока, при котором продолжает регистрироваться Н-рефлекс.

3. Выявленной особенностью функционального состояния сегментарного аппарата спинного мозга у представителей циклических видов спорта является его высокая нейродинамическая устойчивость, которая проявляется в процессе тестирования высокими значениями стимулирующего тока и характеризуется меньшей утомляемостью в процессе выполнения специфических циклических движений.

## АКТУАЛЬНОСТЬ ВИТРЕКТОМИИ В ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ РЕТИНОПАТИИ НЕДОНОШЕННЫХ ДЕТЕЙ

*Петрова Е.Ю.*

*Научный руководитель – канд. мед. наук,  
зав. офтальмологическим отделением ДРКБ, клиника «Расческов»,  
врач-офтальмолог высшей категории, офтальмохирург Расческов А.Ю.*

**Введение.** Ретинопатия недоношенных – тяжелое вазопрлиферативное заболевание, поздняя выявляемость которого приводит к потере зрения и ранней инвалидизации [Катаргина, 2003. С. 1].

Частота встречаемости составляет от 6,9 до 37,4 % среди детей группы риска. В 22 % случаев заболевание прогрессирует до пороговой стадии [Хватова, 2009. С. 1]. Ряд авторов указывают на ведущую роль сосудистых нарушений, а именно выявляют зависимость частоты экстраретинальной неоваскуляризации от увеличения диаметра сосудов сетчатки [Сдобникова, 2005. С. 15]. Патология глаза, а не возраст пациента должны определять, когда выполнить операцию. Операция должна быть произведена скорее после отслойки сетчатки для хорошего функционального результата. Не так давно были предложены оптимальные сроки витректомии при 5-й стадии РН, в связи с чем патологию поделили на 3 группы:

– 1-я группа – РН 5-я стадия, активная фаза, в виде раскрытой воронки, когда показано и возможно проведение экстренной одноэтапной левсвитректомии с удалением ЗГМ;

– 2-я группа – РН 5-я стадия, активная фаза, молниеносное течение, в виде полностью закрытой воронки с преобладанием экссудативной и геморрагической реакции. Оперативное лечение нецелесообразно и возможно лишь при наличии вторичных осложнений (деформация ПК, дистрофия роговицы, глазная гипертензия);

– 3-я группа – РН 5-я стадия, начальная рубцовая стадия. Показано проведение левсвитршвартэктомии [Доскаленко, 2005. С. 74].

**Цель** – анализ вариантов, показаний, сроков и исходов хирургического лечения ретинопатии недоношенных детей.

**Методы и материалы.** Под наблюдением врачей ДРКБ с марта 2018 по апрель 2018 года находились пациенты с факторами риска развития ретинопатии численностью 13 новорожденных (26 глаз), среди которых трое с 4А стадией и развитием ЗАРП, данным младенцам провели витректомию. Обследование пациента включало: сбор анамнеза, клинический осмотр, осмотр глазного дна с помощью RetCam3, витректомия, диспансерное наблюдение и осмотр глазного дна в динамике.

**Результаты.** Мы проанализировали анамнез 13 новорожденных (26 глаз) с группой риска развития РН. Троем (6 глаз) с 4а стадией ЗАРП из исследуемой группы была проведена витректомия в офтальмологическом отделении ДРКБ города Казани, установили диспансерное наблюдение с 02.11.2017 по 05.04.2018. У двоих (4 глаза) из исследуемой группы наблюдалось анатомическое прилегание сетчатки, что говорит о благоприятном исходе оперативного вмешательства; и у одного развилось осложнение – разрыв сетчатки.

**Выводы.** В результате изменения критериев выхаживания недоношенных новорожденных с 2012 года, повышает риск развития ретинопатии на 33,9 % [Сидоренко, 2009. С. 13]. Таким образом, допороговые стадии ретинопатии лечат консервативными методами: ретиналамин, гистохром, дексаметазон. Пороговые стадии с наличием «плюс болезни» – поэтапно: ретиналамин и гистохром, а затем приступают к ЛКС. ЗАРП – ретиналамин и гистохром, а затем приступают к ЛКС и Анти-VEGF технологии. В 4б – 5-й стадии в активную фазу – заднюю витректомию в комбинации с Анти-VEGF. В рубцовую фазу используют ретиналамин и кортексин. Неблагоприятные функциональные исходы развиваются не только вследствие отрицательного результата хирургического лечения, но и позднего срока его завершения (старше полутора лет) и большого процента, до 42,7 %, тяжелых форм органического поражения ЦНС [Терещенко, 2004. С. 27]. Витректомию в медицинской практике применяют только в рубцовую фазу развития ретинопатии, а левсберегающую витректомию – в активную фазу. Однако для витректомии характерны высокий риск развития осложнений и низкие функциональные результаты [Доскаленко, 2000. С. 65]. Исходя из вышеизложенного, неонатальный скрининг новорожденных с группами риска и мониторинг ретинопатии с улучшением параметров выхаживания и своевременной ЛКС является залогом эффективного ведения ретинопатии недоношенных в настоящее время.

## АКТУАЛЬНОСТЬ ЛАЗЕРНОЙ И КРИОХИРУРГИИ В ЛЕЧЕНИИ РЕТИНОПАТИИ

*Сафин Д.И.*

*Научный руководитель – канд. мед. наук, зав. офтальмологическим отделением ДРКБ, клиника «Расческов», врач-офтальмолог высшей категории, офтальмохирург Расческов А.Ю.*

В настоящий момент изменились критерии выхаживания новорожденных, в связи с чем увеличился процент новорожденных, входящих в группу риска по развитию ретинопатии. Ретинопатия – это вазопролиферативное заболевание сетчатки, которое впоследствии может привести к потере зрительной функции. Однако современная медицина развила множество хирургических методов лечения данной патологии, такие как лазерная абляция сетчатки, криопексия, интравитреальное введение анти-VEGF препаратов, витрэктомия и др.

**Цель** – сравнение эффективности хирургического лечения РН с помощью лазерной абляции сетчатки и криоаппликации.

**Задачи:**

1. Оценить актуальность и эффективность лазерной абляции сетчатки среди других хирургических методов лечения РН активной фазы.
2. Сравнить эффективность различных методов лазерной абляции.

**Материалы и методы.** Исследование производилось на базе офтальмологического отделения ДРКБ города Казани. Объектами исследований являлись 12 недоношенных детей группы риска, всего 24 глаза. Среди исследуемых двоим (4 глаза) была произведена лазерная абляция сетчатки, за которыми было установлено диспансерное наблюдение в послеоперационном периоде.

Пациент М. 30 недель гестационного возраста, весом менее 1500 г, получал оксигенотерапию в течение 2 суток смесью кислорода 40 %. Выставлен диагноз: РН активная фаза, зона 1, стадия 3, плюс болезнь (TYPE1). Проведена лазерная абляция сетчатки. Производилось диспансерное наблюдение в течение 3 месяцев. Результат: анатомическое прилегание сетчатки, благоприятный исход заболевания.

Пациент У. 32 недели гестационного возраста, весом 2000 г, также получал оксигенотерапию по тем же параметрам, которые указаны у пациента М. Выставлен диагноз: РН активная фаза, зона 2, стадия 3, плюс болезнь (TYPE1). Проведена лазерная абляция сетчатки. Результат: анатомическое прилегание сетчатки, благоприятный исход заболевания.

**Результаты:** произведено исследование 12 недоношенных детей группы риска, всего 24 глаза. Среди исследуемых двоим (4 глаза) была произведена лазерная абляция сетчатки, за которыми было установлено диспансерное наблюдение в послеоперационном периоде. По истечению 3 месяцев у наблюдаемых было отмечено анатомическое прилегание сетчатки, что говорит о благоприятном исходе оперативного вмешательства и эффективности лазерной абляции сетчатки.

**Выводы:**

1. Таким образом, лазерная абляция сетчатки в 60 % случаев препятствует переходу в терминальные стадии РН, а также является единственно признанным на данное время. Стоит отметить, что данная операция выполняется только на «пороговых» стадиях РН. Однако необходимо помнить о том, что данный метод неэффективен при 4б – 5 стадиях, задней агрессивной форме РН.
2. В условиях ДРКБ города Казани криоаппликация сетчатки не производится ввиду большого риска развития осложнений. На данный момент общепризнанной методикой лечения РН является лазерная коагуляция сетчатки, так как она дает меньший риск осложнений, сокращение сроков реабилитационного периода и диспансерного наблюдения.

## ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОФЛОРЫ КИШЕЧНИКА ПРИ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ЖКТ

*Фасхутдинова Д.С.*

*Научный руководитель – канд. мед. наук, доцент кафедры фундаментальных основ клинической медицины Абдулхаков С.Р.*

**Введение.** Воспалительные заболевания кишечника (ВЗК) – рецидивирующие заболевания, которые сопровождаются хроническим воспалением различных отделов ЖКТ с диареей и болью в животе. Термин ВЗК объединяет в себе язвенный колит (ЯК) и болезнь Крона (БК) [Cummings, 2003. P. 9–20].



Этиология ВЗК до сих пор неизвестна, но в их возникновении важнейшую роль играет наследственность, которая реализуется в сочетании со стрессом, погрешностями в питании, кишечными инфекциями, иммунологическими нарушениями [Bazzocchi, 2002. P. 48].

**Цель** – оценить количественный и качественный состав микробиоты кишечника у пациентов с ЯК и БК.

**Методы и материалы.** Образцы были получены от 94 пациентов с ВЗК, в том числе 77 с ЯК, 17 с БК, наблюдавшихся в РКБ № 1 МЗ РТ. Контрольная группа – 96 здоровых добровольца. Методика сбора – осуществлялся сбор порции содержимого кишечника примерным объемом 500 мг. Индивидуальные пластиковые контейнеры с образцами кишечного содержимого подвергались заморозке и хранились при  $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$  до последующей обработки. Проводилось секвенирование кишечной микробиоты на платформе SOLiD 5500 W (Life Technologies, Foster City, CA, USA).

**Результаты.** Состав микробиоты кишечника у больных ЯК и БК отличается от здоровых людей снижением количества доминирующих представителей нормальной микрофлоры. По сравнению с контрольной группой у пациентов с ЯК и БК происходит увеличение бактерий, участвующих в биосинтезе витаминов [*Bacteroides* spp. (*B. thetaiotaomicron*, *B. vulgatus*), *Bifidobacterium* spp. (*B. longum*)]. Кроме того, у пациентов с ЯК и БК наблюдается снижение бактерий, продуцирующих бутират, по сравнению с контрольной группой. При определении уровней масляной кислоты в образцах стула с помощью GLC, мы подтвердили ее абсолютное снижение: средний уровень масляной кислоты у пациентов с ЯК и БК был ниже ( $0,93 \pm 0,83$ ) мг/г по сравнению с контрольной группой ( $1,75 \pm 0,85$ ) мг/г. Представление пропионат-продуцирующих бактерий было выше у пациентов с БК, чем у пациентов с ЯК и контрольной группой.

**Выводы.** У пациентов с ВЗК наблюдается высокий уровень *Bacteroides*, *Enterobacteriaceae*, включая *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae* и *Proteus mirabilis*, что указывает на их провокационную роль в развитии воспалительных процессов в кишечнике. Пациенты с гормональной резистентностью и без гормональной резистентности значительно различались по 19 родам бактерий:

а) у пациентов с гормональной резистентностью преобладали *Veillonella* и *Bacteroides*, снижено количество *Subdoligranulum*, *Eubacterium*, *Faecalibacterium*, *Roseburia* по сравнению с пациентами без гормональной резистентности;

б) *Dorea*, *Coprococcus*, *Ruminococcus* не были обнаружены у пациентов с гормональной резистентностью;

в) количество *Subdoligranulum*, *Faecalibacterium* было снижено у пациентов с гормональной зависимостью по сравнению с пациентами без гормональной зависимости.

Было выявлено, что у пациентов с ЯК и БК происходит увеличение бактерий, участвующих в биосинтезе витаминов, снижение бактерий, продуцирующих бутират и утилизирующих водород, по сравнению с контрольной группой.

**Секция «МЕДИЦИНСКАЯ БИОХИМИЯ, МЕДИЦИНСКАЯ БИОФИЗИКА»****МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНАЯ АНГИОГРАФИЯ*****Авдеева П.И.****Научный руководитель – канд. мед. наук, врач-рентгенолог высшей категории,  
зав. отделением МРТ МСЧ КФУ Чувашаев И.Р.*

Проблема сосудистых заболеваний имеет исключительную медико-социальную значимость, которая определяется их значительной долей в структуре заболеваемости и смертности населения, высокими показателями временных трудовых потерь и первичной инвалидности во всем мире. Целью данной работы являлось определение места метода магнитно-резонансной ангиографии (МРА) в диагностическом алгоритме и сравнение его с другими методиками диагностики сосудов.

В ходе работы был проведен анализ и сравнение методов ангиографии, таких как Ро-ангиография, КТ-ангиография, флуоресцентная ангиография, УЗИ сосудов, МРА. Исследование проводилось на базе МСЧ КФУ РКБ № 2 отделения МРТ. Использовались такие методики, как бесконтрастная времяпролетная МРА (TOF), бесконтрастная фазово-контрастная МРА (FC), МРА с контрастным усилением (КУ). Все полученные данные сравнивались с методиками КТА и субтракционной дигитальной ангиографией. Дополнительно были рассмотрены клинические случаи по выявлению инсультов, аневризм, тромбозов, артерио-венозной мальформации, стенозов (в частности, болезни мойя-мойя), атеросклерозов методами МРА и КТА. Разрешение и качество полученных изображений сосудов при современной МРА с КУ сопоставимо с разрешением современной КТА. Однако значительным преимуществом МРА является возможность проведения бесконтрастных МР-исследований, что снижает лучевую нагрузку на пациента, предоставляя возможность проведения исследования ряду пациентов с противопоказаниями к КТ, при скрининг-исследованиях и динамическом контроле сосудов головного мозга. Также снижен риск нежелательных явлений при МРА с КУ в связи со значительно меньшим объемом вводимого контрастного вещества (до 20 мл), меньшей вероятностью аллергических реакций на МР-контрастное вещество, связанное с более редким химическим элементом в его составе в сравнении с йод-содержащими контрастами.

МРА является современным, высокоинформативным и безопасным методом диагностики патологии сосудов. Наиболее широкое применение МРА нашло в исследовании сосудов головного мозга и сосудов шеи в связи с несложностью проведения, относительной быстротой выполнения (от 3 до 15 мин при бесконтрастной МРА и 1 мин при МРА с КУ) и отсутствием лучевой нагрузки. Информативность полученных данных современной МРА в настоящее время не уступает КТА, а значительное уменьшение риска осложнений и лучевой нагрузки делает МРА методом выбора в диагностической практике. Качество изображения МРА, как и при КТА, зависят от неподвижности пациента во время проведения исследования и методической правильности выполнения исследования. Правильная интерпретация полученных данных зависит от знания особенностей кровоснабжения исследуемой анатомической области, знания результатов исследований пациента, полученных другими методами лучевой диагностики и особенностей заболевания конкретного пациента. Менее широкое применение метода МРА на данный момент связано с его более поздним развитием по сравнению с субтракционной дигитальной ангиографией и КТА, меньшим количеством современных МР-томографов в комплектации с продвинутым ангиографическим ПО (из-за меньших финансовых возможностей ЛПУ в приобретении передового оборудования и привлечения специалистов нужной квалификации), более сложными физическими принципами построения изображения в основе метода МРА, знание которых необходимо для получения изображения оптимального качества. Однако метод МРА продолжает развиваться как по пути преодоления артефактов потока и артефактов изображения, так и по пути создания новых методик МРА. С учетом динамики развития МРА и опыта применения МРТ с большой долей вероятности можно предсказать значительное снижение доли Родиагностических методов в общем объеме ангиографических исследований.

## ПОЛИСОМНОГРАФИЯ КАК МЕТОД ДИАГНОСТИКИ РИСКА ВНЕЗАПНОЙ СЕРДЕЧНОЙ СМЕРТИ

*Авдонина О.А.*

*Научный руководитель – канд. мед. наук, доцент кафедры ФОКМ Абдрахманова А.И.*

**Цель работы** – определение диагностической ценности метода полисомнографии (ПСГ) для пациентов с заболеваниями сердечно-сосудистой системы.

**Материалы и методы.** Проведен ретроспективный анализ данных ПСГ исследований, выполненных в МСЧ КФУ в период с ноября 2012 года по март 2018 года. Исследование проводилось в течение 9 часов на полисомнографе фирмы Philips модели Alice 4 Respironics. В выборочную совокупность вошли 123 пациента: 85 мужчин (69.1 %), 38 женщин (30.9 %). Пациенты были разделены на 4 группы в зависимости от наличия сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) и выявленного в результате исследования синдрома обструктивного апноэ/гипопноэ сна (СОАГС).

I группу составили 28 пациентов, имеющих ССЗ, но без нарушений по типу апноэ/гипопноэ. II группу – 16 пациентов без ССЗ, но с выявленным СОАГС различной степени. У 62 пациентов с ССЗ был выявлен СОАГС – они составили III группу. В IV группу вошли 17 относительно здоровых пациентов без ССЗ и СОАГС. В ходе анализа был определен риск развития ССЗ у пациентов с СОАГС, не страдающих данным синдромом; было изучено влияние общих факторов риска (возраст и индекс массы тела (ИМТ)) СОАГС и ССЗ на сочетанную встречаемость этих двух состояний; была определена вероятность наличия СОАГС у больных ССЗ с повышенной дневной сонливостью.

Результаты. ССЗ в группе пациентов с СОАГС отмечалось в 62 случаях (79.5 %), а без СОАГС – в 28 случаях (62.2 %) ( $p < 0.05$ ). Риск развития ССЗ при наличии СОАГС в 2.4 раза выше, чем у пациентов без СОАГС (95 % ДИ: 1.0–5.3). Медиана значений ИМТ в I группе составила 29.0 (ИКР 27.3–32.5), во II и III группах – 32.2 (ИКР 30.2–37.1) и 33.6 (ИКР 30.6–38.9) соответственно, а в IV группе имела наименьшее значение – 26.1 (ИКР 22.6–30.2) ( $p = 0.000$ ). Парные сравнения групп позволили установить статистически значимые различия ИМТ: между I и II ( $p = 0.045$ ); III и IV ( $p = 0.000$ ); I и III ( $p = 0.002$ ); II и IV ( $p = 0.009$ ) парами групп. Между показателями остальных пар групп различия были незначительными ( $p > 0.05$ ). Проанализированы различия в значениях возраста и баллов по шкале дневной сонливости Эпворта (ШСЭ) между группами. Медиана значений возраста в I группе составила 48.5 (ИКР 42.0–57.0), во II и III группах – 49.0 (ИКР 43.3–58.0) и 53.6 (ИКР 47.0–61.3) соответственно, а в IV группе снова имела наименьшее значение – 37.0 (ИКР 26.9–47.7) ( $p = 0.000$ ). Парные сравнения групп позволили установить статистически значимые различия в возрасте пациентов: в I и IV ( $p = 0.002$ ); в III и IV ( $p = 0.000$ ); во II и IV ( $p = 0.011$ ) парах групп. Медиана значений оценки по ШСЭ в I группе составила 6.5 (ИКР 5.0–10.5), во II и III группах – 8.5 (ИКР 3.8–11.8) и 11.0 (ИКР 7.0–14.3) соответственно, а в IV группе имела наименьшее значение – 8.0 (ИКР 4.5–10.0) ( $p = 0.025$ ). Статистически значимы различия значений по ШСЭ были выявлены между III и IV ( $p = 0.038$ ), а также I и III парами групп ( $p = 0.01$ ).

Выявлена достоверная ( $p < 0.05$ ) зависимость между наличием СОАГС и ССЗ, и установлено, что риск развития ССЗ у пациентов с СОАГС выше в 2.4 раза по сравнению с людьми без нарушений дыхания по типу ночных апноэ/гипопноэ. В ходе изучения влияния общих факторов риска развития ССЗ и СОАГС были обнаружены достоверно ( $p < 0.046$ ) более высокие значения ИМТ у групп пациентов с СОАГС, а также значимое ( $p < 0.01$ ) повышение возраста пациентов внутри всех групп с той или иной патологией по сравнению с группой относительно здоровых пациентов. Первый результат подтверждает данные литературы, в которых показано, что высокий ( $>30$ ) ИМТ является фактором риска развития СОАГС. Второй результат указывает, что, как для СОАГС, так и для ССЗ, возраст старше 48 лет является фактором риска развития данных заболеваний. Достоверного различия значений данных параметров для групп с совместным течением СОАГС и ССЗ по сравнению с группами, где данные заболевания встречаются по-отдельности, выявлено не было. Итогом определения зависимости между значениями по ШСЭ у пациентов с ССЗ была достоверная корреляция наличия СОАГС у пациентов с ССЗ, имеющих оценку по ШСЭ выше 11 баллов.

**Вывод.** Таким образом, можно порекомендовать проведение оценки сонливости по ШСЭ как скринингового метода выявления СОАГС у пациентов с ССЗ, особенно с резистентными к лечению формами. Для постановки диагноза СОАГС необходимо проведение ПСГ исследования.

## ДИАГНОСТИКА ИНФЕКЦИЙ, ПЕРЕДАЮЩИХСЯ ПОЛОВЫМ ПУТЕМ

**Бурумбаева А.Д.**

*Научный руководитель – преподаватель кафедры ФОКМ ИФМиБ КФУ,  
биолог КДЛ № 1 МСЧ КФУ Закиров М.М.*

Проблема диагностики инфекций, передаваемых половым путем, вызванных различными возбудителями, весьма актуальна. В данной проблеме лабораторная служба играет ключевую роль. Используемые методы диагностики многочисленны, но имеют различную чувствительность и специфичность, их диагностическая значимость неоднозначна [Анисимова, 2017. С. 22–23].

Целью данной работы являлись освоение и сравнение методик диагностики хламидийной инфекции. Исследование проводилось на базе МСЧ КФУ. В экспериментах использовали венозную кровь и соскобы эпителиальных клеток 6 пациентов. Выявление видоспецифических иммуноглобулинов класса А, М, G к *C. trachomatis* в крови человека методом иммуноферментного анализа проводили с помощью наборов реагентов ХламиБест *C. trachomatis*- IgA, М, G. Результаты ИФА регистрировали с помощью спектрофотометра Tecan Sunrise. Для обработки данных использовали программное обеспечение Magellan. Выявление бактериальных антигенов *C. trachomatis* методом прямой иммунофлуоресценции проводили с помощью набора реагентов ХламиСкан®. Препараты исследовали при помощи люминесцентного микроскопа люмам –Р8. Выделение ДНК из соскобов эпителиальных клеток проводили с помощью набора реагентов РеалБест ДНК-экспресс. Для выявления ДНК *C. trachomatis* методом ПЦР использовали набор реагентов РеалБест ДНК *C. trachomatis* и амплификатор с гибридизационно-флуоресцентной детекцией продуктов ПЦР в режиме реального времени CFX96 Real-time System (Био-Рад, США). Для учета результатов использовали программу GP реалБест. Диагностика.

Согласно РИФ, ИФА и ПЦР анализам, у пациента № 2 присутствуют только IgG к *C. trachomatis*, что может говорить о прошедшей хламидийной инфекции. Отрицательные результаты по 3 методам у пациентов № 1, № 5 могут свидетельствовать об отсутствии хламидиоза. Положительные результаты анализов ПЦР, РИФ и ИФА (IgM) пациента № 3 могут указывать на острую стадию хламидиоза (заражение – одну-две недели назад). IgM является маркером острой стадии инфекции. Обнаруженные антигены, ДНК *C. trachomatis* и положительные IgA у пациента № 6 могут являться признаками активной инфекции (острой начальной формы или рецидива хронической болезни). Исследуемый образец № 4 является сомнительным по ИФА, но положительным по ПЦР и РИФ. Следовательно, острая стадия хламидиоза или рецидив хронической болезни подтверждены ПЦР и РИФ.

Исследуемые образцы № 2 и № 6, согласно иммуноферментному анализу, являются положительными, т. е. содержат антитела класса G и A к *C. trachomatis*, соответственно, так как значение их КП  $\geq 1.1$ . Коэффициент позитивности исследуемых образцов № 3 и № 6, согласно учету результатов реакции, 5.624 и 2.172 соответственно. Исследуемый образец № 3 является положительным, т. е. содержит антитела класса M к *C. trachomatis*, так как значение ОП обр  $\geq 0.307$ . Оптическая плотность исследуемого образца № 3, согласно учету результатов реакции, составляет 0.988. Исследуемый образец № 4 является сомнительным, так как соответствующая ему ОП 0.191 находится в пределах «серой зоны» и КП 0.913 в интервале от 0.9 до 1.1. Исследуемые препараты № 3, № 4 и № 6 являются положительными, так как содержат клетки эпителия и ярко-зеленые флуоресцирующие элементарные тельца в количестве 20, 15 и 18 соответственно. При использовании ПЦР в качественном формате ДНК *C. trachomatis* была обнаружена в исследуемых образцах № 3, № 4, № 6.

Прямой вариант РИФ целесообразно применять для диагностики в группах высокого риска по ИППП. В отличие от РИФ метод ИФА используется для скрининговых исследований, так как в этом случае возможна объективная и приборная регистрация результатов анализа. По сравнению с иммунологическими тестами ПЦР-диагностика обладает высокой специфичностью, которая обусловлена лишь нуклеотидной последовательностью и высокой чувствительностью.

Таким образом, освоив и сравнив различные методы диагностики хламидиоза, мы убедились в том, что необходима комплексная лабораторная диагностика инфекций, которая позволяет определить стадию заболевания, выявить возбудителя инфекции, обосновать необходимость антибактериальной терапии.

## АКТУАЛЬНОСТЬ ЛАБОРАТОРНОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРИ ОКАЗАНИИ НЕОТЛОЖНОЙ ПОМОЩИ НА ПРИМЕРЕ ОСТРОГО КОРОНАРНОГО СИНДРОМА, ОСТРОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ МОЗГОВОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ И ПНЕВМОНИЙ

*Гарифуллина Р.Л.*

*Научный руководитель – заместитель главного врача по лечебной диагностике  
МСЧ КФУ Сидорова И.В.*

Использование единых алгоритмов неотложной клинико-лабораторной диагностики и определение эффективных маркеров внебольничной пневмонии, острого коронарного синдрома и острой недостаточности мозгового кровообращения позволяет поставить диагноз в кратчайшие сроки, контролировать эффективность лечения и прогноз заболевания, а также значительно снизить процент инвалидизации и смертности населения.

Целью настоящей работы являлось определение наиболее значимых лабораторных маркеров неотложного состояния при ОКС, ОНМК и пневмониях.

На базе Медико-санитарной части ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» были отобраны группы по 5 пациентов с пневмонией, ОКС и ОНМК. Изучены их истории болезни с использованием программы «Медицинская информационная система» и лабораторные данные с использованием программы «Лабораторная информационная система». Далее систематизированы и проанализированы данные лабораторных исследований, проведена статистическая обработка.

У 80 % пациентов с пневмонией был повышен СРБ, у 40 % – фибриноген, также у 80 % была повышена СОЭ. Увеличено количество нейтрофилов у 40 % пациентов и моноцитов у 60 % населения. Для ОКС характерно обнаружение миоглобина у 60 % пациентов, тропонинов – у 20 %. При ОНМК специфические маркеры не обнаружены. Повышение АЧТВ не характерно ни для одного пациента, так как прямые антикоагулянты не вводились.

Подводя итог, можно отметить, что наиболее информативными маркерами воспаления при пневмонии оказались СРБ и фибриноген. Определение СОЭ, количества нейтрофилов и моноцитов позволяет оценить давность патологического процесса.

Наиболее специфичным исследованием при диагностике ОКС являлось определение высокочувствительного тропонина I. Также высокой специфичностью обладает тройной тест, включающий качественное определение миоглобина, КФК-МВ и тропонинов.

Диагностически значимых лабораторных тестов при ОНМК не существует. Стандартный набор только лишь позволяет оценить общее состояние систем организма. Однако во всех случаях для контроля приема прямых антикоагулянтов должно определяться АЧТВ.

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИАГНОСТИКЕ ОСТЕОПОРОЗА

*Головахина А.В.*

*Научный руководитель – канд. мед. наук,  
зав. отделением лучевой диагностики МСЧ КФУ Курочкин С.В.*

**Цель работы** – показать базовые возможности метода денситометрии и новейшие современные опции в программном обеспечении прибора, разрешающие повысить чувствительность метода в оценке риска переломов костей и аргументировать целесообразность их применения; выявить зависимость 10-летней вероятности развития перелома от длительности менопаузы.

Исследования проводились на остеоденситометре STRATOS с программой dR – это рентгеновский костный денситометр, использующий технологию двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии на базе МСЧ КФУ, в период с марта 2017 по декабрь 2017 года. Было выполнено 350 денситометрических исследования. Из них мужчин было 30, женщин – 320. Средний возраст пациентов составил  $62,4 \pm 9,5$  лет. Исследование проводилось на различных областях: спина, бедро, предплечье.

Модель FRAX рассчитывает для пациентов 10-летний риск, вероятность, ОП переломов проксимального отдела бедренной кости. Перед началом исследования каждый пациент отвечает на вопросы анкеты, которые вносятся в базу. Дальнейшая тактика лечения пациентов определяется на основании графика порога вмешательства и 10-летнего абсолютного риска переломов с учетом проведенного исследования.

По результатам денситометрии проксимального отдела бедра в 48.43 % случаев выявлена остеопения, а в 7.98 % – остеопороз. Для женщин в возрастной категории от 31 до 89 данные показатели составляют: остеопения – 50.16 %, остеопороз – 8.41 %. Для мужчин: остеопения – 30 %, остеопороз – 3,33 %.

Оценка 10-летнего риска ОП переломов по методике FRAX установила, что средний риск основных остеопоротических переломов бедра составляет  $8.81 \pm 2.63$  %. Согласно международным стандартам пациенты с риском перелома бедра более 3 % относятся к группе риска и нуждаются в назначении терапии.

В ходе анализа полученного материала была выявлена положительная корреляция между риском ОП переломов, рассчитанных инструментом FRAX, и длительностью менопаузы у женщин ( $r = 0.95$ ). Также была выявлена умеренная положительная корреляция между частотой выявления остеопороза и длительностью менопаузы ( $r = 0.7$ ).

**Выводы:** денситометрия позволяет выявить уменьшение минеральной плотности кости и на основании этих данных возможно безошибочно поставить диагноз. Современные аппараты оснащены особыми пакетами данных, которые позволяют исследовать широкие области интереса, что позволяет расширить области применения денситометрии в клинической практике врачей.

Была выявлена умеренная положительная корреляция между частотой выявления остеопороза и длительностью менопаузы, что позволяет сделать вывод, что с увеличением продолжительности менопаузы повышается риск остеопоротических переломов.

Благодаря введению метода FRAX в обыденную практику врачи могут оценить риск остеопоротических переломов на основании интегральной оценки клинических факторов риска. Это позволит предотвращать переломы, а не лечить их у пациентов с высоким фактором риска развития остеопороза.

## ГЛОБАЛЬНЫЕ И ТОЧЕЧНЫЕ ТЕСТЫ СИСТЕМЫ ГЕМОСТАЗА

*Кашанова А.Н.*

*Научный руководитель – врач КЛД, зав. КДЛ № 2 МСЧ КФУ Ибрагимова А.А.*

Патологии связанные с нарушением работы системы гемостаза, встречаются достаточно часто. Болезнь Виллебранда в некоторых популяциях встречается с частотой до 1 %. Гемофилия А встречается, по разным данным, с частотой от 3 до 20 случаев на 100 000 мужского населения, примерно в половине случаев диагностируется тяжелая форма заболевания.

При ведении пациентов с подозрением на нарушения системы гемостаза важны результаты лабораторных исследований. Ведь именно лабораторная диагностика помогает точно установить диагноз, а также назначить лечение и проводить мониторинг терапии.

Существуют точечные и глобальные тесты. Точечные тесты направлены на определение отдельных факторов, участвующих в гемостазе. Глобальные тесты определяют состояние каскада в целом.

Целью работы было исследование глобальных и точечных тестов системы гемостаза.

Исследование МНО, протромбинового времени, процента протромбина по Квику, фибриногена, АЧТВ проводили на автоматическом коагулометре ACL TOP. Исследование тромбодинамики проводили на приборе Thrombodynamics Analyser.

Точечные тесты системы гемостаза являются необходимым минимумом для определения патологии. Однако эти тесты имеют свои ограничения, которые уменьшаются при совместном определении значений этих тестов. Тест тромбодинамики является более точным методом для определения наличия патологии.

## ДИАГНОСТИКА TORCH-ИНФЕКЦИЙ У БЕРЕМЕННЫХ

*Кириллова Д.А.*

*Научный руководитель – преподаватель кафедры ФОКМ ИФМиБ КФУ,  
биолог КДЛ № 1 МСЧ КФУ Закиров М.М.*

Особое место среди инфекционных заболеваний человека занимают так называемые TORCH-инфекции. Особенности их заключаются в широкой распространенности и отсутствии, как правило,

четко выраженной клинической картины. При первичном инфицировании и реактивации латентной инфекции во время беременности может происходить внутриутробное заражение, приводящее к мертворождению и формированию пороков развития плода. В связи с этим важна роль своевременной лабораторной диагностики TORCH-инфекции у беременных женщин или планирующих беременность.

Целью нашей работы являлось диагностика TORCH-инфекции на примере токсоплазмоза и сравнение различными методиками (ПЦР и ИФА). Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1. Обнаружить IgM к *Toxoplasmosis* методом ИФА;
2. Обнаружить IgG к *Toxoplasmosis* методом ИФА;
3. Подтвердить или опровергнуть наличие ДНК возбудителя у положительных пациентов методом ПЦР.

Схема эксперимента предполагала использование набора реагентов для иммуноферментного выявления класса М и G к *Toxoplasma gondii*, сыворотку беременных первого триместра женщин. Действовали по протоколу. На спектрофотометре вертикального сканирования определили оптическую плотность исследуемых образцов.

**IgM:**  $OP_{\text{крит.}} = OP_{\text{сред.}} K^- + 0.3 = 0.44$  Результат анализа считается положительным, если  $OP_{\text{обр.}} \geq OP_{\text{крит}}$

**IgG:** Построили в линейных координатах калибровочный график зависимости ОП от заданной концентрации *Toxo-IgG* в калибровочных растворах (МЕ/мл) и определили концентрации исследуемых образцов.

При выявлении Ig класса М к *Toxoplasma gondii* методом ИФА в сыворотке крови пациентки К. под номером 33 обнаружен комплекс антиген-антитело. Это предполагает, но не доказывает свежее инфицирование, поскольку *Toxo-IgM* могут персистировать в крови от 3 месяцев до 1–1.5 лет. Пациентка И. под номером 50 имеет отрицательный результат и относится к группе риска по инфицированию *Toxoplasma gondii* во время беременности и каждые 1–2 месяца должна обследоваться на токсоплазмоз. Пациентка Р. под номером 2, пациентка П. под номером 17, пациентка О. под номером 30, пациентка О. под номером 31 и пациентка 35 имеют положительный результат с концентрацией более 200 МЕ/мл. Необходимо диспансерное наблюдение и показана консультация врача-инфекциониста. Методом ПЦР у пациентки К. под номером 33 ДНК возбудителя обнаружена, что доказывает наличие инфекции. Методом ПЦР у пациенток 2, 17, 30, 31, 35 ДНК возбудителя не обнаружена.

Современная клиническая медицина знает много способов выявления патогенных инвазий, каждый из которых имеет свою спецификацию, степень эффективности. Выбор вида диагностики зависит от определенных условий и целей исследования. При достаточном многообразии способов диагностики TORCH-инфекций наиболее точной является лабораторная диагностика методом иммуноферментного анализа (ИФА) – определение антител в крови. Анализ крови на антитела должен показать два основных момента: была ли встреча с инфекцией; если была, то когда. Другой современный метод полимеразной цепной реакции (ПЦР) позволяет определить наличие или отсутствие в организме ДНК возбудителя инфекции. Помимо этого, данный метод позволяет однозначно идентифицировать тип возбудителя. Точность результатов, полученных методом ПЦР, достигает 95 %. Стоит заметить, что таким способом можно выявить даже очень незначительное количество возбудителя. Однако сверхвысокая чувствительность метода является препятствием к точному количественному определению уровня заражения и иммунного ответа организма. При этом становится невозможно отличить острую форму заболевания или новую инфекцию. Для этих целей лучше подходит метод ИФА.

## МОЧЕКАМЕННАЯ БОЛЕЗНЬ В СТРУКТУРЕ СИНДРОМА ОСТРОГО ЖИВОТА. ВОЗМОЖНОСТИ ЛУЧЕВЫХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ В НЕОТЛОЖНОЙ ДИАГНОСТИКЕ

*Николаева А.П.*

*Научный руководитель – канд. мед. наук, зав. отделением лучевой диагностики  
МСЧ КФУ Курочкин С.В.*

Целью работы является оценка возможностей лучевых методов исследования (ультразвукового исследования, обзорной урографии, экскреторной урографии и компьютерной томографии) в неотложной диагностике мочекаменной болезни (МКБ).

За 2017 год было зарегистрировано 1 183 случая постановки диагноза МКБ, это 26 % из всех обращений пациентов с симптомами острого живота. Исследование проводилось на основе ретроспективного анализа историй болезни больных МКБ, госпитализированных в урологическое отделение МСЧ КФУ в 2017 году. Выборочная совокупность составила 450 больных, из них 54,1% мужчин и 45,9 % женщин, средний возраст пациентов  $48 \pm 17$  лет и у мужчин, и у женщин.

У пациентов с МКБ в основном встречались одиночные конкременты (67,41), реже 2 и более конкремента (32,86 %). В зависимости от локализации чаще всего встречаются камни средней трети левого мочеточника (29,33 %), средней трети правого мочеточника (23,22 %), немного реже встречаются камни нижней трети левого мочеточника (11 %), нижней трети правого мочеточника (8,35 %), левой почки (6,72 %), верхней трети левого мочеточника (6,31 %) и правой почки (5,7 %), единичные случаи при локализации камней в обеих почках (2,65 %), ЛМС правой почки (2,04 %), в верхней трети правого мочеточника (1,43 %), в мочевом пузыре (0,81 %), в нижней чашечке левой почки (0,81 %), в ЛМС левой почки (0,61 %), в обеих мочеточниках (0,41 %), в нижней чашечке правой почки (0,41 %), в уретре (0,20 %).

Каждому пациенту с подозрением на МКБ назначались лучевые методы исследования. В 100 % случаев проводилось УЗИ почек, мочеточников и мочевого пузыря. В 10,3 % случаев для постановки диагноза из лучевых методов руководствовались только УЗИ, в этих случаях конкременты были обнаружены в ЛМС почки и верхней трети мочеточника. Приблизительно в 68% случаев УЗИ было достаточно для постановки правильного диагноза, т. е. точного выявления типа и локализации конкремента, другие методы исследования проводились для подтверждения. В 1,7 % случаев показанием проведения только УЗИ была беременность пациентов и, следовательно, небезопасность использования методов диагностики с высокой лучевой нагрузкой. В 89,7 % случаев пациентам назначалась обзорная урография, на которой чаще всего выявлялись камни в верхней трети мочеточника и в почках: ЛМС и нижних чашечек. Экскреторная урография назначалась пациентам в 11,6 % случаев в качестве уточняющего метода, с помощью которого подтверждалось наличие камней или выявлялись камни в средней и нижней трети мочеточника.

После появления в сентябре 2017 года в стационаре компьютерного томографа КТ мочевыделительной системы назначалась 27,5 % пациентов ( $n = 80$ ), с помощью этого метода подтверждалось наличие конкрементов в средней и нижней трети мочеточника и выявлялись конкременты мочеточника малых размеров, менее 3 мм.

Таким образом, УЗИ является самым доступным методом диагностики, при исследовании отсутствует лучевая нагрузка на пациента, как самостоятельный метод может использоваться при выявлении камней в почечных чашечках, ЛМС и в верхней трети мочеточника. Обзорная урография – самый безопасный из методов с лучевой нагрузкой. Лучше всего демонстрирует камни ЛМС и в почечных чашечках, этот метод можно эффективно использовать для подтверждения диагноза, установленного на УЗИ. С помощью экскреторной урографии лучше всего выявляются камни верхней, средней и нижней трети мочеточника и камни размером менее 3 мм, этот метод эффективен при подозрении на МКБ без выявления конкрементов на УЗИ и обзорной урографии. КТ является самым информативным и точным методом диагностики МКБ, с помощью которого можно обнаружить конкременты в любом отделе мочевыделительной системы. Эффективнее всего используется для выявления камней в нижних отделах мочеточника. При невозможности проведения КТ из-за противопоказаний или недоступности метода эффективной альтернативой КТ будет использование трех исследований: УЗИ, обзорной и экскреторной урографии или сочетания «УЗИ и обзорная урография» или «УЗИ и экскреторная урография».



## РОЛЬ МРТ В ДИАГНОСТИКЕ ЗАБОЛЕВАНИЙ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

*Рычкова В.С.*

*Научный руководитель – канд. мед. наук, зав. отделением МРТ МСЧ КФУ,  
врач-рентгенолог Чувашаев И.Р.*

Частота заболеваний молочных желез (МЖ) с каждым годом возрастает. Рак молочной железы (РМЖ) является наиболее распространенным онкологическим заболеванием у женщин во всем мире. Смертность от РМЖ занимает первое место в структуре смертности от онкологических заболеваний среди женщин.

**Цель работы** – определение современных возможностей МР-маммографии в диагностике РМЖ.

**Задачи исследования:** анализ литературных данных и опыта МСЧ КФУ для определения эффективности МР-маммографии в диагностике РМЖ; сравнительный анализ возможностей МР-маммографии, рентгеновской маммографии (РМГ), УЗИ; определение места МР-маммографии в диагностическом алгоритме в диагностике РМЖ.

**Материалы и методы:** обследование в МСЧ КФУ проводилось согласно алгоритму комплексно-лучевого исследования: маммографический скрининг, УЗИ, УЗИ с ЦДК и ЭД, МРТ с ДКУ. МРТ-маммография проводилась на МР-томографе фирмы Siemens Magnetom Symphony 1,5Тл с применением специальной маммографической катушки для обеих МЖ. Болюсное введение контрастного вещества (0,1 ммол/кг) осуществлялось инъектором фирмы Medrad Spectris Solaris EP со скоростью до 3 мл в 1 сек. Протокол исследования МРТ с ДКУ включало в себя многоплоскостное исследование. Постпроцессорная обработка с методикой цифровой субтракции, построением изображений по максимальной интенсивности (МIP) и анализом динамической кривой захвата и выведения контрастного препарата.

**Результаты:** сравнение методов лучевой диагностики заболеваний МЖ выявило следующие преимущества МР-маммографии: высокую разрешающую способность; отсутствие лучевой нагрузки; высокую контрастность без применения КУ, а также возможность дифференциальной диагностики (ДД) очаговых изменений МЖ с применением КУ и ДВИ; возможность получения мультиплоскостного изображения; возможность изучения состояния регионарных лимфоузлов (ЛУ); возможность получения четкого изображения областей и тканей, которые сложно визуализировать и провести ДД в них при РМГ и УЗИ; возможность изучения состояния обеих МЖ; возможность диагностики мультифокальных проявлений РМЖ. Проведенный анализ литературных данных и опыта МСЧ КФУ позволяют выделить следующие показания для проведения МР-маммографии: необходимость оценки распространенности опухоли МЖ для исключения мультицентричности, мультифокальности; исключение рецидива РМЖ на фоне постоперативных (рубцевание) изменений; выявление первичного очага РМЖ при выявленных метастазах в регионарных ЛУ; мониторинг пациентов лекарственной неадекватной терапии; диагностическое исследование в группе высокого риска развития РМЖ; исследование при наличии плотной ткани МЖ (и клинических показаний); исключение РМЖ при спорных результатах РМГ и УЗИ.

### **Выводы:**

1. МР-маммография с ДКУ и ДВИ является высокоинформативным и безопасным методом диагностики заболеваний МЖ и регионарных лимфоузлов, как в варианте первичной диагностики, так и в варианте динамического наблюдения в процессе проводимой терапии.

2. МР-маммография в комплексе с диагностическими методами РМГ (скрининг) и УЗИ значительно повышает эффективность диагностики РМЖ.

3. МР-маммография не является методом скрининга и должна применяться по четко определенным показаниям.

4. Эффективность применения МР-маммографии зависит от применяемых стандартизированных протоколов сканирования, подготовки персонала подразделений МРТ, а также подготовки врачей-радиологов в данной области (стандартизированных протоколов описания BIRADS).

Все вышеизложенное свидетельствует о наибольшей эффективности метода в составе специализированных маммологических центров с полным комплексом диагностического оборудования, профильным потоком пациентов, а также их динамическим наблюдением в ходе проводимой терапии.

## СТАБИЛОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИСФУНКЦИИ КРЕСТЦОВО-ПОДВЗДОШНОГО СОЧЛЕНЕНИЯ У СПОРТСМЕНОВ

*Шакирова Л.И.*

*Научный руководитель – д-р мед. наук, профессор Якупов Р.А.*

**Актуальность.** Характеристики колебательных движений человека в различных плоскостях при поддержании равновесия являются чувствительными параметрами, отражающими состояние различных систем, как в норме, так и при патологии, в том числе ОДС. Одним из таких патологических состояний является дисфункция крестцово-подвздошного сочленения (ДКПС), которая составляет до 40 % случаев неспецифических болей [Robyn A et al., SJD patients exhibit altered movement strategies, The Spine J., 2018]. Несколько научных публикаций, использовавших рентгенологические методы исследования, такие как РКТ и МРТ, говорят об отсутствии эффективности применения данных методов в целях диагностики ДКПС, поскольку на снимках видны лишь незначительные отклонения в морфологии сустава, которые превалируют у пациентов с отсутствием клинической симптоматики [Ено J.J. et al., The prevalence of SJD. J Bone Joint Surg Am. 2015 Jun 3; 97 (11): 932–6]. Было проведено лишь одно исследование с применением ОФЭКТ, где было отмечено повышенное накопление радиофармпрепарата в исследуемой зоне у пациентов с высокой степенью тяжести ДКПС [Tofuku K et al., The diagnostic value of SPECT. Eur Spine J. 2015 Apr; 24 (4): 859–63].

**Цель данного исследования** – определение диагностической значимости стабилметрического метода при дисфункции крестцово-подвздошного сочленения.

**Методы исследования.** Стабилметрический анализ проводился в соответствии со стандартным протоколом на специализированном приборе для регистрации колебаний общего центра масс (ОЦМ) – стабилметрической платформе «Стабилан-01-2» (Таганрог, Россия). В данном исследовании принимали участие 15 испытуемых в возрасте от 15 до 35 лет. Все испытуемые являются профессиональными спортсменами и имеют звания КМС и МС.

**Результаты и их обсуждение.** Испытуемые, вошедшие в данное исследование, были разделены на две группы в ходе мануальной диагностики КПС и таза в целом. Исследуемая группа включает всех пациентов, имеющих ассиметрию таза по передним верхним подвздошным остям (ПВПО), и статистически значительно отличающихся от контрольной группы [ $p < 0,01$ ], в которой отсутствует смещение по ПВПО.

По полученным результатам видно, что математическое ожидание (МО) положения ЦД по оси  $x$  у исследуемой группы значительно смещено влево ( $-2,10$ ) по сравнению с контрольной ( $1,34$ ) [ $t = 2,61$ ;  $p < 0,05$ ], что указывает на смещение ОЦМ при данной патологии (рис. 1). Кроме того, имеются статистически значимые различия в таких показателях, как среднеквадратическое отклонение (Q) ЦД по оси  $y$  ( $2,6$  и  $3,6$ ) [ $t = 2,53$ ;  $p < 0,05$ ] и оценка движения ( $58,5$  и  $40,8$ ) [ $t = 2,51$ ;  $p < 0,05$ ] у исследуемой и контрольной групп соответственно.

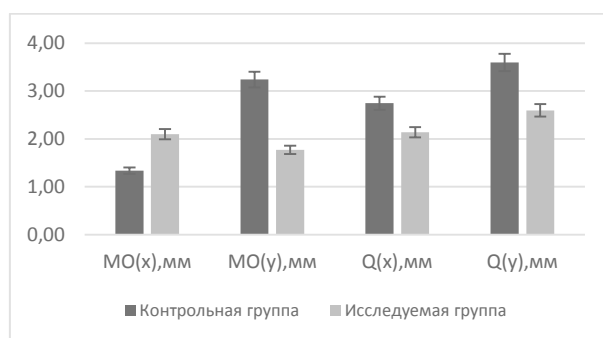


Рисунок 1. Сравнительная диаграмма параметров статокинезиограмм у спортсменов

**Заключение.** В первую очередь стоит отметить влияние дисфункции крестцово-подвздошного сочленения на общий центр масс у испытуемых с данной патологией. Кроме того, видна также и адаптационная направленность поструральной системы. Подобные изменения существенно сказываются на выработанных стереотипных движениях спортсменов, разработанных в ходе тренировок и специфичных для каждого вида спорта. Они требуют своевременной коррекции в целях поддержания, а также повышения соревновательного успеха. В целом, исходя из результатов данной работы, можно

сделать вывод о том, что изолированная оценка стабиллометрических данных недостаточна для спортсменов, так как резерв в адаптационных способностях очень высок, однако дополнительное использование данного метода в качестве диагностического может быть полезно для наблюдения изменений состояния постуральной системы спортсмена, что способствует конкретным рекомендациям по объему и интенсивности тренировок, а также их направленности.

## **АНОМАЛИИ КАРИОТИПА КАК ПРИЧИНА ОСТАНОВКИ РАЗВИТИЯ ПЛОДА**

*Яндайкина Е.С.*

*Научный руководитель – врач-цитогенетик ООО «Клиника Нуриевых» Самойлова Р.Л.*

Около 20 % всех клинически определяемых беременностей спонтанно прерываются, при этом большая часть, около 60–70 %, зародышей имеют хромосомную патологию: численные или структурные аномалии всего генома или отдельных хромосом. Такие аномалии могут быть выявлены цитогенетическими методами путем анализа кариотипа клеток зародыша.

Цитогенетические исследования имеют очень важную роль при диагностике различных патологических состояний в разные периоды онтогенеза. Их значение особенно велико, если исследования проводятся еще в период антенатального периода развития человека. В этот период хромосомные болезни удается диагностировать, а также предупредить их путем элиминации зародыша.

Цель данной работы – изучить нарушения в кариотипе продуктов зачатия как причину остановки беременности.

Возраст матери и количество предыдущих выкидышей являются двумя независимыми факторами риска для дальнейшего выкидыша и также для развития многих хромосомных заболеваний у плода. Увеличение возраста матери влияет на качество оставшихся ооцитов и на их количество. Большой возраст отца также является фактором риска для выкидыша. Самый высокий риск выкидыша наблюдается среди пар, где женщина  $\geq 35$  лет и мужчина  $\geq 40$  лет. Примерно у 2–5 % пар с повторным выкидышем, один из партнеров имеет структурную хромосомную аномалию: чаще всего это сбалансированная перестройка или Робертсоновская транслокация. Хотя носители сбалансированной перестройки обычно фенотипически нормальны, у них повышен риск выкидыша или это может привести к рождению ребенка со множественными врожденными пороками развития и/или умственной неполноценностью. При этом, поскольку при хромосомных заболеваниях частота внутриутробной гибели плода увеличивается, риск наличия хромосомного заболевания у плода снижается с увеличением срока.

В исследовании The Sheba Medical Center было проведено кариотипирование 167 абортусов. Эта процедура была успешна в 125 случаях, а в 42 неудачных попытках не было обнаружено роста культуры. Можно сделать выводы, что из 125 эмбрионов 89 были кариотипически нормальными. У остальных 36 (29 %) абортусов кариотип был аномальным; 94 % из них были численные aberrации и 6 % – только структурные. Так, структурные аномалии были обнаружены всего в 2 абортах, и они были сгруппированы вместе с числовыми аномалиями и не рассматривались как отдельная подгруппа. Наиболее частая хромосомная аномалия была трисомией, которая была обнаружена у 24 из 36 эмбрионов с хромосомными аномалиями. Наиболее часто встречалась трисомия хромосомы 21, найденная aberrация проявлялась в 5 из 24 трисомий. Обнаружились частые трисомии 16 и 18 хромосомы, также триплоидии, моносомии X и несбалансированные транслокации.

Структурные перестройки составляет около 5 % хромосомных aberrаций. Они редко встречаются при исследовании абортусов, но их значение нельзя недооценивать. Такие аномалии имеют исключительно родительское происхождение и являются основной причиной привычного невынашивания.

## СЕКЦИЯ «ХИРУРГИЧЕСКИЕ БОЛЕЗНИ»

### ВПЧ. К ВОПРОСУ О МЕХАНИЗМАХ КАНЦЕРОГЕНЕЗА

*Валиева Г.М.*

*Научный руководитель – канд. мед. наук, доцент Нигматулина Н.А.*

**Введение.** Рак шейки матки – это злокачественное новообразование, которое поражает шейку матки [Карпова, 2012]. На сегодня РШМ является одной из актуальных проблем современной онкогинекологии. Он занимает второе место среди злокачественных заболеваний у женщин после рака молочной железы. Каждый год выявляются около 528 тыс. новых случаев заболеваемости, 266 тыс. из них имеют летальный исход. Эпидемиологические и молекулярные исследования показали, что вирус папилломы человека – самый важный фактор для развития цервикального канцерогенеза [Уразова, 2009]. Из всех имеющихся типов вирусов папилломы 34 связаны с поражением аногенитальной области. Вирусы папилломы повреждают базальные слои эпителия (наиболее «чувствительный» участок – зона перехода многослойного плоского эпителия в цилиндрический) [Климов, 2010]. Уже доказано во многих исследованиях, что все же основными этиологическими факторами плоскоклеточного рака шейки матки являются именно типы высокого онкогенного риска, а именно 16-й и 18-й типы ВПЧ [Овсянкина, 2011].

Инфицировано ВПЧ практически 90 % населения, согласно проведенным статистическим исследованиям из 300 млн ВПЧ-положительных женщин рак шейки матки формируется у 2 млн. А механизм канцерогенеза и у кого из них произойдет прогрессирование заболевания до рака – неизвестно [Аксель, 2015].

**Цель** – определить специфичность онкобелков P16 и E7 в прогрессировании предраковых заболеваний шейки матки при ВПЧ-инфицировании.

**Методы и материалы.** Исследование проводилось на базе женской консультации МСЧ КФУ. В исследовании участвовало 60 пациенток с наличием ВПЧ. Возрастной интервал составил от 16 до 61 года. Всем пациенткам проводилось стандартное клинико-лабораторное обследование, которое включало в себя осмотр шейки матки в зеркалах, бимануальное обследование, мазок на степень чистоты, обследование на ЗППП (ПЦР), бактериальный посев из цервикального канала на флору с определением чувствительности к антибиотикам, жидкостная цитология с определением онкобелка p16(INK4α), определение онкобелка E7 в цервикальной слизи, кольпоскопия и биопсия.

**Результаты.** Мы обследовали уровень экспрессии белка E7 у 60 пациенток с ВПЧ, у 87 % из них E7 был положительный. Наиболее часто в группе с положительным белком E7 в биоптатах мы обнаружили лишь воспалительные изменения, что позволяет нам сделать вывод о низкой специфичности белка E7 в диагностике предраковых заболеваний.

У 15 пациенток из 60 была обнаружена положительная реакция на белок P16. В группе P16 позитива в биоптатах наиболее часто встречались цервикальные интраэпителиальные неоплазии (т. е. предраковые состояния) – почти 68 %. Тогда как в группе P16 негатива наиболее часто встречались эктропионы и воспалительные изменения.

**Выводы.** Белок E7 является неспецифичным маркером в прогрессировании предраковых состояний шейки матки, так как его экспрессия обнаруживалась как при обычных ВПЧ ассоциированных цервицитах, эктропионах, так и при дисплазиях эпителия шейки матки 1–2 степени. Экспрессия онкобелка P16 была определена у 67,9 % пациенток с цервикальной интраэпителиальной неоплазией I–II степени, поэтому его можно отнести к более специфичному онкомаркеру, который может применяться в прогностических целях при диагностике предраковых состояний шейки матки.

## НЕВЫНАШИВАНИЕ БЕРЕМЕННОСТИ (РОЛЬ ХРОМОСОМНЫХ АНОМАЛИЙ)

*Ионова Э.Э.*

*Научный руководитель – канд. мед. наук, ассистент Бакирова Н.Э.*

**Введение.** Проблема невынашивания беременности является одной из самых актуальных в акушерстве [Синякова, 2016]. Летальность у недоношенных в 20–30 раз выше, чем у детей, родившихся в срок. Невынашивание беременности наблюдается у 20 % беременных [Аюбова, 2015; Ку, 2017; De Roose, 2018]. Другими словами каждая 5-я беременность теряется [Ведищев, 2013]. Несмотря на повсеместную распространенность невынашивания и множество исследований в этой области, этиологические факторы остаются неизвестны более чем в половине всех случаев [Ismail, 2017].

**Цель** – анализ причин невынашивания беременности и освоение стандартного метода кариотипирования постабортного материала.

**Материалы и методы.** Объектами исследования являлись истории болезни и постабортный материал женщин с невынашиванием беременности, у которых было проведено кариотипирование абортуса.

**Результаты.** Из 45 образцов абортивного материала в 29 (64,5 %) случаях был определен нормальный кариотип. Хромосомные аномалии выявлены в 16 (35,5 %) случаях, что соответствует литературным данным (с. 6). При этом средний возраст пациенток, у которых в абортивном материале был определен нормальный кариотип, составил 33,5 лет, а в группе пациенток, в материале от которых был выявлен патологический кариотип, – 35,2 года. Средний срок прерывания беременности в группе с нормальным кариотипом составил 7 недель 5 дней, а в группе с патологическим кариотипом – 6 недель 3 дня, из чего можно сделать вывод, что прерывание беременности при наличии аномального кариотипа эмбриона происходит чаще всего в более ранние сроки. Среди выявленных хромосомных перестроек чаще всего встречались анеуплоидии аутосом – в 70 % случаях. У 8 женщин из 45 имелась наследственная тромбофилия, у одной женщины – гиперкоагуляционный синдром. Анализ историй болезни женщин с невынашиванием показал, что 20 % женщин имеют тромбофилию. У этих женщин другие причины невынашивания были исключены, кариотип абортуса определялся как нормальный.

**Выводы.** Хромосомный анализ является достаточно информативным стандартным методом исследования и может быть рекомендован для широкого использования в клинической практике.

Исходя из полученных результатов о частоте хромосомных аббераций (35,5 %) при исследовании кариотипа абортуса при невынашивании беременности показано определение хромосомного набора эмбриона и плода с целью оптимизации алгоритма обследования супружеской пары при подготовке к следующей беременности.

Наследственная тромбофилия является актуальной современной проблемой и занимает одно из лидирующих мест среди причин невынашивания беременности.

## ОНКОФЕРТИЛЬНОСТЬ

*Камалетдинова Г.А.*

*Научный руководитель – канд. мед. наук, доцент Бакирова Н.Э.*

**Введение.** По данным мировых источников, количество онкологических больных, достигших репродуктивного возраста, с каждым годом все больше увеличивается. Однако за последние десятилетия были достигнуты значительные успехи в диагностике и лечении злокачественных новообразований, об этом можно судить исходя из положительной динамики выживаемости пациентов с онкологическими заболеваниями. [Каприн, 2017. С. 123–125]. Современная комплексная терапия дает возможность добиться наступления ремиссии у большинства онкологических пациентов, однако увеличивается и риск долгосрочных осложнений лечения, таких как гонадотоксичность, приводящий к преждевременной андропаузе или менопаузе и дальнейшим сопутствующим им осложнениям [Каприн, 2017, С. 250]. Одним из стандартных методов сохранения фертильности у мужчин является криоконсервация спермы, у женщин – криоконсервация ооцитов или эмбрионов. Есть и другие методы, такие как криоконсервация ткани яичка у мужчин и криоконсервация ткани яичника у женщин,

однако в данный момент они считаются экспериментальными. Основным методом считается витрификация [Кулибин, 2015. С. 74–81].

**Цель** – привлечь внимание врачей-специалистов к данной проблеме, поставить их в известность о путях решения проблемы онкофертильности.

**Материалы и методы.** Образцы были получены с 6 пациентов, больных злокачественными новообразованиями, обратившихся в КОРЛ. Две пациентки – больные раком молочной железы в первой и второй стадиях, три – с раком шейки матки, одна – с раком желудка. Основным использованным методом – витрификация.

**Результаты.** Говорить о результатах исследования достаточно рано. Результаты будут готовы лишь после завершения полного курса лечения онкологического заболевания, проведения ЭКО, беременности и благополучных родов.

## ПАТОЛОГИЧЕСКАЯ КРОВОПОТЕРЯ В РАННЕМ ПОСЛЕРОДОВОМ ПЕРИОДЕ

*Тазетдинова А.И.*

*Научный руководитель – канд. мед. наук, доцент Железова М.Е.*

**Введение.** Одной из ведущих проблем современного акушерства продолжают оставаться акушерские кровотечения, которые осложняют 28 % родов. В структуре причин материнской смертности кровотечения занимают одно из доминирующих мест, как в мире, так и в России [Савельева с соавт., 2016]. Послеродовое кровотечение (ПК) определяется как потеря крови 500 мл или более при родах через естественные родовые пути, 1000 мл и более при операции кесарево сечение. Большинство смертей в результате послеродового кровотечения происходят в течение первых 24 часов после рождения, которые приводят к тяжелой материнской заболеваемости, длительной нетрудоспособности, а также другим патологическим состояниям, вызванным большой кровопотерей, включая шок и полиорганную недостаточность. С помощью мер профилактики и лечения послеродовых кровотечений большинство смертей, связанных с ними, можно предотвратить [Pattinson, 2009].

**Цель** – разработать алгоритм ведения женщин с высоким риском патологической кровопотери в послеродовом периоде.

**Материалы и методы.** Работа выполнялась на кафедре хирургии МСЧ ФГАОУ ВО КФУ. Под наблюдением находилось 25 женщин на сроке беременности 37–40 недель. В соответствии с планом исследований наблюдение и обследование этих пациенток продолжалось в динамике в родах и в послеродовом периоде. Согласно с поставленными задачами, женщины были разделены на две группы: I группа (основная) включала 15 пациенток с высоким риском патологической кровопотери; II группу (сравнения) образовали 10 беременных с низким риском патологической кровопотери. Обследование пациенток включало: сбор анамнестических, стандартных общих, акушерских и лабораторных методов (ОАК, коагулограмма, тромбозластограмма), ультразвуковой диагностики. Объем кровопотери оценивали с помощью гравиметрического метода.

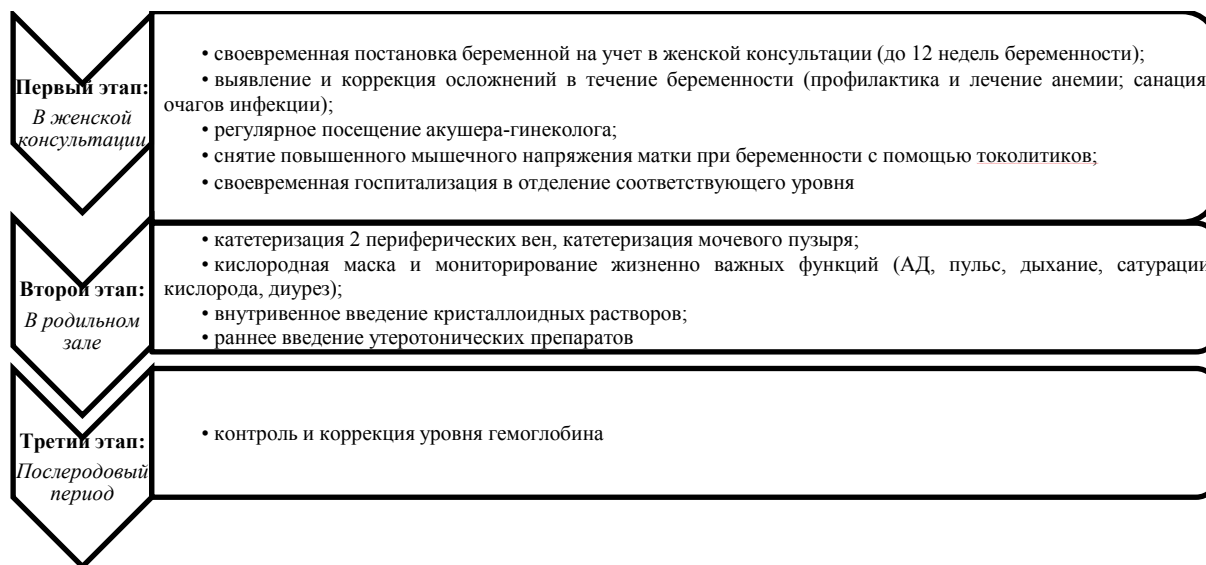
**Результаты.** У всех исследуемых женщин роды разрешились естественным путем. Средняя продолжительность родов составила  $10 \pm 1,2$  часов. Средний вес новорожденных – 3700 кг.

У пациенток, относящихся ко второй группе, в послеродовом периоде была физиологическая кровопотеря в объеме 350 мл. Среди первой группы у пятерых женщин кровопотеря составила 860 мл, в 4 случаях из которых данное состояние было купировано консервативными мероприятиями.

Одной родильнице с патологической кровопотерей в раннем послеродовом периоде в связи с неэффективностью вышеописанных методов была выполнена управляемая баллонная тампонада Жуковского. Кровотечение не остановилось, вследствие этого возникла необходимость в наложение гемостатических швов по Б-Линчи. Суммарная кровопотеря у данной пациентки составила 1300 мл. В дополнение к физическому осмотру параллельно мониторировались лабораторные анализы родильниц. Все женщины с патологической кровопотерей были повторнородящие. Течение данной беременности осложнилось ранним токсикозом. Была выявлена ЖДА 1 степени, как до беременности, так и во время. Каждая женщина с ПК страдала ожирением ( $\text{ИМТ} > 25 \text{ кг/м}^2$ ). Родильница, чья кровопотеря составила 1300 мл, родила живого здорового мальчика весом 4500 кг. Данная беременность осложнилась ранним токсикозом, угрозой прерывания и преэклампсией.

**Выводы.** Разработан алгоритм ведения женщин во время беременности и в послеродовом периоде с высоким риском патологической кровопотери (табл. 1).

Алгоритм профилактических мероприятий патологической кровопотери во время беременности и в родах у женщин групп высокого риска



**ФАКТОРЫ РИСКА ПРЕЖДЕВРЕМЕННЫХ РОДОВ ПРИ МНОГОПЛОДНОЙ БЕРЕМЕННОСТИ**

*Хасанова К.М.*

*Научный руководитель – канд. мед. наук, доцент Железова М.И.*

**Введение.** За последнее время проблема многоплодия приобрела особую актуальность. В первую очередь это связано с заметным ростом частоты МБ, которая стала во всем мире настоящей «эпидемией». Пациентки с многоплодной беременностью (МБ) представляют группу высокого риска перинатальных осложнений, так как течение беременности и родов у этих женщин сопровождается большим числом осложнений, чем при одноплодной [Егорова, 2002]. Новорожденные при МБ требуют большего объема интенсивной терапии по сравнению с новорожденными при одноплодной беременности [Макарова, 2001. С. 46–49]. Перинатальная смертность при многоплодии в 3–7 раз выше, чем при одноплодных [Фролова, 2001. С. 28–30], а материнская – в 2–4 раза [Токова, Матвеевко, 2001. С. 52–54]. Известно, что частота преждевременных родов (ПР) возросла в общей популяции женщин, связано это прежде всего с увеличением ПР у женщин с МБ, в связи с этим изучение причин ПР при МБ является более актуальной.

**Цель исследования** – своевременное прогнозирование угрозы преждевременных родов у женщин с многоплодной беременностью.

**Методы и материалы.** В наше исследование вошло 30 женщин с МБ на сроках гестации 34–38 недель, из которых 10 находились под нашим наблюдением и у 20 был произведен ретроспективный анализ материнского паспорта ф№ 032 и историй родов на базе родильного отделения МСЧ КФУ. Все пациентки были разделены на две группы: 1-я группа (основная группа) – 22 пациентки с МБ и ПР на сроках 34–36,6 недель гестации; 2-я группа (группа контроля) – 8 женщин с МБ, родивших на доношенном сроке (37–38 недель). Для диагностики угрозы ПР нами были использованы: анализ гинекологического, акушерского, соматического анамнезов, а также течения настоящей беременности и клинические проявления угрозы ПР (тонус матки, кровянистые выделения из половых путей), оценка длины шейки матки при помощи трансвагинального ультразвукового исследования.

**Результаты.** Соматический анамнез у женщин основной группы достоверно чаще был отягощен инфекционно-воспалительными заболеваниями мочевых путей в виде бессимптомной бактериурии (55 %), цистита (36 %) и острого пиелонефрита (27 %) и заболевания дыхательных путей (68 %). Гинекологический анамнез женщин, относящихся к первой группе, отягощен за счет воспалительных заболеваний генитального тракта (кольпит – 68 %, перенесенный эндометриоз – 18 %, цервицит –

27 %, комбинированная цервикальная влагалитная инфекция – 68 %). При анализе акушерского анамнеза женщин из основной группы выяснилось, что в 5 случаях предыдущие беременности закончились преждевременными родами на сроках  $32,4 \pm 0,2$  недель, в 8 случаях – искусственным абортom, в 4 случаях – самопроизвольным выкидышем на сроке 8 недель беременности. У женщин основной группы течение настоящей беременности осложнилось высокой частотой воспалительных заболеваний урогенитального тракта и ЖДА (64 %). В структуре заболевания преобладают бессимптомная бактериурия (27 %), кольпит (65 %), цервицит (35 %), ХФПН (23 %). Также из группы с ПР ожирение II и III степени было диагностировано у 36 % женщин. При оценке данных ТВ УЗИ было определено укорочение длины ШМ у всех женщин, относящихся к группе с ПР, причем у 14 % женщин с данными изменениями наблюдались кровянистые выделения из половых путей, у 32 % женщин – тонус матки. Изучая течение родов, мы выяснили, что преждевременное излитие околоплодных вод наблюдалось у 23 % женщин из основной группы, что отражает, что преждевременное излитие околоплодных вод предшествует преждевременным родам, осуществляя пусковой механизм сложной цепи сократительной деятельности матки, приводящий к возникновению ПР [Макаров, 2009. С. 29–34]. Абсолютное большинство женщин родили через естественные родовые пути, двум пациенткам по показаниям проведена операция кесарева сечения. Послеродовые осложнения в виде субинволюции матки имели место у 27 % женщин из 1-й группы. При анализе причин субинволюции матки у женщин с ПР была выявлена значимая связь между нарушением инволюции матки и воспалительными процессами нижнего отдела генитального тракта, осложнивших течение настоящей беременности. Средняя оценка новорожденных по шкале Апгар в основной группе составила 4 балла за счет явлений синдрома дыхательных расстройств, развившихся сразу после рождения, из них 22 новорожденным понадобилось аппаратное дыхание, родившимся на сроке 34 недели беременности. Все дети женщин из группы с преждевременными родами были переведены на 2-й этап лечения. Таким образом, МБ относится к группе высокого риска, так как течение беременности и родов сопровождается значительным количеством осложнений как для матери, так и для плодов [Сичинава, 2014. С. 47]. Новорожденные близнецы требуют большего объема интенсивной терапии, чем рожденные при одноплодной беременности [Сидельникова, 2006]. МБ, протекающая на фоне воспалительных процессов генитального тракта, мочевых путей, преэклампсии, угрожаема развитием преждевременных родов. Наиболее достоверным предиктором ПР при МБ является укорочение длины шейки матки по данным ТВ УЗИ, которая в настоящий момент является высокоинформативным методом прогнозирования ПР у женщин [Сичинава, 2005. С. 11–14].

**Выводы.** Женщины с МБ имеют отягощенный соматический анамнез преимущественно за счет заболеваний мочевыводящей системы (87 %) и частых ОРВИ (68 %); гинекологический – преимущественно за счет воспалительных заболеваний генитального тракта, а именно кольпита (68 %) и комбинированной цервикальной влагалитной инфекции (68 %); и отягощенный акушерский анамнез за счет прерывания первой беременности (36 %) и ПР предыдущих беременностей (22,7 %); и осложненное течение настоящей беременности за счет заболеваний генитального тракта (77 %), воспалительных процессов мочевыделительной системы (41 %), ХФПН (23 %), железодефицитной анемии (64 %), преэклампсии умеренной степени (18 %).

Основным диагностическим маркером, угрожающим ПР, является укорочение шейки матки меньше 25 мм при сроке 20–24 недели беременности, ранними клиническими предикторными факторами преждевременных родов следует считать кровянистые выделения из половых путей (13 %) и повышение маточного тонуса (32 %), ассоциированных с осложнениями настоящей беременности.

К факторам риска ПР при МБ следует отнести экстрагенитальные патологии в виде железодефицитной анемии, эндокринной патологии, частые ОРВИ; отягощенный акушерский анамнез в виде прерывания первой беременности, наличия преждевременных родов в анамнезе; рецидивирующее течение инфекционно-воспалительных процессов мочевых путей и генитального тракта до и во время беременности и хроническую фетоплацентарную недостаточность.



## СЕКЦИЯ «БИОЭКОЛОГИЯ, ГИГИЕНА И ОБЩЕСТВЕННОЕ ЗДОРОВЬЕ»

### ВЛИЯНИЕ ФАКТОРОВ НА ДИНАМИКУ ЧИСЛЕННОСТИ СЕРОЙ ЦАПЛИ

*Антонова О.А.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Аринина А.В.*

Многие вопросы в изучении динамики численности *Ardea cinerea* не изучены, либо слабо изучены. В частности, не выяснено, какие из факторов среды имеют положительное, а какие отрицательное влияние на численность колонии. Серая цапля обладает стабильным типом динамики численности, так как у вида хорошо выражены механизмы популяционного гомеостаза. Комплекс эффективно работающих регуляторных механизмов держит популяцию в определенных пределах плотности. Устойчивость популяции зависит от того, насколько сбалансированы ее взаимоотношения со средой, насколько адаптивные черты сохраняются при изменении условий [Хлебосолов, 1990. С. 124]. 1964 год – год образования Сумкинской колонии серой цапли в юго-восточной части квартала, за гнездились 9 пар птиц. В 1977 году колония была обнаружена орнитологами и состояла из 265 гнезд, в 1978 году колония выросла до 366 гнезд [Миронов, 2007. С. 28] и около 10 лет поддерживала численность в 400 гнезд. В 1990 году колония переместилась на новое местообитание – в северо-восточную часть квартала и в 1991 году состояла из 298 гнезд. За несколько лет колония восстановилась до 400 гнезд, и последующие колебания численности вплоть до 2007 года были незначительны. В 2015 году мы зафиксировали 199 гнезда (рис. 1).

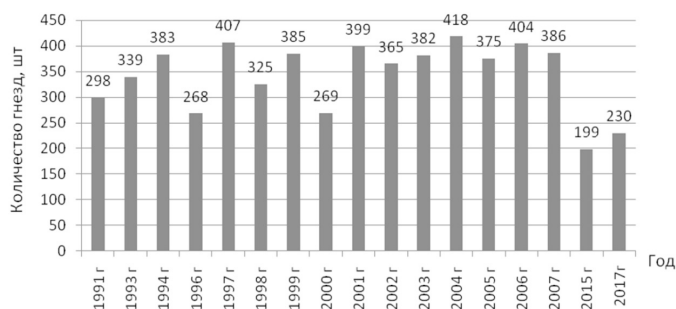


Рисунок 1. Динамика численности гнезд (Миронов, Гаранин, 2007; 2015–2017 годы – наши данные)

Формирование численности находится в зависимости от большого количества биотических и абиотических факторов, влияющих на популяцию [Дьяков, 2010. С. 30–47]. Температура воздуха и осадки значимо не влияют на успех размножения (анализировали данные с 1997 по 2017 годы). Незначимое влияние температурного фактора, осадков и скорости ветра свидетельствует об адаптивности серой цапли к местным климатическим условиям. В литературе мы нашли подтверждение нашему предположению, что сильные и продолжительные ветра разрушают гнезда [Власов, 2018. С. 58–59] и снижают численность колонии. По нашим данным скорость ветра значимо не повлияла на успех размножения ( $r = 0,40$ ). Но чрезвычайные ситуации – лесные пожары и ураганы – существенно сокращают численность. Так, в мае 1996 года случился лесной пожар, который снизил численность колонии с 298 гнезд до 268. Весной 2000 года на колонии было более 400 гнезд, после июньских ураганов осталось 269 гнезд [Миронов, 2007. С. 28]. Восстановление численности в обоих случаях произошло уже на следующий год: колония вновь увеличилась примерно до 400 гнезд. Основу питания цапли составляет рыба. Птицы обычно поедают снулую рыбу, либо молодь рыб, которую они добывают на мелководьях, заросших прибрежно-водной растительностью. Обеднение кормовой базы ведет к снижению численности. Мы сопоставили численность гнезд и данные по общему вылову биоресурсов в Куйбышевском водохранилище и вылову отдельных видов рыб (лещ, судак, щука, сом, сазан, жерех, толстолобик, берш, стерлядь, налим, синец, плотва, густера, белоглазка, чехонь, язь, тюлька, окунь, карась, уклейка). Из-за отрывочных данных по общему вылову биоресурсов в Куйбышевском водохранилище корреляционный анализ удалось провести только для двух видов: щуки

и стерляди. Имеется незначимая положительная связь численности цапли и щуки ( $r = 0,45$ , Спирмен,  $n = 10$ ) и значимая положительная связь со стерлядью ( $r = 1$ , Спирмен,  $n = 7$ ). Цапля не добывает стерлядь. В данном случае оказал влияние промежуточный фактор: может быть и стерлядь, и цапля питаются одним или несколькими общими видами, увеличение которых повлияло на синхронное увеличение численности и цапли, и стерляди. Экскреторное воздействие серой цапли на фитоценоз приводит к локальному разрастанию азотофильных видов и выпадению древостоя. Такие изменения подвигают птиц сменить прежнее место гнездования на новое.

## ОЦЕНКА НЕКАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ (НА ПРИМЕРЕ Г. КАЗАНИ)

*Батдалова И.Р.*

*Научный руководитель – д-р мед. наук, профессор Валеева Э.Р.*

**Актуальность.** Вода является источником жизни на Земле. Человек часть этой жизни, и не удивительно, что наш организм тоже состоит из воды. Вода, которую мы пьем, непременно должна быть чистой. Заболевания, которые передаются через плохо очищенную воду, способствуют ухудшению здоровья, инвалидности и смерти большого числа людей.

**Цель работы** – провести оценку неканцерогенного риска для здоровья взрослого населения (18 лет и больше) при пероральном поступлении химических соединений с питьевой водопроводной водой на основе региональных значений факторов экспозиции.

### **Задачи:**

1. Оценить неканцерогенный риск для химических веществ, поступающих с питьевой водой.
2. Оценить риск развития неблагоприятных эффектов при воздействии химических веществ, содержащихся в питьевой воде, на системы и органы взрослого населения.
3. Выявить, в каком районе г. Казани наблюдается наибольший неканцерогенный риск для химических веществ, поступающих с питьевой водой (для взрослого населения).

### **Материалы и методы исследования:**

1. Исследование проводилось среди взрослого населения, это в основном студенты от 18–23 лет, проживающие в 4 районах (зонах): Кировский район (1-я зона), Советский (2-я зона), Вахитовский район (3-я зона), Приволжский район (4-я зона) г. Казани. Было проанкетировано более 500 человек.
2. Был проведен статистический анализ полученных данных в операционной системе Windows 2010 с использованием Excel 2010 и AtteStat.
3. Изучение токсичности химических веществ проводили на основе хронического суточного поступления вещества (пероральный путь). Оценка неканцерогенного риска осуществлялась по значениям медианы и верхней границы 95 % ДИ результатов исследований. Характеристика общетоксических эффектов выполнена на основе коэффициентов опасности (HQ) отдельных веществ и суммарных индексов опасности (HI) для веществ с однонаправленным механизмом действия.

### **Выводы:**

1. Приоритетными загрязнителями питьевой воды, определяющими неканцерогенный риск во всех зонах г. Казани при пероральном пути поступления, оказались нефтепродукты, нитраты, хлороформ, фториды, магний.
2. Наибольшему риску развития неблагоприятных эффектов при воздействии химических веществ, содержащихся в питьевой воде, подвержены кровь, почки, сердечно-сосудистая система, печень, ЦНС, эндокринная система.
3. Высокий суммарный риск выявлен среди взрослого населения в Вахитовском и Приволжском районах.

## ОЦЕНКА ВИДОВОГО РАЗНООБРАЗИЯ СЕВЕРО-КАВКАЗСКОЙ АСТРОНОМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ (СКАС) КФУ И ПРИЛЕГАЮЩИХ К НЕЙ ТЕРРИТОРИЙ

*Давлетшина А.И.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Архипова Н.С.*

Лекарственные травы – это неоценимый вклад природы в жизнь человека. Их использование славитя уже с древнейших времен для лечения абсолютно разных болезней. Изучая археологические находки, жизнь первобытных племен, этнографы установили, что, по-видимому, не было на земле такого племени, которое не знало бы лекарственных растений. Растительный мир предлагал самый обширный и доступный набор лечебных средств [Кузнецова, 1992. С. 272]. Северный Кавказ можно считать одним из уникальнейших мест для произрастания лекарственных растений, так как условия для многих растений на этой территории идеальные. Плодородные почвы, чистая вода, горный воздух – все это способствует рождению трав с ценнейшими лечебными качествами.

Задача исследования: оценить долю полезных (лекарственных и фармакопейных видов) в исследованных фитоценозах. Исследования проведены во время полевой практики в июне 2017 года. СКАС КФУ расположена в республике Карачаево-Черкесия в 30 км от границы с Грузией, на высоте 2026 метров над уровнем моря. Исследования были проведены в 4 биотопах, на разной высоте и различной экспозиции склонов.

На исследуемых биотопах было выявлено 48 высших сосудистых растений, из которых доля лекарственных растений составила 65 %. Такое процентное соотношение не удивительно, так как Северный Кавказ называют богатейшей кладовой лечебных растений. Многообразие растений на территории Кавказа подтверждают и полученные результаты флористического анализа, где спектр высших сосудистых растений состоит из 28 семейств. С долей 8 % доминирующим стало семейство Розоцветных. Также по данным продолжительности жизни выявленных растений многолетние травы преобладают с 90 % долей. В списке выявленных лекарственных растений были фармакопейные, доля которых составила 48 %.

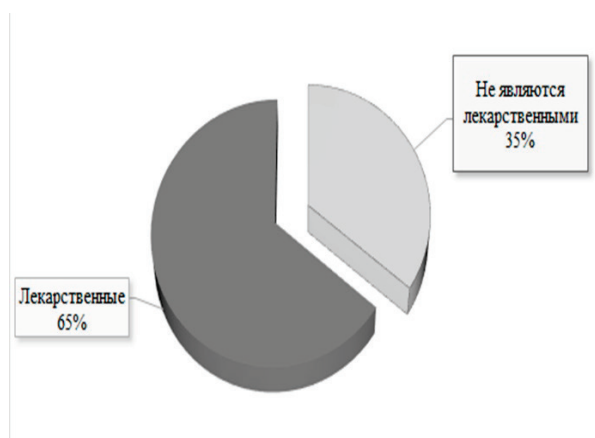


Рисунок 1. Процентное соотношение лекарственных растений

Целебные свойства растений определяются содержащимися в них биологически активными веществами. Анализ выявленных лекарственных растений показал соотношение наиболее значимых биологически активных веществ. На первом месте – это флавоноиды (21 %). Они содержатся практически во всех растениях. А их лечебное свойство – это укрепление стенки и повышение эластичности кровеносных сосудов, особенно капилляров, также задерживают рост новообразований и проявляют мощное противоаллергическое действие. Далее можно выделить дубильные вещества (13 %), которые обладают противовоспалительными, бактерицидными, кровоостанавливающими и вяжущими свойствами, также эфирные масла (11 %), польза которых огромная и применение довольно широкое.

Таким образом, будет интересно продолжить исследование по ресурсной оценке запасов фармакопейных видов в рамках комплексного подхода эксплуатации природных ресурсов лекарственных растений Северного Кавказа. Также представляет интерес дальнейшее изучение лекарственных растений, которые не входят в официальную Фармакопею, но являются ценным источником биологически активных веществ.

## ОЦЕНКА НЕКАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ПОДРОСТКОВ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ (НА ПРИМЕРЕ Г. КАЗАНИ)

*Исмаилова Л.И.*

*Научный руководитель – д-р мед. наук, профессор Валеева Э.Р.*

**Актуальность.** Питьевая вода – важнейший фактор здоровья человека. В последнее время возникла необходимость изучения путей поступления загрязнителей в питьевую воду и их воздействие на здоровье людей. Многие исследователи оценивают неканцерогенное действие химических веществ, загрязняющих питьевую воду, потребляемую населением различных городов России, в том числе и г. Казани.

**Цель работы** – провести оценку неканцерогенного риска для здоровья подростков (11–17 лет) при пероральном поступлении химических соединений с питьевой водопроводной водой на основе региональных значений факторов экспозиции.

### **Задачи:**

1. Оценить неканцерогенный риск для химических веществ, поступающих с питьевой водой.
2. Оценить риск развития неблагоприятных эффектов при воздействии химических веществ в питьевой воде на системы и органы подростков.
3. Выявить, в каком районе г. Казани наблюдается наибольший неканцерогенный риск для химических веществ, поступающих с питьевой водой.

### **Материалы и методы исследования:**

1. Исследование проводилось для подростков в возрасте 11–17 лет, проживающих в 4 районах (зонах): Кировский район (1-я зона), Советский (2-я зона), Вахитовский район (3-я зона), Приволжский район (4-я зона) г. Казани. Было проанкетировано 760 подростков.
2. Был проведен статистический анализ полученных данных в операционной системе Windows 2010 с использованием Excel 2010 и AtteStat.
3. Изучение токсичности химических веществ проводили на основе хронического суточного поступления вещества (пероральный путь). Оценка неканцерогенного риска осуществлялась по значениям медианы и верхней границы 95 % ДИ результатов исследований. Характеристика общетоксических эффектов выполнена на основе коэффициентов опасности (HQ) отдельных веществ и суммарных индексов опасности (HI) для веществ с однонаправленным механизмом действия.

### **Выводы:**

1. Приоритетными загрязнителями питьевой воды г. Казани, определяющими неканцерогенный риск во всех зонах г. Казани при пероральном пути поступления, оказались нефтепродукты, нитраты, хлороформ, фториды, магний.
2. Наибольшему риску развития неблагоприятных эффектов при воздействии химических веществ в питьевой воде подвержены кровь, почки, сердечно-сосудистая система, печень, ЦНС, эндокринная система.
3. Высокий суммарный риск выявлен среди подросткового населения в Вахитовском и Приволжском районах.

## ОРНИТОЛОГИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА АЭРОДРОМА «КУРКАЧИ»

*Сиргалина Д.Р., Сурнина Т.А.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Аринина А.В.*

Авиационная орнитология – наука, которая изучает птиц, представляющих опасность для полетов. В последнее время нарастает необходимость в комплексных исследованиях, направленных на уменьшение ущерба от столкновений птиц с судами и обеспечение максимальной безопасности полетов.

Аэродром «Куркачи» расположен в равнинной части на удалении 35 км от Казани, рядом с деревней Ямашурма. Назначение аэродрома: прыжки с парашютом, полеты на самолетах.

Авиатехника аэродрома «Куркачи» включает самолеты, планеры и вертолеты.

На территории аэродрома располагаются административные здания, ангары и самолеты. Летное поле имеет форму многоугольника, вытянутого с севера на юг. На аэродроме имеется одна взлетно-посадочная полоса 2200 м на 100 м. Частота полетов варьирует в зависимости от сезона, достигает максимума в летний период.

Наблюдения проводили с периодичностью раз в 3 недели в летний период 2017 года. Численно-видовой состав птиц территории аэродрома установили методом линейного маршрутного учета без ограничения полосы обнаружения по Ю.С. Равкину. Во время учета отмечали высоту полета птиц. Видовое богатство рассчитали по индексу Шеннона – Уивера, степень сходства – по Жаккару.

Учет проводили по трем маршрутам: 1) путь от ангаров с самолетами и до начала взлетно-посадочной полосы (длина маршрута – 500 м); 2) взлетно-посадочная полоса (ВПП) (2 км); 3) административная территория аэродрома «Куркачи» (200 м). Общее видовое богатство аэродрома достаточно низкое ( $H^1 = 1,9$ ). Наиболее разнообразен маршрут № 1 ( $H^1 = 2,4$ ), беднее маршруты № 3 и № 2 (1,6; 1,5). Видовое разнообразие маршрута № 1 значительно выше маршрутов № 2 и 3 ( $p < 0,05$ ), что объясняется близостью лесопосадки и опушечным эффектом. На территории аэродрома зарегистрировано 18 видов птиц, относящихся к 10 отрядам. Виды доминанты: *Corvus monedula*, *Corvus frugilegus*, *Alauda arvensis*, *Corvus (corone) cornix*. На высоте до 1 м было встречено 6 видов:

*Alauda arvensis*, *Saxicola rubetra*, *Corvus monedula*, *Corvus frugilegus*, *Sturnus vulgaris*. Данные виды были встречены в районе силосной ямы и ВПП. Их привлекала пища, которую они могли отыскать.

На высоте до 10 м было зафиксировано 6 видов: *Motacilla flava*, *Motacilla alba*, *Phylloscopus collybita*, *Corvus corax*, *Phylloscopus trochiloides*. Данные виды находились преимущественно на деревьях и кустарниках или низко перелетали над ВПП. На высоте более 10 м отмечено 5 видов птиц: *Milvus migrans*, *Corvus monedula*, *Corvus (corone) cornix*, *Corvus frugilegus*, *Alauda arvensis*. Данные виды пролетали преимущественно над взлетной полосой.

Причины орнитологической привлекательности территории.

1. Силосная яма, расположенная на границе аэродрома, прилегающая к маршруту № 2. С частой периодичностью яму ворошит трактор, вследствие чего она становится еще более привлекательным объектом и собирает вокруг себя: *Corvus corax* – для него силосная яма опосредованный источник питания, *Corvus monedula*, *Corvus frugilegus*, *Pica pica*, *Corvus (corone) cornix*, (*Sturnus vulgaris*). Грачи прилетают с двух колоний, расположенных в 7 км к юго-западу от аэродрома и в 4 км к северо-востоку. Колонии расположены прямо за остановочными платформами железнодорожных путей. На первой колонии (823 км) было обнаружено 80 гнезд, на второй (835 км) – 72 гнезда.

2. Газон. *Corvus frugilegus*, *Corvus (corone) cornix*, *Corvus monedula* выискивают на поле насекомых.

3. Место обитания (гнездования). Можно выделить 3 экологические группы птиц: 1) наземногнездящиеся – используют территорию аэродрома в качестве гнездования: *Alauda arvensis*, *Anthus trivialis*, *Motacilla flava*, *Saxicola rubetra*; 2) птицы кустарникового яруса: *Phylloscopus trochiloides*, *Carpodacus erythrinus*, *Emberiza citrinella*, *Phylloscopus collybita*; 3) птицы, использующие постройки человека: *Passer montanus*, *Passer domesticus*, *Motacilla alba*, *Sturnus vulgaris*; 4) птиц привлекают самолеты: тепло исходящее от нагревающейся стали, привлекает насекомых, что, в свою очередь, привлекает *Motacilla alba*; 5) регулировочный знак аэродрома *Corvus corax* использует в качестве присады.

Таким образом, территория аэродрома «Куркачи» представляет собой орнитологически привлекательный объект, требующий для обеспечения безопасности принятия комплексных мер.

## ИЗУЧЕНИЕ ПОРИСТОСТИ СКОРЛУПЫ КУРИНОГО ЯЙЦА

**Яценко Г.А.**

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Арнина А.В.*

Степень изученности пористости скорлупы яиц птиц крайне низкая, изучение данного признака может раскрыть особенности эволюции класса *Aves*. На сегодняшний день изучено количество, распределение, размер и форма, микроскопическое строение пор скорлупы куриных яиц [Romanov, Romanova, 1959]. Количество пор скорлупы под лупой исследовали у белой трясогузки, индеек, черношейных и голубошейных страусов. Сравнительным анализом пористости скорлупы нескольких видов с использованием микроскопа занимался К. Михайлов в 1997 году. Считается, что на тупом конце яйца, где расположена воздушная камера, находится больше пор, чем в других областях яйца.

Это объясняется тем, что обилие пор способствует более быстрому доступу воздуха в воздушную камеру, что облегчит дыхание в последнем периоде инкубации [Romanov, Romanova, 1959. С. 71]. Существует противоположная точка зрения, что на тупом конце пор на 29–43 % меньше, чем на остром [Епимахова, Родин. 2012. С. 3].

Цель работы – изучить зависимость количества пор от их топографии на скорлупе куриных яиц. Задачи: 1) подобрать оптимальный способ подготовки микропрепарата; 2) произвести подсчет пор скорлупы куриных яиц в трех областях яйца: острый конец, экватор, тупой конец «вручную» и программой ImageJ; 3) сравнить результаты.

Исследования структуры скорлупы куриных яиц были проведены в центре биомедицинской микроскопии на микроскопе Leica M125. Изображение выводилось на компьютер в программе LAS V4.3. Математическую обработку выполнили в программе Statistica-12.

Для выбора оптимального способа подготовки микропрепарата структуры скорлупы куриных яиц применяли несколько способов: 1) в первом случае взяли скорлупу вареных и сырых куриных яиц. Скорлупа рассматривалась с внешней и внутренней сторон, на разных областях яйца: острый конец, экватор и тупой конец ( $n = 14$ ); 2) во втором подходе скорлупу окрашивали в соотношении 200 мл воды к 5 мл чернил. Скорлупу тщательно промывали, подскорлупковые оболочки убирали. Объект исследования выдерживали в растворе 1 – 9 и 12 часов. Скорлупу рассматривали в поперечном разрезе ( $n = 30$ ); 3) третий способ основывался на окрашивании скорлупы графитом с двух сторон, скорлупа очищалась как и в предыдущем методе. Скорлупу рассматривали в поперечном разрезе ( $n = 3$ ); 4) заключительный способ базировался на полученном опыте и выявлении сильных сторон предыдущих методов. Для этого способа взяли очищенную от подскорлупковых оболочек скорлупу и провели ручное окрашивание яиц концентрированными чернилами. Далее скорлупа была оставлена на 12 часов для высыхания. Исследования под микроскопом проводили в поперечном разрезе ( $n = 300$ ).

Первые три способа подготовки микропрепарата не подошли, так как поры не были достаточно окрашены. Четвертый метод с применением неразбавленных чернил позволил в наибольшей степени рассмотреть пористую структуру скорлупы куриных яиц. Именно этот метод был использован для подсчета количества пор в трех точках яйца.

Таблица 1

Количество пор участков различной топографии на 500 нм

M ± Sd	Острый конец		Тупой конец		Экватор	
	2,47 ± 1,96		2,69 ± 2,09		2,24 ± 1,68	
	открытые поры	закрытые поры	открытые поры	закрытые поры	открытые поры	Закрытые поры
M ± Sd	1,32 ± 1,41	1,15 ± 1,24	1,46 ± 1,4	1,23 ± 1,32	1,16 ± 1,32	1,08 ± 1,06
lim	0–6	0–5	0–6	0–7	0–5	0–4
n	132	115	146	123	116	108

По результатам дисперсионного анализа значимых различий между количеством пор на остром ( $n = 100$ ), тупом ( $n = 100$ ) концах и экваторе ( $n = 100$ ) нет. Также не было выявлено различий при сравнении количества открытых ( $n = 300$ ) и закрытых ( $n = 300$ ) пор. Однако можно говорить о тенденции к увеличению пор на тупом конце куриного яйца, где и находится воздушная камера эмбриона. Результаты согласуются с данными А.Л. Романова и А.И. Романовой.

## СЕКЦИЯ «ЗООЛОГИЯ И ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ»

## МОРФОЛОГИЯ МАССОВЫХ ВИДОВ ТИХОХОДОК (EUTARDIGRADA)

*Банникова М.А.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Заботин Я.И.*

Tardigrada – тип микроскопических широко распространенных беспозвоночных животных. Тихоходки используются в качестве модельных организмов для исследований в различных областях, могут служить индикатором состояния окружающей среды [Vargha, 2002], являются важным объектом при изучении филогении беспозвоночных [Барнс и др., 1992. С. 36], способность выживать в экстремальных условиях среды делает их интересными объектами для медицины. На данный момент известно около 1200 видов типа Tardigrada [Bingemer, Hohberg, 2017]. Тем не менее в настоящее время тихоходки (в частности, их фауна и морфология) остаются одной из наименее изученных групп беспозвоночных.

Целью данной работы является изучение фауны и внешней морфологии наземных тихоходок островов Керетского архипелага Белого моря.

Пробы мха были собраны в июне-июле 2017 года в следующих районах: о. Средний, о. Медянка, о. Луда-Черемшиха, мыс Картеш и д. Кереть. Тихоходки не были обнаружены лишь в пробе с мыса Картеш. Готовые временные препараты тихоходок просматривали при помощи светового микроскопа Axio Imager. Для исследования с помощью СЭМ особи были зафиксированы целиком в 1 % глутаровом альдегиде на 0,1 М фосфатном буфере, подготовлены по традиционной схеме, затем исследовались и фотографировались с помощью СЭМ Merlin Zeiss в Центре аналитической микроскопии КФУ.

В пробах было идентифицировано 4 вида тихоходок (систематика и таксономия приведены по Bingemer, Hohberg, 2017).

Класс Eutardigrada Marcus, 1927.

Отряд Arochela Schuster et al., 1980.

Семейство Milnesiidae Ramazzotti, 1962.

Род *Milnesium* Doyere, 1840.

*Milnesium tardigradum* Doyere, 1840.

Отряд Parachela Schuster et al., 1980.

Семейство Macrobiotidae Thulin, 1928.

Род *Macrobiotus* Schultze, 1834.

*Macrobiotus hufelandi* Schultze, 1834.

Семейство Hypsibiidae Pilato, 1969.

Род *Astatumen* Pilato, 1997.

*Astatumen trinacriae* (Arcidiacono, 1962), syn. *Itaquascon trinacriae*

*A. tamaensis* (Sudzuki, 1975), syn. *Itaquascon tamaensis*

Наиболее часто в пробах встречались *Miln. tardigradum* и *Macr. hufelandi* – космополитические виды, широко распространенные на территории России. Имеются литературные данные об обнаружении вида *Macr. hufelandi* в озерах Республики Карелия [Туманов, 1994]. В единичных экземплярах были обнаружены представители видов *A. trinacriae*, единственного вида рода *Astatumen*, описанного для Европы [Bingemer, Hohberg, 2017], и *A. tamaensis*, до сих пор отмеченного только в Японии [Ramazzotti, Маусси, 1983. Р. 692] и, возможно, являющегося новым не только для России, но и для Европы.

## ИЗУЧЕНИЕ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ-КСИЛОФАГОВ АРСКОГО И РАИФСКОГО ЛЕСНИЧЕСТВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

*Зайнуллин М.А.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Шулаев Н.В.*

Леса являются важнейшим природным ресурсом Российской Федерации, поэтому важнейшей государственной задачей является их учет, мониторинг состояния, а также своевременное проведение лесозащитных мероприятий, направленных на поддержание насаждений в устойчивом состоянии. Планирование лесопользования невозможно без достоверной и своевременной информации о состоянии лесов, причин и объемов их повреждений.

Обзор литературы показал, что на территории Республики Татарстан нет работ по изучению кородея-типографа (*Ips typographus* L.) методом феромонных ловушек. Нами была предпринята попытка использовать данный метод в своих исследованиях.

На выбранных нами участках поврежденного леса было обнаружено пять видов насекомых-вредителей. Шестой вид *Trichodes apiarius* L. к числу вредителей не относится. Значительно доминировал в сборах вид *Ips typographus* L., значительно уступал ему по численности вид *Dendroctonus micans* Kug. Остальные виды встречались единично. Максимальная численность кородея-типографа была зафиксирована в середине мая. Общая численность кородея-типографа не превышает порог вредоносности и находится в пределах нормы естественного патологического отпада. Рассчитанный нами экономический ущерб на данном участке составил 517 903,5 руб.

Рекомендовано продолжить надзор за численностью кородея-типографа для предотвращения массовых вспышек численности и заселения здоровых насаждений. Целесообразно проведение санитарных рубок с жестким соблюдением нормативных сроков рубки и уничтожением коры и установка ловчих деревьев и феромонных ловушек для уничтожения вредителя и проведения контроля численности популяций.

## ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И ЧИСЛЕННОСТЬ СЕГОЛЕТОК РЫБ В ПРИБРЕЖЬЕ ВОЛЖСКО-СВЯЖСКОГО УЧАСТКА ВОЛЖСКОГО ПЛЕСА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 2016–2017 ГОДЫ

*Зайнутдинова Р.Р.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент кафедры зоологии и общей биологии Галанин И.Ф.*

Показатели молоди рыб являются важным источником информации для оценки видового разнообразия ихтиофауны и мониторинга результатов естественного воспроизводства. Сбор материалов для исследования проводился в прибрежье Волжско-Свияжского участка Куйбышевского водохранилища в 2016 и 2017 годы с помощью мальковой (длина 12,5 м, ячея в кутке 2,5 мм) и газовой (длина 3 м, газ № 10) волокуш. В ходе работ были обнаружены сеголетки 19 видов рыб, из них в 2016 году было выловлено 16 видов, а в 2017 году – 15 видов рыб. Пойманные рыбы принадлежали к 5 семействам: окуневые (Percidae), карповые (Cyprinidae), бычковые (Gobiidae), щуковые (Esocidae) и вьюновые (Cobitidae). Все были представлены сеголетками, что позволяет утверждать о наличии размножения выявленных видов в районе исследования. Среди сеголеток, также как и для ихтиофауны водохранилища в целом, семейство карповые составило основу видового разнообразия. В уловах преобладали малоценные и сорные виды рыб. Важным фактом стало обнаружение сеголеток волжского подуста (*Chondrostoma variable*, Jakovlev, 1870) – вида, занесенного в Красную книгу Республики Татарстан. Видовое разнообразие, оцениваемое по индексу Шеннона, в 2017 году был значительно выше, чем в 2016 году. В 2016 году значения индекса по материалам мальковой волокуши составили летом 0,92, а осенью – 1,44. Для 2017 года аналогичные показатели равнялись 2,13 и 1,95 соответственно. Общая эффективность размножения, оцениваемая по количественным показателям сеголеток рыб, в рассматриваемые годы оказалось достаточно высокой (рис. 1), однако реализована она была за счет малоценных видов рыб, в основном окуня, густеры и бычков.



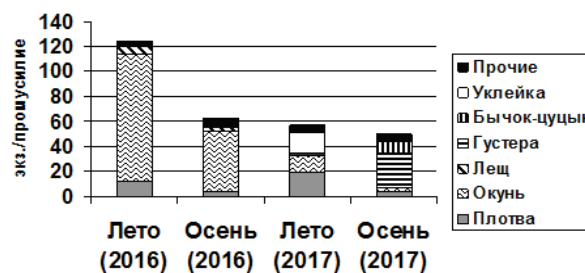


Рисунок 1. Результаты уловов молоди рыб за период исследований

Относительная численность основного промыслового вида водохранилища – леща – была незначительна. Отличия в видовом составе и численности отдельных видов обусловлены режимом уровня воды, который в 2016 году был более благоприятен для ранненерестующих видов, а 2017 – для поздненерестующих видов рыб.

### СТРОЕНИЕ И ИЗОТОПНЫЙ АНАЛИЗ КЛЮВОВ КАЛЬМАРОВ РОДА *GONATUS* В СЕВЕРНОЙ АТЛАНТИКЕ: ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОЛОЖЕНИЯ ВИДОВ В ЭКОСИСТЕМЕ

Зарипова З.И.

Научный руководитель – канд. биол. наук, ассистент Голиков А.В.

Арктический кальмар *Gonatus fabricii* и северо-атлантический *Gonatus steenstrupi* – это наиболее распространенные головоногие моллюски в арктических и субарктических водах Северной Атлантики. Данные виды кальмаров занимают важное место в экосистеме, достигая огромных величин, биомассы и численности. Для многих морских млекопитающих, крупных рыб и морских птиц гонатусы являются основным объектом питания. Жизненный цикл обоих видов Гонатусов характеризуется хорошо выраженными онтогенетическими вертикальными миграциями. Личинки и молодь встречаются в эпипелагических водах, являясь жертвой многих морских хищников, таких как морские млекопитающие, рыбы, и птиц. По мере взросления гонатусы погружаются в мезопелагические и батипелагические слои воды, где на них охотятся глубоководные рыбы, тюлени и киты. Актуальность данного исследования определяется слабой изученностью всех аспектов биологии и экологии гонатусов, включая морфологию клюва и закономерности его роста, спектр питания и хищников, в то время как определение трофических связей вида является ключевым вопросом в понимании структуры арктических экосистем.

Целью работы является изучение морфологии клюва арктоатлантических кальмаров рода *Gonatus* на разных стадиях онтогенеза и выявление положения вида *G. fabricii* в арктической экосистеме путем анализа содержания стабильных изотопов азота и углерода в клюве.

**Материалы и методы.** Было исследовано 226 кальмаров: 121 самка и 105 самцов на всех стадиях зрелости. Пойманные кальмары фиксировались в 70 % растворе этанола или в 4 % растворе формальдегида (формалине). У исследованных особей выделялась буккальная масса, далее из нее извлекался клюв. Размеры каждого клюва были измерены по схеме, предложенной М. Кларком (1986). Для проведения изотопного анализа клювы подвергались чистке, сушке и перемалывались до порошкообразного состояния. Анализ проводился с использованием изотопного спектрофотометра при институте морских наук и наук об окружающей среде университета Коимбры, Португалия. Различия оценивались при помощи Kruskal-Wallis теста и U-критерия Манна-Уитни.

**Результаты и обсуждение.** В морфологии клювов обоих видов отсутствовали однозначные идентификационные признаки. У ювенильных особей обоих видов клюв непрочный и слабопигментированный. Клюв взрослых гонатусов пигментирован по всей площади клюва, за исключением края глоточной пластинки и крыла. Кончик рострума верхней челюсти имеет заостренную форму и черную окраску. Когтевидно изогнут вниз. Наблюдается отрицательный аллометрический рост клювов и их отдельных частей. Общие закономерности роста основных частей клюва (rl, hl) совпадают в каждом районе сбора. Разработаны уравнения, связывающие размеры клювов и общие размеры и вес тел обоих видов. Необходимо их использование при установлении размеров и биомассы поедаемых хищниками гонатусов.

Стабильный изотоп углерода служит географическим маркером, его содержание увеличивается с востока на запад; наибольшее содержание стабильного изотопа углерода выявлено у кальмаров Баренцева моря, наименьшее – в западной Гренландии. Отмеченная закономерность достоверна с высоким уровнем значимости. Содержание стабильного изотопа азота увеличивается в ходе онтогенеза, между экологическими стадиями и стадиями зрелости обоих полов есть достоверная разница. В целом различие между эпипелагиальными и батипелагиальными стадиями составляет до 10 промилле, т. е. 3 трофических уровня (ТУ). По формуле Н. Хасея (2014), которая является самой современной для определения ТУ организмов Арктики, ТУ Гонатуса меняется в онтогенезе от 2,5 до 5,1, в среднем составляя около 4. Наблюдается достоверное постепенное увеличение между стадиями.

Таким образом, мелкие эпипелагические гонатусы по трофическому уровню соответствуют планктонным и донными ракообразным, мелким рыбам, среднеразмерные мезопелагические – соответствуют крупным креветкам и массовым видам рыб, крупные батипелагические – соответствуют вершинам арктической морской трофической цепи, лишь немного уступая крупным акулам, некоторым тюленям, китообразным и белым медведям.

### РЕПРОДУКТИВНАЯ СИСТЕМА САМЦОВ СПИРУЛЫ (CEPHALOPODA: SPIRULA SPIRULA)

*Новиков А.А.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Сабиров Р.М.*

*Spirula spirula* Linnaeus, 1758 – единственный вид отряда Spirulida. Распространен в мезопелагиали субтропических и тропических вод Атлантики и Индоветспацифики, но раковины погибших спирул выносит на берег до субарктической Канады на севере.

Материалом послужил самец спирулы, выловленный в рейсе № 17 НИС «Витязь» 20.11.1978 креветочным тралом на глубине 900–950 м в Мозамбикском проливе (20°48'S – 35°56'E) Индийского океана. Биологический анализ включал снятие промеров, измерение семенника, частей сперматофорного комплекса органов (СКО), а также измерение массы тела, семенника и СКО. Морфометрический анализ сперматофоров включал измерение его общей длины и всех внутренних компонентов. Стадия зрелости была определена по шкале, разработанной для десятируких головоногих моллюсков.

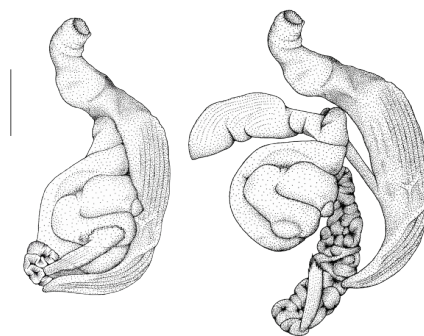


Рисунок 1. Сперматофорный комплекс органов в естественном и в развернутом состоянии. Шкала 5 мм

Репродуктивная система спирулы, в целом, имеет типичное для колеоидных головоногих моллюсков строение – непарный семенник и СКО, устроенный по «декаподному» плану. Однако топография репродуктивной системы в мантийной полости значительно отличается от других цефалопод. Семенник и СКО располагаются в задней части мантийной полости, соответственно справа и слева от главной оси тела. Их симметричное латеральное оттеснение производит эндогастрическая спиральная раковина, вследствие чего возникает своеобразная компактизация внутренностного мешка спирулы. Среди частей полового аппарата достаточно выделяется очень длинный многократно перекрученный семяпровод. При этом семенник сообщается с семяпроводом необычно вытянутым целомодуктом, проходящим через полость внутри первого оборота раковины, через который зрелые спермии доставляются к сперматофорной железе для их упаковки в сперматофоры. Последние являются одними из наиболее крупных среди десятируких головоногих моллюсков и составляют около 30 % к ДМ. Морфологически сперматофоры спирулы мало отличаются от таковых у других десятируких. Возможно,

процесс продуцирования сперматофоров у спироулы идет по пути постепенного уменьшения количества запакованного полового продукта в семенных резервуарах с целью увеличения продолжительности половозрелого периода онтогенеза. Это приспособление возникло на фоне своеобразной биологии и низкой численности.

Положение *Spirula spirula* в систематике головоногих моллюсков еще до конца не ясно. Очевидно, что спироулиды являются дочерним таксоном к колеоидным моллюскам, но точное положение внутри Coleoidea пока неизвестно.

Репродуктивная система самцов спироулы демонстрирует черты высокой специализации (уникальная топография, длинный целомодукт, протяженный экономичный сперматофорогенез), возникшей в ходе эволюции соотношения висцерального мешка и эндогастрической спиральной раковины.

## **МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЖУЖЕЛИЦ РОДА *CARABUS* В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «НИЖНЯЯ КАМА» И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ, ПОДВЕРЖЕННЫХ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

*Саяхова Г.Р.*

*Научные руководители – канд. биол. наук, доцент Зелеев Р.М.;  
канд. биол. наук, ст. науч. сотр. Суходольская Р.А.*

Изучение антропогенных воздействий на природу – актуальная проблема современности, наиболее остро выраженная в городах. По характеру морфометрической изменчивости насекомых можно судить о степени антропогенного воздействия, изменению климата, процессах, идущих на уровне экосистемы. Один из таких признанных индикаторов среды обитания – жуки-жужелицы. Изучению изменчивости размеров жужелиц посвящено много работ, но практически нет публикаций по проблеме влияния на изменчивость размеров насекомых такой быстро развивающейся отрасли, как нефтедобыча.

Цель работы – оценка морфометрической изменчивости крупноразмерных видов жужелиц, обитающих в районе нефтедобычи. Объектами исследования стали 6 видов жужелиц рода *Carabus*: *C. arcensis*, *C. cancellatus*, *C. convexus*, *C. glabratus*, *C. granulatus*, *C. hortensis*. Исследования проводили на территории национального парка «Нижняя Кама» и прилегающих территориях (Россия, Республика Татарстан, 55,0 с.ш. 49,0 в.д.). Для изучения воздействия установки ЛЭП на жужелиц взяты пробы на пойменных лугах, примыкающих к г. Елабуга и с. Танайка, и охватывающих прирусловую, центральную и притеррасную пойму правобережья реки Камы. Жужелиц отлавливали ловушками Барбера, в качестве которых использовали пластиковые емкости объемом 500 мл. Всего отловлено около 2 000 особей. После определения видовой принадлежности отбирали жуков изучаемых видов, дифференцировали по полу и подвергали индивидуальным промерам под бинокулярным микроскопом МБС-9 с окуляр-микрометром индивидуальный обмер 6-мерных признаков: длина надкрылий, ширина левого и правого надкрылья, длина переднеспинки, ширина переднеспинки, длина головы, расстояние между глазами. Статистическая обработка материала проведена в программах Statistica 8.0 и Microsoft Excel-97. Используются следующие методы первичного и многомерного статистического анализа: факторный анализ (анализ главных компонент), дискриминантный анализ и из простейших описательных статистик – графики «ящики – усы» (Box&Whisker Plot). Была проанализирована 431 особь.

Выяснено, что у *C. cancellatus* длина надкрылий в нарушенных биотопах уменьшается. Аналогичная тенденция наблюдается в отношении ширины надкрылий и длины переднеспинки. Ширина переднеспинки и головы статистически значимо не изменяются, а длина головы (определяет поисковую активность) в ряде случаев даже больше на импактной территории, чем в контроле. *C. arcensis* на импактных территориях не встречался, а по контрольным территориям все мерные признаки жуков этого вида одинаковы на всех исследованных плотках. По результатам анализа главных компонент отмечено, что на территории нефтепровода местообитания фрагментированы, и в каждом локалитете складывается своя морфометрическая структура. Остальные виды, в отличие от *C. cancellatus*, чисто лесные, поэтому не были найдены на импактных участках. Факторная структура у них достаточно стабильна.

Нефтекачалки, нефтепровод и газопровод действуют на исследованной территории более 10 лет. Прилегающие к ним территории периодически подвергаются антропогенному воздействию в виде вырубки древесно-кустарниковой растительности (поросли), засыпания песком, его выравнивания

и т. д., что поддерживает территорию в состоянии гетерогенности условий. Эксплуатация газо- и нефтепроводов, и в особенности нефтекачалок, подразумевает функционирование разветвленной сети дорог, которые служат как барьерами, так и путями распространения мелких летающих и бегающих жужелиц – видов открытых пространств. Формирующиеся в нарушенных биотопах группировки – скорее всего временные (водовод, газопровод), а в «запечатанных» дорогами плотках рядом с нефтепроводом и нефтекачалками крупных видов обнаружено не было. Это говорит о том, что нефтедобыча влияет на крупные виды жужелиц опосредованно, не загрязнением почвы (хотя такое тоже может иметь место), а фрагментацией местообитаний.

## НОВЫЕ ДАННЫЕ О ФАУНЕ OPILIONES СЕВЕРО-ОСЕТИНСКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА

*Тазетдинова А.Р.*

*Научный руководитель – ассистент кафедры зоологии и общей биологии Беспятовых А.В.*

Слабый уровень изученности фауны сенокосцев – *Opiliones* на территории России определяется сложностью их видовой диагностики, невысокой относительной численностью этих представителей, а также минимальным количеством арахнологов, работающих с этой группой, что не позволяет оценить все разнообразие видов на обширной территории страны. Немалый интерес в этом смысле представляет регион Большого Кавказа, где остается большое количество пока слабо изученных территорий.

На территории Северной Осетии пристальное изучение паукообразных было начато совсем недавно, а изучение фауны опилионид практически не проводилось. Материал по сенокосцам из Северной Осетии регулярно поступал в Институт зоологии Национальной Академии наук Азербайджана, однако он использовался при составлении общего видового списка опилионид Кавказа без привязки к региону [Снеговая, личное сообщение, 2018]. На сегодняшний день фаунистический список сенокосцев исследуемой территории Северной Осетии отсутствует, а представление об их составе имеет лишь частичное, полученное из научных статей, посвященных близлежащим к Северной Осетии территориям, входящим в состав Кавказа.

Для научной работы использовался материал в виде фиксированных этанолом сборов паукообразных с территории Северо-Осетинского государственного природного заповедника и прилегающих к нему территорий северного макросклона Центрального Кавказа. Основной регион сбора материала лежал в пределах Алагирского района и Правобережном районе (село Брут). Сборы осуществлялись в период с марта 2014 по ноябрь 2014 года. На обследованной территории по результатам анализа сборов 2014 года обнаружено 11 видов сенокосцев из 3 семейств (*Phalangiidae*, *Trogulidae*, *Nemastomatidae*), 6 из которых были определены до вида: *Odiellus zecariensis* (Mkheidze, 1952), *Zacheus birulai* (Redikorzev, 1936), *Trogulus rossicus* (Šilhavý, 1968), *Paranemastoma kalyschevskyi* (Roewer, 1951), *Giljarovia triangula* (Martens, 2006), *Opilio silvestris* (Snegovaya, 2010).

Опираясь на литературные данные и собственные результаты, мы можем отметить преобладание на территории Северной Осетии представителей семейства *Phalangiidae*, которые имеют также и количественное преимущество по сравнению с другими семействами.

Наш опыт работы с доступными определителями демонстрирует недостаточное использование авторами в качестве таксономических маркеров микроструктур опилионид. Мы предлагаем для видовой диагностики самок использовать детали строения яйцеклада.

## МОРФОЛОГИЯ КЛЮВА И РАДУЛЫ *ROSSIA MOELLERI* STEENSTRUP, 1856 (CERHALOPODA, SERIOLIDA) В БАРЕНЦЕВОМ И КАРСКОМ МОРЯХ

*Таширева И.А.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, ассистент Голиков А.В.*

Изучение клювов и радул цефалопод очень важно в исследованиях по трофической экологии при построении цепей питания. Малоисследованными в этом плане являются арктические головоногие моллюски, в частности, эндемик высокой Арктики *Rossia moelleri* Steenstrup, 1856. Морфология клювов и радул головоногих моллюсков позволяет судить о характере питания данного вида, в то же

время по уравнению клюва можно оценить потребляемую хищниками биомассу россий по клювам, извлекаемым из желудков хищников [Lu, Ickeringill, 2002. P. 1–65].

Материалом для работы послужили сборы *R. moelleri*, полученные в 2004–2005 и 2007–2017 годах в рейсах научно-исследовательских судов «Нансен», «Вильнюс», «Смоленск», «Дальние Зеленцы». Всего обработано 44 моллюска: 21 самка (длина мантии 8,7–76,0 мм; I–IV, V<sub>2</sub> стадии зрелости) и 23 самца (длина мантии 12,0–46,0 мм; I – V<sub>2</sub> стадии зрелости). Отловленные экземпляры фиксировались в 4 % растворе формалина. Был проведен краткий биологический анализ – определение пола, стадии зрелости, измерение ДМ и массы тела.

На ранних стадиях развития клюв *R. moelleri* представляет собой очень непрочную хитиновую структуру, которая легко поддается разрушению и деформации. У верхней челюсти окрашены лишь рострум и капюшон, цвет окраски – коричневый. На дальнейших стадиях развития клюв практически полностью покрывается пигментом, однако край глоточной пластинки так и остается прозрачным. Верхняя челюсть подвергается некоторым изменениям формы в течение онтогенеза – угол между рострумом и крыльями углубляется, проваливается внутрь, за счет чего происходит изгиб рострума, он становится тоньше, выглядит более хищным. У изученных животных не было обнаружено дополнительных углов на роструме. Пигментация нижней челюсти интенсивная уже на начальных стадиях зрелости. Имеет темно-коричневую окраску, переходящую в черную на кончике рострума. Крылья нижней челюсти имеют тенденцию к увеличению в длине, а также процентное соотношение площади капюшона к площади остальной части клюва уменьшается.

Пропорции клювов остаются постоянными в течение онтогенеза, при этом рост клюва у обоих полов проходит с отрицательной аллометрией. В желудках хищников целыми обычно остаются наиболее устойчивые части – рострумы обеих челюстей и капюшон верхней челюсти. По ним выведены уравнения для расчета размеров поедаемых россий:  $URL = 0,0956ML^{0,7588}$  (1),  $LRL = 0,075ML^{0,7882}$  (2),  $HL = 0,4626ML^{0,7063}$  (3), где HL – длина капюшона, LRL – длина рострума нижней челюсти, ML – длина мантии, URL – длина рострума верхней челюсти.

Радула *R. moelleri* (рис. 1) отличается от радул других представителей этого рода [Aldrich, 1971. P. 11]. Средний рахидиальный зуб имеет треугольное расширенное основание, лишь отдаленно напоминает трехзубчатое состояние. 1-й латеральный зуб с широкой пяткой, 2-й латеральный зуб и маргинальный зуб имеют короткие основания и длинные кинжаловидные зубцы.

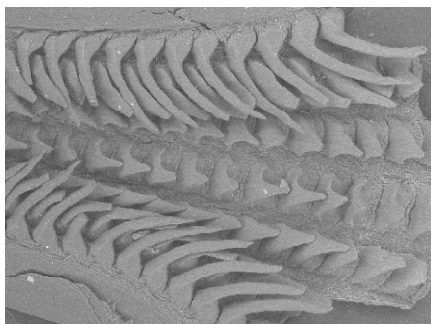


Рисунок 1. Радула *Rossia moelleri* (самка, III стадия зрелости, длина мантии 17 мм)

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРЕПАРАТА «37D» НА РЕГЕНЕРАЦИЮ ПЛАНАРИЙ *SCHMIDTEA MEDITERRANEA (PLATHELMINTHES, TRICLADIDA)*

**Шарафутдинова Д.Н.**

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Порфирьев А.Г.*

Работы по изучению регенерации у планарий ведутся уже на протяжении более ста лет. Многие известные ученые, в том числе Томас Хант Морган, исследовали механизмы, которые лежат в основе процесса регенерации, который до сих пор остается еще до конца не понятным. В связи с этим работы по изучению регенерации планарий остаются актуальными и на сегодняшний день.

В данной работе нами было проведено исследование пролиферативной активности препарата «37D» на регенерацию планарий вида *Schmidtea mediterranea* с использованием метода прижизненной морфометрии бластемы планарий.

Препарат «37D» представляет из себя соединение – комплекс препарата «Ксимедон» с аминокислотой метионином, которые ранее показали свое положительное воздействие в качестве нейропротектора. Предыдущие работы по изучению влияния препарата «Ксимедон» на регенерацию планарий *Dugesia tigrina* показали эффективность данного соединения.

Для расчета МНК и CL50 проводился отдельный эксперимент, в котором использовались по 10 планарий на каждую проверяемую концентрацию.

В ходе эксперимента были использованы следующие концентрации препарата: 0,01 мг на 100 мл воды; 0,05 мг на 100 мл воды; 0,1 мг на 100 мл воды. Было проведено три серии эксперимента с промежутком в одну неделю по оценке влияния препарата «37D» на регенерацию планарий. Таким образом, нами были сформированы двенадцать экспериментальных групп. Декапитация проводилась под контролем бинокулярного микроскопа. Регистрация отрастания бластемы проводилась через 72 часа после декапитации и помещения в исследуемый раствор. В ходе регистрации отрастания бластемы отбирались экземпляры для дальнейшего изготовления серий гистологических препаратов.

Электронное изображение планарии анализировалось с помощью программы для анализа изображений AxioVision SE64 Rel 4.9.1. Далее нами вычислялся критерий регенерации R. Статистический анализ данных осуществлялся в программном пакете Past Ver. 3.11 (Paleontological Stastics). Для оценки значимости различий критерия регенерации в экспериментальных группах и контроле использовался метод дисперсионного анализа (ANOWA), а также метод попарных сравнений (U-критерий Манна–Уитни).

Исходя из того, что все планарии, участвовавшие в проверке CL50, выжили и не было обнаружено никаких признаков токсического поражения, можно сделать вывод о не токсичности препарата «37D». Таким образом, препарат «37D» относится к группе веществ с предельно низкой токсичностью. Необходимо отметить, что величина МНК нами также не была выявлена в связи со слабой токсичностью препарата.

Выявлено, что препарат «37D» оказывает наибольшее эффективное положительное воздействие на регенерацию планарий *Schmidtea mediterranea* при концентрации в 0.01 мг / 100 мл. При воздействии более высокой концентрации в 0.05 мг / 100 мл происходит небольшое снижение коэффициента критерия регенерации. Вышестоящая концентрация (0.1 мг / 100 мл) оказывает также существенное положительное действие на пролиферацию в сравнении с контролем.

Проведено изучение гистологического строения бластемы через 72 часа регенерации. На гистологических срезах было показано, что сразу после декапитации и спустя сутки бластема планарий была только в состоянии формирования, не имела оформленных границ покровного ресничного эпителия, а гранулы пигмента не были выражены на внешней границе бластемы. Через 72 часа регенерации червей нами выявлены значительные участки с соединительной тканью, которые окрашиваются синим цветом и выглядят как тяжи, направленные к периферической части бластемы. После 72 часов регенерации планарий нами также отмечено формирование элементов кожно-мышечного мешка. На срезах данные элементы начинают окрашиваться красно-оранжевым цветом. По окончании трех суток нами не было выявлено формирование глаз планарий, которое начинается позже по сроку.

## ВЛИЯНИЕ РАДИАЦИИ НА УЛЬТРАСТРУКТУРУ КЛЕТОК ПЕЧЕНИ КРЫСЫ

*Яковлева А.И.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Сальникова М.М.*

Печень является поистине удивительным органом: в организме она выполняет множество функций, включая секрецию желчи и детоксикацию организма. Согласно правилу Бергонье–Трибондо, радиочувствительность ткани прямо пропорциональна пролиферативной активности и обратно пропорциональна степени дифференцировки составляющих ее клеток. Интактная печень относится к органам с крайне медленным обновлением, и многие исследователи считали печень радиорезистентным органом. Однако исследования [Москалёв, 1964. С. 238–248], [Иванов, 1981. С. 292] показали не только высокую чувствительность печени к лучевому воздействию, но и значительные нарушения регенерационных процессов. Как считают некоторые ученые, знание морфофункционального состояния печени дает надежные ориентиры при оценке степени развития той или иной патологии организма в целом.

Материалом для исследования послужила печень крыс двух групп. Первая группа животных служила биологическим контролем. Вторая была подвергнута ионизирующему излучению дозой

5 Гр однократно, забор материала производился на 40 день после облучения. Экспериментальная часть осуществлена в Федеральном центре токсикологической, радиационной и биологической безопасности ФГБУ «ФЦТРБ-ВНИВИ» г. Казани (в рамках сотрудничества). Крыс выводили из эксперимента в соответствии с «Международными рекомендациями по проведению медико-биологических исследований с использованием лабораторных животных». Подготовка отобранного материала проводилась по принятой классической схеме на базе лаборатории электронной микроскопии кафедры зоологии и общей биологии КФУ. Фиксация проводилась в 1 % глутаровом альдегиде на 0,1 М фосфатном буфере, постфиксация в 1 % OsO<sub>4</sub>. Заливка материала осуществлялась в эпоновую смолу. Просмотр срезов производился на трансмиссионном электронном микроскопе Jem 100CX. Съемка осуществлялась на фототехническую пленку ФТ-41. Сканировали негативы сканером EPSON PERFECTION V500 PHOTO.

Исследование образцов печени крыс контрольной группы с использованием световой и электронной микроскопии показало правильную морфологию печеночных долек и клеток, характерных для здоровой печени. При гистологическом исследовании печени крыс после воздействия ионизирующего излучения в дозе 5 Гр на 40-й день выявлены существенные изменения в тканях и клетках печени: нарушения балочной структуры печеночных долек, деформация центральной вены, увеличение количества двуядерных клеток по сравнению с биологическим контролем и наличие деформированных и погибающих клеток. При морфометрическом анализе были выявлены следующие изменения: у опытной группы достоверно уменьшался размер клеток и их ядер, увеличилось как количество двуядерных гепатоцитов, так и количество гепатоцитов на единицу площади, что говорит о пролиферативной активности печени крыс, подвергнутых облучению.

Электронно-микроскопическое изучение ультраструктуры клеток печени крыс, подвергнутых облучению дозой 5 Гр, выявило нарушения в структуре некоторых органелл: изменение формы ядер (появление инвагинаций), уплотнение кариоплазмы, перераспределение хроматина до маргинального состояния, что является необратимым состоянием, показывающим гибель клеток. Количество ядерных пор визуально уменьшается, они плохо просматриваются, а перинуклеарное пространство имеет неодинаковую толщину по всей своей протяженности, образуя выпуклости, обращенные либо внутрь ядра, либо к цитоплазме. Митохондриальный матрикс уплотняется, кристы либо исчезают, либо их становится крайне мало, а межмембранное пространство по всей их длине неравномерной толщины. Это указывает на нарушения в работе митохондрий – вероятно, имеет место разобщение в процессах окислительно-восстановительного фосфорилирования. Происходит фрагментация ЭПС, ее цистерны утолщаются, отшнуровываются вакуоли – цитоплазма вакуолизируется. Увеличиваются размер и количество пероксисом, что, вероятно, связано с накоплением образовавшегося в процессе радиолитического продукта – пероксида водорода H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, в детоксикации которого участвует каталаза пероксисом [Эйдус, 1984. С. 176].

## ФАУНА И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ДВУКРЫЛЫХ НЕКРОФАГОВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН И ПРИЛЕЖАЩИХ ТЕРРИТОРИЙ

*Юзекаева Р.Р.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Шулаев Н.В.*

Беспозвоночные-некробионты, входящие в комплекс разрушителей (деструкторов), являются неотъемлемым компонентом любой экосистемы [Одум, 1975. С. 41]. Разложение крупной падали происходит при участии большого числа некробионтов, но основными утилизаторами являются личинки двукрылых. Утилизация трупов позвоночных животных в наземных экосистемах осуществляется за счет насекомых (ими перерабатывается 61 % трупов) [Лябзина, 2003. С. 23].

Двукрылые некрофаги являются неотъемлемой частью комплекса организмов, которые в различных экологических условиях принимают участие в разложении и минерализации остатков растительного и животного происхождения, а также продуктов жизнедеятельности позвоночных животных [Кузнецова, 1987. С. 61–63].

Материалом для данной работы послужили сборы, произведенные в летний период 2017 года на территории города Казани и на территории Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника, в Раифском участке (ВКГПБЗ). Правильность определения была сверена с эталонными коллекциями Р.Д. Хасановой.

На исследуемой территории было обнаружено 22 вида падальных мух из 4 семейств. Преобладают по числу видов представители семейства *Calliphoridae* (10 видов). Далее идут *Muscidae* (семь видов).

И уже потом семейства *Sarcophagidae* (4 вида) и *Dryomyzidae* (один вид). Доминирующими оказались два вида из семейства синих мясных мух (*Calliphoridae*): *Lucilia silvarum* (18 экземпляров) и *Lucilia apmullacea* (30 экземпляров).

Наибольшее количество двукрылых было обнаружено на приманке из рыбы (44 экземпляра, относящихся к трем семействам), далее идет приманка из крысы (35 экземпляров, относящихся к трем семействам), мышей (33 экземпляра, относящихся к четырем семействам) и только потом из домашней птицы (курица) (20 экземпляров, относящихся к трем семействам). Из общего числа они составили 33 %, 27 %, 25 % и 15 % соответственно.

Сравнивая энтомофауну Республики Татарстан и Марий-Эл, из 22 видов, найденных нами на территории РТ, и 19 видов, обнаруженных Матвеевым в 2008 году на территории Марий-Эл, можно сделать вывод, что общими являются 8 видов из 3 семейств [Матвеев В., 2008. С. 89–98].

Другими словами, можно предположить, что энтомофауна двукрылых некрофагов Республики Татарстан богаче энтомофауны Республики Марий-Эл.

Таблица 1

Сравнительная таблица фауны двукрылых некрофагов РТ и Марий-Эл

№ п/п	Семейство, вид	Место, количество	
		РТ	Марий-Эл
1.	Сем. Calliphoridae		
	1. <i>Acrophaga alpina</i> Ztt.		+
	2. <i>Calliphora vomitoria</i> (Linnaeus, 1758)	+ (7)	
	3. <i>Calliphora vicina</i> R.-D.		+
	4. <i>Calliphora uralensis</i> Vill.		+
	5. <i>Cynomya mortuorum</i> * (Linnaeus, 1761)		+
	6. <i>Lucilia apmullacea</i> (Villeneuve 1922)	+ (30)	
	7. <i>Lucilia bufonivora</i> (Moniez, 1876)	+ (1)	
	8. <i>Lucilia caesar</i> (Linnaeus, 1758)	+ (1)	+
	9. <i>Lucilia illustris</i> (Meigen, 1826)	+ (4)	+
	10. <i>Lucilia sericata</i> Mg		+
	11. <i>Lucilia silvarum</i> (Meigen, 1826)	+ (18)	+
	12. <i>Phormia regina</i> (Meigen, 1826)	+ (7)	+
	13. <i>Pollenia amentaria</i> (Scopoli, 1763)	+ (8)	
	14. <i>Pollenia rudis</i> (Fabricius, 1794)	+ (8)	+
	15. <i>Pollenia vespillo</i> F.		+
	16. <i>Protophormia terraenovae</i> (Robineau Desvoidy, 1830)	+ (4)	+
2.	Сем. Dryomyzidae		
	17. <i>Neuroctena anilis</i> (Rondani, 1868)	+ (1)	
3.	Сем. Muscidae		
	18. <i>Azelia cilipes</i> (Robineau-Desvoidy, 1830)	+ (7)	
	19. <i>Azelia zetterstedti</i> (Robineau-Desvoidy, 1830)	+ (4)	
	20. <i>Fannia pallitibia</i> (Rondani, 1866)	+ (3)	
	21. <i>Fannia latifrontalis</i> (Hennig, 1955)	+ (2)	
	22. <i>Fannia canicularis</i> L.		+
	23. <i>Fannia carbonaria</i> Mg.		+
	24. <i>Fannia incisurata</i> Ztt.		+
	25. <i>Fannia scalaris</i> (Fabricius, 1794)	+ (3)	
	26. <i>Fannia serena</i> (Fallen, 1823)		+
	27. <i>Muscina assimilis</i> (Fallen, 1823)	+ (2)	+
	28. <i>Muscina pasciorum</i> (Meigen, 1826)	+ (3)	
	29. <i>Ophyra capensis</i> Wd.		+
4.	Сем. Sarcophagidae		
	30. <i>Brachicoma devia</i> (Robineau-Desvoidy, 1830)	+ (1)	
	31. <i>Nyctia halterata</i> (Robineau-Desvoidy, 1830)	+ (7)	
	32. <i>Sarcophaga carnaria</i> (Meigen, 1826)	+ (60)	+
	33. <i>Wohlfahrtia magnifica</i> (Schiner, 1862)	+ (3)	



**СЕКЦИЯ «БИОХИМИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ»****КОНКУРЕНТНОЕ ИНГИБИРОВАНИЕ ГИДРОЛИЗА БЕНЗОИЛТИОХОЛИНА  
БУТИРИЛХОЛИНЭСТЕРАЗой ПЛАЗМЫ КРОВИ ЧЕЛОВЕКА  
СИНТЕТИЧЕСКИМ СУБСТРАТОМ БУТИРИЛХОЛИНОМ<sup>1</sup>**

*Агълямова А.Р.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук Фаттахова А.Н., аспирант Мухаметгалиева А.Р.*

Холинэстеразы представляют собой жизненно необходимые и наиболее изученные ферменты, распространенные по всем царствам живых организмов. Их изучение продолжается более полувека, а поиск ингибиторов, которые находят широкое применение в медицине и сельском хозяйстве, до сих пор остается актуальной проблемой.

Фермент бутирилхолинэстераза, в отличие от ацетилхолинэстеразы, изучен в гораздо меньшей степени, однако его ингибиторы являются распространенными лекарственными препаратами, действие которых направлено на увеличение концентрации ацетилхолина в мозге, улучшение когнитивных функций пациента и минимизацию побочных эффектов при развитой форме болезни Альцгеймера. В связи с этим изучение характеристик фермента и механизма его взаимодействия с субстратами остается важной проблемой на сегодняшний день.

Определение константы Михаэлиса бутирилхолинэстеразы необходимо для расчета терапевтических доз будущих лекарственных препаратов. Однако напрямую рассчитать константу для ферментов, не подчиняющихся законам Михаэлиса-Ментен, невозможно. Для этого нами была разработана система, содержащая два предположительно конкурентных субстрата (бензоилтиохолин в постоянной концентрации на фоне изменяющихся концентраций бутирилхолина) и косубстрат (реактив Эллмана). Измерение скорости гидролиза бензоилтиохолина проводилось при помощи метода Эллмана с детекцией образующегося в результате взаимодействия продукта гидролиза и реактива Эллмана окрашенного соединения – тионитробензоата. Увеличение времени выхода кинетических кривых на стационарную фазу и уменьшение скорости гидролиза бензоилтиохолина с повышением концентрации невидимого субстрата (бутирилхолина) позволило определить характер взаимодействия субстратов как истинное конкурентное. Расчет константы Михаэлиса бутирилхолина проводили по формуле для ферментов, не подчиняющихся законам Михаэлиса – Ментен.

**ИММУНО- И ГИСТОХИМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОРГАНОВ МЫШЕЙ ЛИНИИ Nude  
ПОСЛЕ ИМПЛАНТАЦИИ ТКАНИ РАКА ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ЧЕЛОВЕКА**

*Ахмадуллина Р.Д.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук Фаттахова А.Н.*

Рак является одним из наиболее фатальных патологий в современном мире, зачастую, от момента постановки диагноза до смерти пациента проходит очень мало времени. В случае рака поджелудочной железы до 95 % от всех больных погибают. Именно поэтому необходимо изучать воздействие опухолевых клеток на прилежащие ткани, метастазирование, малигнизацию, а также действие противоопухолевых средств. В исследованиях рака важную роль играют модели, на молекулярном и физиологическом уровнях имитирующие человеческий организм. В качестве таких моделей применяются мыши, однако организм обычных мышей отторгает ксенотрансплантаты. Для таких исследований были созданы иммунодефицитные мыши линии Nude, главной особенностью которых является отсутствие тимуса. Это приводит к дефициту Т-лимфоцитов, обеспечивая хорошее приживание, рост и метастазирование опухолевых клеток из ксенотрансплантата после имплантации.

Мы проводили гистохимический и иммунохимический анализ органов мышей линии Nude после имплантации ксенографта опухоли поджелудочной железы для определения области предполагаемого метастазирования в области печени. Для этого мы проводили экстирпацию печени, мозга, почек и сердца мыши линии Nude, затем заливали их в парафин. После этого делали срезы, депарафинировали и проводили окрашивание.

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ-17-32 (0234/02.34.41036.001).

При гистохимическом анализе срезов мозга, почек и сердца патологий не было выявлено. Однако в срезах печени мышей линии Nude были обнаружены неклеточные включения неправильной формы, с тонкой стенкой, вокруг которых располагались мелкие клетки с хорошо просматриваемыми ядрами. Для определения природы включений мы проводили серию окрашиваний по различным методикам. При окрашивании Суданом III жировые включения должны иметь оранжевую окраску, однако анализируемые срезы не содержали оранжевого окрашивания, следовательно, включения в печени не являются липидами. Затем было проведено окрашивание по методу Вейгерт Ван Гизон для выявления коллагеновых и эластических волокон. Коллагеновые волокна окрашиваются в различные оттенки красного цвета, эластические – от темно-синего до чёрного, однако после проведения окрашивания мы наблюдали включения бледно-розового цвета, что говорило нам о том, что это не соединительная ткань.

После гистохимии мы провели иммуногистохимический анализ с антителами к актину с целью установления химической природы включений в печени и доказательства неклеточного строения включений. Анализ срезов опытных мышей линии Nude позволил доказать неклеточное строение включений, поскольку ядер в них не наблюдалось, однако при анализе включений в зеленом спектре были замечены флуоресцирующие участки, представленные актином, нити актина повторяли границы включений в печени.

В результате развития опухоли развилась картина, характерная для гепатоцеллюлярной карциномы с псевдоацинарными образованиями. В пользу гипотезы говорят данные, полученные в нашей группе при гистологическом исследовании мышей BALB/c, которым была привита опухоль поджелудочной железы человека и в печени также наблюдали образования неправильной формы, окруженные мелкими клетками и стенкой.

## **ВЛИЯНИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ «ОКТЕНИСЕПТ» И «МИРАМИСТИН» НА АКТИВНОСТЬ МУЦИНОВ СЛЮНЫ**

*Ким А.В., Устинова С.М.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук Ганеева Л.А.*

Целью настоящей работы явилось исследование двух антисептических препаратов «Октенисепт» и «Мирамистин» на активность муцинов слюны человека.

К изучению муцинов слюны, относящихся к гликопротеинам и являющимся одним из важных компонентов биоты полости рта, отмечен повышенный интерес со стороны не только биохимиков, иммунологов, но также врачей стоматологической и общей практики.

Функциональную роль муцинов трудно переоценить. Они обеспечивают защиту зубов от агрессивных механических и химических воздействий и стимулируют бактериальную адгезию. Показано, что муцины выполняют барьерно-защитную функцию, что позволило, согласно имеющимся исследованиям, отнести муцины к факторам специфического и неспецифического иммунитета. «Октенисепт», относящийся к галогенсодержащим детергентам, и «Мирамистин», входящий в группу катионных поверхностно-активных веществ, в настоящее время являются одними из часто используемых антисептических препаратов, в связи с чем мы выбрали их для проведения эксперимента.

В связи с вышеизложенным, исследование муцинов слюны является актуальным направлением для изучения роли метаболических процессов в развитии множественных патологий, связанных в первую очередь с функциональным состоянием ротовой полости, а также с проявлением факторов местного иммунитета.

Объектом исследования явились образцы слюны, взятые у группы добровольцев. В группу вошли лица разного пола в возрасте от 20 до 23 лет. Для каждого препарата отбиралась группа контроля, состоящая из образцов слюны без обработки, и опытная группа, в которую вошли образцы слюны, подвергшиеся обработке «Октенисептом» и «Мирамистином». Для количественного определения муцинов в образцах слюны была использована методика «Способ определения общих гликопротеинов в слюне». Полученные средние значения концентрации гликопротеинов в контрольной (1) и в опытной (2) группах представлены на рис. 1 для эксперимента с «Октенисептом» и на рис. 2 для эксперимента с «Мирамистином».

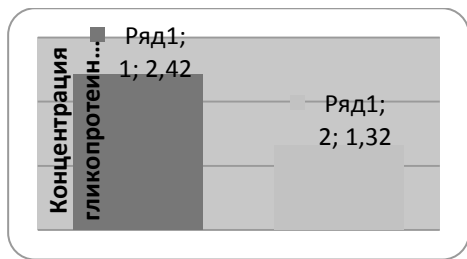


Рисунок 1. Концентрации гликопротеинов в слюне с «Октенисептом»

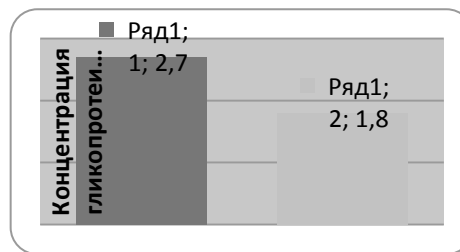


Рисунок 2. Концентрации гликопротеинов в слюне с «Мирамистином»

Нами были получены следующие результаты. В образцах слюны, обработанных препаратом «Октенисепт», концентрация муцинов снизилась в 1,5–2 раза по сравнению с образцами, не подвергшимся обработке, в эксперименте с «Мирамистином» концентрация снизилась в 2 раза.

### ПРЕДСКАЗАНИЕ 3D-СТРУКТУРЫ НАТРИЙ-ЗАВИСИМОГО ФОСФАТНОГО ТРАНСПОРТЕРА NaPi2b<sup>1</sup>

*Козлова А.С.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук Акберова Н.И.*

Натрий-зависимый фосфатный транспортер 2b (NaPi2b) – мембранный белок, который участвует в переносе фосфатов через апикальную мембрану клеток и играет важную роль в поддержании фосфатного гомеостаза в организме человека. Транспортер NaPi2b экспрессируется в ряде нормальных и опухолевых тканей и является мишенью для терапевтических антител Rebma 200. Для изучения особенностей взаимодействия терапевтических антител и транспортера важно знание его пространственной структуры, определение которой экспериментальными методами является нетривиальной задачей в случае мембранных белков.

Целью нашей работы было предсказание пространственной структуры транспортера NaPi2b по его аминокислотной последовательности с использованием биоинформатических подходов.

Для построения топологии NaPi2b использовали базу данных Uniprot и программу CSTOP. Для предсказания трехмерной структуры использовали подход de novo с помощью программ QUARK и Robetta [5]. Качество полученных моделей оценивали с помощью программы Qmean.

Было показано, что NaPi2b имеет 8 трансмембранных участков, четыре внеклеточных домена, С- и N-концы, расположенные в цитоплазме. Для предсказания трехмерной структуры белковая последовательность транспортера была поделена на 17 участков с учетом топологии NaPi2b. Для дальнейшего построения модели были выбраны структуры участков с наибольшим значением Qmean для увеличения точности предсказания структуры. В участках 1-100, 234-362, 574-690 были совершены повороты между следующими аминокислотами 40-41, 58-59, 320-321, 340-341, 579-580 для приведения в соответствие с предсказанной топологией транспортера.

Для исправления неточностей структуры была проведена минимизация структуры в местах соединения разных моделей при помощи программы UCSF Chimera, при этом были использованы силовые поля Amber ff14SB для стандартных аминокислотных остатков и силовые поля AM1-BCC – для нестандартных аминокислотных остатков.

Таким образом, нами предсказана трехмерная структура белка NaPi2b, которая будет использоваться для изучения конформаций этого транспортера и особенностей его взаимодействия с антителами методами молекулярной динамики.

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке Программы повышения конкурентоспособности КФУ.

## ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОЯДЕРНОГО ТЕСТА В КЛИНИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЕ

*Майоров Р.Д.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук Фаттахова А.Н.*

Микроядерный тест в клинике представляет собой метод определения генотоксичности экзогенных факторов и заключается в определении числа микроядер в клетках различных тканей (эпителий, клетки системы крови). Благодаря относительной простоте МЯ является одним из наиболее распространенных тестов на генотоксичность и на сегодняшний день имеет высокую распространенность в клинико-лабораторной диагностике.

Для выявления патологий ядер эпителиоцитов и лимфоцитов препараты на стеклах с полилизинном окрашивали азур-эозином по Романовскому-Гимза и анализировали под микроскопом A1 Carl Zeiss. Для подсчета клеток использовали камеру Горяева. Для определения степени патологий ядра использовали Индекс накопления цитогенетических нарушений (Iac) по формуле:  $Iac = (Ic \cdot Ip / Iapop) \times 100$ , где: Iac – индекс накопления цитогенетических нарушений; Ic – интегральный показатель цитогенетических нарушений (сумма клеток с МЯ, ядерными протрузиями и др., в промилле); Ip – суммированный показатель пролиферации (сумма клеток с двумя и более ядрами в промилле); Iapop – апоптический индекс (сумма клеток в апоптозе, включая конденсацию хроматина и начало кариолизиса, учтенного как вакуализация ядра, в промилле). Выделяли три группы риска цитогенетических повреждений: 1) низкий ( $Iac \leq 2$ ), 2) умеренный ( $2 < Iac < 4$ ), 3) высокий ( $Iac \geq 4$ ).

Определение микроядер в препаратах буккального эпителия и в лимфоцитах крови пациентов, перенесших инфаркт миокарда, показало, что индекс Iac у некурящих лиц находится в среднем риске. В то же время у курящих лиц индекс Iac превышает норму почти в два раза (6,033 против 3,154 у некурящих) и соответствует высокой степени риска. Таким образом, полученные данные также подтверждают негативное воздействие курения на клетки буккальных эпителиоцитов.

В препаратах лимфоцитов наблюдали от 35 до 45 % клеток с патологиями ядра. Среди них встречались микроядра типа «ракетка», «разрезанное яйцо», а также кариолизис и апоптические структуры. Однако статистически достоверной разницы с контрольными препаратами выявлено не было.

## ЭКСПРЕССИЯ ГЕНА RAD50 В КЛЕТОЧНЫХ ЛИНИЯХ РАКА ЯИЧНИКА

*Нуриева Ч.К.*

*Научный руководитель – д-р биол. наук Киямова Р.Г.*

Онкологические заболевания мочеполовой системы широко распространены во всем мире и считаются одной из причин смертности женского населения разной возрастной категории. Высокая смертность больных раком яичника в том числе связана с частым развитием резистентности к терапевтическим препаратам, рутинно применяемым в клинической практике и, как возможное следствие такой резистентности, возникновение рецидивов в течение первых трех лет после ремиссии.

Решающую роль в развитии такой резистентности играют белки ключевых сигнальных путей клетки, в том числе белки, участвующие в репарации двухцепочечных разрывов ДНК. Одним из таких белков является RAD50, входящий в состав комплекса MRN (Mre11/RAD50/Nbs1), нарушения в котором связаны с повышенным риском развития онкологических заболеваний. В ряде исследований было показано, что даунрегуляция RAD50 сенсibiliзирует раковые клетки к терапии цисплатином. Также на мышинной модели резистентных к цисплатину ксенографтов было выявлено, что введение аденовирусного вектора, действие которого направлено на RAD50, в комбинации с терапией цисплатином вызывает резкую регрессию опухоли.

Таким образом, RAD50 может быть потенциальным предиктивным маркером химиотерапии опухолей, в том числе и яичника. Поскольку роль RAD50 в ответе опухолевых клеток яичника к ДНК-повреждающим агентам и препаратам с другими механизмами действия практически не ясна, ее изучение является важным направлением современных онкологических исследований.

Целью данной работы является анализ уровня экспрессии гена RAD50 в различных клеточных линиях рака яичника.

Для этого в ходе исследования нами были использованы клеточные линии рака яичника A1847, OVCAR-3, OVCAR-4 и OVCAR-8. Клеточные линии A1847, OVCAR-4 и OVCAR-8 культивировали

в полной среде RPMI-1640 (ООО Компания ПанЭко, Россия), а в среду с клеточной линией OVCAR-3 также добавляли инсулин в соотношении 1:1000. Все клеточные линии рака яичника культивировали при атмосфере CO<sub>2</sub>, равной 5 %, и при температуре 37 °С. При пересаживании адгерентных клеток, для получения их суспензии монослой клеток трипсинизировали с последующей инактивацией трипсина добавлением среды RPMI-1640 с сывороткой. Для лизиса клеток опухолевых клеточных линий яичника A1847, OVCAR-3, OVCAR-4 и OVCAR-8 использовали коммерческий реагент TRIzol™ (Thermo Fisher Scientific, США). Для осаждения и отмывки РНК следовали стандартному протоколу. Для определения выхода РНК и ее качества использовали спектрофотометр NanoDrop™ (Thermo Fisher Scientific, США). РНК с соотношением 260/280 от 1.9 до 2.1 считали пригодной для использования.

Для исключения потенциально возможной контаминации образцов геномной ДНК перед тем, как синтезировать комплиментарную ДНК на матрице суммарной РНК, использовали раствор ДНКазы I (Thermo Fisher Scientific, США). РНК, избавленную от геномной ДНК, использовали в качестве матрицы для обратной транскрипции. Полученную смесь аккуратно перемешивали, все манипуляции проводили на льду. После того, как все реакционные смеси были подготовлены, генерировали из них капли на автоматическом генераторе капель (BioRad, США). Полученную эмульсию переносили в лунки 96-луночного планшета для цифровой капельной ПЦР (BioRad, США) и запаивали его на приборе для запаивания (BioRad, США).

Аmplификацию образцов проводили на приборе C1000 Touch™ (Bio-Rad, США) по установленному в ходе предварительного эксперимента по подбору оптимальной температуры отжига праймеров протоколу. Считывание результатов ПЦР в каплях проводили на приборе QX200 Droplet Reader (Bio-Rad, США) на каналах для красителей FAM и VIC и используя функцию абсолютного подсчета.

Анализ результатов экспериментов и построение графиков, а также расчеты количества полученных капель и абсолютного количества транскриптов гена RAD50 (уровень экспрессии) проводились в специализированной программе QuantaSoft™ компании BioRad (США).

Таким образом, было показано, что уровень экспрессии гена RAD50 в клеточных линиях рака яичника A1847, OVCAR-3, OVCAR-4 и OVCAR-8 значительно варьирует, что свидетельствует о высоком потенциале данного гена в качестве возможного маркера ответа опухолевых клеток на химиотерапию и требует дальнейшего изучения.

## ЦИТОТОКСИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ЭКСТРАКТОВ МХА *DICRANUM SCOPARIUM* НА ОПУХОЛЕВЫХ КЛЕТОЧНЫХ ЛИНИЯХ

*Петрова Д.С., Минигулова Л.Ф., Хабибрахманова В.Р., Киямова Р.Г., Минибаева Ф.В.*

*Научный руководитель – д-р биол. наук Киямова Р.Г.*

Одной из задач в терапии рака является поиск и подбор новых перспективных противоопухолевых препаратов. В связи с этим разработка новых схем лечения опухолевых заболеваний является актуальной задачей. Растения экстремофилы, такие как мхи и лишайники, содержат соединения, которые могут обладать противоопухолевой активностью.

Целью настоящей работы было изучение противоопухолевой активности экстрактов мха *Dicranum scoparium* на моделях рака поджелудочной железы AsPC -1 и рака головы и шеи SCC61. Были проанализированы эффекты следующих экстрактов мха *Dicranum scoparium*: гексанового, этилацетатного, хлороформного и этанольного.

В ходе работы было показано, что гексановый и этилацетатный экстракты обладают выраженной противоопухолевой активностью на клеточной линии поджелудочной железы AsPC -1. Кроме того, опухолевые клетки рака головы и шеи линии SCC61 проявили чувствительность к этилацетатному экстракту мха.

Более глубокое изучение механизмов действия экстрактов мха *Dicranum scoparium* может служить основой для разработки новых схем лечения опухолевых заболеваний.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЙСТВИЯ ИНГИБИТОРА 6-ФОСФОГЛЮКОНАТ ДЕГИДРОГЕНАЗЫ PHYSCION НА УРОВЕНЬ АКТИВНЫХ ФОРМ КИСЛОРОДА В КЛЕТКАХ КЛЕТОЧНЫХ ЛИНИЙ РАКА ПОДЖЕЛУДОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ (AsPC-1) И КАРЦИНОМЫ ЛЕГКОГО (H1299) В РАЗНЫХ РАСТВОРИТЕЛЯХ

*Савенкова Д.В.*

*Научный руководитель – д-р биол. наук Киямова Р.Г.*

В последнее время все больше внимания уделяется изучению роли пентозофосфатного пути (ПФП) в метаболизме раковых клеток. Данный путь, а именно первая и третья реакции, является основным источником восстановительных эквивалентов NADPH, необходимых для выживания опухолевых клеток в условиях окислительного стресса, путем снижения уровня активных форм кислорода (АФК). Актуальным является изучение ингибирования фермента 6-фосфоглюконат дегидрогеназы (6-PGD), третьей реакции ПФП, с помощью различных ингибиторов, в том числе ингибитором Physcion. Однако в силу гидрофобности препарата Physcion возникает проблема подбора оптимального, в частности, наименее токсичного для клеток растворителя ингибитора.

Целью работы стало исследование действия Physcion, растворенного в диметилсульфоксиде (ДМСО) и этилацетате, на уровень АФК на клетки клеточных линий рака поджелудочной железы (AsPC-1) и карциномы легкого (H1299). Клетки AsPC-1 и H1299 рассаживали в количестве 25 000 клеток/лунку 96-луночного планшета и инкубировали с ингибитором Physcion (10 мкМ, 25 мкМ, 40 мкМ), растворенного в ДМСО, (0,2 %, 0,5 %, 0,8 %) и этилацетате (0,2 %, 0,5 %, 0,8 %) соответственно, в течение 6 ч и 12 ч. Уровень АФК измеряли с помощью красителя дихлорфлуоресциндацетат (DCFDA) при длине волны 485/535 нм. Было выявлено повышение уровня АФК при использовании Physcion, растворенного в ДМСО по сравнению с ДМСО на клетках H1299 после 12-часовой инкубации с 40 мкМ Physcion ( $p = 0,0029$ ). На клетках AsPC-1 различия наблюдались при 12-часовой инкубации с Physcion 25 мкМ ( $p = 0,0003$ ) и 40 мкМ ( $p = 0,0298$ ) по сравнению с ДМСО. При растворении Physcion в этилацетате повышение уровня АФК наблюдалось на обеих клеточных линиях при всех исследуемых концентрациях ингибитора: на клетках H1299 при 6-часовой инкубации с Physcion 10 мкМ ( $p < 0,0001$ ), 25 мкМ ( $p < 0,0001$ ) и 40 мкМ ( $p < 0,0001$ ) и при 12-часовой инкубации с Physcion 10 мкМ ( $p < 0,0001$ ), 25 мкМ ( $p = 0,0001$ ) и 40 мкМ ( $p = 0,0003$ ); на клетках AsPC-1 при 6-часовой инкубации с Physcion 10 мкМ ( $p = 0,0004$ ), 25 мкМ ( $p = 0,0007$ ) и 40 мкМ ( $p = 0,0323$ ) и при 12-часовой инкубации с Physcion 10 мкМ ( $p = 0,0068$ ), 25 мкМ ( $p = 0,0104$ ) и 40 мкМ ( $p = 0,0081$ ).

Таким образом, было показано, что Physcion, растворенный в ДМСО, влияет на уровень АФК в опухолевых клетках преимущественно в высоких концентрациях, в то время как Physcion, растворенный в этилацетате, увеличивает уровень АФК в обеих клеточных линиях при всех исследуемых концентрациях ингибитора. Следовательно, этилацетат может рассматриваться как оптимальный и наименее токсичный для клеток растворитель ингибитора Physcion, который может быть использован в дальнейших исследованиях по изучению противоопухолевого действия Physcion и роли пентозофосфатного пути (ПФП) в метаболизме раковых клеток.

## ХАРАКТЕРИСТИКИ КАЧЕСТВЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ Т-REG ЛИМФОЦИТОВ ПРИ ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНИ ЛЕГКИХ И БОЛЬНЫХ БРОНХИАЛЬНОЙ АСТМОЙ<sup>1</sup>

*Тихомирова М.В.*

*Научный руководитель – д-р биол. наук Абрамова З.И., канд. биол. наук Скибо Ю.В.*

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) и бронхиальная астма (БА) являются двумя хроническими заболеваниями дыхательной системы. Несмотря на различия между ХОБЛ и БА в механизмах развития и клинических проявлений, заболевания имеют общие черты, которые могут создавать определенные трудности в диагностике и терапии. В случае осложненного и терапевтически стойкого БА диагностическая значимость теста бронходилататора при различении БА и ХОБЛ сни-

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ – 18-34-00739.

жается. В этих случаях обычно применяется симптоматическая терапия. Здесь мы стремились понять механизм развития указанных заболеваний, чтобы найти терапию, направленную на патогенез.

Изучение лимфоцитов Treg в периферической крови выявило более высокий уровень CD4 + CD25 + Т-клеток у пациентов с бронхообструктивными заболеваниями по сравнению с здоровым контролем ( $p < 0,05$ ). Только небольшая часть человеческих CD4 + клеток демонстрирует высокую экспрессию CD25-антигенов, поэтому мы изучили уровень CD4 + CD25 + у пациентов с ХОБЛ, что было значительно выше, чем у здоровых пациентов и групп пациентов с БА (2,87 % против 1,97 % и 1,61 % соответственно,  $p < 0,05$  для обоих сравнений). Мы также продемонстрировали, что белок FOXP3 экспрессируется в Т-рег лимфоцитах. Мы использовали проточную цитометрию, чтобы продемонстрировать, что CD4 + CD25 +, но не CD4 + CD25 -, популяции пациентов с БА были устойчивы к апоптозу. Наконец, мы наблюдали снижение экспрессии белка FOXP3 в лимфоцитах Treg по сравнению с контрольными группами.

Таким образом, активация CD4 + CD25 + Т-клеток характерна как для БА, так и для ХОБЛ. В то же время и низкий процент клеток Treg может указывать на отмену клеточно-опосредованных механизмов иммуносупрессии у пациентов с БА. Высокий уровень естественных CD4 + CD25 + Т-клеток у пациентов с ХОБЛ указывает на активацию пути подавления регуляции иммунного ответа, что может привести к хронизации воспалительной реакции во время этого заболевания.

### ЛЕЧЕНИЕ ЦИСПЛАТИНОМ ВЫЗЫВАЕТ АУТОФАГИЮ И СНИЖАЕТ РЕГУЛЯЦИЮ E-КАДГЕРИНА В КЛЕТКАХ КАРЦИНОМЫ ЯИЧНИКОВ IN VITRO: ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ<sup>1</sup>

*Топчу Ю.А.*

*Научные руководители – д-р биол. наук Абрамова З.И., канд. биол. наук Габбасов Р.Т.*

В исследовании было продемонстрировано как *in vivo*, так и *in vitro*, что активация макроаутофагии (в дальнейшем аутофагия) может способствовать выживанию раковых клеток во время острого лечения цисплатином, а также развитию резистентности цисплатина. С другой стороны, эпителиально-мезенхимный переход (EMT) может быть еще одним процессом, поддерживающим выживаемость раковых клеток в этих условиях. Здесь мы демонстрируем, что лечение цисплатином приводит к индукции экспрессии маркера аутофагии LC3B, а также к уменьшению экспрессии E-кадгерина, самого важного маркера EMT, в клетках карциномы яичников.

**Материалы и методы.** Данные были получены с использованием клеточной линии эпителиальных яичников OVCAR3. Клетки инкубировали в среде RPMI-1640 с добавлением фетальной бычьей сыворотки, инсулина и L-глутамин при 37 °C в атмосфере 5 % CO<sub>2</sub>. Клетки высевали на 6-луночные планшеты (300 000 клеток / лунку), инкубировали в течение 24 часов и обрабатывали цисплатином при концентрациях 18-6 мкМ/л или контроле воды. После 24 часов лечения наркотиками лизаты целых клеток собирали с использованием буфера Rira. Экспрессию LC3B и E-cadherin исследовали с использованием Вестерн-блоттинга. В качестве управления загрузкой использовалось выражение GAPDH. Данные были количественно определены с помощью программного обеспечения ImageJ.

**Результаты.** Лечение цисплатином привело к индукции зависимости от дозы экспрессии маркера LC3B маркера аутофагии, а также снижению регуляции E-cadherin (1,45 и 1,71 раза смены между наиболее высокодозными и контрольными клетками соответственно).

**Вывод.** Наши предварительные результаты подтверждают, что как аутофагия, так и индукция EMT могут возникать в раковых клетках яичника в ответ на лечение цисплатином. Наша будущая работа будет посвящена дальнейшему пониманию роли аутофагии и EMT в выживании раковых клеток в присутствии цисплатина, включая развитие резистентности цисплатина, а также исследование взаимодействия между аутофагией и EMT в контексте раковых клеток, обработанных цисплатином. Работа, поддерживаемая Программой конкурентного роста КФУ.

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ – 18-315-00317.

## СЕКЦИЯ «ВОЗРАСТНАЯ ФИЗИОЛОГИЯ»

### ДИНАМИКА ЧАСТОТЫ СЕРДЕЧНЫХ СОКРАЩЕНИЙ У СПОРТСМЕНОВ В ПРОЦЕССЕ ТРЕНИРОВКИ В КОМПЬЮТЕРНОМ СПОРТЕ

*Ибрагимов А.Р.*

*Научный руководитель – д-р мед. наук Биктемирова Р.Г.*

Компьютерный спорт, далее – киберспорт (вне СНГ больше известен как англ. *e-Sports*) – игровые соревнования с использованием компьютерных технологий, где компьютер моделирует виртуальное пространство, внутри которого происходит состязание. Киберспорт является одним из наиболее активно развивающихся видов спорта в течение последних 10–15 лет.

К соревнованиям по компьютерному спорту спортсмен должен быть функционально подготовлен, так как испытывает значительные психофизические нагрузки. И одним из наиболее важных аспектов физиологического состояния киберспортсмена является такой показатель его сердечно-сосудистой системы, как частота сердечных сокращений. Как и в любом другом виде спорта, в киберспорте также необходимо создание систематизированного подхода к подготовке спортсменов для успешного выступления на соревнованиях. Результаты данного исследования позволят создать новые и усовершенствовать имеющиеся методики тренировок киберспортсменов, а также расширить знания как самих спортсменов, так и их тренеров и преподавателей.

Исследование проводилось на базе Казанского (Приволжского) федерального университета и компьютерного клуба Battle Hall.

В исследовании участвовали 2 группы:

1) *контрольная группа* (КГ) – лица, не играющие в компьютерные игры, либо играющие 5 или менее часов в неделю;

2) *экспериментальная группа* (ЭГ) – лица, увлекающиеся компьютерным спортом, тренирующиеся 20 или более часов в неделю.

Виртуальная среда: компьютерная игра Dota 2 (многопользовательская командная игра жанра «стратегия в реальном времени с элементами компьютерной ролевой игры»).

Для исследования и анализа динамики частоты сердечных сокращений были сделаны 2 замера ЧСС испытуемых – в покое и в процессе тренировки.

После проведения замеров ЧСС в покое (перед началом тренировки) испытуемых обеих групп было выявлено, что различия между испытуемыми контрольной и экспериментальной групп не являются достоверными ( $t = 1,4 / p > 0,05$ ).

Далее, была задана нагрузка, включающая в себя 15-минутную тренировку в компьютерной игре Dota 2. Задачей тренировки было совершенствование навыков управления выбранным персонажем в процессе его развития на отдельном участке игровой карты, а также противодействие противнику, управляемому компьютером (ИИ). На 10 минуте тренировки проводился замер частоты сердечных сокращений испытуемых. Показатели ЧСС, полученные в процессе тренировки, свидетельствуют о том, что изменения в сердечно-сосудистой системе испытуемых можно считать достоверными ( $p < 0,01$ ). Прирост показателей ЧСС в контрольной группе составил 29,7 %, а в экспериментальной группе – 34,8 %.

Проанализировав полученные результаты прироста ЧСС испытуемых во время игры можно сделать вывод, что различия показателей ЧСС во время тренировки у контрольной и экспериментальной групп (~1 %) не являются достоверными ( $t = 0 / p > 0,05$ ).

Проведенные исследования показали, что ЧСС во время тренировочной игры может достигать 100–110 уд. /мин, что указывает на то, что сердечно-сосудистая система не испытывает перенапряжения, а игровая деятельность не влияет негативно на работу данной функциональной системы.



## ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗМА СЛАБОВИДЯЩИХ ШКОЛЬНИКОВ 7 И 8 ЛЕТ

*Фирсова Ю.Д.*

*Научный руководитель – д-р биол. наук, профессор Шайхелисламова М.В.*

Решение проблем социальной адаптации слабовидящих детей школьного возраста невозможно без фундаментальных и прикладных исследований функционирования физиологических систем в процессе их приспособления к учебной и трудовой деятельности. Известна доминирующая роль зрения в восприятии окружающей действительности, ориентации в пространстве, а также в образовании сложных межсистемных связей – зрительно-слуховых, зрительно-тактильных, зрительно-двигательных, которые являются физиологической основой для развития вегетативных функций растущего организма. Нарушение зрения ведет к проявлению вторичных отклонений в физическом развитии детей, приводит к формированию специфических сдвигов в механизмах срочной и долговременной адаптации. При этом сердечно-сосудистая система, наиболее чувствительная к экзо- и эндогенным воздействиям, характеризуется незрелостью и неустойчивостью регуляторных механизмов в детском возрасте. Имеющая место перестройка нейродинамических процессов, наблюдаемая при нарушениях зрения, может сказаться на функциональных и адаптационных возможностях системы кровообращения слабовидящих школьников, проявиться в особенностях вегетативной регуляции сердечной деятельности.

Проведено исследование функционального состояния сердечно-сосудистой системы (ССС) девочек 7 и 8 лет с различной степенью нарушения зрительного анализатора в период их адаптации к условиям обучения в школе. Установлено резкое повышение показателей систолического и среднего гемодинамического артериального давления, ударного объема крови и частоты сердечных сокращений у слабовидящих девочек 7 лет в начале учебного года, которые существенно превышают значения здоровых школьниц. При этом уровень адаптационного потенциала ССС у больных детей достоверно ниже, чем в группе здоровых, у большинства слабовидящих детей наблюдается напряжение и срыв механизмов адаптации.

## НЕЙРОПЕПТИД Y УЧАСТВУЕТ В СОКРАТИМОСТИ МИОКАРДА КРЫС В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ

*Фахрисламова М.И.*

*Научный руководитель – д-р биол. наук Аникина Т.А., канд. биол. наук Зверев А.А.*

Нейропептид Y является пептидом, присутствующим в центральной и периферической нервной системах, и полностью удовлетворяет нейротрансмитерным критериям. Находясь в нейронах совместно с норадреналином, ацетилхолином, он действует на собственные рецепторы, усиливая или ослабляя эффекты основных медиаторов. В сердце крыс присутствует метаботропные  $NPY_1$ ,  $NPY_2$ ,  $NPY_3$ ,  $NPY_4$  и  $NPY_5$ - рецепторы. Нейропептид Y играет важную роль в процессах возрастного развития нейронов нервной системы. Вероятно, нейропептид Y-ергическая система регуляции сократимости миокарда особенно важна на ранних этапах возрастного развития, когда сеть норадренергических симпатических волокон оказывается недостаточно развитой. Целью данного исследования явилось изучение влияния неселективного агониста  $NPY$ -рецепторов на сократимость миокарда 7- и 100-суточных животных.

Изучение сократительной активности миокарда в эксперименте проводили на изолированных полосках предсердий и желудочков миокарда белых крыс 7- и 100-суточного возраста. Определение реакции сокращения миокарда на  $NPY$  проводили в трех последовательно возрастающих концентрациях на установке PowerLab с датчиком силы MLT 050/D (ADInstruments). Стимуляция полосок проводилось с частотой 6 стимулов в минуту и длительностью 5 мс. Эксперимент регистрировали на персональном компьютере при помощи программного обеспечения Chart 5.1. Достоверность различий рассчитывали по абсолютным значениям исследуемых показателей с использованием парного  $t$ -критерия Стьюдента ( $p < 0,05$ ).

Влияние  $NPY$  изучали в диапазоне концентраций  $10^{-6}$ –  $10^{-10}$ М. В исследованном диапазоне концентраций у взрослых животных  $NPY$  не вызывал достоверных изменений в параметрах изометрического сокращения миокарда. У 7-суточных животных максимальное увеличение силы сокращения

миокарда желудочков и предсердий наблюдается в концентрации агониста  $10^{-6}$  М и составляет 10,0 % и 12,2 % соответственно. Уменьшение и увеличение концентрации агониста на один порядок не приводит к достоверному изменению амплитудно-временных характеристик изометрического сокращения. Сила сокращения полосок миокарда в концентрации  $10^{-5, -7}$  не приводит к достоверным изменениям сократимости миокарда.

Таким образом, реализация положительного инотропного эффекта у 7-суточных животных происходит через  $NPY_1$  тип рецепторов.

## ГАЛОПЕРИДОЛА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА СОКРАТИМОСТЬ МИОКАРДА КРЫС

*Хафизова Э.Ф.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент кафедры охраны  
здоровья человека Бидалова Г.А.*

Дофамин является одним из основных медиаторов центральной нервной системы у позвоночных. Известно, что дофамин может синтезироваться в качестве промежуточного или конечного продукта во многих клетках и органах. Дофамин является промежуточным продуктом синтеза норадреналина в симпатической нервной системе, хромоаффинных клетках надпочечников и параганглиев. Большая часть дофамина в данных органах превращается в норадреналин, однако дофамин может выделяться в общую систему циркуляции и как самостоятельный продукт [Neurochemistry, 1997. Vol. 69. P. 2413–2420]. Действие дофамина на сердце в основном опосредуется как адренергическими, так и дофаминовыми рецепторами. Известно, что в сердце крыс обнаружено D1- и D2-рецепторы, но функциональная роль этих рецепторов остается не ясной. Экзогенный дофамин в концентрации  $10^{-9}$  М оказывает положительное инотропное действие, а в концентрациях  $10^{-8}$ - $10^{-5}$  М – отрицательное инотропное влияние на сердце взрослых крыс [Бюллетень экспериментальной биологии и медицины, 2013. Т. 156. С. 136–139].

Галоперидол известен как препарат, оказывающий успокаивающее действие на все сферы психической деятельности, является антагонистом дофаминергических нейронов [Фармакология и токсикология, 1982. С. 118–126]. Следовательно, воздействие галоперидола является фармакологически адекватным при изучении роли дофаминергической системы.

Цель работы – изучение влияния галоперидола разной концентрации на сократимость миокарда взрослых животных. Эксперименты проводили на белых лабораторных крысах *in vitro* 100-дневного возраста, с соблюдением биоэтических правил. Изометрическое сокращение полосок миокарда правого предсердия и правого желудочка регистрировали на установке Power Lab (ADInstruments, Австралия) с датчиком силы MLT 050/D (ADInstruments, Австралия). Запись кривой регистрировалась на персональном компьютере при помощи программного обеспечения «Chart 5.0». Силу сокращения выражали в граммах, реакцию в ответ на галоперидол рассчитывали в процентах от исходного, которое принимали за 100 %. У 100-дневных животных антагонист дофаминовых рецепторов галоперидол вызывает дозозависимое сокращение миокарда предсердий и желудочков крыс в диапазоне концентрации  $10^{-6}$ – $10^{-4}$  М. Галоперидол в концентрации  $10^{-6}$  М вызывает увеличение сократимости миокарда у 100-дневных крыс к 1–5-й минуте после добавления. Максимальный положительный инотропный эффект в желудочках составляет 12,79 %, в предсердиях – 14,99 %. У 100-дневных крыс галоперидол в концентрации  $10^{-5}$  М вызывает увеличение сократительной активности миокарда и к 19-й минуте составляет в желудочках 13,7 %, а в предсердиях к 5-й минуте – 1,72 %. Действие галоперидола в концентрации  $10^{-4}$  М вызывает резкое уменьшение сократимости миокарда у 100-дневных крыс уже с 1-й минуты после добавления. Максимальный отрицательный инотропный эффект к 10-й минуте в предсердиях составляет 90,7 %, в желудочках – 15,98 %. Следовательно, влияние неселективного антагониста дофаминергических рецепторов галоперидола на сократимость миокарда крыс зависит от концентрации вещества.

**СЕКЦИЯ «БОТАНИКА И ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ»****ВЛИЯНИЕ СТЕВИОЗИДА НА ФОТОСИНТЕЗ И ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЙ СТАТУС РАСТЕНИЙ КАПУСТЫ «КАЛЕ» (*BRASSICA OLERACEA* L.)**

*Кадирова З.И.*

*Научный руководитель – преподаватель кафедры ботаники  
и физиологии растений Огороднова У.А.*

Капуста «кале» является широко культивируемым овощем в Европе, Северной Америке и странах Азии благодаря уникально высокому содержанию биологически активных веществ и других значимых для здоровья человека компонентов [María Elena Cartea, 2011]. Однако на территории нашей страны в промышленных масштабах «кале» не культивируется. На сегодняшний день больший интерес и предпочтение отдается природным, безопасным для человека и удобным в применении на практике веществам и к таким соединениям можно отнести энт-кауреновый гликозид стевиозид, выделенный из растения стевия. Сходство химической структуры этого гликозида с фитогормоном гибберелловой кислотой позволяет предположить наличие биологической активности у первого. В связи с этим цель данной работы заключалась в оценке эффективности действия стевиозидов на растения капусты «кале».

Объектом исследования служили растения капусты «кале» (*Brassica oleracea* L.), выращенные в горшочках с почвой в лабораторных условиях. Исследуемое вещество – стевиозид, выделен из листьев стевии, в ИОФХ им. А.Е. Арбузова в лаборатории фосфорных аналогов природных соединений под руководством член-корреспондента РАН В.Ф. Миронова. Перед посадкой в почву семена капусты «кале» контрольной группы растений проращивали в течение 72 ч в чашках Петри на фильтровальной бумаге, смоченной водопроводной водой. Семена опытной группы замачивали так же в чашках Петри на фильтровальной бумаге, которая первые 24 ч была пропитана раствором стевиозидов (активная концентрация  $10^{-8}$  М), на вторые сутки меняли раствор проращивания на водопроводную воду и проращивали оставшиеся 48 ч. Растения капусты «кале» выращивали при 23 °С и 12-часовом светопериоде с освещенностью 100 Вт/м<sup>2</sup> в течение 4 месяцев (с октября по февраль).

Было показано, что стевиозид не повлиял на содержание белка в листьях капусты «кале», однако наблюдалась тенденция к увеличению.

Также анализировали антиоксидантную активность экстрактов листьев капусты и содержание некоторых антиоксидантных агентов у растений, подвергнутых предобработке стевиозидом. Содержание фенольных соединений при действии исследуемого гликозида снижалось. Предпосевная обработка семян стевиозидом (24 ч) в растениях приводила к увеличению содержания суммы флавоноидов. Возможно, это связано с ингибирующим действием стевиозидов на другие группы фенольных соединений, представленных в растениях капусты «кале». Несмотря на все это, исследуемый гликозид не изменял общую антиоксидантную активность листьев капусты.

Изучали влияние стевиозидов (24 ч,  $10^{-8}$  М) на содержание пигментов и такие параметры газообмена, как интенсивность транспирации и ассимиляции CO<sub>2</sub>. Предобработка исследуемым гликозидом не изменяла общего содержания пигментов и интенсивность транспирации в листьях капусты «кале». Однако на фоне стевиозидов интенсивность ассимиляции CO<sub>2</sub> возрастала в 1,7 раза, а содержание растворимых сахаров увеличивалось в 3 раза в сравнении с растениями контрольной группы, что является классической причинно-следственной связью о прямой взаимосвязи процессов фотосинтеза и накопления сахаров.

**Выводы:**

1. Предпосевная обработка стевиозидом снижала содержание фенольных соединений в растениях, увеличивала количество флавоноидов и не изменяла антиоксидантную активность.
2. Стевиозид не влияет на интенсивность транспирации и содержание пигментов в растениях, но приводит к увеличению интенсивности ассимиляции CO<sub>2</sub> в растениях капусты «кале».
3. Показано, что обработка стевиозидом не влияет на содержание белка, однако вызывает существенное увеличение содержания растворимых сахаров в 4-месячных растениях капусты «кале». Это коррелирует с данными и повышении интенсивности ассимиляции CO<sub>2</sub>.

**ВОДОРОСЛИ ПРУДОВ В ЧЕРТЕ Г. ВЫКСА (НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

*Панина А.Д.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Халиуллина Л.Ю.*

В данном сообщении приведены результаты исследований планктонных водорослей прудов Нижегородской области. Исследуемые пруды (Вильский, Запасный, Верхневыксунский, Варнавский и Нижний) являются одними из крупнейших (с площадью зеркала от 2,8 до 5,8 км<sup>2</sup>) в Нижегородской области и находятся в городском округе г. Выкса. Город расположен в Приокской низине и входит в Приокский юго-западный низинный полесский край. В настоящее время г. Выкса является одним из самых крупных промышленных центров области, производство в котором представлено 15 крупными предприятиями. Исследуемые водоемы являются сохранившейся частью Выксунской гидроэнергетической системы, в XVIII веке питавшей механизмы семи металлургических заводов и двух мукомольных мельниц путем девятикратного использования вод р. Железница [Шестеров, 1981]. Ныне каскад прудов используется как место для отдыха и рыбной ловли, а также водоемы выступают в качестве объекта культурного наследия.

На сегодня опубликованных работ по изучению сообществ гидробионтов водных объектов городского округа Выкса крайне мало. Информации, содержащей сведения по альгофлоре данных водоемов, и вовсе не имеется.

Сбор альгологических проб был произведен в августе 2017 года на 8 станциях. Отбор и камеральную обработку проб проводили согласно общепринятым методам (Методика ... , 1975; Водоросли ... , 1989). За период наблюдений в фитопланктоне исследуемых водоемов было обнаружено 41 таксонов. Наибольшее количество таксонов выявлено в отделах диатомовых (39.0 %) и зеленых (36.6 %) водорослей. Из других отделов фитопланктон был представлен синезелеными (7.31 %) и эвгленовыми (17.1 %) водорослями. Наиболее высокое видовое разнообразие и обилие водорослей наблюдается в прудах, расположенных на р. Железница. Чаще всего встречаются виды, относящиеся к классам *Bacillariophyceae*, *Chlorophyceae* и *Euglenophyceae*.

Средняя численность и биомасса водорослей в прудах, расположенных на р. Железница составляли 37.3 млн кл./л и 17.3 мг/л. 32.8 % численности и 2.3 % биомассы образовывали синезеленые водоросли. Также были обильны диатомовые, которые составили 33.9 и 44.9 % численности и биомассы, эвгленовые – 8.5 и 44.9 %, а также зеленые – 24.8 и 8.0 % соответственно. Фитопланктон прудов, расположенных на р. Выксунка, менее обилен. Здесь средняя численность и биомасса составляли 1.44 млн кл./л и 2.85 мг/л. В этом водоеме преобладают диатомовые (33.1 % численности и 50.0 % биомассы) и эвгленовые (33.1 и 49.8 % соответственно). Также в воде присутствуют синезеленые и зеленые, их доля в процентном соотношении не превышала 0.1–3.0 %.

На Нижнем пруду, куда стекаются все остальные водоемы, в период исследований наблюдалось «цветение» воды синезелеными водорослями. Средняя численность и биомасса составляли 119.9 млн. кл./л и 11.8 мг/л, при этом 83.0 % численности и 9.0 % биомассы образовывали синезеленые. Также были многочисленны диатомовые (5.7 и 40.2 %), эвгленовые (0.7 и 29.7 %) и зеленые (10.6 и 21.1 %) водоросли.

В фитопланктоне по количественным показателям преобладают водоросли отдела Cyanophyta: *Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Oscillatoria planctonica*, класса *Bacillariophyceae*: *Aulacoseira italica*, *A. granulata*, *Nitzschia palea*, *Cyclotella meneghiniana*, *Fragilaria construens*, *Tabellaria fenestrata*, отдела Chlorophyta: *Scenedesmus* sp. sp., *Pediastrum boryanum* и Euglenophyta: *Trachelomonas* sp. sp.

Качество воды в большинстве исследованных водоемов оценивается как мезосапробное. По показателям трофности воды исследованных объектов являются мезотрофными.

**БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ *BRASSICA OLERACEA VAR. SABELLICA*,  
*OSIMUM BASILICUM*, *PETROSELINUM CRISPUM* ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ  
НА РАЗЛИЧНЫХ СПЕКТРАХ СВЕТА**

*Сергеева С.Д.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, старший преподаватель  
кафедры ботаники и физиологии растений Якушенкова Т.П.*

Выращивание растений с большим количеством полезных веществ позволит людям самостоятельно и без каких-либо негативных последствий для организма заботиться о своем здоровье. Эти растения также могут быть использованы в качестве сырья в фармакологическом производстве, для создания лекарств. Выращивание растений в условиях закрытого грунта с использованием различных технологий выращивания позволило физиологам растений воздействовать на метаболизм растений, регулируя его получать нужные полезные химические вещества в зимний период времени. В настоящее время наиболее популярной является технология с использованием различных регуляторов роста и удобрений, но, пожалуй, самым «экологичным» и не до конца изученным является регуляция метаболизма растений с помощью различного спектрального состава света. В последнее время особое внимание физиологи растений уделяют изучению кучерявой капусты или капусты «кале» (лат. *Brassica oleracea var. Sabellica*). Известно, что в ней содержится большое количество витаминов и минеральных веществ. Данный вид также содержит минеральные вещества: калий, кальций, натрий, магний, фосфор [Anouk Kaulmann et al. 2014]. По количеству аминокислот капуста «кале» не уступает мясу. В связи с этим целью нашего исследования являлось изучения влияния света различного качества на физиолого-биохимические показатели у капусты «кале» в сравнении с традиционно выращиваемыми в зимний период времени видами *Oscimum basilicum* и *Petroselinum crispum*.

Объектом исследования служили растения капусты «кале» (*Brassica oleracea L.*), базилика душистого (*Oscimum basilicum*) и петрушки кучерявой (*Petroselinum crispum*), выращенные в горшочках с почвой в лабораторных условиях под тремя спектрами света – белый спектр света (контроль), синий и красный.

В первой серии экспериментов мы изучали влияние света различного спектрального состава на содержание кверцетина в листьях исследуемых растений. При изучении содержания кверцетина у всех трех видов растений мы наблюдаем, что наиболее значимое влияние на накопление кверцетина оказывает синий спектр света. При этом содержание кверцетина в капусте «кале» значительно превышает данный показатель других экспериментальных видов. Во второй серии экспериментов проводили анализ влияния спектрального состава на концентрацию каротиноидов. Исходя из полученных данных, было установлено, что для капусты «кале» синий свет оказал положительное влияние на увеличение концентрации каротиноидов. Разницы между контрольным (белым) и красным спектром не обнаружено. В сравнение с капустой «кале» два остальных изучаемых вида обладают значительно меньшим содержанием каротиноидов и разница между тремя исследуемыми спектрами света для них не существенна. В третьей серии экспериментов изучали влияние спектра на содержание белка в исследуемых видах. Согласно результатам, синий участок спектра оказывает значимое влияние на увеличение концентрации белков в изучаемых видах. В данном исследовании показатель содержания белка у капусты «кале» выше, чем у двух других видов. Далее нами было проведено исследование растений, выращенных на различном спектре света, на накопление сухой массы. Согласно полученным данным, наибольшее накопление белка происходит у капусты «кале», между базиликом и петрушкой существенной разницы в накоплении сухой массы не обнаружено. Воздействие синим и красным спектром света также не оказывает значимого влияния на ее накопление.

Выводы:

1. Установлено, что наибольшее накопление кверцетина наблюдается у капусты «кале» на синем участке спектра.
2. Выявлено положительное влияние синего света на содержание каротиноидов на капусту «кале».
3. Обнаружено, при воздействии синего света на растение происходит увеличение содержания белка на 40 %.
4. Показано, что накопление сухого вещества сопряжено с содержанием белка у исследуемых видов растений.

## ИССЛЕДОВАНИЕ АЛЬГОФЛОРЫ ВОДОЕМОВ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НИЖНЯЯ КАМА» (РЕСПУБЛИКА ТАТАРСТАН РФ)

*Степанов Н.С.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Л.Ю. Халиуллина*

Национальный парк «Нижняя Кама» создан в 1991 году для сохранения и восстановления уникального природного комплекса северо-востока Республики Татарстан. «Нижняя Кама» располагается в пределах Восточного Предкамья и Восточного Закамья, в долине реки Кама и ее притоков в пределах Тукаевского, Елабужского, Менделеевского и Нижнекамского административных районов. Площадь национального парка – 26 455 га. Территория парка разделена рекой Кама, которая в настоящее время перегорожена плотиной ГЭС и превратилась в огромный водный бассейн – Нижнекамское водохранилище. Ниже плотины ГЭС сохранились уникальные пойменные сообщества – Елабужские и Танаевские пойменные луга, где расположено множество старичных озер. Также на территории парка имеются немногочисленные мелководные лесные озера. Несмотря на то, что на сегодня флора и фауна парка хорошо изучены, сведений по исследованиям и инвентаризации водорослей на этой территории крайне мало. Целенаправленные исследования водорослей ряда пойменных озер впервые были проведены нами лишь в августе 2016 года.

Целью данной работы являлось изучение биоразнообразия, а также выявление структуры сообществ и количественных показателей водорослей водоемов национального парка «Нижняя Кама». В 2016–2017 годах для этого были проведены экспедиционные обследования ряда разнотипных водоемов национального парка. В августе 2016 года альгологические пробы были отобраны в 11 пойменных водоемах в пределах Елабужских и Танаевских лугов, а в 2017 году – в 13 лесных водоемах в пределах Елабужского и Челнинского участков лесничеств. Отбор и камеральную обработку проб фитопланктона и эпифитона осуществляли согласно общепринятым методам.

При анализе отобранных проб было обнаружено 158 таксонов водорослей из 7 отделов. Наибольшее количество таксонов выявлено в классе *Bacillariophyceae* из отдела *Ochrophyta* (41 % в пойменных водоемах и 47 % в лесных водоемах) и отделе *Chlorophyta* (27 % в пойменных водоемах и 21 % в лесных водоемах). В пойменных водоемах наиболее частая встречаемость характерна для видов, относящихся к классам *Cyanophyceae*, *Bacillariophyceae*, *Chlorophyceae* и *Dinophyceae*. В лесных водоемах чаще встречаются виды, относящиеся к классам *Bacillariophyceae*, *Cyanophyceae*, *Chlorophyceae*, а также *Zygnematophyceae*.

Количественные показатели водорослей исследованных водоемов довольно высокие, общая численность и биомасса фитопланктона в пойменных водоемах колебались в пределах 1.16–1533.76 млн кл./л и 4.49–206.15 мг/л; в лесных водоемах – 1.00–139.22 млн кл./л и 0,003–32.37 мг/л.

В фитопланктоне по количественным показателям преобладают водоросли отдела *Cyanophyta*: *Microcystis aeruginosa* f. *flos-aquae* (Wittr.) Elenk., *Anabaena flos-aquae* Breb., *An. Scheremetievi* Elenc., *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs., *Oscillatoria planctonica* Wotosz., *Gomphosphaeria lacustris* Chod.; роды класса *Bacillariophyceae* *Eunotia*, *Achnanthes*, *Epithemia*, *Navicula*, *Pinnularia*, *Cymbella*, виды *Gomphonema olivaceum* (Lyngb.) Kiitz., *Cocconeis placentula* Ehr., *Aulacoseira italica* (Ehr.) Kiitz., *A. granulata* (Ehr.) Ralfs., *Nitzschia palea* (Kiitz.) W.Sm., *Diatoma vulgare* Bory., *Synedra ulna* (Nitzsch.) Ehr.; роды отдела *Chlorophyta*: *Scenedesmus*, *Pediastrum*, *Coelosphaerium*, виды *Dictyosphaerium pulchellum* Wood., *Phacotus lenticularis* (Ehr.) Stein. и виды отдела *Dinophyta*: *Peridinium cinctum* (O.F.M.) Ehr., *Gymnodinium* sp.

Качество воды в двенадцати водоемах из двадцати четырех оценивается как мезосапробные (1.52–2.01), остальные двенадцать как олигосапробные (0.72–1.44). По показателям трофности воды исследованных водоемов оцениваются в большей части как эвтрофные (54.64–78.20) (12 водоемов) и гипертрофные (72.74–99.93) (7 водоемов). Два водоема оцениваются как мезотрофные (44.70–48.55) и три – как олиготрофные (13.42–34.11).

## СЕКЦИЯ «БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ»

### ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗДОРОВЫХ И БЕЗОПАСНЫХ УСЛОВИЙ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

*Исмаилова Г.Т.*

*Научный руководитель – канд. пед. наук, доцент Салихов Н.Р.*

Проблема обеспечения безопасности – одна из приоритетных в существовании любого государства. Она имеет непосредственное отношение к самым разным сферам жизнедеятельности, в том числе и национальной сфере образования. Процессы обучения и воспитания граждан, нахождения в образовательных организациях, за их пределами, организация досуга, отдыха и оздоровления, в ряде случаев создание комфортных бытовых условий проживания, проезда от места учебы и обратно непосредственно сопряжены с понятиями безопасности [Цыглакова Е.А., 2009. С. 198].

По данным Министерства Здравоохранения Республики Татарстан среди подростков 15–17 лет распространенность травм, отравлений и других последствий воздействия внешних причин выросла на 8,6 %. Чаще всего дети получают бытовые травмы (50,2 %). Доля уличных травм составляет 32,1 %. 6,9 % всех травм дети получают в школе и 4,8 % – во время спортивных занятий. Значительное число травм зимой происходит в результате катания на санках, лыжах, коньках. Самые распространенные травмы у детей в зимнее время – это ушибы, вывихи, растяжения связок, переломы, черепно-мозговые травмы, компрессионные переломы позвоночника. Анализ заболеваний и происшествий в образовательных организациях дает основания утверждать, что любая деятельность учащихся и персонала образовательной организации потенциально опасна. В то же время любая деятельность может быть защищена, может быть уменьшен риск ее опасных воздействий и последствий.

Если рассматривать понятие «безопасность» в самом широком смысле этого слова, то оно включает не только организацию защиты населения, в том числе участников образовательного процесса, от чрезвычайных ситуаций, таких как пожары, природные, экологические и техногенные катастрофы, террористические угрозы, экстремизм и насилие над личностью, но и транспортный и бытовой травматизм, недостаточно защищенные условия труда и учебы, незаконное вторжение в личное и информационное пространство. Это также умение правильно оценивать внешние факторы и оперативно и адекватно реагировать на них. Только при одновременном учете всех этих факторов можно говорить о создании действенной системы коллективной безопасности.

Сегодня реализуется Программа «Безопасность образовательного учреждения», которая изначально разрабатывалась как комплекс мер по противодействию пожарам и возгораниям на объектах образования, громкой серией которых было ознаменовано начало нового тысячелетия. Однако реалии настоящего времени потребовали корректировки и расширения целей и задач Программы в плане реализации также антитеррористических и других мероприятий по обеспечению безопасности учебных заведений. Помимо противопожарной и антитеррористической безопасности необходимо заботиться о поддержании общественного порядка на территории учебного заведения, защищать обучающихся и сотрудников от преступлений против личности и имущества, обеспечивать охрану труда и учебы, следить за экологической обстановкой.

Таким образом, проблемы обеспечения безопасности в образовательных организациях были и будут всегда. Они затрагивают многие стороны жизнедеятельности учащихся и педагогических коллективов, имеют разносторонний и многоплановый характер. Практика показывает теснейшую связь между возникновением опасных ситуаций и происшествий самых различных видов. Однако из этого вытекает и следующая важная особенность: любые меры, принимаемые для повышения защищенности образовательной организации от техногенных опасностей или террористических актов, одновременно обеспечивают усиление защищенности школы от социальных, биологических, природных, криминальных, информационных и иных видов угроз.

## ОСОБЕННОСТИ ВНЕКЛАССНОЙ РАБОТЫ С УЧАЩИМИСЯ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ОСНОВ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Миначев Р.Р.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Мисбахов А.А.*

Как повысить уровень мотивации школьников в изучении ОБЖ, соответственно, и качество образования? На наш взгляд, эта проблема неоспорима для учителей ОБЖ, так как в последние годы по различным причинам снижается интерес у обучающихся ко многим учебным предметам, в том числе и к ОБЖ.

Наряду с основной целью школьного образования – становления всесторонне развитой личности, способной к активной социальной позиции в обществе, – необходимо формирование культуры безопасности жизнедеятельности. А формировать культуру безопасности жизнедеятельности можно успешно через систему внеурочной деятельности по основам безопасности жизнедеятельности. В связи с этим возникает необходимость поиска новых подходов, которые позволили бы сделать более эффективным обучение школьников в области безопасного существования в современных условиях.

При организации внеклассной работы с учащимися следует шире практиковать проведение встреч со специалистами МЧС, УГАИ, медицинскими работниками. Изучение материала, требующего больших затрат времени, может быть завершено на занятиях с отрядами юных спасателей, юных инспекторов дорожного движения.

Эффективными итоговыми массовыми формами организации учебной и внеклассной деятельности учащихся могут быть праздники, конкурсы и олимпиады по основам безопасности жизнедеятельности.

Конечно, внеклассные занятия, необычные по замыслу, организации, методике проведения, больше нравятся учащимся, чем будничные учебные занятия со строгой структурой и установленным режимом работы. Поэтому практиковать внеклассные занятия следует всем учителям, но не превращать внеклассную работу в главную форму работы.

Мы провели эксперимент в 8-х классах. Эксперимент состоял из нескольких этапов: подготовительный, диагностический и организационный этап. Нами были проведено тестирование среди учителей ОБЖ и учащихся 8-х классов с целью выявления наиболее популярных видов внеклассной работы. Результаты показали, что наибольшей популярностью у учеников пользуется массовая внеклассная работа по ОБЖ и предметные недели, а у учителей – индивидуальная работа в кабинете, групповая внеклассная работа [Рожков М.И., 2002. С. 176].

Проведенная внеклассная работа по ОБЖ с использованием активных форм и методов позволила углубить и расширить знания учащихся по важнейшим разделам ОБЖ; повысить прочность знаний, умений и навыков учащихся на основе их самостоятельной работы; повысить их познавательный интерес, развить творческое отношение к работе [Щукина Г.И., 1979. С. 145].

Таким образом, результаты исследования показывают, что воздействие наших методических рекомендаций существенным образом влияет на организацию обучения, повышает интерес к ОБЖ, способствует повышению познавательного интереса учащихся.

## ИЗУЧЕНИЕ АВАРИЙ С ВЫБРОСОМ АВАРИЙНО-ХИМИЧЕСКИХ ОПАСНЫХ ВЕЩЕСТВ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ОСНОВ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

*Сабиров И.Т.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Мисбахов А.А.*

Проблема промышленной безопасности значительно обострилась с появлением крупномасштабных химических производств в первой половине нашего века. Как следствие, возрастает содержание опасных веществ в технологических аппаратах, что сопровождается возникновением опасностей катастрофических пожаров, взрывов, токсических выбросов и других разрушительных явлений [Аксенов В.А., 2010. С. 72–77].

Актуальность данной темы заключается в том, что в Казани, Нижнекамске химически опасные объекты находятся в черте города (частенько бывают сбросы и выбросы химически опасных ве-



ществ) рядом с домами, школами и при возникновении ЧС на этих объектах будет прямая угроза жителям и детям. В связи с этим изучению этой тематики и правильным действиям при возникновении аварии с выбросом СДЯВ надо уделять большое внимание.

Целью работы является повышение эффективности изучения аварий с выбросом аварийно-химических опасных веществ в школьном курсе основ безопасности жизнедеятельности.

Источниками наибольшего загрязнения атмосферы химическими отравляющими веществами на территории Республики Татарстан являются предприятия теплоэнергетического, химического и нефтехимического, машиностроительного и транспортного комплексов: г. Альметьевск – АО «Татнефть»; г. Казань – ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ТЭЦ-3, ОАО «Казаньоргсинтез»; г. Набережные Челны – АО «КАМАЗ», ТЭЦ; г. Нижнекамск – АО «Нижнекамскнефтехим», ОАО «Нижнекамскшина», ТЭЦ; г. Менделеевск – Менделеевский и Новоменделеевский химические заводы; г. Заинск – Заинская ГРЭС.

Ядовитые вещества вызывают патологические изменения печени, почек и поражают отдельные системы (ЦНС, кроветворения), раздражают слизистые оболочки дыхательных путей, глаз, легких, кожных покровов, действуют как аллергены. Также химически ядовитые вещества могут быть мутагенными и привести к нарушению генетического кода, изменению наследственной информации, канцерогенными, т. е. вызывающими злокачественные новообразования, и влияющими на репродуктивную (детородную) функцию [Александров В.Н., 2005. С. 271].

Мы провели тест в 8-х классах по тематике «Аварии с выбросом сильнодействующих ядовитых веществ» для дальнейшего изучения и рассмотрения вопросов по этой тематике. Из анализа данного тестирования мы пришли к выводу, что практически все дети, и городские, и сельские, знают действия при авариях на химических объектах, но знаний о сильнодействующих ядовитых веществах у всех детей не достаточно. Средний уровень тестирования сельских учеников 63 %, когда средний уровень тестирования учеников, живущих в городской местности – 67 %. Это мы можем объяснить тем, что ученики, живущие в городе больше осведомлены об АХОВ, так как находятся ближе к таким объектам.

Таким образом, выбор АХОВ предметом изучения было правильным решением, так как на сегодняшний день это является очень актуальной проблемой. Изучение на школьном курсе именно этой темы должно совершаться в полном объеме, чтобы ученики знали, как защитить себя и окружающих.

## СЕКЦИЯ «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ И СПОРТА»

### ОСОБЕННОСТИ ПЛАНИРОВАНИЯ УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА В СПОРТИВНЫХ КЛАССАХ ШКОЛЫ

*Власова Е.А.*

*Научный руководитель – д-р биол. наук, профессор Абзалов Р.А.*

#### **Актуальность исследования**

Развитие личности – цель современного образования. Одной из основных является положение о необходимости формирования у школьников способностей, ориентированных не только на создание индивидуального творческого и физического потенциала, но и на его успешную реализацию. В настоящее время предмет «физическая культура» в школе не может эффективно решать вопросы формирования всесторонне развитой личности.

**Цель исследования:** определение эффективности планирования спортивно-ориентированного физического воспитания для учащихся 5-х классов в реализации проекта В.К. Бальсевича.

#### **Задачи:**

1. Разработать вариант планирования учебно-воспитательного процесса для учащихся 5-х классов в соответствии с требованиями спортивно-ориентированного физического воспитания и определить эффективность его реализации.
2. Выявить эффективность планирования спортивно-ориентированного физического воспитания для учащихся 5-х классов.

#### **Организация исследования**

Исследование проводилось на базе КОГОАУ «Многопрофильного лицея г. Вятские Поляны» Кировской области.

В исследовании приняли участие 30 детей в возрасте 10–12 лет, относящиеся к основной группе здоровья.

**В контрольную группу** вошли 15 девочек 5-го класса. Группа работает по общепринятой 3-часовой программе В.И. Лях, А.А.Зданевич по 40 минут.

**В экспериментальную группу** вошли 15 девочек 5-го класса. Занятие по физической культуре этой группы проводилось на основе разработанной учебной программы по СОФВ учеников 5-го класса (баскетбол) и соответствовало реализации проекта В.К. Бальсевича «Наш спорт – наше здоровье».

#### **Результаты исследования**

Динамика показателей физической подготовленности учащихся экспериментальной и контрольной групп в начале и в конце исследования. Показатели тестовых упражнений «Бег на 1000 м», «Бег на 30 м», «Прыжок в длину с места» уменьшились к концу исследования в обеих группах. Однако полученные различия были не достоверны как внутри группы, так и между группами. Показатели таких тестовых упражнений, как «Наклон туловища вперед», «Сгибание и разгибание рук», незначительно увеличились к концу исследования в обеих группах. Достоверные различия выявлены нами при сравнении контрольной и экспериментальной групп, зарегистрированных к концу исследования.

#### **Заключение**

Разработанная в соответствии с требованиями спортивно-ориентированного физического воспитания учебная программа для учащихся 5-х классов на основе баскетбола рассматривает основные и частные задачи, требования по теоретической, технической, физической подготовленности, а также контрольные нормативы. Проведенное педагогическое исследование показало эффективность данной формы планирования, позволяющее повышению управления тренировочной нагрузкой.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ТРЕНИРОВКИ ЛЕГКОАТЛЕТОВ С УЧЕТОМ ВОЗРАСТА И ПОЛА

*Иксанова Э.И.*

*Научный руководитель – канд. пед. наук, доцент Фазлеев Н.Ш.*

Практика показывает, что для плодотворной работы с юными спортсменами тренерам необходимы серьезные знания методических основ подготовки спортсменов и четкие представления о специфических особенностях многолетней подготовки юных спортсменов. На этапе начальной подготовки одни тренеры отдают предпочтение беговой подготовке, другие же прыжковой работе [Верхошанский, 2014. С. 68]. В связи с этим является актуальным в исследовании определить наиболее эффективную методику подготовки для развития основных физических качеств занимающихся в группах начальной подготовки.

Объект исследования – это тренировочный и соревновательный процесс легкоатлетов группы начальной подготовки.

Предмет исследования – средства и методы подготовки легкоатлетов 10–13 лет.

Цель исследования – выявить особенности средств и методов подготовки спортсменов двух групп, способствующих достижению высоких результатов на соревнованиях.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи: изучить особенности средств и методов подготовки спортсменов; оценить эффективность реализации средств и методов тренировок путем обработки результатов соревнований по легкой атлетике.

В ходе исследования в СДЮСШОР по легкой атлетике г. Казани проводился сравнительный анализ влияния различных методик тренировки на результативность соревновательной деятельности юных спортсменов в возрасте 10–13 лет в беге на 60 м и прыжках в длину с разбега. До начала эксперимента было организовано две группы: контрольная и экспериментальная. Контрольная группа тренировалась преимущественно беговой подготовкой, а экспериментальная группа преимущественно прыжковой подготовкой. Состав каждой группы составил по 23 человека, из них 10 мальчиков и 13 девочек. В период экспериментального исследования все испытуемые занимались по общему плану спортивной тренировки. Примерно за две недели до соревнований объем нагрузки значительно снижался, в то время как интенсивность выполняемых упражнений существенно повышался [Грецов, 2013. С. 152].

Первый этап исследования проводился в феврале 2016 года, второй этап – в январе 2017 года, а третий этап – в феврале 2018 года.

*Таблица 1*

Результаты исследования прыжка в длину с разбега легкоатлетов в возрасте 10–13 лет

Год	Девочки		Мальчики	
	Контрольная	Экспериментальная	Контрольная	Экспериментальная
2016	3,0 ± 0,08	3,2 ± 0,09	3,4 ± 0,13	3,3 ± 0,1
2017	3,4 ± 0,11	3,6 ± 0,08	4,0 ± 0,11	4,1 ± 0,12
2018	3,6 ± 0,09	3,9 ± 0,11	4,1 ± 0,11	4,3 ± 0,13

Результаты исследования: в беге на 60 м и в прыжках в длину с разбега девушки и юноши контрольной и экспериментальной групп имеют достоверно выраженный прирост показателей. Однако степень прироста результатов в группах различен. Следует отметить, что у девочек в экспериментальной группе в 2018 году наблюдается достоверно значимый прирост показателей не только по сравнению с 2016 годом, но и по сравнению с 2017 годом, а также с результатами между группами в 2018 году. Однако у мальчиков аналогичных результатов не наблюдается (табл. 1).

Следует отметить значимое различие показателей между экспериментальной и контрольной группой во всех контрольных тестах. Это дает основание предположить, что на разницу между результатами исследуемых спортсменов оказало большее положительное влияние выполнение значительного объема прыжковых упражнений по сравнению с контрольной группой, где проводилась большая беговая программа.

## РАЗВИТИЕ ФИЗИЧЕСКИХ КАЧЕСТВ У ДЕТЕЙ МЛАДШЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА, СИСТЕМАТИЧЕСКИ ЗАНИМАЮЩИХСЯ СПОРТОМ

*Масленникова Д.В.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук Валеев А.М.*

Гибкость и сила являются одними из важнейших физических качеств, определяющих высокие достижения в спортивной акробатике, так как здесь спортсмены используют различные формы движений, а также их комбинации, требующие комплексного проявления силы и гибкости. В настоящее время значение силовой подготовки акробатов возрастает в связи с повышением сложности упражнений. Юному спортсмену с достаточным уровнем развития физических качеств силы и гибкости легче усвоить более сложные элементы техники в дальнейшем, а также справиться с нарастающими нагрузками в соревновательных условиях.

Исследование было проведено на базе двух школ города Казани: «Детско-юношеская спортивная школа по спортивной гимнастике и акробатике» и «Русско-татарская средняя общеобразовательная школа № 129». Из каждой школы исследовалось по 10 мальчиков 7–8-летнего возраста с сентября 2017 по апрель 2018 года. В целях тестирования уровня развития физических качеств силы и гибкости использовались следующие контрольные испытания:

- сгибание и разгибание рук (отжимания) – выполняется прямым телом, стопы оттянуты, руки сгибаются до прямого угла (количество раз);
- подтягивания из виса на высокой перекладине – выполняется без рывков, ноги держать прямыми (количество раз);
- подъем туловища из положения лежа (пресс) – ноги прямые удерживаются преподавателем, руки за головой (количество раз за 1 мин);
- наклон вперед из положения стоя – встать к краю возвышенности, наклониться не сгибая ноги, зафиксировать положение на 3 сек (сантиметры, до возвышенности со знаком «→», после – «+»);
- мост из положения лежа – зафиксировать положение «мост» на 3 сек (баллы: 5 баллов – спина выгнута по дуге, ноги узко (вместе), прямые, стопы не отрываются, руки – прямые, ладони не отрываются).

Нормативов сгибание и разгибание рук в начале исследования контрольная группа выполнила 11,5 раз, к концу исследования норматив увеличился на 5,2 раза – 16,7 раз. Экспериментальная группа увеличила результат к концу исследования на 6,5 раз – 30 раз.

Подтягивания – контрольная группа увеличила результат к концу исследования на 1,9 раз, что составило 3,2 раза, экспериментальная группа увеличила результат на 2,6 раз – 7,7 раз.

Подъем туловища – контрольная группа к концу исследования увеличила результат на 3 раза, экспериментальная группа – на 5,1 раз.

Наклон вперед – к концу исследования в контрольной группе результат увеличился на 2 см, в экспериментальной – на 6,9 см.

Мост – контрольная группа к концу исследования увеличила результат на 0,7 балла, что составило 2,6 балла; экспериментальная увеличила результат на 0,6 балла, что составило 4,8 балла.

Контрольные испытания были взяты из всероссийского физкультурно-спортивного комплекса «Готов к труду и обороне» (ГТО) для первой ступени, возрастная группа от 6 до 8 лет. Все результаты оценивались по предложенным в нем нормативам.

В процессе организованного нами исследования установлено, что исходный уровень физических качеств мальчиков составил: в контрольной группе упражнение «отжимания» выполнили на серебряный знак; с нормативом «подтягивания» не справились; «наклон вперед» – серебряный знак. Экспериментальная группа справилась со всеми предложенными нормативами на золотой знак; уровень физических качеств к концу исследования: экспериментальная группа во всех тестовых заданиях справились с нормативами на золотой знак. Контрольная группа к концу исследования выполнили норматив: отжимание – на серебряный знак; подтягивания на высокой перекладине – серебряный знак; наклон вперед на гимнастической скамье – серебряный знак.

Показатели во всех тестовых упражнениях значительно увеличиваются, однако в упражнениях на гибкость оно происходит более выражено, это связано с тем, что 7–8 лет является сенситивным периодом для развития гибкости.

Таким образом, систематические занятия спортивной акробатикой положительно влияют на формирование физических качеств мальчиков 7-летнего возраста.

## МЕТОДИКА РАЗВИТИЯ СКОРОСТНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ У СПОРТСМЕНОВ РАЗЛИЧНОЙ КВАЛИФИКАЦИИ

*Павлов А.В.*

*Научный руководитель – д-р биол. наук, доцент Абзалов Р.Р.*

**Актуальность.** В настоящее время в современных видах спорта все чаще используются отдельные дисциплины с повышенными требованиями к скоростным параметрам движения и скоростной выносливости.

**Цель исследования:** определение уровня развития скоростной выносливости у легкоатлетов, специализирующихся в беге на средние дистанции.

**Задачи исследования:**

1. Разработать и определить эффективность экспериментальной методики развития скоростной выносливости у бегунов на средние дистанции.

2. Осуществить сравнительный анализ показателей уровня развития скоростной выносливости в контрольных и экспериментальных группах исследуемых спортсменов.

**Организация.** В исследовании приняли участие легкоатлеты – юноши 1-го и 3-го спортивных разрядов. Все исследуемые спортсмены систематически занимаются легкой атлетикой и специализируются в беге на средние дистанции. При этом в ходе проведенного нами исследования спортсмены каждого спортивного разряда были разделены на две группы по 15 человек в каждой. Исследование проходило в период с сентября 2017 по март 2018 года.

**Результаты.** В тестовых заданиях «Бег 400 м», «Бег 400 м через 2 минуты бега трусцой», «Бег 800 м» наблюдалось уменьшение времени прохождения дистанции у спортсменов 1-го и 3-го спортивных разрядов. Полученные различия были более ярко выражены у легкоатлетов 3-го спортивного разряда и явились достоверными у экспериментальной группы в сравнении с показателями, полученными в начале исследования, так и в сравнении с показателями, полученными у контрольной группы в конце исследования. Тестовое задание «Берпи» – здесь наблюдалась положительная динамика во всех исследуемых группах, но достоверные различия нами выявлены так же, как и в предыдущих тестовых заданиях у легкоатлетов 3-го спортивного разряда.

**Заключение.** По итогам результатов проведенного нами исследования, направленного на определение уровня развития скоростной выносливости у легкоатлетов-юношей, специализирующихся в беге на средние дистанции, установлено, что разработанная нами экспериментальная методика развития скоростной выносливости позволяет получить более оптимальные спортивные результаты. Эффективность ее по сравнению с имеющимся стандартным учебно-тренировочным планом ДЮСШ «Стрела» для легкоатлетов-бегунов на средние дистанции способствует более выраженному улучшению результатов.

## ВЛИЯНИЕ ЗАНЯТИЙ СПОРТОМ НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОРГАНИЗМА (НА ПРИМЕРЕ БОРЬБЫ)

*Сабиров М.И.*

*Научный руководитель – д-р биол. наук, зав. кафедрой Абзалов Н.И.*

**Актуальность.** Какой бы совершенной ни была современная медицина, она не может избавить каждого от болезней, особенно связанных с гипокинезией. Человек – сам творец своего физического здоровья, за гармоничное развитие отвечает он сам. С раннего возраста необходимо вести активный образ жизни, закаливаться, заниматься физической культурой и спортом, соблюдать правила личной гигиены, – словом, добиваться разумными путями подлинной гармонии здоровья. Создание условий для формирования человека, гармонически сочетающего в себе духовное богатство, моральную чистоту и физическое совершенство, является одной из актуальных проблем в современной физиологии.

Все органы человеческого организма находятся в постоянном взаимодействии и являются саморегулирующей системой, в основе которой лежат функции нервной и эндокринной систем организма. Совершенное функциональное состояние систем – это бесперебойное согласованное протекание в них процессов жизнедеятельности.

**Объект исследования:** учебно-тренировочный процесс спортсменов-студентов, занимающихся борьбой.

**Предмет исследования:** показатели функциональных систем организма студентов 18–19-летнего возраста, занимающихся борьбой.

**Цель** – исследование влияния занятий борьбой на функциональное состояние организма студентов 18–19-летнего возраста.

**Задачи исследования:**

1. Выявить исходный уровень состояния функциональных систем организма студентов 18–19-летнего возраста, занимающихся борьбой.
2. Провести сравнительный анализ показателей состояния функциональных систем организма студентов, занимающихся и не занимающихся борьбой.

**Организация исследования**

В экспериментальных исследованиях приняли участие студенты 18–19 лет в количестве 30 человек.

Контрольная группа (15 человек) – студенты отделения биологии Института фундаментальной медицины и биологии Казанского федерального университета, занимающихся по общепринятой программе по физической культуре в вузе.

Экспериментальная группа (15 человек) – студенты Казанского государственного энергетического университета, занимающиеся борьбой во внеучебное время.

**Результаты.** Ростовые показатели в сравниваемых группах достоверных различий не выявили. В контрольной группе в показателях индекса массы тела в начале исследования выявлена избыточная масса тела ( $26,85 \text{ кг/м}^2$  при норме 18–24  $\text{кг/м}^2$ ).

Исследования функционального состояния аппарата кровообращения (проба Руфье – Диксона) выявили: в экспериментальной группе – отличный результат, а в контрольной – средний.

В пробе с повторным измерением жизненной емкости легких в экспериментальной группе достоверных изменений в показателях не установлено. Однако в контрольной группе к 4-му измерению происходит достоверное уменьшение показателей ЖЕЛ. Уменьшение их от одного измерения к другому свидетельствует о снижении функциональной способности дыхательного аппарата. Этому также свидетельствуют показатели силы дыхательных мышц.

Показатели абсолютной и относительной силы кисти у студентов экспериментальной группы в начале и в конце исследования достоверно превышают таковые контрольной группы.

**Заключение.** В результате исследовательской работы нами были изучены основы развития функционального состояния организма, физических качеств у борцов 18–19-летнего возраста. Особое внимание было уделено комплексной оценке функционального состояния организма студентов 18–19 лет, занимающихся борьбой.

Таким образом, систематические занятия борьбой благоприятно воздействуют на развитие функций различных систем организма человека.

## **ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ СПЕЦИАЛЬНОЙ ВЫНОСЛИВОСТИ У СТУДЕНТОВ РАЗНОГО ВОЗРАСТА И ПОЛА**

*Саматова Р.Р.*

*Научный руководитель – д-р биол. наук, зав. кафедрой Абзалов Н.И.*

**Актуальность исследования.** Специальная выносливость – это способность эффективно выполнять работу и преодолевать утомление в условиях конкретного вида двигательной деятельности.

Одной из наиболее важной разновидностью специальной выносливости в современном спорте является скоростная выносливость, так как итоговые результаты большинства видов спорта зависят от развития данных способностей (лыжный спорт, легкая атлетика, футбол и др.).

Скоростная выносливость – это способность поддерживать высокую скорость выполнения движений в течение максимально продолжительного времени.

**Цель работы** – исследование уровня развития специальной выносливости у студентов разного возраста и пола.

**Задачи исследования:**

1. Определить исходный уровень развития специальной выносливости у студентов 18–21-летнего возраста.

2. Изучить влияние комплекса физических упражнений, направленного на развитие специальной выносливости студентов 18–21-летнего возраста.

3. Провести сравнительный анализ уровня специальной выносливости у студентов в зависимости от возраста и режима двигательной активности.

Исследование проводилось в спортивном комплексе «БУСТАН». В исследованиях приняли участие студенты, которые были разделены на две группы – контрольную и экспериментальную. В состав каждой группы входили девушки и юноши: 1-я подгруппа – 18–19 лет, 2-я подгруппа – 20–21 лет (по 10 студентов).

**Контрольные тесты включали в себя:** 1) прыжки со скакалкой в течение 1 мин (количество раз); 2) выпрыгивания из полного приседа в течение 1 мин (количество раз); 3) «Берпи» в течение 1 мин (количество раз).

Самый высокий показатель теста «Прыжки со скакалкой» в контрольной группе нами установлен у девушек 20–21-летнего возраста, который составил 84,1 раз. А самые низкие данные нами отмечены у юношей 18–19-летнего возраста и они оказались равными 70,8 раз. В экспериментальной группе самый низкий показатель отмечен у юношей 18–19-летнего возраста, который составил 106,9 раз. У девушек 20–21-летнего возраста самые высокие показатели в ходе выполнения данного теста и составили 119,7 раз.

Самые высокие данные в ходе выполнения теста «Выпрыгивания из полного приседа» в контрольной группе нами установлены у юношей 20–21-летнего возраста (32,6 раз). Самый же низкий результат оказался у девушек 18–19-летнего возраста и составил 22,4 раз. В экспериментальной группе самый низкий показатель выпрыгивания из полного приседа в течение 1 мин установлен у девушек 18–19-летнего возраста и составил 28,7 раз. У юношей 20–21-летнего возраста установлены самые высокие показатели, которые достоверно выше на 23,6 раз, чем у девушек 18–19-летнего возраста.

В ходе выполнения теста «Берпи» самые высокие показатели в контрольной группе нами установлены у юношей 20–21-летнего возраста, которые составили 30,1 раз. У девушек 18–19-летнего возраста результаты оказались на 9,5 раз меньше и составил и 20,6 раз ( $p < 0,05$ ). В экспериментальной группе самые низкие данные установлены у девушек 18–19 лет, а самые высокие показатели отмечены у юношей 20–21-летнего возраста, что статистически достоверно выше, чем у девушек 18–19-летнего возраста.

Предложенный нами комплекс физических упражнений, направленный на развитие специальной выносливости, способствовал достоверному повышению уровня развития показателей специальной выносливости у студентов экспериментальной группы к 20–21-летнему возрасту. Показатели данной группы значительно превосходят таковые контрольной группы во всех тестовых упражнениях.

Уровень развития специальной выносливости у студентов обеих групп изменяется в зависимости от возраста и режима двигательной активности.

## ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

### ВЛИЯНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА НА ЕСТЕСТВЕННЫЕ РАСТИТЕЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ

*Гайнулина Р.И.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Валеева А.А.*

Железнодорожный транспорт постоянно воздействует на экосистему, хотя и считается одним из наиболее экологически чистых видов транспорта. Основными источниками загрязнения окружающей среды при эксплуатации железной дороги являются оксид углерода и азота, различные углеводороды, тяжелые металлы, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) и другие загрязнители. Таким образом, актуальность приобретает вопрос оценки и мониторинга экосистем вдоль железнодорожных путей.

**Целью** данной работы являлась оценка воздействия железнодорожного транспорта на экосистемы прилегающих территорий ООПТ «Городской лесопарк «Лебяжье». Исследования и сбор почвенного и растительного материала проводились с июля по сентябрь 2016–2017 годов на территории лесопарка «Лебяжье». Основным объектом являлась полоса отчуждения вдоль железной дороги (кв. 92; 94; граница 93/94 кв. и 104 кв.). Вдоль железной дороги определялись участки в полосе отвода железной дороги (5–10 м от насыпи) и участки, находящиеся на территории соснового леса по линии трассировки на расстоянии 50–120 м от существующей железной дороги. Описания сообществ были приведены на 12 участках, заложенных по профилю по общепринятым методам [Воронов, 1973. С. 13].

На участках вдоль железной дороги были отобраны образцы почв на глубину 0–20 см [ГОСТ 17.4.4.02–84]. Кислотность почвы была определена потенциометрическим методом [ГОСТ 26423–85]. Подвижные формы тяжелых металлов извлекали из почвы ацетатно-аммонийным буфером с pH 4.8 [Методическое указание, 1992]. Минерализацию растительных проб проводили методом сухого озоления [ГОСТ 26657–97]. Экстракцию металлов из золы проводили азотной кислотой [Методическое указание, 1992]. Количественное определение тяжелых металлов в почвах и растениях проводили на ICPE Shimadzu 9000.

В естественных сообществах отмечается значительное количество лесолуговых (17,8 %) и лугово-степных (13 %) видов, большое количество сорных трав (15 %) характеризует процесс рекреационной дигрессии. Доля сорных в злаково-разнотравных травянистых сообществах вдоль железной дороги возрастает в 3,7 раз (54 %), что обусловлено высокой степенью нарушенности местообитаний.

Анализ почвенных образцов показал, что актуальная кислотность на лесных участках колеблется от 4,87 до 5,66, что соответствует лесорастительным условиям сосняков. Вдоль железной дороги значения кислотности снижаются до слабощелочных – 7,48. С уменьшением кислотности почв значительная часть металлов из обменно-поглощенного состояния переходит в почвенный раствор, увеличивается растворимость большинства тяжелых металлов, следовательно, подвижность в системе почва – раствор. В проведенных исследованиях корреляционная связь между содержанием подвижных форм тяжелых металлов и показателями актуальной кислотности не была обнаружена. Вероятно, это связано с легким гранулометрическим составом и низким содержанием органического вещества.

В исследованных пробных площадках, расположенных вблизи железной насыпи, увеличивается в несколько раз содержание подвижных форм кобальта (0,21 мг/кг), меди (3,21 мг/кг) и цинка (4,10 мг/кг). Однако содержание подвижных форм тяжелых металлов не превышает предельно допустимых концентраций.

Содержание тяжелых металлов в растительных образцах изменяется в широких диапазонах. Наибольшая аккумуляция никеля (32,6 мг/кг), хрома (8,72 мг/кг), меди (40,6 мг/кг) обнаруживается в растительных пробах вблизи от железнодорожной насыпи. Однако аккумуляция тяжелых металлов в растениях не согласуется с данными содержания подвижных форм тяжелых металлов в почве. Известно, что существует несколько способов поступления тяжелых металлов в растения – аэрозольное осаждение из воздуха и поступление из почвы. Вероятно, в данном случае большая часть тяжелых металлов поступает в растительный организм из воздуха, путем адсорбцией листовой поверхностью. В связи с этим загрязнение атмосферного воздуха тяжелыми металлами представляет большую опасность для растений.



## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ДИНАМИКИ ЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ

*Джумайло А.Д.*

*Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук, профессор Зарипов Ш.Х.*

Математическое моделирование динамики лесных сообществ дает возможность изучать влияние различных процессов и прогнозировать рост леса с учетом климатических условий, характера почв, световой конкуренции. Теория и практика создания математических моделей лесов имеет многолетнюю историю. В настоящей работе проведен анализ наиболее известных моделей древесных сообществ.

Одна из первых – модель роста одиночного дерева JABOWA – была разработана в работах [Botkin, 1972a, P. 849–856], [Botkin, 1972b, P. 101–106]. Модель роста отдельного дерева обобщается на расчет динамики лесных экосистем на небольших (до 1000 га) площадях. Такие модели, называемые гэп-модели (gap), описывают динамику деревьев с учетом роста, рождения и гибели каждого дерева в зависимости от биотических (конкуренция) и абиотических факторов (климат и почва). Модель JABOWA стала основой для многих следующих моделей динамики леса.

Разработчики JABOWA ввели ряд допущений, которые позволили им формализовать воспроизводство, рост и смертность деревьев относительно простым способом. JABOWA включает в себя три подмодели: прорастания, роста и смерти деревьев. Уравнение скорости роста, используемое в подмодели роста дерева:

$$\frac{dD}{dt} = \frac{GD \left(1 - \frac{DH}{D_{max}H_{max}}\right)}{274 + 3b_2D - 4b_3D^2} g1 g2 g3,$$

где  $D$  – диаметр дерева на высоте груди,  $H$  – высота дерева,  $D_{max}$  и  $H_{max}$  – максимальные значения этих величин для данного вида,  $G$  – параметр роста,  $b_2$  и  $b_3$  – параметры, зависящие от вида дерева,  $g1$  – коэффициент затенения,  $g2$  – коэффициент качества почвы,  $g3$  – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха.

Уравнения и функциональные зависимости модели JABOWA подробно разобраны и реализованы в пакете Maxima. На основе модели построены кривые роста ряда видов деревьев, типичных для РФ.

В настоящее время модели динамики лесов продолжают активно развиваться. Отметим наиболее известные из них: модель FORMIND [R.Fischer et al., 2016], EFIMOD [Komarov et al., 2003].

## ВЛИЯНИЕ ФОСФОРИТНОЙ МУКИ НА СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНЫХ ФОРМ МЕДИ И МАРГАНЦА В ЧЕРНОЗЕМЕ ТИПИЧНОМ

*Заббаров Д.Э.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, ассистент Окунев Р.В.*

Биологически необходимые микроэлементы в избыточно высоких концентрациях могут оказывать фитотоксическое действие, что приводит к снижению биомассы и качества продукции. На процесс изменения подвижности металлов загрязнителей в агроландшафтах влияет ряд факторов. Концентрацию подвижных форм элементов в почвах и их поступление в растения можно регулировать внесением различных агрохимических средств. Влияние фосфорных удобрений на снижение фитотоксичности металлов посредством уменьшения их подвижности, следовательно, и их доступности растениям изучалось многими исследователями. Например, труднорастворимые соединения фосфатов, присутствующие в фосфоритной муке, такие как апатиты, могут снижать их токсическое действие в несколько раз. Однако информации о роли различных форм фосфорных удобрений в этом процессе не так много [Rao, 1997. С. 788]. Целью нашей работы является изучение влияния фосфоритной муки на содержание подвижных форм меди и марганца в черноземе типичном. Для достижения данной цели были составлены следующие задачи: (1) провести инкубационный опыт с добавлением в загрязненные медью почвы различных доз фосфоритной муки и определить содержание форм меди извлекаемых ацетатно-амонийным буфером и 1n соляной кислотой содержание подвижных форм меди и марганца в черноземе типичном; (2) оценить влияние внесения фосфоритной муки на подвижность меди

в загрязненных почвах; (3) оценить влияние внесения фосфоритной муки на подвижность марганца в загрязненных почвах. Инкубационный опыт проводился следующим образом. Почва высушивалась на воздухе и просеивалась через сито с диаметром пор 5 мм. Половину почвенных образцов загрязняли медью в количестве, соответствующей 600 мг/кг. Затем к почве добавляли различные дозы фосфоритной муки: 0,085 г/кг 0,17 г/кг 0,34 г/кг 0,85 г/кг 4,25 г/кг. Далее почва инкубировалась в течение 2 недель при влажности 60 % от ППВ. В почвах определяли подвижные соединения меди и марганца, извлекаемые ацетатно-аммонийным буфером (рН = 4,8) и кислотнорастворимые формы, извлекаемые 1н HCl. Концентрацию меди в вытяжках определяли с помощью атомно-абсорбционной спектрометрии на спектрометре Aanalyst 200. Все опыты проводились в двух повторностях. Математическую обработку результатов проводили в программах MS Excel и Statgraphic.

Результаты исследования показали, что влияние фосфоритной муки на подвижность меди марганца было неоднозначным. Содержание меди в незагрязненных почвах извлекаемой ацетатно-аммонийным буфером уменьшилось только при максимальной дозе фосфоритной муки 4,25 г/кг. На кислотнорастворимую медь фосфоритная мука воздействие не оказало. В загрязненной медью почве при больших дозах фосфоритной муки, наоборот, наблюдалось увеличение меди. Также при определенных дозах фосфоритной муки наблюдалось увеличение содержания кислотнорастворимых форм меди. Возможно, увеличение содержания меди может связано с тем, что при добавлении фосфоритной муки она сорбирует часть подвижной меди, составляя конкуренцию органическому материалу почвы, который является хорошим комплексообразователем для этого элемента. При растворении фосфоритной муки эта медь снова могла высвободиться в почвы. На содержание марганца добавления низких доз фосфоритной муки оказало отрицательное влияние, в то время как высокие дозы влияние не оказали.

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО БИОУГЛЯ В УСЛОВИЯХ ВЕГЕТАЦИОННОГО ОПЫТА**

*Ибатуллина К.А., Мазитова Г.Р.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, зав. кафедрой Смирнова Е.В.*

Современный период развития общества характеризуется интенсификацией промышленного и сельскохозяйственного производства, в результате чего образуются огромные, постоянно возрастающие объемы органических отходов антропогенного происхождения, которые требуют утилизации. В связи с этим использование органических отходов для производства удобрений и мелиорантов почв является актуальным решением проблемы и имеет не только экологическое, но и агрономическое значение [Орлова, 2017. С. 324–325]. Одним из перспективных органогенных мелиорантов почв является биоуголь. Внесение в почву биоугля как продукта пиролиза растительных остатков различного происхождения, оценивается во всем мире как эффективное средство для улучшения плодородия почв и смягчения последствий изменения климата [Lehmann, 2007. Р. 381–387]. В настоящее время диапазон применения велик, так как биоуголь охватывает достаточно широкий спектр различных областей. Он широко используется в сельском хозяйстве для улучшения обеспеченности почвы элементами питания, также используется в экологии в качестве сорбента, способного нейтрализовать вредные соединения или токсины в почвах, а также может быть использован для секвестрации углекислого газа атмосферы [Lehmann, 2011. Р. 1812–1836].

Цель работы: оценить влияние биоугля и его модифицированного аналога на всхожесть семян растений, используемых в тепличном хозяйстве.

Объектом исследования был биоуголь, приготовленный из липы при температуре пиролиза 450–500 °С. Его модификация осуществлялась с применением гуминовых препаратов – «Гумат натрий 80» и «Гумэл Люкс». В качестве тест-объектов были выбраны 4 культуры: томат сорта «Дубрава», огурец сорта «Кустовой», кресс-салат сорта «Забава» и редис сорта «18 дней». Опыт проводился в 2-кратной повторности. Результаты представлены на рис. 1.

Анализ полученных данных показал, что во всех вариантах опыта, по сравнению с контролем, наблюдается положительный эффект применения как биоугля, так и его модифицированных аналогов. Положительный результат по всхожести был отмечен при применении модифицированного биоугля гуминовыми препаратами для редиса и кресс-салата, всхожесть культур увеличилась на 10 % и 6 %, соответственно по сравнению с контролем. Проростки томата и огурца слабо отозвались на

внесение биоугля, а применение модифицированных гуминовыми препаратами образцов оказало незначительное влияние на всхожесть только лишь для томата.

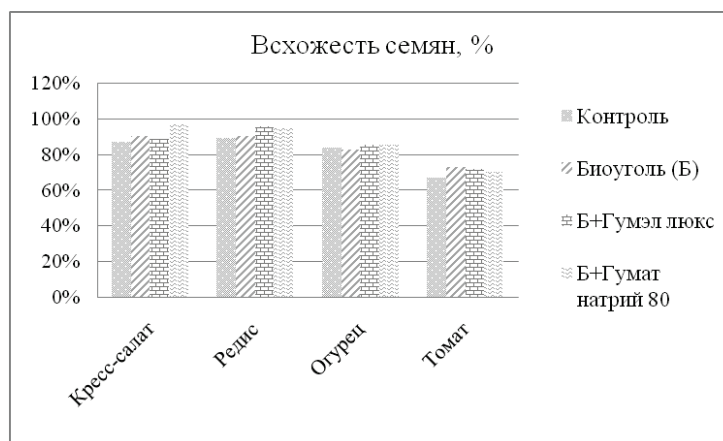


Рисунок 1. Влияние биоугля на всхожесть семян

Таким образом, можно сделать вывод, что более перспективными в качестве тест-культур при постановке опытов с биоуглем являются кресс салат и редис.

## ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО БИОУГЛЯ НА РЕСПИРАТОРНУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ

*Мазитова Г.Р., Ибатуллина К.А.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Валева А.А.*

В последние десятилетия в мире возрастает интерес к использованию биоуглей для повышения качества почв и получения чистой растениеводческой продукции. Для улучшения свойств биоуглей, увеличения пористости, удельной поверхности и функциональных групп проводят активацию углей термохимическим способом, обработкой перегретым паром или углекислым газом. Такие улучшенные биоугли показывают большой потенциал для использования их в качестве универсальных катализаторов и для удаления различных загрязнителей. Таким образом, на сегодняшний день актуальным становится изучение различных способов модернизации биоуглей для улучшения не только сорбционных, но и питательных свойств.

**Целью** данной работы явилось исследование влияния нативного и модифицированного биоугля на рост и развитие редиса. Объектом исследования был биоуголь, приготовленный из липы при низкотемпературном режиме пиролиза (450–500 °С). Модификация биоугля осуществлялась путем опрыскивания 0,01 % раствором гуминовых препаратов «Гумат натрия 80» и «Гумэл Люкс» и высушиванием их при комнатной температуре. Далее в тексте модифицированные биоугли будут называться биоуголь 80 и биоуголь люкс.

Для определения влияния нативного биоугля и модифицированных биоуглей на респираторную активность субстрата был заложен лабораторный опыт с песчаной культурой. В качестве тест-культуры использован редис сорта «18 дней».

Для опыта с песчаной культурой использовался кварцевый речной песок. Растения выращивались в сосудах объемом 300 см<sup>3</sup>. В каждый сосуд высаживали пророщенные семена редиса. Ежедневно влажность поддерживали весовым методом. Поливная норма составила 15 см<sup>3</sup> на 100 г песка. Продолжительность опыта – 26 дней.

В таблице 1 приведены значения респираторной активности почвенной микрофлоры в вариантах опыта. Максимальная активность наблюдается в варианте с добавлением 10 % биоугля. Также высокие значения респираторной активности наблюдаются в вариантах с добавлением 5 % биоугля, 5 % биоугля и гуминового препарата натрия 80 и 10 % биоугля и гуминового препарата натрия 80. Модифицирование биоуглей путем добавления гуминового препарата люкс приводит к снижению респираторной активности микробных сообществ. Дисперсионный анализ данных респираторной активно-

сти показал, что добавление в песчаный субстрат нативных и модифицированных биоуглей приводит к значимому изменению активности почвенных микроорганизмов.

Таблица 1

## Респираторная активность исследуемых субстратов

Варианты	Содержание вариантов	Респираторная активность, ( мг/г*24 ч)
Вариант 1	Песок + биоуголь 5 %	0,264
Вариант 2	Песок + биоуголь 5 % + гуминовый препарат люкс	0,044
Вариант 3	Песок + биоуголь 5 % + гуминовый препарат натрий 80	0,242
Вариант 4	Песок + биоуголь 10 %	0,440
Вариант 5	Песок + биоуголь 10 % + гуминовый препарат натрий 80	0,220
Вариант 6	Песок + биоуголь 10 % + гуминовый препарат люкс	0,176

Увеличение респираторной активности микробного сообщества наблюдается в вариантах 1, 3, 4 и 5 по сравнению с контрольным вариантом. Добавление в песчаный субстрат 5 % биоугля с гуминовым препаратом Люкс приводит к ингибированию микробных сообществ. При добавлении 10 % биоугля с гуминовым препаратом Люкс респираторная активность не отличается от контроля.

**МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВ ТЕРРИТОРИИ  
ИНТЕНСИВНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
(НА ПРИМЕРЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО СОРТОИСПЫТАТЕЛЬНОГО УЧАСТКА)**

*Масназиева Р.Р.*

*Научный руководитель – старший преподаватель Сахабиев И.А.*

Интерес к микробным сообществам, их влияние на состояние почвы и на продуктивность растений, их состояние и активность в почвах сельскохозяйственного использования является актуальной темой.

Целью данной работы является изучение микробиологической активности почв территорий интенсивного сельскохозяйственного использования под различными культурами.

Биологическая активность почв – это сумма происходящих в ней биологических процессов. Она зависит от численности обитающих в почве микроорганизмов, также может зависеть от их видового состава, типа почв, географических и климатических условий, характера растительного покрова и т. п. Микробная активность измеряется для того, чтобы дать оценку реакции почв, на которую влияют изменение окружающей среды, нарушение местообитания и загрязнения почвы.

Для выявления микробиологической активности использовались метод базального и субстрат-индуцированного дыхания. После полученных данных рассчитывали содержание углерода микробной биомассы, микробный метаболический коэффициент и долю углерода микробной биомассы. Для полного анализа микробиологической активности были взяты данные по гумусу.

Результаты проведенных исследований показали, что микробиологическая активность наибольшим образом проявляется в почвах с наибольшим количеством гумуса. Скорость базального дыхания в изученных образцах составляла от 2,25 до 4,83 мкг CO<sub>2</sub>-С/г в час. Большое количество CO<sub>2</sub> продуцировалось в поле № 1, это объясняется тем, что в данном поле высокие показатели гумуса. В данном сортоиспытательном участке показатели по базальному дыханию ниже по сравнению с лесами, так как участок относится к пахотным почвам. При субстрат-индуцированном дыхании микробное сообщество в большом количестве выделяло CO<sub>2</sub> в пробе под полями № 4, № 7, № 8; промежуточные показатели выявились в полях № 3, № 2; а самые низкие – в полях № 5 и № 6. Микробный метаболический коэффициент является важным показателем в изучении активности микробиологического сообщества, а также их состояния и устойчивости к различным воздействиям. По проведенным анализам коэффициент изменяется от 0,24 по 0,40 мкг CO<sub>2</sub>-С/мг С мик/ч, связано это с высеваемыми культурами и чередованием между ними и чистым паром. Такой показатель, как углерод микробной биомассы может дать оценку состояния и качества почв. Данный показатель высок в поле № 4 и составляет

529,60 мкг CO<sub>2</sub>-C/г почвы, низок в поле № 6, это 338,90 мкг CO<sub>2</sub>-C/г почвы, в оставшихся полях микробный углерод колеблется от 374,72 до 512,15 мкг CO<sub>2</sub>-C/г почвы. Большая доля микробного углерода в почве свидетельствует о том, что органического вещества в микробной биомассе много, это также указывает на хорошее функционирование микробного сообщества. Общая доля микробного углерода составило 0,85–1,63 % от общего углерода в органическом веществе.

Изучив территорию, предназначенную под сельскохозяйственное использование, и проанализировав полученные данные по микробиологической активности, пришли к выводу, что на деятельность почвенных микроорганизмов влияет множество факторов, также, сравнив микробиологическую активность с литературными данными, можно сказать, что активность в различных агроценозах в значительной степени отличалась.

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ШИРИНУ ГОДИЧНЫХ КОЛЕЦ (НА ПРИМЕРЕ СОСНЫ)

*Саханова Э.А.*

*Научный руководитель – д-р биол. наук, профессор Савельев А.А.*

В течение своей жизни древесные растения постоянно испытывают влияние внешних факторов, напряженность которых в отдельные годы значительно отклоняется от средней многолетней величины, что вызывает ответную реакцию растений [Крамер П.Д., Козловский Т.Т., 1983. 464 с.]. Радиальный прирост выступает одним из индикаторов отклика растений на изменение факторов среды.

Цель настоящей курсовой работы: выявить различия годичного прироста сосны обыкновенной для деревьев, произрастающих на двух участках отличных друг от друга по условиям близости к водному объекту: участок у берега Раифского озера и контрольный участок, взятый на расстоянии 50 м от водного объекта.

Для решения поставленной задачи был выбран метод построения математической модели, расчеты проводились в статистической системе R.

Построение математической модели является первоначальным пунктом для проведения анализа. В результате последовательных преобразований была получена математическая модель, которая наилучшим образом отражала зависимость ширины годичного кольца от экологического фактора. На языке программирования R модель имеет вид:

$$\log(D+1) \sim fType * poly(Year, 3) \quad (1)$$

В результате были получены следующие значения:

*Таблица 1*

Оценки коэффициентов для модели 1

	Оценка	Стандартная ошибка	t -значение	Pr(> t )
Константа	4.62147	0.01731	267.006	<2e-16 ***
fTypeберег	-0.08668	0.02379	-3.644	0.000273 ***
poly(Year, 3) <sup>3</sup>	0.63276	0.81270	0.779	0.436293
fTypeберег:poly(Year, 3) <sup>3</sup>	4.97330	1.16642	4.264	2.08e-05 ***

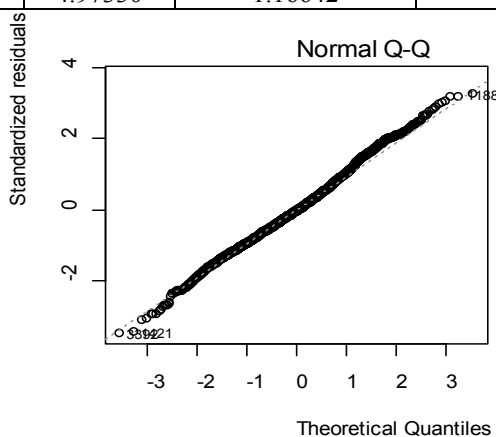


Рисунок 1. Графическое изображение результатов анализа модели 1

Таким образом, было установлено, что исследуемая модель значима, и деревья, произрастающие на контрольном участке, имеют большее значение радиального прироста, нежели деревья, произрастающие у берега Раифского озера. Проверка адекватности модели показала, что остатки имеют нормальное распределение, поэтому можно считать, что использованные факторы являются ведущими для изменчивости годового прироста.

## ФОРМЫ И СОЕДИНЕНИЯ ФОСФОРА В ПОЧВАХ УГОДИЙ С РАЗЛИЧНЫМ ТИПОМ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ

*Хузина Д.Р.*

*Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Мельников Л.В.*

Одна из актуальных задач современного природопользования – это изучение почв агроэкосистем, вышедших из активного с/х использования. Особое внимание уделяют определению направленности и величины изменений запасов органического углерода и других биогенных элементов в течение постагрогенной сукцессии, которые зависят от биоклиматических условий, почвенных свойств и предыдущих форм землепользования.

Целью данной работы является изучение содержания соединений фосфора в почвах под различными растительными формациями под залежной луговой и естественной лесной растительностью.

В процессе выполнения практической части данной работы решались следующие задачи:

1. Изучить содержание органического вещества и ряд физико-химических показателей в различных точках опробования участка с вторичной луговой растительностью в новообразованной залежной почве.

2. Изучить содержание доступных форм соединений фосфора в почвах и оценить их запасы.

3. Оценить зависимость послойного распределения органических компонентов в залежной почве от плотности сложения и реакции среды.

4. Выявить различия между содержанием доступных форм фосфатов в залежной и почве под естественным лесным сообществом.

Район исследований расположен в западной части РТ и находится в пределах долины реки Волги. Растительность представляет собой в значительной степени трансформированный природно-антропогенный комплекс. Объекты исследования – участок № 1 залежной дерново-подзолистой супесчаной среднетяжелой почвы, расположенный в Кировском районе в периферической части г. Казани, в районе нерегулярной застройки между н.п. Залесный и Осинное. Участок № 2 с дерново-подзолистой супесчаной среднетяжелой почвой под естественным лесным сообществом, расположенный в Зеленодольском районе Республики Татарстан.

В образцах определяли реакцию среды водной почвенной суспензии [ГОСТ 26423-85]. Содержание органического вещества определяли по величине потери при прокаливании. В смешанных воздушно-сухих образцах, подготовленных методом квартования для слоя (0–10) см, определяли содержание подвижного (доступного) фосфора по методам Чирикова и Кирсанова.

В результате исследований было выявлено, что исследуемая почва на участке № 1 имеет слабую степень гумусированности и слабокислую реакцию среды. Содержание органических компонентов в образцах новообразованной залежной почвы зависит от плотности и реакции среды. С увеличением плотности почвы вниз по профилю снижается интенсивность гумусонакопления, в то же время количество органического вещества растет с повышением значений pH.

По полученным данным, исследуемые образцы залежной почвы относятся к мало обеспеченным подвижными соединениями фосфора. Во всех точках отбора максимальное количество доступных соединений фосфора содержится в верхней части почвенного профиля. Прямой зависимости между распределением органического вещества и подвижными соединениями фосфора не выявлено, возможно, что применяемые экстрагенты (0,5 н  $CH_3COOH$  и 0,2 н  $HCl$ ) извлекают соединения фосфора, не только органических, но и минеральных форм фосфатов, связанных с  $Ca$  и  $Mg$ .

По исследуемому участку № 1 вниз по профилю просматривается тенденция уплотнения почвы до  $1,4 \text{ г/см}^3$  и снижения содержания органических веществ до 1 %, а pH изменяется от 4,9 до 5,2. В верхних горизонтах находится самое большое количество органического вещества – от 2,5 до 3,8 %. По данным дисперсионного анализа установлено, что значимые различия по плотности сложения почвы и содержанию органических веществ в почве существуют между горизонтами профилей точек участка № 1. По реакции среды значимых отличий между горизонтами исследуемых точек не обнаружено.

В почве под естественной растительностью содержание доступного фосфора (66 мг/кг) выше, чем под вторичным луговым растительным сообществом (21 мг/кг). Это указывает на биогенное накопление фосфатов, распределение которых на участке залежного суходольного лугового сообщества является неоднородным.

## ОЦЕНКА ВЛАЖНОСТИ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА С ПОМОЩЬЮ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

*Чернышов А.Г.*

*Научный руководитель – старший преподаватель Сахабиев И.А.*

Влажность почв имеет огромное влияние на растительный покров территорий и в конечном счете на урожайность сельскохозяйственных угодий. Оценка влажности почвенного покрова для больших по площади территорий является нетривиальной задачей. Влажность почвы является ключевой переменной в глобальном энергетическом и водном цикле, а также является важным фактором, который может предоставить информацию о водном стрессе для ирригационных решений и оценки урожайности. На сегодняшний день существуют как лабораторные, так и полевые методы определения влажности почвы. Лабораторный метод является более точным, но когда речь идет о больших территориях, то он нецелесообразен, поскольку занимает длительное время.

Целью данной работы являлась оценка возможности определения влажности почвенного покрова в масштабе поля с использованием данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). В процессе выполнения практической части данной работы выполнялись следующие задачи:

- 1) рассчитать вегетационный индекс NDVI и индекс сухости TVDI;
- 2) сравнить полученные данные с полевыми данными.

Объект исследования – Заинский государственный сортоиспытательный участок (ГСУ), расположенный в с. Савалеево Заинского района Республики Татарстан. Территория ГСУ занимает площадь около 95 га. Рельеф представлен ровным участком, переходящим к слабопологому склону. В качестве ДЗЗ был использован космический снимок спутника Landsat 8.

На основе вегетационного индекса NDVI и значений температуры поверхности Земли был получен индекс сухости поверхности TVDI. Согласно значениям индекса TVDI, почвенный покров данной территории съемки не был увлажнен. Для подтверждения этого был проведен корреляционный анализ результатов индекса TVDI с значений влажности, полученных классическим термогравиметрическим методом. Анализ показал, что корреляция является средней отрицательной ( $r = -0,52$ ). Это соответствует литературным данным и говорит о том, что при увеличении температуры поверхности содержание влаги в почве уменьшается, что отражается в виде увеличения значений индекса TVDI. Затем был произведен корреляционный анализ между значениями влажности, полученными при полевом обследовании с помощью прибора TDR-100, и значениями индекса TVDI. Корреляция проводилась для значений объемной влажности (VWC), относительной влажности (RWC) и влажности с корректировкой для глинистых почв (HiClay). Корреляция составила для значений VWC – 0,27, для значений RWC – 0,28 и для значений HiClay – 0,23. Корреляционная связь между наблюдаемыми величинами оказалась слабой. Это может быть связано с тем, что прибор TDR-100 на полях после вспашки дает погрешность при определении значений влажности, поскольку зонды-детекторы прибора неплотно соприкасаются с почвенными частицами и между ними остается воздушное пространство. Несмотря на низкие значения корреляции, не стоит рассматривать индекс TVDI как некорректный при определении влажности почвенного покрова, поскольку классический метод определения влажности показал сопоставимые результаты со значениями индекса сухости TVDI.

## БИНАРНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛИ БИНОМИАЛЬНОЙ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ РЕГРЕССИИ

*Шарафутдинова З.Ф.*

*Научный руководитель – канд. физ.-мат. наук, ассистент Никоненкова Т.В.*

Цель данной работы – построение классифицирующего правила по некоторым характеристикам объекта, которое позволило бы определить его принадлежность (или непринадлежность) к классу токсичных объектов.

Исходными данными для исследования послужили данные из статьи *Multivariate analysis of contamination in the mining district of Linares ( Jaen, Spain) [J. Martínez López, 23 (2008). P. 2324–2336]*.

В данной статье изучался один из районов Испании, который был разделен на 126 квадратов сетки площадью 1 км<sup>2</sup>. Для каждого квадрата сетки авторами статьи были определены концентрации химических элементов в почве и тип почвы, дана оценка токсичности каждого объекта методом биотестирования. Наша выборка составила 80 из 126 исследуемых объектов.

Для реализации поставленной в работе цели применялась модель биномиальной логистической регрессии. В качестве независимых переменных брались концентрации химических элементов в почве на объекте (количественные переменные) и тип почвы на объекте (номинативная переменная). А в качестве зависимой переменной выступала номинативная переменная, которая имела две градации: 0 – объект не загрязнен, 1 – объект загрязнен.

При построении регрессионной модели был произведен отбор предикторов, которые являются наиболее специфичными для качественного разделения на классы. Все отобранные переменные имели значимую статистическую связь с зависимой переменной, определяющей принадлежность объекта к классу. Построенная модель биномиальной логистической регрессии с выбранными регрессорами оказалась значимой.

В работе была произведена оценка качества построенной модели с помощью ROC-кривой. Численный показатель AUC (площадь под кривой) оказался равным 0.807, что свидетельствует о хорошем качестве модели.

В результате оценки прогностической способности модели, которая проводилась с помощью перекрестной проверки (Cross-validation) – проверки достоверности модели для анализа данных, не использовавшихся при построении модели, точность составила 73 %, что также является хорошим результатом.



# ХИМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.М. БУТЛЕРОВА

## СЕКЦИЯ «ХИМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ»

### МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПЕРЦЕПТИВНОЙ МОДАЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ В РАБОТЕ УЧИТЕЛЯ ХИМИИ

*Аболмусова Е.Ю.*

*Научный руководитель – канд. пед. наук, доцент Космодемьянская С.С.*

Требования современного общества к личности включают в себя способность человека к активной коммуникации с окружающими, умение достигать взаимопонимания для достижения общих целей. Это обуславливает необходимость создания полимодальной среды обучения на уроках химии с целью развития всех сторон восприятия учащихся и приобретения ими навыков коммуникации. Молодые учителя химии или студенты-практиканты в ходе производственной (педагогической) практики могут столкнуться с непониманием в процессе обучения, дискомфортом при построении диалога. Все это определяет необходимость развития различных сторон восприятия учащихся учителем, что успешно может быть реализуемо на уроках химии в школе.

Нами была проведена диагностика ведущей перцептивной модальности будущих учителей химии, студентов 3 курса Химического института им. А.М. Бутлерова. Респондентами явились 25 человек по методикам Ефремцевой и Рики Линксмана в декабре 2017 года. Результаты диагностики по обеим методикам выявили, что для половины студентов, а именно для 48 % испытуемых, характерен смешанный тип восприятия, что упрощает для них коммуникацию с учащимися. Остальные же в ходе педагогической практики и будущей педагогической деятельности рискуют столкнуться с проблемами в преподавании химической дисциплины по уже изложенным причинам.

Для проведения диагностики среди учащихся 8 классов МАОУ «Лицей № 121» и МБОУ «Лицей № 116» г. Казани была выбрана методика VARK. Данная методика как наиболее адаптированная к возрастным особенностям учащихся имеет связь с их жизненным опытом. К тому же методика имеет практические рекомендации по реализации индивидуальных стратегий обучения для учащихся с развитыми в различной степени каналами восприятия. Выбраны наиболее значимые аспекты: визуальная стратегия обучения, аудиальная стратегия обучения, вербальная стратегия обучения, кинестетическая стратегия обучения.

Результаты диагностики 60 учащихся в МАОУ «Лицей № 121» и 41 учащегося в МБОУ «Лицей № 116» г. Казани показали разнообразие психофизиологических особенностей учащихся одного контингента обучения. Все это еще раз обуславливает необходимость применения полимодального подхода в методике обучения химии. Также методика позволила выявить наиболее слаборазвитые каналы восприятия учащихся. Стоит обратить внимание на большой процент учащихся с неразвитым визуальным каналом восприятия, а именно 41 % опрошенных учащихся МАОУ «Лицей № 121» и 37 % опрошенных учащихся МБОУ «Лицей № 116», когда в наше время часто говорят о визуализации процесса обучения, редко упоминая о других сторонах восприятия.

С целью подготовки будущих учителей химии к работе с учащимися с разными доминирующими каналами восприятия и возможности развития наименее развитых нами были составлены практические рекомендации по реализации индивидуальных стратегий обучения, исходя из результатов нашего исследования.

В ходе проведения исследования-диагностики перцептивной модальности будущих учителей химии было выявлено, что больше половины из них рискуют столкнуться с трудностями в преподавании и непониманием со стороны учащихся в силу наиболее развитого лишь одного из каналов восприятия. Диагностика доминирующей перцептивной модальности учащихся 8-х классов казанских школ показала, с какими индивидуальными особенностями учащихся по признаку ведущего канала восприятия может столкнуться учитель химии, работая с классным коллективом.

## МЕТОДИКА ВЫЯВЛЕНИЯ ОДАРЕННОСТИ ПО ХИМИИ

*Бендюкевич К.Г.*

*Научный руководитель – д-р пед. наук, профессор Гильманшина С.И.*

В современном мире существует множество толкований одаренности. Если рассмотреть данное понятие с психолого-физиологической точки зрения – это относительно редкое явление. С другой стороны, если рассматривать с точки зрения гуманности педагогики, то одаренным является каждый ребенок. Исходя из этого, можно сделать вывод о том, что все дети одарены. Однако вопрос стоит в другом: «О какой одаренности идет речь?»

Целью данной работы является разработка методики выявления одаренности по химии.

Актуальность исследования обусловлена тем, что в современном обществе наблюдается потребность в одаренных людях, в развитии и формировании скрытого потенциала у одаренных людей. На сегодняшний день особенно остро ощущается проблема в выявлении и определении одаренности учеников в области химии [Гильманшина С.И., Халикова Ф.Д., 2015. С. 294–297].

Объектом исследования явились методики выявления одаренности учащихся.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Изучить психолого-педагогическую методическую литературу по исследуемой проблеме.
2. Рассмотреть особенности и виды развития одаренности на разных этапах формирования личности, а также особенности учебно-воспитательного взаимодействия с одаренными детьми.
3. Разработать методические и практические рекомендации по развитию одаренности школьников в области химии.

Изучив литературу по данной теме, я нашла статью доктора психологических наук Е.Л. Солдатовой «Проективная методика диагностики дивергентного мышления» [Солдатова Е.Л., 2005. С. 119–124]. Данную методику можно подстроить под специфику любого предмета, так как построение заданий является универсальным.

На основании данной статьи мною была разработана методика выявления одаренности по химии, которая содержит в себе 12 заданий, разделенных на четыре серии. Первые четыре задания ориентированы на выявление вербальной инициативности и составляют вербальную серию. Последующие три задания нацелены на выявление умения интерпретировать символы и знаки, которые предложены, а также умение выявлять и сопоставлять символы и рисунки с химическими объектами. Следующее задание направлено на определение легкости «манипулирования» с цифровым (символическим) материалом. Четвертый тип интегрирует задания, в которых определяется легкость выдвижения идеи, абстрагируясь от содержания объектов, которыми приходится манипулировать.

Данная методика была мною проверена во время прохождения педагогической практики в 8–11 классах. Учащиеся МБОУ «СОШ № 9 с углубленным изучением английского языка» Ново-Савиновского района и МАОУ «Лицей № 131» Вахитовского района г. Казани выполняли задания, составленные по данной методике. Результаты показали, что среди учащихся 8–11 классов большинство одаренных детей по химии учатся в 131 лицее. Это подтверждают и результаты различных олимпиад по химии, которые были мною проанализированы.

Также в ходе прохождения практики среди учащихся 2–7 классов была проведена пропедевтическая работа. Учащиеся из МБОУ «СОШ № 9 с углубленным изучением английского языка» Ново-Савиновского района и МАОУ «Гимназия № 37» Авиастроительного района г. Казани – Школы-центры компетенции в электронном образовании проходили анкетирование. По результатам анкетирования (60 респондентов) было выяснено, что 80 % учащихся интересуются научно-популярными телевизионными шоу, передачами, 40 % опрошенных хотели бы стать химиками. Многие ребята имеют представление о химии и посещали научные мероприятия, проводимые в Казани в Доме науки и техники, а также проводили дома простейшие химические опыты под присмотром родителей.

## КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПРОГРАММЫ КАК СРЕДСТВО ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ

*Валеев Н.Ф.*

*Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент Низамов И.Д.*

В современных условиях развития общества все больше увеличивается необходимость в неординарно мыслящих творческих личностях. В период отставания классической подготовки учеников от современных требований базой современного образования должны быть не столько учебные дисциплины, сколько методы развития мышления и деятельности учеников. Задачей каждого учреждения считается не только выпуск образованных школьников, но и вовлечение подростков уже в процессе обучения в разработку принципиально новых технологий, их приспособление к динамичным условиям производственной среды. Внедрение компьютерной техники в учебные заведения открывает широкие возможности для оптимизации процесса обучения. Использование программных продуктов обеспечивает реализацию таких принципов обучения, как научность, наглядность, доступность, активность и самостоятельность.

Нами была поставлена цель изучить методику использования компьютерных программ при обучении химии.

Для достижения цели были рассмотрены компьютерные программы различной направленности, которые можно использовать на уроках химии в школе как для изучения нового материала, так и для проверки знаний учащихся.

Использование компьютерных технологий в образовании может помочь ученикам лучше сформировать самооценку, уверенность в себе, ответственность, умение взаимодействовать с другими людьми.

Главной характерной особенностью технологических способов в образовании считается то, что школьники проявляют свою инициативу в учебном процессе, что дает возможность сформировать способности самостоятельного решения задачи.

Таким образом, для введения компьютерных программ в обучение в общеобразовательных школах, самое главное, нужно скорректировать застоявшиеся стереотипы и привычки проведения уроков у самих педагогов.

## МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ИНКЛЮЗИВНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ У БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ХИМИИ

*Валиева Ч.Д.*

*Научный руководитель – канд. пед. наук, доцент Космодемьянская С.С.*

В современной отечественной педагогике актуальность темы «Методика формирования инклюзивной компетенции у будущих учителей химии» определяется внедрением ФГОС НОО детей с ОВЗ с 1 сентября 2016 года, утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации, а также Профессиональным стандартом педагога.

Анализируя различную психолого-педагогическую литературу, нами были выделены особенности заданий по химии для учеников, обучающихся в инклюзивных классах, а также разработаны задания с учетом данных особенностей.

1. Задача для учеников без особых образовательных потребностей: «Смешали 200 г 11 %-ного раствора нашатыря и 350 г 17 %-ного раствора этой же соли. Вычислите массовую долю нашатыря в полученном растворе. Ответ укажите в процентах с точностью до десятых».

2. Задача для ученика с нарушением зрения: «Вычислите массовую долю ( %)  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , полученного смешением 200 г 11 %-ного раствора  $\text{NH}_4\text{Cl}$  и 350 г 17 %-ного раствора  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ». Особенности задачи: уменьшенный объем текста, увеличенный шрифт, ответ и решение задачи дается либо увеличенным шрифтом, либо аудиозаписью.

3. Задача для ученика с нарушениями слухового анализатора. Текст задачи не меняется (как в пункте 1), ответ и решение задачи предоставляется в письменной форме.

4. Задача для ученика с нарушениями ОДА (опорно-двигательной активности). Текст тот же либо в упрощенном варианте (если есть проблемы с координацией рук): «Смешали 200 г 11 %-ного раство-

ра нашатыря (22 г) и 350 г 17 %-ного раствора этой же соли (59,5 г). Вычислите массовую долю нашатыря в полученном растворе. Ответ укажите в процентах с точностью до десятых».

5. Задача для учеников с задержкой умственного развития. «Формула: массовая доля вещества = масса вещества / масса раствора».

Задача: Вычислите массовую долю 3 г хлорида натрия, содержащегося в 100 г раствора соли.

Алгоритм: масса вещества = 3 г, масса раствора = 100 г. Массовая доля вещества ⇒

Особенности: Задача должна быть простой, малого объема, с одним глаголом; перед текстом задачи даются формулы/информация, необходимые ученику для решения задачи; предоставляется алгоритм решения.

Этапы нашего исследования:

I этап (2015–2016 годы) – теоретическое осмысление проблемы, анализ психолого-педагогических и методических источников и нормативных актов, анкетирование учащихся 11-х классов школ г. Нижнекамска и г. Казани, также студенты 1–4-х курсов ХИ КФУ по направлению «Педагогическое образование» (101 человек).

II этап (2017 год) – разработка Анкеты 2 и анкетирование студентов 1–4-х курсов ХИ КФУ по направлению «Педагогическое образование» (75 человек).

III этап (2017–2018 годы) – разработка методических рекомендаций и заданий для подготовки студентов по направлению 44.03.01 «Педагогическое образование. Химия» к работе в инклюзивной школе.

По результатам исследования были сделаны выводы. В России система инклюзивного образования имеет небольшой опыт. Подготовка и переквалификация специалистов в области образования, установка государственного стандарта по реабилитации и подготовке к адаптации детей в ОВЗ помогут создать благоприятные условия для включения в социальную среду.

В российских школах, в которых ведется практика инклюзивного обучения, применяются следующие приемы, отражающие индивидуальный подход к ученику.

Было установлено, что большинство общеобразовательных школ Республики Татарстан не удовлетворяют требованиям, выдвигаемым для реализации инклюзивного образования. Учителя химии, не имеющие специального психолого-педагогического образования, испытывают психологические трудности, что в полной мере не дает быть готовыми к работе в инклюзивных классах.

Для работы во включенных классах нужно знать и уметь применять средства обучения и методики с учетом индивидуальных особенностей каждого ученика в классе.

## **ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ ОДАРЕННЫХ ПОДРОСТКОВ**

*Глушкова В.А.*

*Научный руководитель – д-р пед. наук, профессор Гильманишина С.И.*

На данный момент современная образовательная среда направлена на поиск интенсивных, наиболее эффективных форм и методов осуществления педагогической деятельности, созданию благоприятных условий для максимального развития творческого и интеллектуального потенциала одаренных детей. Актуальность проблемы обучения одаренных детей служит следствием повышенного внимания государства к личности учащегося и осознание особой ценности творческого потенциала его граждан. Выявление ранней одаренности, воспитание и обучение одаренных детей – одна из важнейших задач совершенствования системы российского образования.

Технология практико-ориентированного обучения – это обучение, преимущественной целью которого является формирование у учащихся профессиональных практических компетенций.

Практико-ориентационная работа включает постановку учащимися занимательных химических опытов, что активизирует мотивационную составляющую учащихся; постановку лабораторных и практических работ с элементами мысленного эксперимента и адаптацией на реальный эксперимент.

В работе изложен опыт применения технологии, апробируемой в рамках дополнительной образовательной среды Малого химического института при кафедре химического образования Химического института им. А.М. Бутлерова. Образовательная программа курса предполагает развитие практических компетенций у одаренных подростков через технологию практико-ориентированного обучения с элементами модульного, проблемного и опережающего обучения. При этом весь образовательный процесс выстраивается по индивидуально выстроенной траектории, которая предполагает то, что

Малый химических институт – это не только среда для развития потенциала и одаренности учащегося, а также среда, в которой происходит познание практической химии заинтересованной группой подростков. При построении практических работ программы «Химия-9» (9 класс) формируется двухуровневая форма подачи информации лабораторной работы: базовый и повышенный уровень. Базовый уровень работ предполагает подробный ход работы с описанием цели и задач; повышенный уровень лабораторной работы отражает поиск учащимися экспериментального решения задачи в условиях ограниченного описания хода выполнения работы и самостоятельного выполнения лабораторной работы.

Технология практико-ориентированного обучения является технологией активного обучения, не только развивает практические компетенции одаренных и заинтересованных химией учащихся, но и в дальнейшем способствует высокой олимпиадной результативности учащихся.

## **ПОДГОТОВКА БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ ХИМИИ К ФОРМИРОВАНИЮ У ДЕТЕЙ МИГРАНТОВ УЧЕБНОЙ УСПЕШНОСТИ**

*Дарземанова Д.Л.*

*Научный руководитель – канд. пед. наук, доцент Космодемьянская С.С.*

Актуальность темы нашего исследования определяется существующим противоречием между возросшими требованиями к личности выпускника, будущего учителя химии, и уровнем профессиональной подготовки студентов в современном вузе по требованиям потенциальных работодателей, учитывая требования ФГОС нового поколения и Профессиональный стандарт педагога [Kosmodemyanskaya, 2017. С. 377].

Вопросами подготовки кадров для обучения иностранных школьников занимаются многие ведущие университеты Российской Федерации. Данный вопрос нами был рассмотрен ранее [Дарземанова, 2017. С. 47]. Стоит отметить, что в основном поднимаются проблемы социокультурной и языковой адаптации детей мигрантов, но мало затронут вопрос подготовки будущих учителей химии к формированию у детей мигрантов учебной успешности.

Для решения поставленной нами задачи по методической подготовке будущих учителей химии нами была проведена работа с практикующими учителями школ, лицеев различных районов Республики Татарстан [Вопросы готовности, 2015. С. 86].

На следующем этапе нашей исследовательской работы мы начали взаимодействовать с иностранными студентами КГЭУ [Анализ подготовки, 2015. С. 58], интересным оказался факт, что приезжие иностранцы сталкиваются с такими же проблемами в университете, как и школьные учителя. Исходя из этого нами было разработано:

1. Экологические проекты для школьников «Исследование аквариумной воды на содержание различных веществ» и «Исследование различных образцов почвенных вытяжек методами химического анализа». Мы считаем, что выполнение иностранными школьниками таких проектов позволит провести междисциплинарную интеграцию не только для обеспечения успешности в обучении детей мигрантов, но и способствует мотивировать учащихся на саморазвитие и самовоспитание через формирование химико-экологической культуры при работе над исследовательскими и проектными работами [Подготовка студентов, 2017. С. 402].

2. Методика преподавания химии для студентов из стран Ближнего зарубежья, слабо владеющих русским языком (задания входного и итогового контроля для определения уровня овладения материалом студентами по определенной теме; глоссарий основных химических терминов для лабораторных работ на языке представителей данных стран (казахский, узбекский, таджикский и туркменский языки); методические разработки с использованием данных терминов для двух 4-часовых занятий; тьюторство над работой иностранными студентами во время проведения лабораторных работ по дисциплине «Химия») [Преподавание химии, 2018. С. 101].

3. Один из блоков электронного образовательного ресурса по курсу «Методика химии» (курс лекций по теме «Работа учителя химии с детьми мигрантов», глоссарий, методические рекомендации по курсу для преподавателя и студентов, методические задания, а также рекомендуемая литература).

Таким образом, проблема подготовки учителей химии для работы в общеобразовательных учреждениях с детьми мигрантов достаточно актуальна в наши дни и требует дальнейшей работы в данном направлении.

## ЗНАЧЕНИЕ ЭОР В СИСТЕМЕ ОЦЕНИВАНИЯ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ – БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ

*Дербышева Д.Л.*

*Научный руководитель – канд. пед. наук, доцент Халикова Ф.Д.*

В современном мире активно началось развитие информационных и коммуникационных технологий, что привело к модернизации образования. Появляются новые формы организации обучения, для реализации которых используются электронные образовательные ресурсы. Благодаря применению электронных образовательных ресурсов в обучении оценивание учащихся носит объективный характер, реализуется самостоятельная деятельность учащихся.

С появлением новых форм организации обучения, например дистанционного обучения, для их реализации требуются электронные учебники, справочники. Следовательно, возникает вопрос: «Как это все осуществить?»

Ответом на данный вопрос будет использование электронных образовательных ресурсов. Благодаря использованию электронных образовательных ресурсов растет интерес учащихся к образованию, реализуется их самостоятельная деятельность, а также оценивание обучающихся становится объективным, т. е. не зависит от преподавателя.

**Цель:** выявить роль электронных образовательных ресурсов в оценивании знаний студентов – будущих педагогов.

### **Задачи:**

- 1) дать определение понятию электронных образовательных ресурсов;
- 2) выявить положительные и отрицательные стороны применения электронных образовательных ресурсов в системе оценивания знаний учащихся-студентов;
- 3) раскрыть значение электронных образовательных ресурсов в системе оценивания знаний.

**Теоретическая часть.** Для любой образовательной системы оценка знаний учащихся – это очень сложная задача. Основным элементом оценки знаний учащихся – это контроль. Это один из основных элементов для характеристики качества образования. Контроль знаний обеспечивает у учащихся умение организовывать свою деятельность. Проблема контроля знаний учащихся является самой актуальной на данный момент, так как возникает конкуренция между современными методами оценки знаний и традиционными формами. Именно современные методы оценивания знаний реализуются с помощью электронных образовательных ресурсов. К ним относят разнообразные тестирования, которые стали часто используемыми формами контроля знаний учащихся.

Электронные образовательные ресурсы дают возможность педагогам рационально использовать время урока, обеспечивать быстрое установление обратной связи с учащимися, определять результаты усвоения материала и преодолевать субъективное оценивание знаний учащихся, т. е. независимость проверки знаний от педагога.

### **Экспериментальная часть.**

1. Исследование мнения студентов по вопросу о необходимости применения электронных образовательных ресурсов в системе оценивания знаний. Анкета, используемая в данном исследовании, способствует выявлению положительных и отрицательных сторон использования электронных образовательных ресурсов в системе оценивания знаний студентов – будущих учителей.

2. Разработка электронных образовательных ресурсов для студентов 1 курса Химического института им. А.М. Бутлерова по дисциплине «Демонстрационный школьный эксперимент».

На основе анализа методической литературы и проведения тестирований по вопросу о роли электронных образовательных ресурсов в системе оценивания знаний можно сделать следующие выводы:

1. В настоящее время студенты и преподаватели не представляют реализацию обучения без использования электронных образовательных ресурсов.
2. Образование переходит на новый уровень обучения с использованием современных образовательных стандартов.
3. Обучение становится более продуктивным и результативным, а оценивание знаний студентов – объективным благодаря использованию электронных образовательных ресурсов.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРАЕВЕДЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА В ПРЕПОДАВАНИИ ХИМИИ В 8–9 КЛАССАХ

*Евсеева А.В.*

*Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент Низамов И.Д.*

Актуальность работы заключается в том, что использование элементов краеведения в школе способствует решению больших и сложных задач нравственного, патриотического, толерантного воспитания подрастающего поколения, создает благоприятные условия для всестороннего развития личности, формирования и развития общественных интересов учащихся.

Мы предполагаем, что использование краеведческого материала в преподавании химии будет способствовать повышению интереса к родному краю, его истории и культурному наследству. Д.С. Лихачев в своих трудах говорил о том, что любовь к родному краю, знание его истории – основа, на которой может осуществляться рост духовной культуры всего общества в целом. Культура, словно растение: у нее есть не только ветви, но и корни. Очень важно, чтобы рост брал начало с корней. Краеведение – это историческая память. Воспитание в результате использования краеведения подразумевает обучение и распространение знаний о прошлом и настоящем своего края, его особенностях и достопримечательностях, заботу о его будущем, о сохранении его культурного наследия. Используя краеведческий материал на уроках химии, учителю необходимо помнить, что он входит в систему знаний об истории родного края. Практика доказывает то, что использование краеведческого материала на уроках как средства конкретизации не вызывает перегрузки учащихся, значительно облегчая усвоение систематического курса, а также делает знания учащихся более прочными и более глубокими.

Организация краеведческой деятельности учащихся способствует решению больших и сложных задач нравственного, патриотического, толерантного воспитания подрастающего поколения. Школьное краеведение создает благоприятные условия для всестороннего развития личности, формирования и развития общественных интересов учащихся. В ходе педагогической практики нами на внеклассном мероприятии по химии среди учащихся 8-го класса IT-лицея КФУ были использованы элементы краеведения. Тема проведенного внеклассного мероприятия «Казанская химическая школа». Целью мероприятия являлось ознакомление учащихся с выдающимися заслугами великих русских химиков нашего края в области химии, которую позже историки химии города Казань определили как «Колыбель русской органической химии». В структуру мероприятия входил рассказ об открытиях ученых Казанского университета (К.К. Клаус, Н.Н. Зинин, А.М. Бутлеров, В.В. Марковников, А.М. Зайцев, А.Е. Арбузов, Б.А. Арбузов), труды которых составляют золотой фонд мировой химической науки. Учащиеся проявили большой интерес к истории достижений ученых химиков, трудящихся в стенах нашего университета.

Таким образом, использование элементов краеведения на уроках и внеклассных мероприятиях по химии играет важную роль, так как обеспечивает становление и развитие личности ученика, способного к восприятию, воспроизведению истории родного края, природы, хозяйства и населения. Мы хотели бы далее развивать данную форму работы, больше рассказать учащимся об истории химии нашего края, химическом производстве и научной школе, давшей миру целую плеяду замечательных ученых, организовать учащимся экскурсии в химические музеи.

## ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ЗАДАНИЯ ПРИ ОБУЧЕНИИ ХИМИИ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

*Егоров В.Н.*

*Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент Низамов И.Д.*

На сегодняшний день наиболее важно организовать процесс обучения таким образом, чтобы его образовательный результат выражался в формировании внутренней мотивации обучения, мышления, воображения, креативных способностей, стабильного познавательного интереса обучающихся, что дает возможность ученикам приспособиться к современной жизни. Решением данной проблемы является приобщение практико-ориентированного подхода к процессу обучения. Сущность практико-ориентированного подхода состоит в получении новых знаний и разви-

тия практического опыта их применения при решении проблем и вопросов. Основную роль выполняют практико-ориентированные задания.

Целью нашего исследования была выявление теоретических особенностей практико-ориентированного обучения, разработки практико-ориентированных заданий по химии для апробации в различных общеобразовательных учреждениях.

Для достижения цели были разработаны практико-ориентированные задания по химии, при этом учитывались возрастные, умственные и психологические характеристики учеников в образовательных учреждениях. Каждое задание заключало свою определенную практическую направленность.

Апробация данных заданий в течение двух учебных годов выявила, что обучающиеся готовы применять свои знания в практической деятельности, также по результатам отметили положительную динамику качества знаний. У учеников наблюдался повышенный интерес к урокам химии.

Выводы применения практико-ориентированных заданий по химии:

1. Применение практико-ориентированных заданий обеспечивает более прочное усвоение пройденного материала, также полученные при этом знания ученики могут применять в жизни.
2. При использовании практико-ориентированных заданий на уроках химии у учеников возникает повышенный интерес, что ведет к повышению качества получаемых ими знаний.
3. Практико-ориентированные задания позволяют ориентировать учеников, в будущем выпускников, на определенные профессии, что позволит подготовить высококвалифицированных специалистов.

## **ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ В УСЛОВИЯХ ИНТЕГРАТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБУЧЕНИЯ ХИМИИ БУДУЩИХ УЧИТЕЛЕЙ**

*Залялетдинова Г.Г.*

*Научный руководитель – д-р пед. наук, профессор Гильманшина С.И.*

Сегодня в условиях новой информационно-образовательной среды [Гильманшина, 2014. С. 1156–1160] высшего и общего образования актуальность электронных образовательных ресурсов не вызывает сомнений. Применение таких новых технологий в учебных заведениях является главным условием обучения студентов, его самостоятельного, творческого, интеллектуального развития.

Важно отметить, что ЭОР по химии должны основываться на дидактических правилах и принципах: интерактивность, практическая ориентированность, наглядность, доступность.

На таких принципах основаны электронные образовательные ресурсы Казанского (Приволжского) федерального университета, которые активно разрабатываются педагогами и используются студентами.

С целью усовершенствования и расширения ранее разработанного С.И. Гильманшиной электронного образовательного ресурса как элемента интегративного подхода в химико-педагогическом образовании, нами были дополнены его элементы заданиями олимпиадного уровня по каждой теме.

Сам курс «Методика решения задач по физколлоидной химии в школьной химии» состоит из следующих разделов:

- Нулевой блок;
- Тема 1. Термохимические расчеты в школьной химии;
- Тема 2. Методика расчета химического равновесия в школьной химии;
- Тема 3. Методика расчета равновесий в растворах электролитов;
- Тема 4. Кинетика и катализ;
- Тема 5. Электрохимические расчеты в школьной химии;
- Тема 6. Коллоидные системы в школьной химии;
- Итоговый контроль (олимпиадные задачи Всероссийской олимпиады).

По каждой теме представлены лекции, в которых приведены теория и практика решения химических задач. В каждой лекции имеется план, который включает методику решения олимпиадных задач муниципального и заключительного этапов Всероссийской олимпиады, использованную и рекомендуемую литературу. После решения типовых и повышенной сложности химических задач обучающиеся приступают к решению олимпиадных заданий и текущему контролю. В завершении курса представлены несколько вариантов заданий итогового контроля (олимпиадные задачи Всероссийской олимпиады). Итоговый контроль состоит из пяти вариантов, в каждом из которых по семь задач.

Кроме того, нами была вновь разработана тема «Методика расчета равновесий в растворах электролитов», включающая две лекции-презентации: «Теоретические основы расчета рН растворов электролитов», «Теория и методика расчета гетерогенных равновесий в ионных системах», расчетные задачи разного уровня сложности, глоссарий.



Хочется отметить, что на этом наша деятельность по разработке и усовершенствованию ЭОР не завершается. В дальнейшем будут расширяться задания разного уровня сложности, планируется анкетирование учителей, студентов и магистрантов химического образования с целью выявления эффективности технологии электронных образовательных ресурсов в образовательном процессе будущих учителей химии.

## РОЛЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНО-ЛИЧНОСТНЫХ КАЧЕСТВ УЧИТЕЛЯ, РАБОТАЮЩЕГО С ОДАРЕННЫМИ ДЕТЬМИ

*Иванова М.О.*

*Научный руководитель – канд. пед. наук, доцент Халикова Ф.Д.*

Ни у кого не вызывает сомнения, что прогресс цивилизации зависит от исключительно одаренных людей. Несмотря на то, что самые большие надежды на улучшение условий жизни и будущее всей планеты связаны именно с творчески мыслящими молодыми людьми, в детстве им, как правило, не дают «раскрыться» и проявить свою индивидуальность. Важно выявить природную одаренность ребенка как можно раньше, чтобы полнее раскрыть талант и направить его на успешное развитие в будущем. Необходима профессионально-личностная готовность педагогов к работе по выявлению, обучению и развитию одаренных детей.

**Цель:** выявить значимость профессионально-личностных компетенций учителя для работы с одаренными детьми.

### **Задачи:**

- 1) изучить теоретические источники по проблеме;
- 2) изучить профессиональные и личностные качества педагога, работающего с одаренными детьми;
- 3) исследовать уровень готовности молодых специалистов работать с одаренными детьми.

**Теоретическая часть.** Неподготовленные учителя часто не могут определить одаренных детей. Они не замечают их особенностей, безразличны к их трудностям (они просто их не понимают), недоброжелательно настроены по отношению к одаренным детям, так как те способствуют появлению определенной угрозы учительскому авторитету.

Исследования показали, что наиболее специализированные учителя существенно отличаются от тех, кто не прошел данного обучения. Они используют приемы, методы и формы работы, более подходящие для одаренных детей, больше направляют на самостоятельную работу учащихся и инициируют сложные познавательные процессы (обобщение, оценку информации, расширенный анализ проблем и т. д.).

### **Экспериментальная часть:**

1. Исследование уровня сформированности профессиональной компетентности молодых специалистов и их готовность работать с одаренными детьми. Анкета, используемая в данном исследовании, способствует выявлению уровня подготовленности молодых учителей, способных работать с талантливыми детьми.

2. Исследование мнения студентов по вопросу о необходимых профессионально-личностных качествах учителя, работающего с одаренными детьми.

На основе анализа методической литературы и проведения тестирований по вопросу о роли профессионально-личностных качеств учителя, работающего с одаренными детьми, можно сделать следующие выводы:

1. Современная обстановка в образовании подразумевает вынесение на первое место идеи воспитания социально активной личности, способной не только находиться в информационном обществе, но и положительно воздействовать на развитие культуры.

2. В концепции обучения и воспитания одаренных детей личность учителя является определяющим фактором, и именно по этой причине к нему предъявляются специальные требования.

3. Большинство молодых специалистов не готовы работать с одаренными детьми, так как профессионально недостаточно подготовлены в данной сфере.

4. По мнению респондентов, учитель, работающий с одаренными детьми, должен обладать следующими навыками: разбираться в особенностях психологии одаренных детей, чувствовать их потребности и интересы, иметь высокий уровень интеллектуального развития, а также широкий круг интересов и умений.

## ОРГАНИЗАЦИЯ ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ РАБОТ У ШКОЛЬНИКОВ 8 КЛАССА ВО ВНЕУРОЧНОЕ ВРЕМЯ

*Каримова О.Р.*

*Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент Сагитова Р.Н.*

Использование химического эксперимента способствует активизации учебной деятельности, повышению уровня мотивации к изучению химии, расширению кругозора, развитию исследовательских навыков. Однако практика показывает, что в школьном курсе обучения химии не хватает экспериментальной деятельности учащихся.

К сожалению, в последние годы интерес учителей к школьному химическому эксперименту значительно снизился, что объясняется не только ослаблением материальной базы школ, перестройкой учебных программ и учебников, но и их значительной вариативностью. В результате произошел поворот в сторону увеличения объема теоретических знаний и использования технических средств обучения, в том числе персональных компьютеров, а соответственно, уменьшения доли экспериментальной подготовки учащихся.

Исходя из вышесказанного возникает необходимость в организации внеурочной деятельности школьников по химии. Наряду со школами активное участие в организации внеурочной деятельности для школьников принимают высшие учебные заведения. Внеурочная деятельность учащихся 8 классов была организована на занятиях Малого Химического института КФУ. На занятия отводится 72 часа, что составило 18 учебных занятий в течение учебного года. На занятиях предусмотрено изучение теоретического материала, выполнение лабораторного практикума и решение задач различного уровня сложности.

В соответствии с планом занятий Малого Химического института КФУ составлены и организованы опытно-экспериментальные работы по химии, которые составлены с учетом возрастных особенностей и уровня обученности учащихся. На первом занятии учащиеся знакомятся с правилами техники безопасности в химической лаборатории, видами химической посуды и приборами. Затем на последующих занятиях школьникам предложено выполнение следующих работ: «Определение класса веществ», «Дробный качественный анализ некоторых катионов и анионов», «Синтез основной углекислой меди» и др. Опыттно-экспериментальная деятельность позволяет формировать у учащихся предметные компетенции и универсальные учебные действия (УУД) познавательного, коммуникативного и регулятивного характера.

На занятиях Малого Химического института КФУ учащиеся проявляли активность и огромный интерес к выполнению лабораторных работ. У школьников повысился уровень мотивации к изучению химии, также данные занятия способствовали расширению их кругозора. Школьники, посещающие данные занятия, совершенствуют свои знания в области химии и навыки выполнения химического эксперимента, учащиеся показывают хорошие результаты при участии в олимпиадах по химии и легко справляются как с теоретическим, так и с экспериментальным туром.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАТЧИКОВ ЦИФРОВЫХ ЛАБОРАТОРИЙ НА УРОКАХ ХИМИИ

*Каримуллина А.Ф.*

*Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент Сагитова Р.Н.*

В Федеральном Государственном образовательном стандарте (ФГОС) делается акцент на важность самостоятельной практической и исследовательской деятельности учащегося, в том числе направленной на усваивание естественно-научных понятий. В ходе образовательной деятельности ученик должен научиться уметь проводить эксперименты с помощью учебного оборудования, который включает в себя как обычные традиционные, так и цифровые измерительные приборы. В связи с этим важно, если учитель с самого начала может предложить ребенку удобные средства, которые помогут ему измерять и анализировать все то, что до этого он просто оценивал визуальным путем.

С целью исследования применения датчиков цифровых лабораторий мы изучили особенности датчиков PASCO и НауРа, сделали сравнительный анализ их возможностей для их применения в урочной деятельности.

Сравнительный анализ датчиков показал, что цифровые лаборатории PASCO и НауРа по своей комплектации практически ничем не отличаются и имеют следующие преимущества:

- 1) позволяют реализовать метапредметный подход к обучению, заложенный в основу новых требований Министерства образования и науки;
- 2) содержат полный перечень материалов и оборудования, необходимых для выполнения лабораторных работ в старших классах школы;
- 3) делают процесс обучения интересным и динамичным, вовлекает учащихся в процесс познания;
- 4) полностью отвечают требованиям ФГОС;
- 5) комплектуются оригинальным ПО «Цифровая лаборатория», которое обеспечивает считывание данных с цифровых датчиков на компьютер, их систематизацию, фиксацию эксперимента фото и видео средствами, построение таблиц и графиков;
- 6) сопровождаются видеоинструкциями и методическими указаниями по работе с приборами.

С целью эффективного применения датчиков цифровых лабораторий в урочной деятельности мы провели методический анализ разработок опытов по химии создателей цифровых лабораторий PASCО и НауРа. С учетом всех положительных и отрицательных сторон предложенных методик самостоятельно разработали методики и теоретическое обоснование результатов экспериментов с использованием цифровых лабораторий PASCО и НауРа для урочной деятельности. Также мы выделили конкретные темы, где применение датчиков цифровых лабораторий дало бы наиболее эффективные результаты для повышения мотивации учащихся к изучению химии.

В ходе разработки методик и анализа различных учебно-методических комплексов (УМК) мы пришли к выводу, что данные наборы помогут организовать лабораторные практикумы следующих предметных линий по химии:

- линия учебно-методических комплексов (УМК) по химии Г.Е. Рудзитиса, Ф.Г. Фельдмана 8–9 классы;
- линия учебно-методических комплексов (УМК) по химии для 8–11 классов В.В. Еремина, Н.Е. Кузьменко, В.В. Лунина, А.А. Дроздова, В.И. Теренина;
- линия учебно-методических комплексов для 10–11 классов Л.С. Гузея;
- линия учебно-методических комплексов по химии для 10–11 классов И.Н. Черткова, Г.М. Чернобельской.

## **КОМПЬЮТЕРНАЯ ИНТЕРАКТИВНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ В ОБУЧЕНИИ ХИМИИ**

*Миннахметов Т.Р.*

*Научный руководитель – ассистент Мельникова Г.Ф.*

В современных социально-экономических условиях требуется ориентация профессиональной подготовки учителей естественно-научных дисциплин. Не столько усвоение знаний и умений, сколько формирование способности творчески решать задачи, возникающие в профессиональной педагогической деятельности.

Поиск и внедрение новых форм и путей передачи содержания высшего профессионального образования сегодня связаны с необходимостью освоения будущими учителями современной методикой преподавания предметов с целью формирования у учащихся ключевых компетенций, готовности к осуществлению самостоятельной познавательной деятельности.

Существенное влияние на развитие педагогических технологий оказали информационные, компьютерные и телекоммуникационные технологии. Коренным образом меняются требования не только к качеству, но и количеству усвоенных знаний. Остро стоит вопрос саморазвития обучающихся и формирование познавательных УУД. Одним из инструментов решения данной проблемы является внедрение в образовательную среду современных технических средств обучения и компьютерных интерактивных технологий.

Следовательно, возникает вопрос: как эффективно организовать учебный процесс для продуктивного формирования познавательных УУД?

Современному учителю приходят на помощь интерактивные формы обучения, которые можно сделать более эффективными, применяя компьютерные технологии, считающие новые способы передачи знаний, которые соответствуют качественно новому содержанию обучения и развития ребенка, который будет с интересом учиться.

Объектом нашего исследования является изучения различных интерактивных компьютерных технологий, которые впоследствии будут применяться или уже применяются на уроках.

В связи с развитием компьютерных технологий арсенал преподавателя должен идти в ногу со временем и должен не только обновляться, но и трансформироваться в сторону необычных, интерактивных форм работы. Интерактивный виртуальный плакат, являясь одним из интерактивных методов обучения, решит массу воспитательных и развивающих задач.

Интерактивное обучение – это обучение в действии, оно требует от участников полной погруженности, полный запас знаний и умений.

Интерактивный плакат – что это?

Это наглядное изображение, которые может быть использовано в самых различных целях: реклама, агитация, обучение и т. п. Наиболее интересен пункт «обучение».

Нами был разработан виртуальный плакат, в котором указаны все темы, которые проходят учащиеся 8 класса в средней школе, в которых возникали определенные проблемы в усвоении материала. Выявление проблемных тем и понятий на уроках химии были определены опросом самих учащихся (8В, 8Д и 9Г кл.) лицея № 131. Были выявлены следующие темы и понятия: «Вещество», «Строение атома и состав», «Химические элементы и их символы», «Периодическая системы Д.И. Менделеева». Любой учащийся может зайти на сайт (<https://www.thinglink.com/> – платформа для создания интерактивных плакатов) и пользоваться интерактивным плакатом. Наш интерактивный виртуальный плакат при нажатии определенных клавиш пересылает учащихся на соответствующий курс на сайте <https://teachable.com/> – платформа для создания онлайн-курсов.

Виртуальный интерактивный плакат эффективен в формировании самостоятельной деятельности учащихся, познавательных УУД, саморегуляции учащихся.

В дальнейшем планируется продолжить развитие данного интерактивного виртуального плаката, также планируется продолжить изучение эффективных интерактивных компьютерных методов обучения для формирования познавательных УУД.

## **ВИДЕОФРАГМЕНТЫ ХИМИЧЕСКИХ ОПЫТОВ НА УРОКАХ ХИМИИ**

*Михайлова У.В.*

*Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент Сагитова Р.Н.*

Важным методом обучения в химии является эксперимент. Как показывает практика, оснащение школьного кабинета химии не всегда позволяет проводить желаемый эксперимент или демонстрировать какое-то явление. Именно тогда в помощь учителю приходят видеофильмы, которые служат хорошим дополнением, а во многих случаях и заменой проводимого на уроке эксперимента.

Цель данной работы – анализ имеющихся в открытом доступе видеофрагментов химических опытов для уроков химии, их классификация и подготовка собственного видеофрагмента.

Для достижения цели необходимо было решить следующие задачи: систематизировать видеофрагменты химических опытов по основным направлениям; выявить необходимые условия для успешной постановки видеофрагментов на уроках химии в условиях современной школы, подготовить видеофрагменты химических опытов.

Видеофрагменты химических опытов для уроков химии можно классифицировать по следующим признакам:

а) образовательные видео, которые представляют собой короткие видеофрагменты, направленные на получение реальных знаний. Среди видео образовательного характера для учителя химии и учеников можно выделить следующие сайты: Образовательный ЕГЭ-центр «Парамита»: <http://paramitacenter.ru/node/176>; Единая коллекция ЦОП: <http://school-collection.edu.ru/catalog/rubr/eb17b17a-6bcc-01ab-0e3a-a1cd26d56d67>; ChemNet – Россия: <http://www.chem.msu.ru/rus/teaching/zagorskii2/video/welcome.html>;

б) занимательные видео. Часто такие видеофрагменты опытов встречаются на каналах в YouTube. Выделяют познавательные опыты для учителей, которые делятся на показ в кабинете химии и для самообразования;

в) учебное кино – тематические или обзорные звуковые фильмы, снабженные дикторским текстом. Каждый из них с большей или меньшей полнотой освещает целую тему программы. Учитель излагает материал, организует и проверяет самостоятельную работу учащихся в промежутках между демонстрацией частей или фрагментов фильма и после демонстрации;

г) химические мультфильмы. При изучении химии интересным является представление информации в нестандартной, мультипликационной форме. Мультсериалы – это целые проекты, при создании которых могут участвовать дети разного возраста. Химические мультфильмы можно найти на сайте «Сеть творческих учителей» в сетевом сообществе Химоза ([http://www.itn.ru/communities.aspx?cat\\_no=4605&lib\\_no=173802&tmpl=lib](http://www.itn.ru/communities.aspx?cat_no=4605&lib_no=173802&tmpl=lib)).

Вторая часть работы заключалась в разработке сценария видеофрагмента химического опыта на тему «Качественный дробный анализ катионов и анионов в составе питьевой воды». Видеофрагмент, просмотренный в ходе урока, забывается учащимися в меньшей степени и медленнее, чем материал, при изучении которого он не использовался. Это объясняется, прежде всего, тем, что при просмотре устанавливается аудиовизуальная связь, что показывает занимательность видеофрагмента опыта, делающая процесс познания доступным и увлекательным для школьников, и знания, полученные при такой деятельности, становятся более качественными и прочными.

## **ФОРМИРОВАНИЕ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ СРЕДСТВАМИ ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА**

*Нурғалиева А.Д.*

*Научный руководитель – ассистент Мельникова Г.Ф.*

Цель работы – сформировать универсальные учебные действия учащихся, заинтересованных в обучении, средствами элективного курса.

Перед современной общеобразовательной школой сегодня стоят новые задачи: согласно требованиям Федерального государственного образовательного стандарта школа должна сформировать у учащихся совокупность «универсальных учебных действий» (УУД), в число которых входят и регулятивные универсальные учебные действия.

Универсальные учебные действия (УУД) должны обеспечить обучающимся не только успешное формирование умений, навыков, усвоение знаний в любой предметной области, но и возможности самостоятельно осуществлять деятельность учения, искать и использовать необходимые средства и способы их достижения, ставить учебные цели, контролировать и оценивать процесс и результаты деятельности.

Регулятивные универсальные учебные действия предоставляют обучающимся способность организовывать свою учебно-познавательную деятельность. Регулятивные УУД служат организации учебной деятельности – обеспечивают ее прогнозирование, контроль, целеполагание, коррекцию и оценку. Часто в число регулятивных действий включается и волевая саморегуляция, выражающаяся в способности к призыву сил и энергии в реализации волевого усилия (в ситуации появления каких-либо препятствий и необходимости их одоления).

Одним из направлений модернизации современного образования является переход к профильному обучению в старшей школе. Необходимое условие для этого – введение предпрофильной подготовки, которая заключается в проведении курсов по выбору, т. е. элективных курсов.

Элективные курсы – новый элемент учебного плана, дополняющие содержание профиля, что позволяет удовлетворять разнообразные познавательные интересы школьников.

Элективные курсы по химии развивают у учащихся самостоятельность в работе, творческую направленность, благодаря им можно обширно ознакомить учащихся со многими аспектами химического производства, установить более тесную связь изучаемого теоретического материала с практической направленностью: использование в производственных условиях, привить и развить многие практические навыки и умения.

В рамках изучения уровня сформированности знаний учащихся и выявления уровня регулятивных действий мы использовали мониторинг по химии для учащихся 9 класса. Для проверки этой гипотезы была проведена опытная работа. База опытной работы: МАОУ «СОШ № 39 с углубленным изучением английского языка» (г. Казань). Данный курс составлен с учетом особенностей образовательного учреждения, возраста и уровня подготовки. Курс «Химические расчеты» не является просто углублением школьного курса. Данная методическая разработка посвящена проблеме подготовки к ОГЭ по химии выпускников 9 классов. Эта разработка поможет обучающимся эффективнее подготовиться к сдаче экзамена. В нем представлены типы расчетных задач, которые разделены на три блока: расчеты по химическим формулам, количественные характеристики растворов, вычисления по химическим уравнениям.

Каждый блок начинается с теоретического введения, учитель показывает учащимся разные способы решения задач. Таким образом, решение расчетных задач приобретает особое значение для прочного усвоения теоретического материала. Решение задач способствует развитию логического мышления, прививает навык самостоятельной работы. Решение сложных задач – интересный и творческий процесс, результат его часто бывает оригинальным и нестандартным, решение задач способствует самореализацию ученика. Систематическое решение задач позволяет применять полученные знания на практике.

Таким образом, роль внеурочной деятельности в процессе формирования УУД и в том числе формирования регулятивных действий определяется ее влиянием на процесс развития личности ребенка. Именно внеурочная деятельность помогает создать необходимые условия для разностороннего развития ребенка, получения им социального опыта, воспитания навыков коммуникации и сотрудничества.

## ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ УЧАЩИХСЯ ПО ХИМИИ

*Нургалиева А.И.*

*Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент Сагитова Р.Н.*

**Актуальность.** Выбранная тема работы является наиболее актуальной в настоящее время, поскольку метод проектов содействует активному вовлечению учащихся в разные виды практической деятельности и позволяет совершенствовать их творческие и индивидуальные способности. В настоящее время метод проектов приобрел достаточно огромную известность.

**Объект исследования** – метод проектов.

**Предмет исследования** – проектная деятельность учащихся по химии.

**Цель** – подготовить и защитить проектную работу «Координационные соединения как микроудобрения».

Для достижения цели необходимо решить следующие **задачи**:

- 1) обобщить и систематизировать материалы по получению микроудобрений;
- 2) подготовить и исследовать свойства микроудобрений.

**Гипотеза** – метод проектов способствует активизацию познавательных интересов учащихся.

Мы изучили толкование словосочетания «метод проектов» разных исследователей. Метод проектов – это совместная творческая и продуктивная деятельность преподавателя и обучающихся, направленная на поиск решения возникшей проблемы.

Мы с ученицей 10 класса выполняли проект «Координационные соединения как микроудобрения». Работа велась по определенным этапам: начинание, планирование, исследование, заключение.

**Актуальность** проектной работы: высокая значимость микроэлементов и их дефицит в растениях определяют необходимость использования, а значит, и поиска новых, исследование и уточнение свойств известных микроудобрений, оптимизацию способов их получения.

**Поставили перед собой цели:** получить на основе соединений меди микроудобрительный состав, уточнить некоторые его свойства.

Проект результативен, так как формирует множество универсальных умений и навыков работы. В ходе разработки проекта были сформированы универсальные умения:

1. Рефлексивные умения: осознать проблему, которую трудно решить из-за недостаточных знаний; выбрать основу проекта и в дальнейшем работать с ним.

В последние годы получили распространение микроудобрения на основе координационных соединений, где в качестве лигандов используются аминоспирты, и, в частности, моноэтаноламин. В связи с этим основой для исследования был выбран моноэтаноламин.

2. Менеджерские умения: проектировать, планировать деятельность; принимать решения.

3. Коммуникативные умения: вступать в разговор, задавать вопросы; вести обсуждение вопроса; отстаивать собственную точку зрения.

4. Предметные умения: изучить свойства комплексов моноэтаноламина, расширить знания о хелатах, соблюдение и выполнение правил техники безопасности при работе в химических лабораториях. Были проведены исследования некоторых свойств комплекса. Моноэтаноламин при взаимодействии с солями меди образует координационные соединения (хелаты). Полученные растворы имеют: темно-синюю окраску ( $\lambda_{max} = 590$  нм) и щелочную среду (рН  $\approx$  10–11).

При титровании раствора полученного комплекса соляной кислотой в интервале  $pH = 5-6$  происходит полное разрушение комплекса.

Комплексы меди на основе моноэтаноламина хорошо сочетаются с молибденовой кислотой, борной кислотой и их растворимыми солями. С остальными микроэлементами ( $Zn^{+2}$ ,  $Fe^{+2}$ ,  $Fe^{+3}$ ,  $Mn^{+2}$ ) хелаты меди на основе моноэтаноламина сочетаются плохо. Преодолеть данный недостаток позволяет совместное использование лимонной кислоты и моноэтаноламина. Лимонная кислота образует устойчивые комплексные соли с катионами  $Zn^{+2}$ ,  $Mn^{+2}$ ,  $Cu^{+2}$ ,  $Fe^{+2}$ ,  $Fe^{+3}$ .

7. Презентационные умения: навыки монологической речи; уверенно держаться во время выступления; использовать разнообразные средства наглядности при выступлении.

На заключительном этапе ученица сделала выводы по работе, оформила проектную работу.

Таким образом, проектная деятельность содействует многостороннему развитию личности, формированию исследовательских и коммуникативных навыков.

## ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ УРОКА ХИМИИ КАК ОПРЕДЕЛЯЮЩИЙ КОМПОНЕНТ ФГОС НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

*Пономарёва З.А.*

*Научный руководитель – канд. пед. наук, доцент Космодемьянская С.С.*

В настоящее время отечественная система образования развивается в соответствии с требованиями ФГОС, стремясь сформировать у учащихся навыки самостоятельно получать информацию и использовать ее на практике. На новом этапе развития химического образования большое внимание уделяется улучшению процесса обучения и отбору более эффективных методов и средств работы с учащимися. Проанализировав дефиниции понятия «технологичность», мы определили, что под данным термином подразумеваются педагогические технологии, различные вариации технологических карт, а также последовательность этапов урока химии. Цель работы заключается в формировании умений проектировать урок химии, основываясь на главных компонентах технологичности, используя при планировании урока технологическую карту. Соблюдение технологичности способствует достижению планируемых результатов обучения, осуществления деятельностного подхода в ходе урока, а также достижению универсальных учебных действий, которые формируются в течение изучения всего курса химии.

Нами было проведено исследование, состоящее из трех этапов. На первом этапе исследования (март – апрель 2017 года) мы решили выявить, готовы ли будущие учителя различных педагогических отделений КФУ использовать в ходе своей педагогической деятельности технологические карты урока. Для этого нами было проведено анкетирование 102 студентов из 5 институтов КФУ: Химический институт им. А.М. Бутлерова, Юридический факультет (кафедра преподавания права), Институт физики, Институт психологии и образования, Институт математики и механики им. Н.И. Лобачевского. Мы решили определить, знают ли студенты педагогических отделений термин «технологическая карта урока». Исследование показало, что 75 % респондентов знают данный термин. Затем мы выявили готовность будущих учителей использовать технологическую карту при планировании урока. Практически 50 % опрошенных полностью готовы применять карты урока, 35 % респондентов будут частично использовать, а 15 % опрошенных не будут использовать технологическую карту.

На втором этапе исследования мы проанализировали и выявили особенности преподавания методических дисциплин по направлению «Педагогическое образование. Химия» КФУ по использованию технологичности процесса обучения. Результаты исследования следующие: первокурсники знакомятся на методических занятиях с термином «технологическая карта» с первого семестра обучения, изучают ее строение. В ходе выполнения определенных заданий у студентов возникают значительные трудности при составлении карт урока. Данные задания студенты выполняют, используя электронные образовательные ресурсы на сайте университета [edu.kpfu.ru](http://edu.kpfu.ru).

В ходе третьего этапа исследования (ноябрь 2017 года) мы проанализировали более 50 авторских технологических карт разных разработчиков. Целью нашего анализа является определение инвариантного и вариативного содержания карты урока. Было выявлено: универсальной технологической карты урока не существует; инвариантные компоненты карты урока: этапы урока, методический инструментарий, деятельность учителя, деятельность учащихся, формируемые УУД; вариативные компоненты урока химии: задания для учащихся, планируемые результаты урока, прописанные на каждом этапе урока. Также в ноябре 2017 года были установлены основные трудности будущих учителей

лей-химиков при составлении технологической карты: трудности при разработке карты (45 %), определение планируемых результатов обучения (33 %), использование деятельностного подхода в обучении химии (43 %).

Таким образом, исследование показало, что будущие учителя химии получают необходимые знания, умения и навыки для проектирования урока с использованием технологической карты. Технологичность процесса обучения развивается в соответствии с требованиями ФГОС и находится на хорошей стадии развития.

## ПОДГОТОВКА УЧИТЕЛЕЙ ХИМИИ ДЛЯ РАБОТЫ В ШКОЛАХ ПРЕВОСХОДСТВА

*Саяхова Г.Ф.*

*Научный руководитель – канд. пед. наук, доцент Космодемьянская С.С.*

В свете меняющихся требований социума необходимо непрерывное развитие всех звеньев современной образовательной системы. Для этого создаются научные организации, такие как центры и школы превосходства.

Центры превосходства успешно функционируют по всему миру. Акцент на слово «превосходство» подчеркивает эталлонность деятельности таких центров [Заиченко, 2008. С. 42–51]. Зарубежный опыт показывает важность создания и развития научных центров и в нашей стране. В таких крупных городах как Москва, Санкт-Петербург, Казань, Екатеринбург, Ростов-на-Дону и многих других, подобные центры уже открыты. Стоит отметить, что большинство из них основаны на базе федеральных университетов, к которым в 2014 году присоединился и К(П)ФУ, это говорит об успешных трансформациях, происходящих в университете.

В 2014 году Министерством образования и науки РТ и Сингапурской компанией Educare началась реализация новой программы «Школы Превосходства», что является аналогом центров превосходства в школьном образовании. Существуют определенные критерии отбора школ превосходств, которые представлены в письме МОиН РТ «О Программе создания Школ Превосходства в Республике Татарстан». Мы изучили основные требования, дополнили их и попросили студентов 3 и 4 курсов проанализировать школы города Казани, в которых они проходили производственную (педагогическую) практику в соответствии с выбранными критериями по пятибалльной шкале. Таким образом, перед нами стояла задача узнать могут ли образовательные учреждения, в которых проходят педагогическую практику будущие учителя химии, стать школами превосходства.

Стоит отметить, что положительно были отмечены такие пункты, как «наличие высококвалифицированного педагогического коллектива, в частности учителя химии» и «материально-техническая оснащенность школы и кабинета химии». Таким образом, в школах созданы условия для успешного обучения школьников. Однако, к сожалению, в силу ограниченности времени, нежелания учителей изучать новые технологии и методы работы и другим причинам, студентами отмечается, что учителями мало используются различные педагогические технологии в образовательном процессе на уроке химии и других дисциплинах, также не всегда есть возможность проявления учащимися творческих способностей в учебном процессе. Таким образом, при подготовке специалистов для работы в школах превосходства на решение данных проблем следует обратить особое внимание.

Одной из важных составляющих проекта «Школы Превосходства» является обучение педагогических кадров. Таким образом, проводятся различные семинары, тренинги, направленные на оказание методической помощи учителям и директорам для осуществления учебного процесса школ превосходства в выбранных направлениях. Также очень важно подготовить и будущих учителей для работы в таких образовательных учреждениях. Здесь важную роль играет самостоятельная работа студентов. Таким образом, сейчас наша работа направлена на разработку и апробирование заданий, которые помогут подготовить будущих учителей химии для работы в центрах превосходства. Приведем один из примеров разработанных нами заданий, направленных на теоретическое ознакомление с деятельностью данных центров: «выберите один из центров превосходства (зарубежный или российский), проследите историю его становления и развития. Укажите источники и личный вывод (обязательно)». Необходимо также учесть формирование практических навыков студентов. Приведем пример подобных заданий: «разработайте один из уроков химии, адаптированный для работы в школах превосходства. Представьте технологическую карту или план-конспект данного урока». Все задания, приведенные нами ранее, выполняются студентами во втором семестре в рамках предмета «Теория обучения химии», полученные знания закрепляются прохождением итогового тестирования.



Подводя итог, можно сказать, что первые результаты деятельности центров превосходства в России уже есть, и результаты эти положительные. Наше исследование в определении особенностей подготовки учителей химии для работы в школах превосходства будет продолжено.

## **ФОРМИРОВАНИЕ ЛИЧНОСТНЫХ УНИВЕРСАЛЬНЫХ УЧЕБНЫХ ДЕЙСТВИЙ ВО ВНЕУРОЧНОЕ ВРЕМЯ ПО ХИМИИ**

*Сочнева Е.В.*

*Научный руководитель – ассистент Мельникова Г.Ф.*

Система образования постоянно обновляется и становится все лучше. За последнее время в обществе кардинально изменилось представление об образовании и способах их реализации. Среди УУД, которые обеспечивают овладение ключевыми компетенциями, составляющие основу умения учиться, особое место занимают личностные УУД. Они развивают внутреннюю позицию ученика и мотивируют на учебную деятельность, а также формируют моральные нормы. В связи с этим формирование личностных УУД, которые выступают основой образовательного и воспитательного процесса, является актуальным для исследования.

Проанализировав психолого-педагогическую литературу, определили, что понятие «универсальные учебные действия» не имеет определенного толкования. Современные педагоги, психологи и методики выдвигают различные определения.

Сравнив все толкования, выделили определение Г.В. Бурменской, И.А. Володарской и А.Г. Асмолова, где «универсальные учебные действия» – это совокупность способов действий учащегося, обеспечивающих его способность к самостоятельному усвоению новых знаний и умений, включая организацию этого процесса, так как в их определении более точно раскрыты УУД [Виды универсальных учебных действий; под ред. А.Г. Асмолова. М., 2015. 231 с.].

Федеральный государственный образовательный стандарт нового поколения поставил на первое место в качестве главных результатов образования не предметные, а метапредметные универсальные учебные действия (личностные, коммуникативные, познавательные и регулятивные).

ФГОС обращает внимание на то, что можно достичь результатов не только через урочную, но и внеурочную деятельность. По мнению Г.А. Асмолова, возникает необходимость дополнительных знаний, где именно внеурочная работа может научить учащихся качественно использовать знания по данному предмету.

В рамках производственной практики была апробирована разработанная внеурочная деятельность в виде кружка «Наука пять с плюсом», которая была проведена для учащихся 8 классов в составе 15 человек в общеобразовательной школе-интернате IT-лицея. Целью было формирование у учащихся опыта химического творчества, развитие интеллектуального и творческого потенциала ученика в области химии, а также развитие мотивации к данному предмету. Данная работа проводилась с 8 февраля по 7 марта 2018 года.

В начале внеурочной деятельности нами был проведен самоконтроль в виде прогнозирования, т. е. ученик определяет, какие этапы будут присутствовать в его деятельности. После этого, в конце внеурочной деятельности был проведен самоконтроль, целью которого было выяснить уровень сформированных знаний у учащихся, активно посещающих научный кружок.

Через нормативный показатель личностных универсальных учебных действий определили самооценку по методике Дембо-Рубинштейна [Прихожан А.М. Применение методов прямого оценивания в работе школьного психолога, изд. АПН СССР, 1988], мотивацию по методике «Диагностика мотивации и эмоционального отношения к учению (модификация А.Д. Андреева)» [Маркова А.К. Формирование мотивации учения в школьном возрасте. М., 1983] и нравственное представление ученика, представленной анкетой «Оцени поступок» по методике «Дифференциация конвенциональных и моральных норм, по Э. Туриэлю в модификации Е.А. Кургановой и О.А. Карабановой, 2004».

Соответственно, на основании проведенного исследования мы можем сказать, что внеклассная работа с учащимися в лицее по химии способствует повышению уровня развития личностных универсальных учебных действий, а также способствует лучшей подготовке учащихся, которые выбрали дальнейшее обучение в вузе с химико-биологической направленностью.

В результате, была проведена работа над учениками 8 класса, в ходе которой были выявлены сильные и слабые стороны каждого из учеников после проведения трех проверок – одна из которых относилась к проверке сформированности личностных универсальных учебных действий.

## ПЕРСПЕКТИВНОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ БИЛИНГВАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РАМКАХ УВП ПО ХИМИИ В СРЕДНЕЙ ШКОЛЕ

*Фролычева Ю.А.*

*Научный руководитель – канд. пед. наук, доцент Космодемьянская С.С.*

В настоящее время все большее количество специалистов выявляют расширение языковых границ, билингвальность и полилингвальность граждан. Дефиниция понятий доказывает, что большинство из них рассматривают язык, главным образом, как средство коммуникации. Проблема билингвального образования часто поднималась в отечественной и в зарубежной истории педагогики, но сложно говорить о систематичности и многократности данных мероприятий в рамках внеклассной работы учителя химии. Целью работы явилось определение сущности явления билингвальности химического образования в рамках средней школы. К основным положительным факторам внедрения билингвального образования относятся реализация эффективных методов обучения, повышение престижа регионального и российского образования, реализация расширенных требований ФГОС к преподавателю химии (актуальна работа со учащимися-мигрантами, повышение общей преподавательской мобильности и участие в международных грантах). В ноябре 2017/2018 учебного года нами было проведено исследование, в котором приняли участие студенты направления 44.03.05 (Казанский федеральный университет). В ходе практических занятий по дисциплине «Химия» были введены некоторые компоненты билингвального образования по разработанной нами методике: при записи уравнений химических реакций параллельно с русскоязычной номенклатурой названий соединений систематически проговариваются и англоязычные эквиваленты. Английский язык был выбран не случайно, так как многие респонденты (по конкретной группе обучающихся) являются гражданами зарубежных стран (Туркменистан, Таджикистан, Узбекистан, Кыргызстан). Было проведено два 4-часовых практических занятия, в конце которых были проверочные работы. По итогам первой работы (рис. 1) были даны соединения:  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (sodium sulfate),  $\text{HBr}$  (hydrogen bromide),  $\text{Cu}(\text{MnO}_4)_2$  (copper (II) permanganate),  $\text{CuCl}_2$  (copper (II) chloride),  $\text{Cu}(\text{CNS})_2$  (copper (II) sulfocyanate).

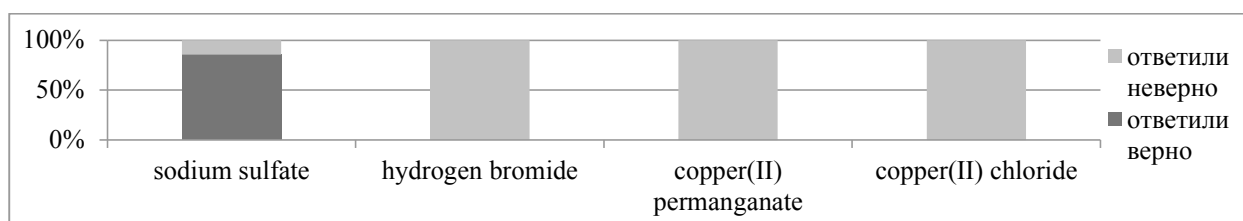


Рисунок 1. Анализ по английскому наименованию химических соединений на 1-м занятии

На второй работе (рис. 2) были даны соединения:  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  (calcium nitrate),  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  (sodium sulfate),  $\text{KCl} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (potassium chloride pentahydrate),  $\text{Fe}(\text{CH}_3\text{COO})_3$  (iron (III) acetate). Низкие результаты могут быть связаны с невнимательностью респондентов, недостаточным уровнем владения английским языком (средний уровень группы респондентов – intermediate), неполным усвоением пройденного материала и неготовностью выполнять задания по аналогии.

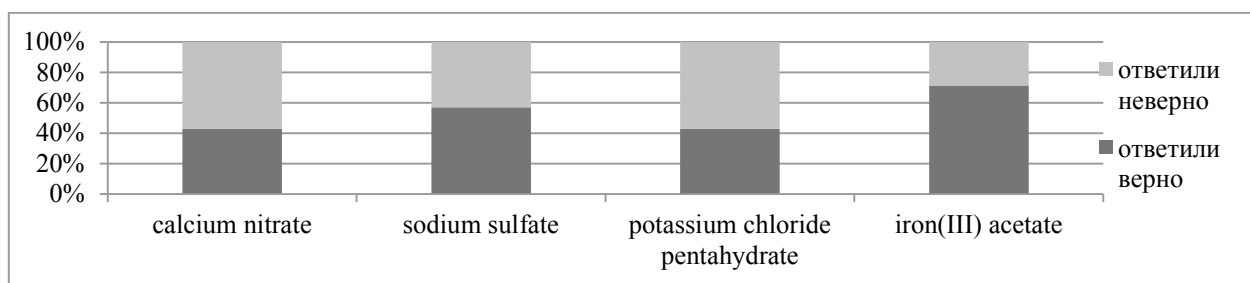


Рисунок 2. Анализ по английскому наименованию химических соединений на 2-м занятии

Таким образом, мы подтвердили необходимость подготовки компетентных специалистов, способных внедрять изучение химии на иностранном (английском) языке при помощи вариативных методик обучения, что способствует открытию доступа к дополнительным медиаформатным учебным материалам в соответствии с требованиями ФГОС к учителю химии по усовершенствованию УВП.

## ОБУЧЕНИЕ ОДАРЕННОЙ МОЛОДЕЖИ В ОБЛАСТИ ХИМИИ ЗА РУБЕЖОМ

*Халаман А.В.*

*Научный руководитель – канд. пед. наук, доцент Халикова Ф.Д.*

Актуальность данной проблемы определяется тем, что современное общество в условиях быстрого роста и развития технологий все больше и больше нуждается в научно-грамотных кадрах, способных свободно владеть информацией, а также эффективно общаться не только на родном языке, но и на иностранном; готовностью школ к нововведениям в области изучения химии как науки. В связи с этим своевременное решение проблем, возникающих у школьников в изучении химии за рубежом, является одной из главных задач, стоящих перед обществом.

По словам таких исследователей, как А.Н. Джуринский и М.А. Розов, «в настоящее время в обществе современный человек вынужден жить и работать в условиях полиязыкового пространства», где огромную роль играет межкультурное и межнациональное общение, а также формирование информационно-коммуникативной компетентности личности. Следует отметить, что основным языком межнационального общения в сфере науки является английский язык, поэтому готовность к общению и работе в области химии на нескольких языках становятся важными требованиями, предъявляемыми обществом к современному молодому человеку – школьнику средней школы.

Итак, какие основные проблемы в изучении химии могут встать перед одаренными детьми за рубежом?

– во-первых, снижение у школьников познавательного интереса и мотивации к изучению химии и нереализованными коммуникативными возможностями английского языка;

– во-вторых, не полное содержание учебных программ по химии в школе в условиях интеграции с иностранным языком;

– в-третьих, не усвоение школьного материала по химии и, как следствие, отсутствие способности общаться по научной тематике на нескольких языках.

В заключение можно сказать, что в настоящее время в связи с потребностями общества в информационно-коммуникативной личности школьников необходима модернизация школьного образования в области химии. Большие возможности для решения этой задачи открываются:

1. В разработке новых методик изучения химии в условиях интеграции с иностранным языком.
2. В улучшении оснащённости оборудованием учебных классов и лабораторий.
3. В использовании на уроках химии за рубежом компьютерных технологий и раздаточных материалов, средств наглядности.
4. В привлечении к программам по обмену опытом не только одаренных студентов, но и школьников.

## ГРУППОВАЯ ФОРМА ОРГАНИЗАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧАЩИХСЯ НА УРОКАХ ХИМИИ

*Хисанов Р.Р.*

*Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент Низамов И.Д.*

Опыт организации групповых мероприятий является актуальным и многообещающим, так как современное образование требует от школы и, как следствие, учителя, сохранения психического и физического здоровья детей. Чтобы поддержать инициативу, независимость, важно сохранить эту оптимистичную самооценку, с которой ребенок приходит в школу, чтобы сформировать свои навыки общения и научить его, как сделать свой выбор. Работа в группе позволяет индивидуально регулировать объем материала и режим работы, что позволяет создать возможность совместной работы, использовать метод взаимного контроля.

Цель работы заключается в изучении групповой формы деятельности учащихся на уроках химии. Мы предполагаем, что использование групповых работ в преподавании химии будет способствовать повышению интереса к предмету, активности учеников.

Для достижения цели и получения положительных результатов необходимо решить следующие задачи:

- изучить понятие о формах организации обучения;
- провести анализ групповой деятельности учащихся на уроках;

- провести эксперимент организации индивидуальной формы работы учащихся на уроках химии;
- провести эксперимент организации групповой формы работы учащихся на уроках химии.

Проводя анализ групповой деятельности учащихся на уроках химии, отметим, что в процессе данной формы обучения учащиеся стараются работать в группах, консультируются друг с другом. Это связано с тем, что ученики должны общаться между собой. Работая в группе, они сами начинают понимать преимущества планирования, распределения обязанностей и общения. Школьники начинают сплочаться между собой, привыкать действовать вместе, испытывая чувство коллективной ответственности за результат совместной деятельности. Более того, групповая форма организации работы четко выражает усилия и способности каждого, что является естественным стимулом для здорового творческого соревнования.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что преимущества групповой формы работы особенно ярко проявляются при активизации деятельности слабых школьников, которые получают больше возможностей.

В ходе педагогической практики нами на уроках химии среди учащихся 9-го класса были использованы групповая и индивидуальная работы для определения эффективности организации групповой формы работы учащихся на уроках химии. В структуру урока входило тестирование и лабораторная работа. Исходя из результатов индивидуальной работы, можно сделать вывод, что уровень знаний и активности у учеников низкие, а при групповой форме деятельности учеников позволяет им справиться с большинством заданий. В маленькой группе один учащийся, который понимает материал, способен взять на себя ответственность и помочь своей группе.

В заключение отметим, что использование на уроках химии групповых форм обучения способствует положительному результату в обучении школьников. Применение данной формы обучения позволяет:

- повысить активность учеников на школьных занятиях;
- у школьников появится заинтересованность к изучаемому предмету;
- школьники учатся общаться, работать в команде;
- школьники начинают находить ошибки одноклассников и свои ошибки, учатся проводить анализ;
- учатся кратко излагать материал, в группе время обычно бывает ограничено, и дети стараются успеть высказать свое мнение.

## **Тьюторское сопровождение в химическом образовании**

*Худиева К.Х.*

*Научный руководитель – канд. пед. наук, доцент Космодемьянская С.С.*

Акценты современного российского образования ориентированы на индивидуальное развитие личности каждого обучающегося. В настоящее время проблема сопровождения (тьюторства) является действительно актуальной, так как затрагивает вопросы различного характера. Одной из задач школьного химического образования является обеспечение возможности учащимся получить грамотное представление о свойствах веществ и их превращениях в природе через химический практикум. Учитывая исторический характер химии как экспериментальной науки, возникает необходимость специфичной подготовки студентов, будущих учителей химии, к тьюторской работе в профессиональной деятельности.

Нами было проведено исследование в 2 этапа:

1. 2016/2017 учебный год, в котором приняли участие студенты 2-го курса по направлению 44.03.01 «Педагогическое образование. Химия», где студенты выступали в роли тьюторов для проведения школьного фестиваля химии. Задача студентов-практикантов заключалась в следующем: понять и принять роль тьютора к своей профессиональной роли; методически правильно организовать работу с применением деятельностного и практико-ориентированного подхода в соответствии с требованиями ФГОС; организация элементов кооперативного обучения в рамках аудиторной или внеаудиторной работы. Нами были выявлены основные проблемы и затруднения, которые возникли у студентов: непонимание сути тьюторства в области химического образования (несмотря на предварительно озвученный инструктаж, разработанный нами), неправильное распределение времени в работе тьютора и неудачное проведение рефлексии по окончанию эксперимента. Как результат, лишь 83 % обучающихся справились с заданием. Эффективность работы тьютора в химическом образовании во многом зависит от организационно-управленческих возможностей школы в рамках образовательной

программы, а также ее целенаправленной деятельности по созданию условий для работы тьютора на каждой возрастной ступени в рамках конкретного образовательного учреждения.

2. Мы провели исследование по выявлению первоначальных знаний о тьюторском сопровождении в химическом образовании у студентов по направлению 44.03.01 «Педагогическое образование. Химия». Респондентами были студенты 2–4-х курсов, будущие учителя химии. Основные вопросы опроса ориентированы на знания студентов о тьюторстве как направлении в обучении, формах и вариантах использования тьюторства в аудиторной (на уроках химии) и внеаудиторной работе (внеучебная и внеклассная работа), а также определение необходимости его внедрения в химическое образование. По вопросу о необходимости использования тьюторов на уроках химии и во внеклассных мероприятиях положительно ответили 71 % участников.

Таким образом, опрошенные нами студенты имеют первоначальное представление о тьюторах и их функциях педагогической деятельности, однако не готовы использовать тьюторов на уроках химии. Мы предполагаем, что это связано с отсутствием (или малым количеством) конкретных реальных примеров их применения. В работе тьютора в химическом образовании многое зависит от организационно-управленческих возможностей школы в рамках образовательной программы, а также ее целенаправленной деятельности по созданию условий для работы тьютора на каждой возрастной ступени в химическом образовании.

## СЕКЦИЯ «ХИМИЯ»

**ТЕРМОДИНАМИКА, СТРУКТУРА И СТЕРЕОСЕЛЕКТИВНОСТЬ ОБРАЗОВАНИЯ ГОМО- И ГЕТЕРОЛИГАНДНЫХ КОМПЛЕКСОВ В РАСТВОРАХ МЕДИ(II) С АМИНОКИСЛОТАМИ***Аксенин Н.С.**Научные руководители – ведущий инженер Серов Н.Ю.;  
канд. хим. наук, доцент Штырлин В.Г.*

Природные аминокислоты и олигопептиды асимметричны, поэтому детальное исследование их неизбежно приводит к проблеме специфичности и селективности процессов в живой природе, являющейся одной из центральных в современном естествознании. Эта проблема имеет прямое отношение к координационной химии, поскольку ионы металлов уже на первых ступенях биохимической эволюции могли контролировать селективность многих процессов путем координации к ним аминокислот и пептидов.

В настоящей работе методами рН-потенциометрии и многоволновой спектрофотометрии исследовано комплексобразование в бинарных и тройных системах меди(II) с серином, треонином, пролином и гистидином в широких диапазонах рН при 298 К на фоне 0.15 М NaCl.

Цель исследования – определить термодинамические параметры равновесий образования гомо- и гетеролигандных комплексов меди(II) с выбранными аминокислотами, получить индивидуальные спектры поглощения комплексных форм, выявить наличие или отсутствие стереоселективных эффектов в них, а также сравнить данные, полученные на хлоридном фоне, с представленными ранее аналогичными данными на фоне 1.0 М KNO<sub>3</sub>.

Экспериментальные данные были подвергнуты математической обработке с использованием программы STALABS [Krutikov, 2012. P. 1], [Shtyrilin, 2018. P. 135]. При этом вначале были обработаны результаты рН-потенциометрических титрований, после чего полученные матрицы стехиометрии и константы равновесий использованы для моделирования данных спектрофотометрических титрований. Для адекватного описания результатов спектрофотометрии в сильнощелочной среде были введены новые мономерные аминокислотные гидроксо-комплексы с соотношением металл/лиганд 1:1.

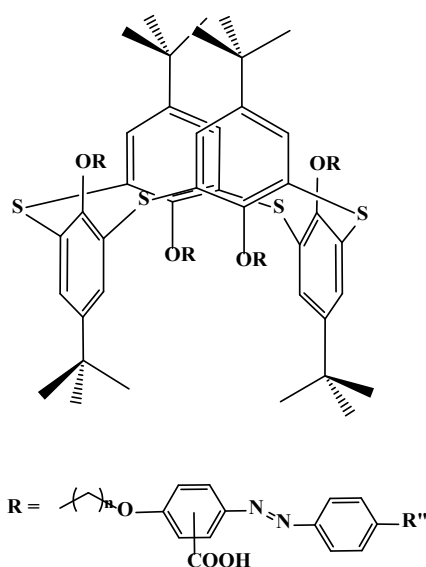
В результате обработки экспериментальных данных выявлено наличие значимого стереоселективного эффекта в образовании комплекса Cu(Pro)<sub>2</sub> в системе медь(II) – пролин. В случае тройных систем была выявлена достоверная стереоселективность образования ряда гетеролигандных комплексных форм. Для гомолигандных систем в результате моделирования были получены индивидуальные спектры поглощения всех комплексных форм, присутствующих в растворе. При обработке данных для гетеролигандных систем индивидуальные спектры поглощения удалось реконструировать в случае форм состава CuL(His), Cu(LH<sub>1</sub>)(His)<sup>-</sup> и Cu(LH<sub>1</sub>)(HisH<sub>1</sub>)<sup>2-</sup> с серином и треонином, а также Cu(Pro)(His) и Cu(Pro)(HisH<sub>1</sub>)<sup>-</sup> в системе с пролином.

По программе GAMESS [Schmidt, 1993. P. 1347] методом DFT на уровне CAM-B3LYP/TZVP с учетом эффектов среды в модели растворителя С-PCM оптимизированы структуры некоторых комплексных форм. На основе экспериментальных данных и результатов квантово-химических расчетов предложено объяснение обнаруженных стереоселективных эффектов.

**СИНТЕЗ И СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫЕ СВОЙСТВА НОВЫХ КАРБОКСИЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ТИАКАЛИКС[4]АРЕНА С АЗОФЕНИЛЬНЫМИ ГРУППАМИ***Аллахвердили Г.Р.**Научные руководители – канд. хим. наук, ст. науч. сотр. Овсянников А.С.;  
д-р хим. наук, профессор Соловьева С.Е.*

Большой интерес во всем мире проявляется к созданию так называемых умных материалов, способных обратимо реагировать на внешние воздействия [Абендроф, 2015. В. 9. С. 7746–7776]. В ряду разных способов внешнего воздействия, приводящих к морфологическим или структурным изменениям материалов, свет является одним из наиболее простых и удобных в использовании [Супрамоле-

кулярная фотохимия, 2011. С. 640]. Эффективным подходом для создания кристаллических материалов, обладающих заданными свойствами и полученных в результате запрограммированной молекулярной самосборки молекулярных тектонов, является молекулярная тектоника. В настоящей работе с целью создания фотопереключаемых молекулярных сеток мы осуществили дизайн и синтез лигандов – молекулярных тектонов в стереоизомерной форме 1,3-альтернат на основе тиакаликс[4]аренов (рис. 1). С этой целью в состав заместителей на нижнем ободе макроцикла были введены азо-группы ( $-N=N-$ ), которые под действием УФ-излучения претерпевали *цис-транс*-изомеризацию и тем самым изменяли кристаллическую структуру и свойства материала [Zhu, 2014, В. 5. С. 4957]. Был использован конвергентный подход, заключающийся в функционализации исходного макроцикла – паратрет-бутилтиакаликс[4]арена, находящегося в конформации конус, предварительно синтезированными *O*-бромалкильными азопроизводными эфиров гидроксibenзойных кислот. Изучена способность полученных соединений образовывать наноассоциаты, а также стехиометрия в растворе с катионами металлов ( $Mn^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Gd^{3+}$ ,  $Tb^{3+}$ ,  $Er^{3+}$ ) при комнатной температуре, а также при УФ-облучении.



$$n = 2, 3$$

$$R'' = H, CH_3, OCH_3$$

Рисунок 1. Функционализированные по нижнему ободе карбоксильные производные тиакаликс[4]арена в конформации 1,3-альтернат

## КРИСТАЛЛИЗАЦИЯ ПОЛИЛАКТИДА ПО ДАННЫМ СВЕРХБЫСТРОЙ КАЛОРИМЕТРИИ И ИК-СПЕКТРОСКОПИИ<sup>1</sup>

Андреанов Р.А.

Научный руководитель – канд. хим. наук, ст. науч. сотр. Мухаметзянов Т.А.

Полилактид – это полиэфир молочной кислоты. В настоящее время наблюдается высокий интерес к этому полимеру, поскольку он является биоразлагаемым и может быть получен из дешевого растительного сырья.

Для успешного применения полилактида необходимо уметь управлять характеристиками полимера, для чего необходимо знание особенностей процесса его кристаллизации.

Исследование процесса кристаллизации полилактида проводилось методами сверхбыстрой калориметрии и ИК-спектроскопии. Метод сверхбыстрой калориметрии позволяет проводить нагрев и охлаждение образца с точно заданной высокой скоростью, что позволяет контролировать процессы

<sup>1</sup> Работа выполнена в рамках гранта Министерства образования и науки РФ № 14.Y26.31.0019.

кристаллизации и образования зародышей. В то же время он не позволяет исследовать структурные изменения образца.

Калориметрические кривые были зарегистрированы на приборе сверхбыстрой калориметрии Mettler-Toledo Flash DSC1 с сенсором Xensor Multistar UFS1. Для изучения кинетики нуклеации и кристаллизации использовали следующую температурную программу: перед каждым измерением образец нагревается до 220 °С, что стирает термическую историю полимера, после этого образец быстро охлаждается до температур от 40 до 65 °С. Образец при этом находится в аморфном состоянии. При заданной температуре образец выдерживается определенное время, при этом происходит релаксация стеклообразного состояния и рост зародышей. После этого образец быстро охлаждается до –60 °С и затем нагревается до 120 °С. В ходе нагрева фиксируется энтальпия релаксации образца. При температуре 120 °С полимер выдерживается в течение 70 сек, после этого образец быстро охлаждается и затем нагревается до 220 °С. В ходе нагрева регистрируется энтальпия плавления кристаллической фазы полимера, которая образовалась перед этим. Повторный цикл охлаждения нагрева стирает термическую историю образца и позволяет проверить отсутствие термической деградации полимера.

На полученных калориметрических кривых виден стеклообразный переход при температуре около 70 °С и плавление кристаллической фазы при температуре 180 °С. При повышении длительности изотермы нуклеации увеличиваются энтальпии релаксации и плавления полилактида.

Анализ калориметрических кривых показал, что энтальпийная релаксация начинается спустя приблизительно 1 сек после начала изотермы. Наибольшая величина энтальпии релаксации наблюдается при меньшей температуре, когда стеклообразное состояние наиболее неравновесно. Скорость кристаллизации значительно возрастает при увеличении температуры нуклеации. Это соответствует большему количеству образовавшихся зародышей кристаллизации.

ИК-спектроскопия позволяет получать структурную информацию о состоянии полимера, но возможности исследования кристаллизации и нуклеации полимера ограничены возможностями пробоподготовки. Для получения ИК-спектров аморфного и кристаллического полилактила были приготовлены соответствующие пленки полимера. Аморфный образец был получен быстрым охлаждением расплава в ледяной воде, а кристаллический – охлаждением расплава на воздухе. ИК-спектры регистрировали на Фурье ИК-спектрометре Bruker Vertex 70.

ИК-спектры аморфного и кристаллического образцов полилактида заметно отличаются. Полоса при 870 см<sup>-1</sup> у аморфного образца уширена, у кристаллического образца наблюдается появление полосы при 922 см<sup>-1</sup>, а также снижение интенсивности полосы при 956 см<sup>-1</sup>.

Также ИК-спектры полилактида получены непосредственно на калориметрическом сенсоре с помощью ИК-микроскопии. Измерения выполнены на ИК-микроскопе Bruker IR score I. Обнаружено, что ИК-спектры аморфного образца, измеренные в пленке и непосредственно на сенсоре, совпадают, однако ИК-спектры кристаллических образцов при этом отличаются. Это может быть связано как с меньшей степенью кристалличности, так и с другой морфологией кристаллического образца, полученного в пленке быстрым охлаждением расплава и изотермической кристаллизацией на калориметрическом сенсоре.

## **СИНТЕЗ И СВОЙСТВА МАКРОЦИКЛИЧЕСКИХ РЕЦЕПТОРОВ НА ОСНОВЕ *П-ТРЕТ*-БУТИЛКАЛИКС[4]АРЕНА, СОДЕРЖАЩИХ ФОТОПОЛИМЕРИЗУЕМЫЕ ФРАГМЕНТЫ 10,12- ПЕНТАКОЗАДИИНОВОЙ КИСЛОТЫ<sup>1</sup>**

*Аухадиева Р.И.*

*Научные руководители – канд. хим. наук, доцент кафедры органической химии Бурилов В.А.;  
аспирант кафедры органической химии Валияхметова А.М.*

Каликсарены – органические соединения, состоящие из фенольных колец, связанных между собой метиленовыми мостиками. Благодаря возможности селективной функционализации верхнего и нижнего ободов каликсарены способны с высокой селективностью распознавать близкие по размеру и свойствам субстраты – разнообразные катионы, анионы и нейтральные молекулы [Лен, 1989. С. 13].

Полидиацетилены (ПДА) – широко исследуемый класс полимеров, получаемых путем УФ-облучения диацетиленовых мономеров при 254 нм. Способность проявлять колориметрический отклик в виде перехода окраски от синей к красной при изменении внешних условий является уникаль-

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 14-13-0115.



ным свойством полидиацетиленов. Ввиду того, что в процессе полимеризации не используются инициаторы, полученный полимер не требует очистки [Reppu, 2007. V. 42. P. 4317–4338]. Несмотря на то, что полидиацетилены активно исследуются, в литературе практически неизвестны соединения, полученные ковалентной конъюгацией каликс[4]аренов с диацетиленовыми производными.

В данной работе представлена новая синтетическая стратегия получения производного *n*-трет-бутилкаликса[4]арена, содержащего диацетиленовые и рецепторные фрагменты, изучена фотополимеризация макроцикла с 10,12-пентакозадиеновой кислотой и обнаружен колориметрический отклик на ионы  $Zn^{2+}$ , БСА.

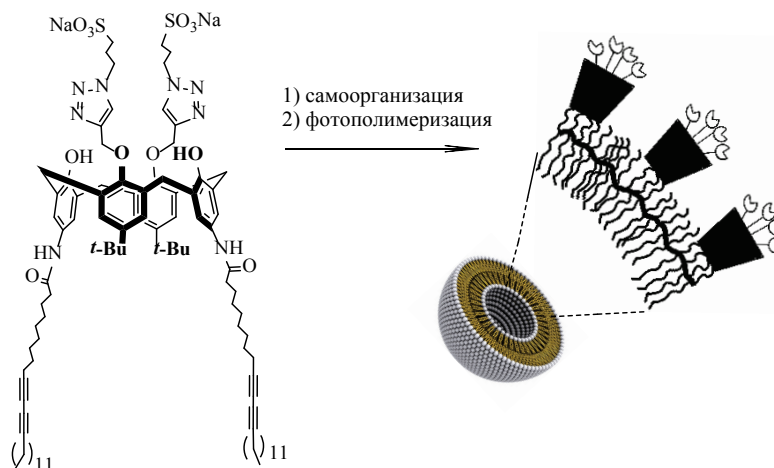


Рисунок 1. Получение полимеризованных везикул, состоящих из каликсарена и мономера 10,12-пентакозадиеновой кислоты

## МЕМБРАННЫЙ ТРАНСПОРТ ОРГАНИЧЕСКИХ СУБСТРАТОВ ФОСФОРИЛИРОВАННЫМИ ДИАЗПОДАНДАМИ

*Ахмадуллина Л.И., Давлетшина Н.В.*

*Научный руководитель – д-р хим. наук, профессор Черкасов Р.А.;  
канд. хим. наук, доцент Гарифзянов А.Р.*

Химия комплексов «гость-хозяин» лежит в основе создания новых высоких технологий, таких как аналитическое использование ионселективных электродов, мембранный транспорт, направленный синтез биологически активных веществ и высокоэффективных катализаторов. Для создания новых эффективных и селективных комплексонов весьма перспективными реагентами являются линейные аналоги краун-эфиров – поданды с концевыми фосфорильными группами. В настоящей работе сообщаются результаты исследования мембранно-транспортных свойств фосфорилированных диазподандов по отношению к ряду полифункциональных карбоновых кислот.

Ранее нами было показано, что экстракция слабых кислот «мономерными» аминфосфонатами и аминфосфиноксидами происходит с образованием Н-комплексов между переносимым субстратом (протонодонором) и молекулой переносчика, содержащей основные группы<sup>1</sup>.

Нами были изучены мембранно-транспортные свойства новых переносчиков структуры  $(p\text{-CH}_3\text{Ph})_2\text{P}(\text{O})\text{CH}_2\text{NR}_1\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{NR}_1\text{CH}_2\text{P}(\text{O})(\text{PhCH}_3\text{-}p)_2$ , где  $R = \text{H}$  (1),  $R = \text{C}_4\text{H}_9$  (2),  $R = \text{CH}_2\text{P}(\text{O})(p\text{-CH}_3\text{Ph})_2$  (3). На рисунке 1 ниже для примера показаны кинетические зависимости переноса щавелевой кислоты через мембраны, пропитанные 1,2-дихлорбензолом (растворителем мембранной фазы) и переносчиком (3).

Установлено, что при переносе моноосновных органических кислот и d,l-миндальной кислоты определяющую роль играет неиндуцированный пассивный транспорт; при этом наибольшие величины потоков характерны для n-бутановой кислоты. Найдено, что поток переноса реагентами (1) и (2)

<sup>1</sup> Гарифзянов А.Р., Давлетшин Р.Р., Давлетшина Н.В., Черкасов Р.А. // ЖОХ. 2013. Т. 83. Вып. 2. С. 343; Garifzyanov A.R., Davletshin R.R., Davletshina N.V., Cherkasov R.A. Russ. J. Gen. Chem. 2013. Vol. 83. № 2. P. 398. doi 10.1134/S1070363213020278

двухосновных кислот – щавелевой, малоновой, янтарной, глутаровой – оказывается ниже, чем для моноосновных. Значительно менее эффективно по сравнению с моно- и двухосновными кислотами переносятся субстраты, содержащие «дополнительные» гидрофильные гидроксид-, карбокси- и аминогруппы, вероятно, по причине того, что не связанные с переносчиком гидроксильные группы образуют Н-комплексы с молекулами воды, создавая дополнительное препятствие для транспорта субстрата из отдающей в мембранную фазу.

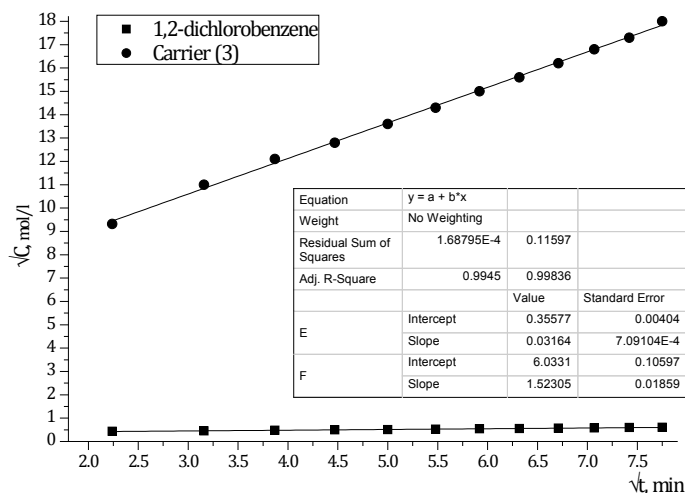


Рисунок 1. Кинетические зависимости переноса щавелевой кислоты через мембрану

Анализ полученных данных показал, что диазаподанд (3) оказывается более эффективным переносчиком по сравнению с его дифосфорилированными аналогами: потоки переноса большинства органических кислот с его участием превышают, и лишь в некоторых случаях сопоставимы с таковыми для переносчиков 1 и 2.

## ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МАКРОЦИКЛЫ С БЕТАИНОВЫМИ ФРАГМЕНТАМИ НА ПЛАТФОРМЕ ТИАКАЛИКС[4]АРЕНА: СИНТЕЗ И СВОЙСТВА<sup>1</sup>

*Баярашов Е.Е.*

*Научные руководители – канд. хим. наук, науч. сотр. Падня П.Л.;  
д-р хим. наук, профессор Стойков И.И.*

Интерес исследователей к развитию химии бетаинов обусловлен широким разнообразием их полезных свойств. Бетаиновые производные применяются в различных областях науки и промышленности: создание моющих, косметических и лекарственных средств, лаков, красок, получение текстильных и химических волокон, добыча нефти, синтез различных инсектицидов. Введение бетаиновых фрагментов в структуру макроциклов открывает новые возможности их применения вследствие повышения растворимости в воде. Это позволяет использовать данные соединения в качестве потенциальных лекарственных средств и катализаторов различных процессов в водной среде.

Целью работы является синтез, изучение структуры и агрегационных свойств *n*-трет-бутилтиакаликс[4]аренов, содержащих аммониевые, амидные и бетаиновые фрагменты по нижнему ободу макроцикла, в конфигурациях *конус*, *частичный конус* и *1,3-альтернат*.

Методом динамического светорассеяния была исследована агрегационная способность в воде полученных бетаиновых производных *n*-трет-бутилтиакаликс[4]арена в конфигурации *конус* и *1,3-альтернат*, соответственно. Было установлено, что наиболее стабильные частицы размером около 330 нм и индексом полидисперсности 0.18 образует производное в конфигурации *конус* при

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (16-33-60141 мол\_а\_дк) и стипендии Президента Российской Федерации для молодых ученых и аспирантов, осуществляющих перспективные научные исследования и разработки по приоритетным направлениям модернизации российской экономики (СП-3597.2016.4).

концентрации  $10^{-5}$  М. Полученные системы были изучены с помощью метода просвечивающей электронной микроскопии. Были оценены формы образующихся агрегатов и их размеры. Было подтверждено, что полученные соединения образуют частицы нанометрового размера с формой, близкой к сферической.

Также было изучено взаимодействие полученных макроциклов с нитратами серебра (I) и меди (II). С помощью просвечивающей электронной микроскопии было показано, что при добавлении в раствор макроциклов нитратов серебра и меди происходит изменение размера и формы частиц. При добавлении нитрата серебра происходит уменьшение размеров частиц, но при этом их форма остается сферической независимо от конфигурации макроцикла. В случае нитрата меди (II) – соединения в конфигурации *конус* образуют разветвленные структуры, состоящие из сферических нанометровых частиц. Стоит отметить, что соединения в конфигурации *1,3-альтернат* с нитратом меди образуют микроразмерные дендримероподобные агрегаты.

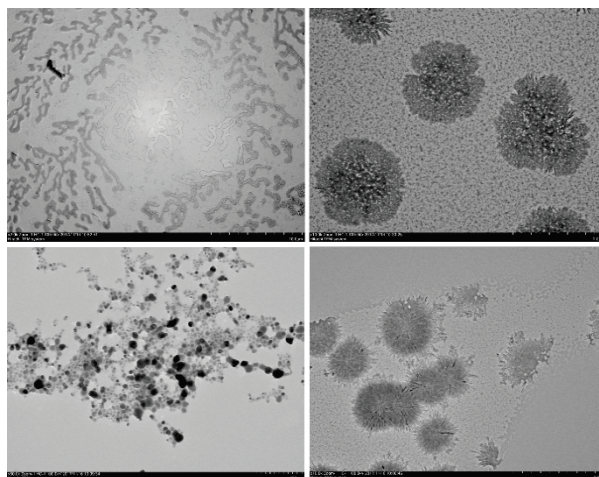


Рисунок 1. Агрегаты *n*-трет-бутилтиакаликс[4]арена с  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$

## НОВЫЕ МЕДЬ- И СМЕШАННЫЕ МЕДНО-ПАЛЛАДИЕВЫЕ КАТАЛИЗАТОРЫ НА ОСНОВЕ АМИНО-МОДИФИЦИРОВАННОГО СИЛИКАГЕЛЯ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В КАТАЛИЗЕ ОРГАНИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ В ОБЫЧНОМ И ПРОТОЧНОМ РЕЖИМЕ

*Белов Р.Н.*

*Научные руководители – канд. хим. наук Бурилов В.А.,  
аспирант Нурмухаметова А.Т.*

Материалы на основе меди нашли применение в каталитических реакциях различных органических соединений [Maaliki, 2017. V. 2017. P. 209–228]. Так, медь и медные системы используются в каталитических реакциях Ульмана, окислительного сочетания, сочетания Кадио – Ходкевича, сочетания Соногаширы и многих других. Относительно низкая токсичность, простота в использовании и низкая стоимость медных катализаторов позволяют разрабатывать методики получения новых соединений. Однако в последние десятилетия не меньше внимания уделяется биметаллическим катализаторам, содержащим как частицы меди, так и частицы палладия. Это связано с тем, что биметаллизация может улучшить каталитические свойства исходных однокомпонентных наночастиц, а также создать новое свойство, которое не может быть достигнуто с помощью гомометаллического катализатора [Toshima, 1998. V. 22. P. 1179–1201].

Восстановление наночастиц меди на поверхности различных подложек (оксид металла, силикагель, углеродные материалы) является одним из удобных методов получения нанокатализаторов на основе меди с заданной морфологией. Такие катализаторы можно использовать в реакциях с повышенной температурой и давлением, с использованием микроволнового излучения, газофазных реакциях, и, что немаловажно, в реакциях проточного режима.

Таким образом, целью данной работы является создание новых медь- и смешанных медно-палладиевых металлических катализаторов на основе функционализированного силикагеля и их использование в катализе органических реакций в обычном и в проточном режимах.

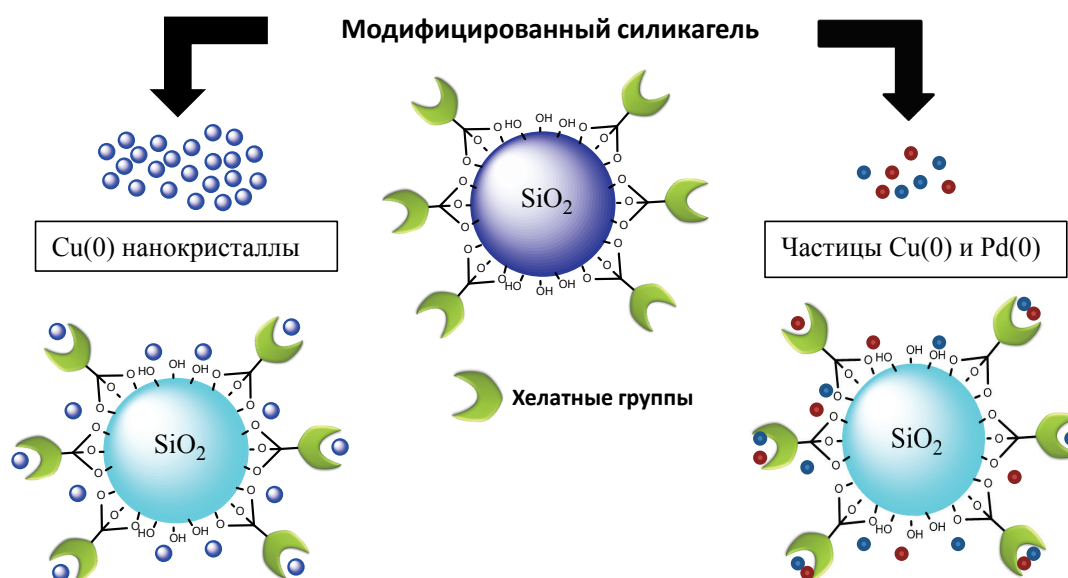


Рисунок 1. Схема получения медь- и смешанных медно-палладиевых металлических катализаторов на основе функционализированного силикагеля

В результате была получена серия медных и медно-палладиевых катализаторов на основе модифицированного силикагеля с использованием различных восстанавливающих агентов. Полученные катализаторы были охарактеризованы с использованием методов ИК-спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии, порошковой рентгеновской дифракции, рентгеновской фотоэлектронной и электронной Оже-спектроскопии. Проведены реакции азид-алкинового циклоприсоединения и кросс-сочетания в проточном и обычном режимах.

## СИНТЕТИЧЕСКИЕ ОПАЛЫ КАК МОДЕЛЬНАЯ СРЕДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ РЕАКЦИЙ В УСЛОВИЯХ НАНООГРАНИЧЕНИЯ

*Болматенков Д.Н.*

*Научный руководитель – канд. хим. наук, ст. науч. сотр. Галухин А.В.*

Эффект нанограничения заключается в изменении свойств объекта или процесса при переносе его из объемной фазы в наноразмерное пространство. Описано и теоретически обосновано большое число физических процессов в условиях нанограничения; влияние же нанограничения на протекание химических процессов в конденсированной фазе изучено слабо.

Для изучения процессов нанограничения необходимо использовать пористые среды. В качестве модельной пористой среды были выбраны синтетические опалы.

Синтетические опалы были получены из наноразмерных силикатных сфер ( $d = 93$  нм) методом вертикальной депозиции. Исходные силикатные сферы были синтезированы из тетраэтоксисилана по методу Гише. Характеризация частиц и опалов производилась методами просвечивающей и сканирующей электронной микроскопии. Для опалов была также проведена модификация поверхности триметилсилильными группами.

Текстурные параметры синтетических опалов ранее не были подробно изучены. Для описания порового пространства опала были проведены математические расчеты. Было показано, что в ГЦК-структуре опала присутствует два типа пор: тетраэдрические и октаэдрические. Их эффективные радиусы равны соответственно  $0.367 R$  и  $0.631 R$ , где  $R$  – радиус силикатной сферы. Экспериментальное определение текстурных характеристик опала было проведено с помощью метода азотной порометрии. Изотерма адсорбции относится к  $V$  типу, соответствующему мезопористому материалу, с петлей гистерезиса типа  $2H$ , которая говорит о том, что поры соединены в сеть. Диаметр пор, вычисленный по кривой адсорбции, равен  $50$  нм, что близко к теоретическому значению для октаэдрической поры. Десорбционная кривая дает значение  $29$  нм для диаметра тетраэдрической поры. Величины удельной площади поверхности и удельного свободного объема равны соответственно

33.78 м<sup>2</sup>/г и 0.23 см<sup>3</sup>/г. Обе величины превышают теоретические значения, что можно отнести на счет дефектов, присутствующих в опале, и завышенную величину радиуса силикатных сфер.

В качестве объекта исследования была выбрана реакция полициклотримеризации дицианата бисфенола А(2,2'-бис(4-цианатофенил)пропана). Субстрат был получен из бисфенола А с помощью цианоген бромида в присутствии триэтиламина, выделен хроматографически и охарактеризован спектрально. Наблюдение за реакцией полициклотримеризации велось с помощью метода дифференциальной сканирующей калориметрии на скоростях нагрева 2.5, 5, 10, 15 и 20 К/мин.

Для образцов в порах наблюдалось значительное ускорение реакции, проявляющееся в температурном сдвиге реакционного пика влево на 110 (для немодифицированного опала) и 90 К (для модифицированного) относительно вещества в объеме.

Анализ кинетики был проведен с использованием интегрального метода Озавы-Флинна-Уолла и дифференциального метода Фридмана. Энергия активации для образцов в порах уменьшалась относительно образца в объеме в полтора-два раза. Энергия активации процесса меняется с конверсией, что говорит о его комплексном характере. Большее ускорение в случае немодифицированного образца можно связать с катализом поверхностными гидроксильными группами опала.

В работе получены следующие результаты:

1. Впервые детально изучены текстурные параметры синтетического опала. Показано, что разработанная нами математическая модель порового пространства опалов удовлетворительно коррелирует с данными азотной порометрии.

2. Продемонстрировано каталитическое влияние нанограничения на полициклотримеризацию арилцианата. Выявлено, что катализ поверхностными силанольными группами не является основной причиной проявления этого эффекта.

3. Показано, что синтетические опалы являются удобной модельной пористой средой для изучения влияния нанограничения на протекание химических реакций.

## ИММУНОХИМИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ АМИТРИПТИЛИНА

*Газизуллина Э.Р.*

*Научный руководитель – д-р хим. наук, профессор Медянцева Э.П.;  
канд. хим. наук, ассистент Брусницын Д.В.*

Актуальной задачей в настоящее время является использование в арсенале методов аналитической химии иммунохимического анализа для определения биологически активных веществ, в том числе лекарственных препаратов, которые обладают определенными преимуществами перед другими методами: экспрессностью, высокой чувствительностью и специфичностью взаимодействия. Особое место занимает поляризационно-флуоресцентный иммуноанализ (ПФИА), который позволяет достичь не только высокой чувствительности, но и позволяет быстро проанализировать большое количество образцов.

Все чаще приходится сталкиваться с проблемой стресса в повседневной жизни. Для этих целей используют антидепрессанты, которые помогают бороться со стрессовыми ситуациями и улучшают психологическое состояние человека, поэтому важно осуществлять контроль за применением этих лекарственных препаратов. Наиболее часто используемыми лекарственными препаратами являются трициклические антидепрессанты (ТЦА).

В работе для определения ТЦА амитриптилина использовали ПФИА. В качестве аналитического сигнала ПФИА измеряется поляризация флуоресценции (mP), которая зависит от скорости вращения вещества, меченого флуоресцентной меткой (трейсера – Tr). Принцип функционирования ПФИА заключается в конкуренции определяемого вещества и трейсера за связывание с антителами (Ат). Измерение сигнала осуществляли в 96-луночной планшете через инкубацию в течение нескольких минут. В процессе исследования не нужно производить сложных операций по закреплению трейсера на поверхности лунки, что увеличивает скорость измерения и облегчает анализ аналита. Диапазон определяемых концентраций амитриптилина составлял от  $5 \times 10^{-9}$  до  $5 \times 10^{-8}$  моль/л. В качестве фона использовали боратный буферный раствор с pH 8.5.

Для эффективного функционирования разрабатываемого метода необходимо было подобрать оптимальные концентрации трейсера и антител против ТЦА путем разведения. Подбор необходимых количеств реагентов осуществлялся на основании получаемых значений поляризации флуоресцен-

ции. Условия функционирования ПФИА: разведение трейсера 1:132 (по объему) ( $mP_{Tr} = 35$ ) и Ат 1:128 (по объему) ( $mP_{Tr-Am} = 237$ ).

Разработана методика определения амитриптилина в лекарственном препарате «Амитриптилин» со значением  $Sg$  на уровне 0.022.

Этот метод является весьма удобным для использования его в качестве референтного при разработке соответствующих иммуносенсоров. В частности, показано, что на основании сопоставления результатов определения амитриптилина с помощью амперометрического иммуносенсора на основе печатных графитовых электродов, модифицированных углеродными наноматериалами и наночастицами кобальта, и полученными методом ПФИА равноточны и вклад систематической погрешности незначим по  $t$ - и  $F$ - критериям.

Полученные результаты являются весьма перспективными для определения амитриптилина не только в фармацевтических препаратах, но и в биологических жидкостях для установления эффективности проводимых терапевтических назначений и в медико-криминалистических целях.

## НОВЫЕ ННС КОМПЛЕКСЫ ПАЛЛАДИЯ НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДНЫХ П-ТРЕТ-БУТИЛТИАКАЛИКС[4]АРЕНА: СИНТЕЗ И ИЗУЧЕНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

*Гафиатуллин Б.Х.*

*Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент кафедры органической химии Бурилов В.А.*

Идея создания мицеллярных катализаторов, способных сольбилизовать водонерастворимые субстраты и проводить традиционные органические превращения в водных растворах, привлекает большое внимание исследователей. Каталитические системы на основе ННС комплексов переходных металлов помимо высокой каталитической активности обладают стабильностью по отношению к влаге и кислороду воздуха.

Макроциклические соединения, выступающие в роли лигандов, способны располагать свои функциональные группы в пространстве таким образом, что образуется готовое хелатное соединение, в которое встраивается ион-комплексобразователь. Объединение тиакаликс[4]ареновой платформы, обладающей свойством предорганизации центров связывания, с ННС лигандами позволит получать перспективные макроциклические комплексы палладия, применяемые в качестве катализаторов. Кроме того, благодаря структурным особенностям макроциклической платформы возможен синтез молекул с амфифильными свойствами, что позволяет получать различные функциональные наносистемы, применяемые в мицеллярном катализе.

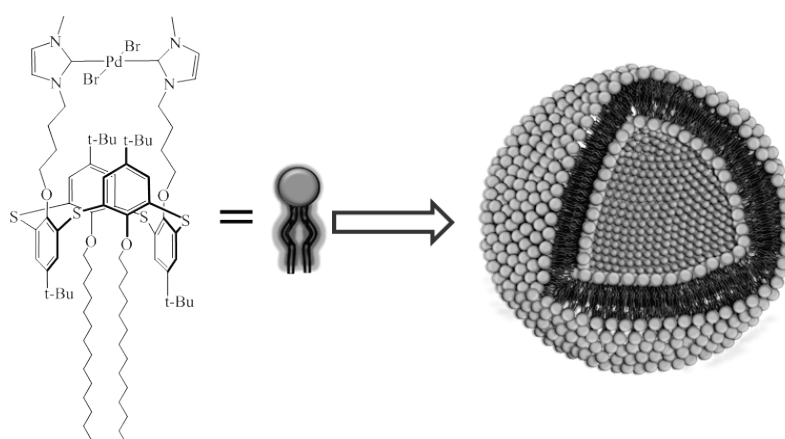


Рисунок 1. Схематическое изображение образования супрамолекулярных каталитических наносистем

Данная работа посвящена разработке эффективных и универсальных подходов к синтезу палладиевых комплексов на основе амфифильных производных тиакаликс[4]арена для создания самоорганизующихся каталитических наносистем. В результате данной работы был предложен подход к синтезу новых палладиевых комплексов на основе имидазолиевых производных *n*-трет-бутилтиакаликс[4]арена в стереоизомерной форме *1,3-альтернат*, позволяющий получать целевые соединения с высокими выходами. Палладиевые комплексы показали высокую каталитическую активность

и селективность в реакциях кросс-сочетания (Сузуки Соногаширы, Хека), а также в реакции восстановления в воде и водно-органических средах. С помощью просвечивающей электронной микроскопии было показано, что в процессе реакции восстановления образуются наночастицы палладия размером  $\sim 2$  нм, стабилизированные органической подложкой.

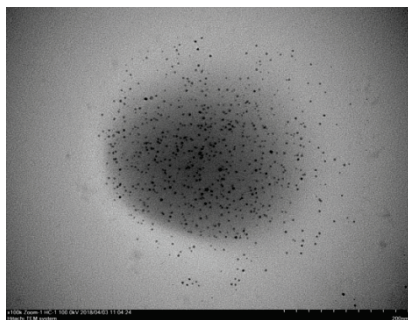


Рисунок 2. ПЭМ-микрофотография агрегатов (200 нм)

## КИНЕТИКА РЕАКЦИЙ ЗАМЕЩЕНИЯ СЕРИНА, ТРЕОНИНА И МЕТИОНИНА НА ГИСТИДИН В КОМПЛЕКСАХ НИКЕЛЯ(II)

*Гизатуллин А.И.*

*Научные руководители – ведущий инженер Серов Н.Ю.;*  
*канд. хим. наук, доцент Штырлин В.Г.*

Исследование глубинных причин специфичности и селективности химических процессов в биологических системах составляет крупнейшую проблему современного естествознания. Поиск решения данной проблемы требует подробного изучения термодинамики гомо- и гетеролигандного комплексообразования никеля(II) с природными аминокислотами. Математическое моделирование кинетики реакций замещения биологических лигандов в координационных соединениях важно для понимания закономерностей функционирования металлопротеинов. Наиболее известным металлоферментом, содержащим ионы никеля, является уреаса, причем в активном центре фермента присутствует несколько остатков гистидина – наиболее распространенной аминокислоты в активных центрах ферментов.

В настоящей работе методами рН-потенциометрии, многоволновой спектрофотометрии и остановленной струи исследована термодинамика комплексообразования и кинетика реакций замещения в системах никель (II) – *L/D*-гистидин (HisH) – *L/D*-аминокислота {серин (SerH), метионин (MetH), треонин (ThrH)} при 25 °С на фоне 1 моль/л KNO<sub>3</sub>.

В результате математического моделирования рН-потенциометрических и спектрофотометрических титрований систем никель (II) – *L/DL*-треонин и никель (II) – *L*-треонин–*L/D*-гистидин с использованием программы STALABS получены константы образования гомо- и гетеролигандных комплексных форм никеля(II) с вышеприведенными аминокислотами, а также рассчитаны индивидуальные спектры поглощения гомолигандных комплексов в растворе.

Исследована кинетика реакций замещения бис-комплексов никеля(II) с выбранными *L*-аминокислотами на *L/D*-гистидин с помощью метода остановленной струи. В заданных условиях псевдопервого порядка кинетические зависимости являются биэкспоненциальными. Увеличение значения рН приводит к возрастанию скорости реакций замещения. Предложен двустадийный механизм с образованием интермедиата состава Ni(Amac)(His). Замещение интермедиата на гистидин с образованием Ni(His)<sub>2</sub> является лимитирующей стадией процесса. Получены константы скорости реакций замещения серина, треонина и метионина на гистидин в комплексах никеля(II). Выявлена статистически значимое различие в скоростях замещения *L*-метионина на *L*- и *D*-гистидин, причем скорость реакции замещения на *D*-гистидин ниже, что объясняется более высокой устойчивостью мезо-формы Ni(*L*-Met)(*D*-His), которая подтверждается квантово-химическими расчетами. Установлена более низкая скорость реакции замещения треонина по сравнению с серином, что обусловлено дополнительным стерическим блокированием метильной группы треонина.

Для подробного изучения механизма реакций требуется привлечение дополнительных квантово-химических расчетов.

## СИНТЕЗ И СУПРАМОЛЕКУЛЯРНАЯ САМОСБОРКА МОНОЗАМЕЩЕННЫХ ПИЛЛАР[5]АРЕНОВ, СОДЕРЖАЩИХ АМИДНЫЕ ФРАГМЕНТЫ<sup>1</sup>

*Гиляева А.И.*

*Научные руководители – д-р хим. наук Стойков И.И., мл. науч. сотр. Назарова А.А.*

Интерес к супрамолекулярным полимерам в значительной степени обусловлен впечатляющим успехом, достигнутым за последние десятилетия как в супрамолекулярной химии, так и в области синтетических самоорганизующихся молекул. Применение межмолекулярных взаимодействий для нековалентной сборки отдельных молекул в сложные супрамолекулярные ансамбли открывают новые возможности для формирования сложных наносистем и молекулярных устройств. На сегодняшний день существует большое количество синтетических макроциклических платформ для создания супрамолекулярных рецепторов. Особое внимание исследователей в последние несколько лет приковано к циклическим олигомерам паразамещенных аренов – пиллараренам. Структуры последних представляют собой производные парациклофана, состоящие из 1,4-диалкоксибензолов, связанных метиленовыми мостиками в положениях 2 и 5. Из-за их уникальной высокосимметричной структуры пилларарены являются перспективными прекурсорами для создания различных супрамолекулярных систем с заданными свойствами. Селективная функционализация пиллараренов может быть использована для создания новых супрамолекулярных полимеров с уникальными химическими и механическими свойствами, которые не могут быть получены с использованием других макроциклических хозяев.

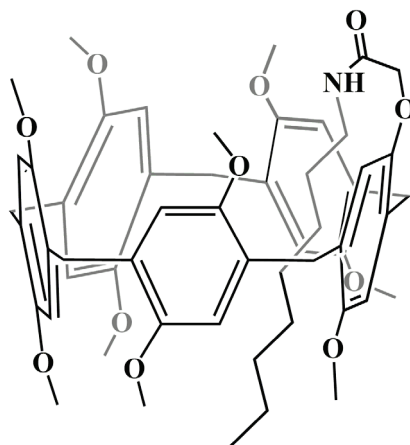


Рисунок 1. Монозамещенный пиллар[5]арен, содержащий октиламидный фрагмент

В рамках проведенной работы был получен ряд новых монофункционализированных пиллар[5]аренов, содержащих амидные фрагменты, а также показана их супрамолекулярная самосборка. Структура синтезированных производных была доказана комплексом физических методов: ЯМР <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C, ИК-спектроскопией и масс-спектрометрией

## НОВЫЕ НЕСИММЕТРИЧНЫЕ АМФИФИЛЬНЫЕ МАКРОЦИКЛЫ НА ОСНОВЕ П-ТРЕТ-БУТИЛТИАКАЛИКС[4]АРЕНА, СОДЕРЖАЩИЕ РЕЦЕПТОРНЫЕ И ФОТОПОЛИМЕРИЗУЕМЫЕ ДИАЦЕТИЛЕНОВЫЕ ФРАГМЕНТЫ<sup>2</sup>

*Григорьев И.А.*

*Научные руководители – канд. хим. наук Бурилов В.А., аспирант Валяхметова А.М.*

Тиакаликс[4]арены, ароматические кольца которых соединены между собой через C-S-C связи, являются активно исследуемыми синтетическими молекулярными рецепторами супрамолекулярной химии [Gutsche, 1998. P. 235]. Возможность селективной модификации нижнего обода макроцикла, а также универсальные свойства комплексообразования позволяют применять тиакаликс[4]арены

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 18-33-00276 мол\_а).

<sup>2</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ № 14-13-01151.



в качестве молекулярных платформ для создания сенсорных устройств, которые меняют свою окраску/флуоресценцию при связывании с аналитом [Piriya, 2017. V. 78. P. 1231–1245]. В качестве сигнального модуля большое внимание привлекают полидиациетилены – конъюгированные полимеры с уникальными оптическими свойствами [Yadav, 2017. V. 182. Is. 11. P. 142–154]. Образование  $\pi$ -сопряженной полимерной цепи полидиациетиленов основано на фотополимеризации диациетиленовых мономеров при длине волны 254 нм по механизму 1,4-присоединения. Полученная таким образом синяя форма полидиациетиленов способна претерпевать хроматический переход в красную форму под действием раздражителей, например температуры, pH и механического воздействия. Сенсоры на основе конъюгированных полимеров с макроциклами, обладающими несколькими центрами связывания, способны многократно усиливать сигнал в ответ на внешние раздражители. Так, селективная модификация тиалаликс[4]аренов рецепторными и диациетиленовыми группами позволяет создавать пространственно предорганизованные фотополимеризуемые амфифильные молекулы.

В данной работе осуществлен дизайн и синтез производных тиалаликс[4]арена в стереоизомерной форме *1,3-альтернат*, содержащих три полярные рецепторные группы и один фрагмент 10,12-пентакозадиеновой кислоты (рис. 1). Амфифильный тиалаликс[4]арен с сульфонатными группами был использован в сополимеризации с *N*-(2-гидроксиэтил)пентакоза-10,12-диинамидом с получением полидиациетиленовых частиц. Изучены агрегационные свойства ПДА-частиц, их способность к фотополимеризации, а также исследовано влияние pH среды.

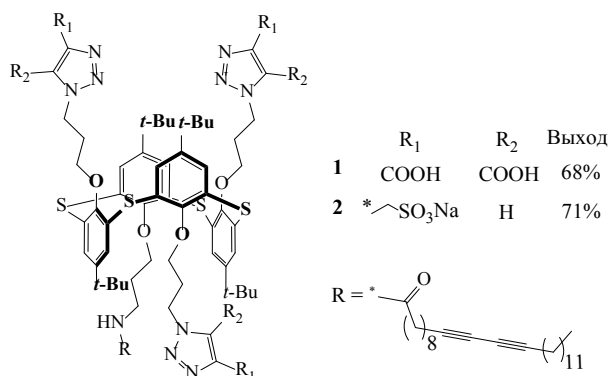


Рисунок 1. Амфифильные производные тиалаликс[4]арена, содержащие три рецепторные группы и один фотополимеризуемый фрагмент

## ТЕРМОДИНАМИКА ОБРАЗОВАНИЯ, СПЕКТРАЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И СТРУКТУРА ГОМО- И ГЕТЕРОЛИГАНДНЫХ КОМПЛЕКСОВ В СИСТЕМАХ МЕДЬ(II) – 1,10-ФЕНАНТРОЛИН – АМИНОКИСЛОТЫ

Ермолаев А.В.

Научные руководители – главный инженер проекта Гилязетдинов Э.М.; канд. хим. наук, доцент Штырлин В.Г.

Одной из крупнейших проблем современности является борьба с онкологическими заболеваниями. Перспективными противоопухолевыми лекарственными средствами представляются металлокомплексы. Среди них в последние десятилетия наиболее широко применялись комплексы платины, включая цисплатин и его аналоги. Однако недостаточная эффективность и высокая токсичность этих соединений заставляют искать противораковые средства среди комплексов малотоксичных биометаллов, из которых в последние годы наибольшее внимание исследователей привлекают координационные соединения меди(II), отличающиеся толерантностью, сравнительно низкой токсичностью, легкой усвояемостью и обладающие системным воздействием на организм. В последнее время стремительно растет число публикаций, посвященных противоопухолевой активности гетеролигандных комплексов меди(II). Самыми известными из них являются комплексы семейства Casiopeínas® (Cas), в состав которых входят 1,10-фенантролин и его производные. Среди них комплекс Cas II-gly {нитрат аква-4,7-диметил-1,10-фенантролин-глицинато-меди(II)} проходит клинические испытания. Однако развитие этой области сдерживает слабое понимание молекулярных основ механизмов биологическо-

го действия комплексов меди(II). В этом плане жизненно необходимы детальные исследования структуры и устойчивости потенциальных противоопухолевых гетеролигандных комплексов меди(II) в растворах.

В данной работе методами рН-потенциометрии и спектрофотометрии определены термодинамические параметры равновесий образования и спектральные характеристики гетеролигандных комплексов в тройных системах медь (II) – 1,10-фенантролин (Phen) – *L*-аминокислота (гистидин, HisH; глутаминовая кислота, GluH<sub>2</sub>; лизин, LysH; аргинин, ArgH) на фоне 0.15 М хлорида натрия при 25.0 °С.

Термодинамические параметры равновесий для бинарных систем медь(II) – аминокислота заимствованы из предыдущих работ НИЛ КС и использованы для расчета констант образования гетеролигандных комплексов. Путем обработки данных рН-потенциометрических и спектрофотометрических титрований в системах медь(II) – 1,10-фенантролин и медь(II) – 1,10-фенантролин – *L*-аминокислота по программе STALABS [Krutikov, 2012. Р. 1] получены сведения о термодинамике комплексообразования и спектральных характеристиках комплексных форм.

Данные рН-метрических титрований позволили впервые обнаружить гетеролигандные гидроксо-комплексы, содержащие глутаминовую кислоту и лизин. Выявлены свидетельства экстрастабилизации всех комплексов, что можно объяснить *d*- $\pi$ -взаимодействием с переносом электронной плотности с донорных орбиталей атомов кислорода карбоксигрупп аминокислот через центральный ион на  $\pi$ -акцепторные орбитали 1,10-фенантролина.

Спектральные параметры комплексов дают представления об их строении. В частности, длины волн максимумов поглощения для комплексов Cu(Phen)(ArgH)<sup>2+</sup>, Cu(Phen)(Glu) и Cu(Phen)(LysH)<sup>2+</sup> практически совпадают, что согласуется с экваториальной координацией одной амино- и одной карбоксигруппы каждой из трех данных аминокислот. Сильный длинноволновый сдвиг максимума поглощения для комплекса Cu(Phen)(GluH)<sup>+</sup> указывает на экваториальную координацию двух карбоксигрупп глутаминовой кислоты и отсутствие координации аминогруппы. В то же время небольшой длинноволновый сдвиг максимума поглощения для комплекса Cu(Phen)(HisH)<sup>2+</sup> свидетельствует о координации карбокси-группы и имидазольной группы гистидина (вместо аминогруппы).

Таким образом, в настоящей работе обнаружены существенные различия в структурах изученных гетеролигандных комплексов меди(II) в зависимости от их состава и природы лигандов.

## РЕАКЦИЯ ЕНОВОГО СИНТЕЗА 4-ФЕНИЛ-1,2,4-ТРИАЗОЛИН-3,5-ДИОНА С 2-КАРЕНОМ: ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ, ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ И РАСТВОРИТЕЛЕЙ

*Колесникова А.О.*

*Научные руководители – д-р хим. наук, профессор Киселев В.Д.;  
канд. хим. наук, науч. сотр. Корнилов Д.А.*

Еновая реакция механистически относится к более известному диеновому синтезу. В еновой реакции два электрона аллильной С-Н связи заменяют два  $\pi$ -электрона диена в реакции Дильса-Альдера. Продукты енового синтеза находят широкое применение в модифицировании растительных масел, производстве компонент улучшения смазочных свойств масел, ингибиторов коррозии, ионогенных ПАВ.

4-Фенил-1,2,4-триазаолин-3,5-дион (1) содержит очень активную N=N связь и легко вступает в еновые реакции с субстратами, содержащими аллильный атом водорода. Широкое использование 1 в органическом синтезе обусловлено его возможностью вовлечения в огромное число легко протекающих количественных и селективных реакций с самыми разнообразными субстратами. Реагент 1 проявляет повышенную активность в реакциях [4+2]-, [2+2]-циклоприсоединения и енового синтеза по сравнению с другими диенофилами, включая наиболее сильный  $\pi$ -акцепторный диенофил, тетрацианоэтилен.

2-карен относится к классу монотерпенов. Его используют в каталитическом синтезе хиральных биологически активных веществ (сульфоксидов).

Было доказано, что 2-карен (2) вступает в еновую реакцию с 1 с образованием аддукта 3 [Adam W., De Lucchi O., Hill K., Chem. Ber., 1982. V. 115. P. 1982–1989]. Однако количественные данные о протекании этих реакций отсутствовали.

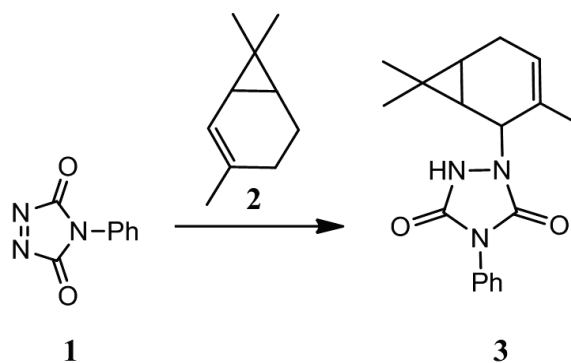


Рисунок 1. Реакция енового синтеза 4-фенил-1,2,4-триазолин-3,5-диона (1) и 2-карена (2) с образованием ациклического аддукта (3)

В данной работе нами были получены данные о влиянии температуры, растворителей и высокого гидростатического давления на скорость реакции енового синтеза 4-фенил-1,2,4-триазолин-3,5-диона (1) с 2-кареном (2). Протекание данной реакции сопровождается большим тепловым эффектом ( $\Delta H_{\text{r-n}} = -158.4 \text{ кДж}\cdot\text{моль}^{-1}$ ,  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ , 1,2-дихлорэтан), что говорит о необратимости данной реакции. Отношение объема активации ( $\Delta V^\ddagger = -29.9 \text{ см}^3\cdot\text{моль}^{-1}$ , толуол) к объему реакции ( $\Delta V_{\text{r-n}} = -24.0 \text{ см}^3\cdot\text{моль}^{-1}$ , толуол), как и для ранее изученных реакций енового синтеза [V.D. Kiselev, D.A. Kornilov, H.A. Kashaeva, L.N. Potapova, A.I. Kononov, J. Phys. Org. Chem., 2014, 27, 401–406], больше единицы, что соответствует более компактному циклическому переходному состоянию по сравнению с ациклическим аддуктом реакции 3. В ряду 9 растворителей скорость реакции 1 + 2 изменяется на два порядка, но не за счет полярности растворителя, что позволяет нам исключить влияние электрострикции и делать вывод о механизме данной реакции.

Нами получены  $^{13}\text{C}$  и  $^1\text{H}$  ЯМР-спектры аддукта 3, которые полностью совпадают с данными ЯМР, опубликованными в работе [W. Adam, O. De Lucchi, K. Hill, Chem. Ber., 1982. V. 115. P. 1982–1989].

## ПОЛЯРНОСТЬ И СТРОЕНИЕ ТРИС(3-МЕТИЛФЕНИЛ)ФОСФИНА И ЕГО ХАЛЬКОГЕНИДОВ

*Кузнецова А.А.*

*Научные руководители – д-р хим. наук, профессор Верещагина Я.А.; аспирант Исмагилова Р.Р.*

Замещенные фосфины, как многие фосфорорганические соединения, нашли широкое применение в качестве лигандов металлоорганических комплексов, обладающих биологической активностью [Khan, Applied Organometallic Chemistry, 2016. Vol. 30. P. 392–398.], каталитическими свойствами [Li, Scientific Reports, 2017. Vol. 7 (1). P. 13058.] и используемых при производстве органических диодов для дисплеев [Bappler, Physical Chemistry Chemical Physics 2017. Vol. 19. P. 29438–29448.]. Получение знаний о полярности и строении молекул является важной задачей химии.

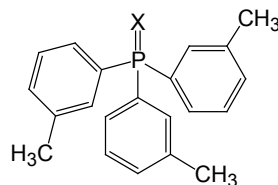


Рисунок 1. Обобщенная структурная формула исследуемых соединений, где X = NЭП 1, O 2, S 3, Se 4.

Для определения полярности и изучения строения трис(3-метилфенил)фосфина и его халькогенидов был выбран комплекс квантово-химических и физических методов исследования, включающий квантово-химические расчеты и метод дипольных моментов.

Экспериментальные значения дипольных моментов были определены по второму методу Дебая, основанного на измерении диэлектрической проницаемости разбавленных растворов полярных веществ в неполярном растворителе. В качестве растворителя использовался бензол. Диэлектрическая проницаемость растворов была измерена на диэлькометре ВІ-870, а показатели преломления определены с помощью рефрактометра RA-500. Ориентационная поляризация рассчитана из экспериментальных значений диэлектрической проницаемости и показателя преломления по уравнению Гуггенгейма – Смита. Экспериментальные дипольные моменты были вычислены по формуле Дебая. Данные эксперимента представлены в табл. 1.

Таблица 1

Ориентационные поляризации, коэффициенты расчетных уравнений, экспериментальные дипольные моменты соединений 1–4

Соединение	$A$	$\Gamma$	$P_{OP}^3, \text{СМ}^3$	$\mu, \text{Д}$
1	3.363	0.243	178.629	2.94
2	7.433	0.203	436.062	4.50
3	9.757	0.295	599.288	5.35
4	9.386	0.348	620.657	5.48

По методу общей векторно-аддитивной схемы были вычислены дипольные моменты молекул, геометрические параметры которых взяты из результатов квантово-химических расчетов.

Квантово-химические расчеты были осуществлены методом [DFT В3PW91/6-31G(df,p)] и проведен конформационный анализ соединений. Для всех соединений были определены энергетически предпочтительные конформеры, рассчитаны их относительные энергии и теоретические дипольные моменты.

По данным квантово-химических расчетов было найдено четыре энергетически предпочтительных конформера для трис(3-метилфенил)фосфина и трис(3-метилфенил)фосфиноксида, и три конформера для трис(3-метилфенил)фосфинсульфида и трис(3-метилфенил)фосфинселенида. Арильные заместители у атома фосфора располагаются в виде пропеллера и имеют *цис*- и *гош*-ориентацию относительно связи фосфор-халькоген или НЭП. Для всех соединений реализуется конформационное равновесие нескольких форм.

Для трис(3-метилфенил)фосфина и его халькогенидов наблюдается хорошее согласие экспериментальных и теоретических данных. Строение исследованных фосфинов вписывается в общую конформационную картину соединений трех- и четырех-координированного фосфора с арильными заместителями и кратными связями P=O, P=S, P=Se.

## КИНЕТИКА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ МОДЕЛЬНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ В ТВЕРДЫХ ДИСПЕРСИЯХ<sup>1</sup>

*Ланук С.Е.*

*Научные руководители – канд. хим. наук, ст. науч. сотр. Мухаметзанов Т.А.;*

*канд. хим. наук, главный инженер проекта Герасимов А.В.*

Формирование твердых дисперсий является одним из способов увеличения биодоступности плохо растворимых в воде лекарственных препаратов, предназначенных для орального введения. Одним из главных недостатков таких систем является их термодинамическая и кинетическая неустойчивость. Также следует учитывать, что полимерная матрица обладает собственным профилем растворения и определенной токсичностью, поэтому необходимо минимизировать ее количество в составе твердой дисперсии.

Целью настоящей работы стало получение стабильных аморфных твердых дисперсий лекарственных препаратов с минимальным содержанием полимера. Основными задачами, решаемыми в ходе данного исследования, стали: изучение влияния количества полимера в составе твердых дисперсий на процесс кристаллизации модельного лекарственного препарата; определение кинетических парамет-

<sup>1</sup> Работа выполнена в рамках гранта Министерства образования и науки РФ № 14.Y26.31.0019.

ров кристаллизации модельного лекарственного препарата; исследование влияния молекулярной массы полимера на кинетические параметры кристаллизации модельного лекарственного препарата.

Использование сверхбыстрого охлаждения позволяет зафиксировать аморфное состояние соединений, которое не может быть получено в обычных условиях. Полученные системы содержат лекарство в аморфном состоянии, но их стабильность во времени невысока. Чтобы оценить стабильность таких систем, необходимо знать кинетические параметры процесса кристаллизации лекарства в составе твердых дисперсий.

В настоящее время кинетическую стабильность твердых дисперсий в основном изучают с помощью методов дифференциальной сканирующей калориметрии и рентгеновской порошковой дифрактометрии, определяя наличие кристаллической фазы через определенные промежутки времени. Применение термокинетических подходов по изучению кинетики реакций (как безмодельных, так и модельных методов) к процессам кристаллизации аморфных соединений встречается в литературе редко, вместе с тем использование таких подходов может значительно сократить время, необходимое для определения стабильности аморфной лекарственной формы.

В качестве объектов исследования в настоящей работе были взяты модельный гидрофобный лекарственный препарат – фенацетин, а в качестве полимерного стабилизатора – поливинилпирролидон различной молекулярной массы: 3 500 г/моль, 58 000 г/моль, 360 000 г/моль, 1 300 000 г/моль. Измерения проводили на дифференциальном сканирующем калориметре DSC 204 F1 Phoenix (Netzsch, Германия), рентгеновском порошковом дифрактометре MiniFlex 600 (Rigaku, Япония), сверхбыстром сканирующем калориметре FlashDSC1 (MettlerToledo, Швейцария).

Для оценки стабильности аморфного состояния фенацетина в составе твердой дисперсии был произведен расчет кажущейся энергии активации и предэкспоненциального множителя процесса его холодной кристаллизации как с помощью изоконверсионных, так и с использованием модельнообусловленных методов. С этой целью были получены кривые сверхбыстрого нагрева с разными скоростями (1000–500 К/с) образца твердой дисперсии фенацетина с поливинилпирролидонами различной молекулярной массы, содержащей аморфную компоненту, зафиксированную предварительным охлаждением со скоростью 5 000 К/с.

Было установлено, что кинетические параметры процесса кристаллизации модельного лекарственного препарата не зависят от молекулярной массы полимерной матрицы, а определяются содержанием последней. Предложенные подходы могут найти свое применение при оценке кинетической стабильности фармацевтических аморфных систем, склонных к кристаллизации.

## **ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СЕНСОРЫ НА ОСНОВЕ ГИБРИДНЫХ ПОКРЫТИЙ ПОЛИ(НЕЙТРАЛЬНЫЙ КРАСНЫЙ)-ДНК**

*Максимова М.С.*

*Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент Порфирьева А.В.*

В работе рассмотрены новые подходы к созданию сенсоров на основе новых гибридных материалов. Такие материалы, полученные за счет химического взаимодействия различных органических и неорганических составляющих, зачастую обладают новыми свойствами, не присущими отдельным компонентам. Модификация поверхности сенсора позволяет разделять сигналы соединений с близкими потенциалами переноса электрона, подавлять адсорбцию мешающих компонентов, повышать сигнал за счет явления электрокатализа, а также улучшать другие характеристики, такие как устойчивость сигнала в изменяющихся условиях его измерения, время жизни сенсора, метрологические и иные характеристики.

Нами разработаны новые подходы к созданию и получению гибридных покрытий поли(Нейтральный красный)-ДНК в потенциодинамическом режиме электролиза путем многократного сканирования потенциала в водном растворе мономера в присутствии нативной ДНК из молок рыбы. Потенциодинамический режим позволяет получать более тонкие и однородные биосовместимые пленки по сравнению с капельным методом нанесения полимеров из органических растворителей.

Были изучены электрохимические характеристики определения фенотиозиновых красителей (метиленовый синий, метиленовый зеленый, тионин и Азур Б) на немодифицированных стеклоуглеродных электродах и электродах, модифицированных гибридным покрытием поли(Нейтральный красный)-ДНК. Показано влияние включения ДНК в состав полимерного покрытия поли(Нейтрального красного) на электрохимические характеристики окисления-восстановления фенотиозиновых красителей.

Сигналы на метиленовый синий и тионин при модификации электрода менялись незначительно, в случае метиленового зеленого наблюдалось сужение области определяемых концентраций при увеличении наклона зависимости. Сигнал Азура Б при модификации электрода гибридным покрытием увеличивался по абсолютной величине и позволял проводить определение до 1 пМ аналита. Это может быть связано со специфическим накоплением красителя на модифицирующем покрытии. Азур Б и нейтральный красный обладают структурным подобием, что может приводить к специфической адсорбции аналита на полимерной пленке, подобно тому, как это происходит на полимерах с «молекулярными отпечатками». Дополнительно к специфическому распознаванию происходит адсорбция положительно заряженных молекул азура Б на отрицательно заряженных молекулах ДНК. При этом потенциал окисления азура Б на гибридном покрытии смещается в катодную область, что тоже говорит об облегчении процесса окисления деполаризатора.

Показана возможность использования азура Б как зонда при определении концентрации ДНК в растворе для полимеризации в диапазоне 0.05 – 0.75 мг/мл.

## ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ ПИРОЛИЗА КЕРОГЕНА ДОМАНИКОВОЙ СВИТЫ

*Николаев И.А.*

*Научный руководитель – канд. хим. наук, ст. науч. сотр. Галухин А.В.*

Жидкие углеводороды являются основным источником энергии и органического сырья для нашей цивилизации. Однако сокращение легкодобываемых нефтяных запасов мотивирует к поиску альтернативных источников углеводородов. Примером альтернативных источников являются керогенсодержащие горючие сланцы Волго-Вятского бассейна (доманиковая свита). Значительную часть органического вещества составляет кероген, представляющий собой органический геополимер. Чаще всего керогенсодержащие горючие сланцы залегают на глубине от одного километра и глубже. Для вовлечения в разработку этих залежей необходимо высокотемпературное воздействие на пласт (пиролиз), в ходе которого происходит трансформация органического вещества в нефть. Важной частью исследований, направленных на разработку технологий генерации синтетической нефти из горючих сланцев, является изучение реакционной способности органического вещества для поиска кинетической модели процесса.

Поскольку кероген распределен в порах минеральной матрицы сланца, необходимы предварительные процедуры его выделения, включающие в себя дробление и фракционирование сланца, экстракцию хлороформом для удаления битумоидов, обработку соляной и плавиковой кислотами для удаления карбонатов и силикатов. Финальной стадией очистки является количественное удаление сульфидных минералов. Эффективной очистки удалось добиться с помощью хлорида хрома (II) [Acholla, Energy & Fuels, 1993. V. 7. P. 406–410]. В ходе наших предыдущих исследований [Galuhin, Energy & Fuels, 2017. V. 37. P. 6777–6781] было показано, что в ходе данной процедуры органическое вещество не претерпевает существенных изменений. Степень очистки контролировалась с помощью порошковой дифрактометрии и энергодисперсионного анализа.

Скорость реакции термического разложения представляется функцией температуры и степени превращения:

$$\frac{d\alpha}{dt} = A \times \exp\left(-\frac{E_{\alpha}}{RT}\right) \times f(\alpha) \quad (1),$$

где  $\alpha$  – степень превращения,  $t$  – время,  $A$  – предэкспоненциальный множитель,  $E_{\alpha}$  – эффективная энергия активации,  $f(\alpha)$  – модель реакции.

Для расчета кинетических параметров использовались данные термогравиметрии, записанные при четырех скоростях нагрева (5, 10, 15, 20 К/мин). Значения эффективной энергии активации пиролиза керогена доманиковой свиты были рассчитаны с помощью методов неизотермического кинетического анализа, развитых в рамках изоконверсионного подхода. Модель реакции определена с помощью построения функции  $y(\alpha)$  [Malek, Thermochimica Acta, 1992. V. 200. P. 257–269]. Предэкспоненциальный множитель был найден при подстановке среднего значения эффективной энергии активации в компенсационную прямую [Sbirazuolli, Thermochimica Acta, 2013. V. 564. P. 59–69]. Определенный кинетический триплет был представлен в виде кинетической модели:

$$\frac{d\alpha}{dt} = (5.23 \times 10^{15}) \times e^{-\frac{224000}{8.314 \times T}} \times 0.6(1 - \alpha)[- \ln(1 - \alpha)]^{-\frac{2}{3}} \quad (2)$$

Для верификации данной модели был проведен изотермический эксперимент. Сравнение экспериментальной зависимости степени превращения от времени с рассчитанной по найденной модели зависимостью показало, что найденная кинетическая модель описывает эксперимент с высокой точностью ( $R^2 = 0.993$ ).

## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИОНОВ ЖЕЛЕЗА(III) С ОКСИДОМ ГРАФЕНА В ВОДНЫХ РАСТВОРАХ<sup>1</sup>

*Саранова О.С.*

*Научный руководитель – аспирант Шайымова Ю.Р.*

Химия наноматериалов является в настоящее время одним из приоритетных направлений исследования. В связи с этим представляют интерес наноматериалы на основе оксида графена (GO). Он обладает уникальным сочетанием особенностей структуры, доступностью синтеза и исключительными физическими и химическими свойствами, что определяет богатство возможностей для его применения. Так, материалы на основе оксида графена нашли применение в химической сепарации ионов металлов, включая очистку вод от радионуклидов, в создании сверхчувствительных биосенсоров и т. д.

В литературе встречаются данные о возможности использования композиций на основе комплексов оксида графена с ионами гадолиния(III) в качестве моделей контрастных агентов (КА) для МРТ. Однако одним из недостатков таких систем является высокая склонность к агрегации. Известно, что для повышения растворимости и предотвращения агрегации дисперсий используются неионные ПАВ или полимеры. В то же время, если в процессе участвуют ионы металлов, то добавки ПАВ могут влиять на состояние комплексов и их свойства. Может наблюдаться как кажущийся рост устойчивости металлокомплексов, так и их разрушение. В отличие от мицелл ПАВ, водорастворимые полимеры формируют в растворах более жесткие структуры, которые также могут связывать как ионы металлов, так и металлокомплексы. В данной работе подход с использованием ПАВ и полимера был применен на примере дисперсий оксида графена в присутствии ионов железа(III).

В качестве объектов исследования были выбраны железо(III), оксид графена и водные растворы ПАВ и полимера. В качестве ПАВ использовали мицеллообразующие неионные поверхностно-активные вещества Brij-35 и Triton X-100, представленные на слайде. Кроме того, использовали неионный полимер – N-поливинилпирролидон. Парамагнетизм ионов железа(III) позволил использовать их в качестве ЯМР-релаксационных зондов. Ранее ЯМР-парамагнитное зондирование успешно применялось для обнаружения взаимодействия ионов железа с такими крупными объектами, как мицеллы, полимеры и наночастицы. В данной работе мы проверили его работоспособность в отношении больших по размеру молекул оксида графена.

На первом этапе были подобраны оптимальные режимы получения устойчивых водных дисперсий растворов оксида графена с Fe(III). Растворы оксида графена имеют окраску, зависящую от pH среды. Железо(III) легко гидролизует при  $\text{pH} > 1.8$ , поэтому спад релаксивности в растворах его солей наблюдается уже в кислой среде. Было установлено, что при повышенном содержании GO ( $> 0.1$  масс. %) наблюдаются значительный резкий подъем релаксивности начиная с сильноокислой среды и прохождение через максимум при  $\text{pH} 6-7$  со спадом в щелочных растворах. Рост релаксивности в сильноокислой среде вызван связыванием ионов металла с сульфогруппами, имеющимися в составе GO в небольшом количестве в результате синтеза, а также с карбоксильными группами. Некоторое снижение релаксивности в щелочной области может быть вызвано частичным замещением в первой сфере Fe(III) атомов кислорода карбоксильных групп GO на гидроксильные. При большом содержании GO возможно образование комплексов типа «сэндвича». Это сильно тормозит вращательное движение ионов, что и приводит к высоким значениям релаксационной эффективности их растворов.

Было установлено, что в присутствии неионных ПАВ имеет место небольшой рост релаксивности и только в сильноокислой области pH, где связывание катионов обеспечивается в основном сульфогруппами оксида графена. Это может быть связано с образованием смешанных мицелл ПАВ-GO с участием ионов железа, что приводит к росту релаксивности. С ростом pH катионы связы-

<sup>1</sup> Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант 16-13-10291).

ваются с карбоксильными группами в составе сэндвичевых структур, и эффект смешанного мицеллообразования исчезает. Аналогичная картина с ростом релаксивности в кислой среде наблюдается и в случае добавки неионного полимера PVP, где также возможно образование смешанного агрегата железо(III)-ГО-полимер в сильноокислых растворах.

## СИНТЕЗ ПОЛИМАКРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ НА ПЛАТФОРМЕ ПИЛЛАР[5]АРЕНА И *n*-ТРЕТ-БУТИЛТИАКАЛИКС[4]АРЕНА: НОВЫЕ ТЕМПЛАТЫ ДЛЯ СИНТЕЗА НАНОЧАСТИЦ ПОИАНИЛИНА<sup>1</sup>

Севастьянов Д.А.

Научные руководители – канд. хим. наук, старший преподаватель Шурник Д.Н.;  
д-р хим. наук, профессор Стойков И.И.

На сегодняшний день синтез наноразмерных гибридных структур представляет большой интерес. Получение комбинированных макромолекул на основе различных макроциклических платформ приведет к объединению их физико-химических свойств, что позволит создать новые катализаторы на их основе. Монофункционализированные пиллар[*n*]арены являются удобными строительными блоками для получения макромолекул, содержащих более одного фрагмента пиллар[*n*]арена. Ранее были получены димеры, тримеры и тетрамеры пиллар[5]арена на платформе различных молекулярных узлов, таких как циклодекстрин, тетра(*n*-гидроксифенил)этилен и т. д.

Целью данной работы является получение мультициклофановых структур на основе пиллар[5]арена и *n*-трет-бутилтиакаликс[4]арена, изучение их способности к супрамолекулярному содействию синтеза полианилина.

В качестве исходных соединений по литературной методике был синтезирован моногидроксипиллар[5]арен, на основе которого была получена серия монозамещенных макроциклических производных, содержащих бромацетамидную и первичную аминогруппу. Далее были изучены реакции полученных соединений с хлорангидридами тетракарбоновых кислот на основе *n*-трет-бутилтиакаликс[4]арена, а также производными *n*-трет-бутилтиакаликс[4]арена, содержащими вторичную амидную и третичную аминогруппы, в конфигурациях *конус* и *1,3-альтернат*.

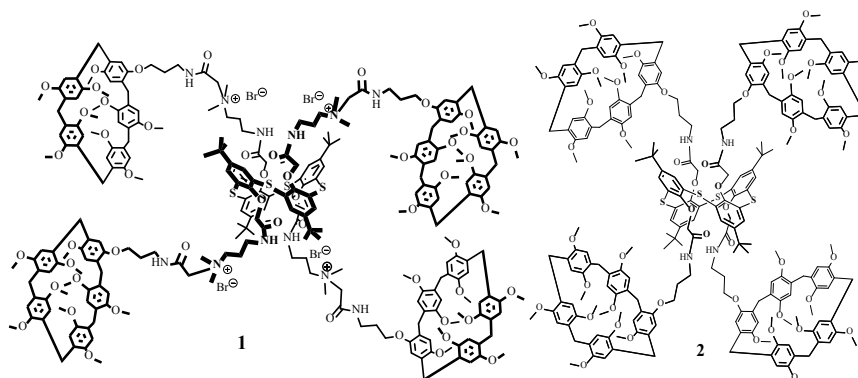


Рисунок 1. Мультициклофаны **1** и **2**

Таким образом, были синтезированы мультициклофаны **1** и **2** на основе пиллар[5]арена и *n*-трет-бутилтиакаликс[4]арена. С целью оценки влияния синтезированных макроциклов на процесс образования эмиральдина была изучена комплексобразующая способность соединения **2** по отношению к соли анилина и *n*-толуолсульфоновой кислоты. Была изучена окислительная полимеризация анилина в присутствии *n*-толуолсульфокислоты как допирующего агента и каталитических количеств мультициклофана **2**. В соответствии с данными МАЛДИ масс-спектрометрии для полученных дисперсий эмиральдина добавление в реакционную смесь мультициклофанов **1** и **2** позволило увеличить среднюю молекулярную массу полианилина.

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (№ 15-03-02877 А, 18-33-01095 мол\_а, 18-03-00315 А).



Структура полученных макроциклов подтверждена комплексом физических методов (ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ , ИК-спектроскопией, масс-спектрометрией, двумерной ЯМР  $^1\text{H}$ - $^1\text{H}$  NOESY спектроскопией, а состав подтвержден данными элементного анализа).

## ТЕРМОДИНАМИКА ОБРАЗОВАНИЯ И СТРУКТУРА КОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ МЕДИ(II) С ГИДРАЗИДОМ САЛИЦИЛОВОЙ КИСЛОТЫ

*Трошанин Н.В.*

*Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент Бычкова Т.И.*

Исследование процессов комплексообразования меди(II) с гидразидом салициловой (*орто*-оксибензойной) кислоты выполнено спектрофотометрическим методом в водной среде на фоне 0.1 М нитрата калия при 25.0 °С, соотношения металл/лиганд были заданы равными 1:2 и 1:3. В специальном эксперименте, нацеленном на выявление биядерных комплексных форм, методом сдвига равновесий изучена серия с постоянной концентрацией гидразида салициловой кислоты и меняющейся концентрацией меди(II) вплоть до четырехкратного избытка. Моделирование параметров равновесий в растворах осуществлено по программе CPRESSP.

В растворах обнаружены следующие комплексные соединения:  $\text{Cu}(\text{LH}_2)^{2+}$ ,  $\text{Cu}(\text{LH}_2)_2^{2+}$ ,  $\text{Cu}(\text{LH}_2)_3^{2+}$ ,  $\text{Cu}(\text{LH})^+$ ,  $\text{Cu}(\text{LH}_2)(\text{LH})^+$ ,  $\text{Cu}(\text{LH})_2$ ,  $\text{Cu}_2\text{L}_2$  ( $\text{LH}_2 = o\text{-HO-C}_6\text{H}_4\text{CONHNH}_2$ ,  $\text{LH}^- = o\text{-O}^-\text{-C}_6\text{H}_4\text{CONHNH}_2$ ,  $\text{L}^{2-} = o\text{-O}^-\text{-C}_6\text{H}_4\text{CONNH}_2$ ). Логарифм отношения ступенчатых констант устойчивости *моно*- и *бис*-комплексов с нейтральной формой гидразида (1.06) близок к статистически ожидаемой величине для меди(II) при бидентатной координации лигандов ( $\lg(K_1/K_2)_{\text{стат.}} = 1.2$ ). Немного заниженное значение  $\lg(K_1/K_2)$  в случае комплекса, содержащего анионную форму лиганда (0.81), указывает на эффект его стабилизации. Отношение ступенчатых констант  $\lg(K_2/K_3)$  для *трис*-комплекса очень мало (0.41), что выявляет специфическое межлигандное взаимодействие во внутренней координационной сфере, благоприятствующее вхождению третьей молекулы гидразида (обычно для *3d*-металлов  $\lg(K_2/K_3)_{\text{стат.}} > \lg(K_1/K_2)_{\text{стат.}}$ ). Комплекс  $\text{Cu}(\text{LH}_2)(\text{LH})^+$  характеризуется статистической устойчивостью, показателем этого служит величина  $\Delta\lg K$ , равная  $-1.07$  ( $\Delta\lg K_{\text{стат.}} \approx -0.9$ ). Стабильность биядерного комплекса  $\text{Cu}_2\text{L}_2$  высока ( $\lg\beta = 38.25$ ); лиганды в его составе, вероятно, выполняют тридентатную функцию. То, что молекула гидразида действительно может быть одновременно связана с одним ионом меди(II) через аминогруппу и кислород карбонильной группы, а с другим – через фенолятный кислород, находит подтверждение в результатах оптимизации по программе GAUSSIAN 09 координационного узла  $\text{Cu}_2\text{L}_2$  в рамках теории функционала плотности (DFT) с использованием функционала RB3LYP и базисного набора 6-31G(d,p) с учетом эффекта растворителя в модели PCM, а также комплекса  $\text{Cu}_2\text{L}_2(\text{H}_2\text{O})_4$  с использованием функционала PBE и базисного набора 6-311++G(d,p) в вакууме.

Методом ИК-спектроскопии в твердой фазе изучены некоторые образцы комплексных соединений меди(II) с гидразидом салициловой кислоты. *Образец 1*, представляющий собой кристаллические агрегаты зеленого цвета, выделен из водного раствора, содержащего медь(II) и салицилгидразид в соотношении металл/лиганд 1:1. *Образец 2* (синий порошок) получен механохимическим методом – растиранием в агатовой ступке тригидрата нитрата меди(II) с двукратным избытком салицилгидразида; *образец 3* (красновато-коричневые чешуйки) – растиранием тех же веществ с гидроксидом калия (соотношение реагентов 1:2:4). На основании сравнения спектров образцов комплексных соединений между собой и со спектром некоординированного гидразида по важнейшим характеристическим частотам (полосы  $\nu(\text{OH})+\nu(\text{H}_2\text{O})$ ,  $\nu(\text{NH}_2)+\nu(\text{NH})$ ,  $\delta(\text{NH}_2)$ ,  $\nu(\text{C}=\text{N})$ , амид-I, амид-II) сделан вывод о том, что в комплексах *1* (состав 1:1) и *2* (состав 1:2) молекулы гидразида салициловой кислоты, находящиеся в амидной форме, координированы к иону меди(II) хелатно: каждая посредством кислорода карбонильной группы и азота аминогруппы, причем тип связывания не меняется при переходе от *моно*-комплекса к *бис*-комплексу, в противном случае спектры образцов различались бы существенно. В комплексе *3* реализуется альтернативный способ координации гидразида – вероятнее всего, молекулы лиганда находятся в имидной таутомерной форме и связаны с медью(II) ковалентной связью через азот группы  $\text{NH}_2$  и ионной связью через группу  $\text{C}-\text{O}^-$  гидразидного фрагмента. Немаловажный в практическом отношении вывод касается применимости «сухого» метода синтеза комплексов меди(II) с амидной и имидной формами гидразида, особенно удобного в условиях, когда растворенные в воде реагенты способны вступать в окислительно-восстановительные реакции или гидролизироваться.

## КИНЕТИКА РЕАКЦИЙ ЗАМЕЩЕНИЯ ЛИГАНДОВ И РЕДОКС-ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМАХ МЕДЬ(II) – АМИНОКИСЛОТЫ – ГЛУТАТИОН

*Уразаева К.В.*

*Научные руководители – ведущий инженер Серов Н.Ю.;  
канд. хим. наук, доцент Штырлин В.Г.*

Для понимания таких биохимических процессов, как функционирование ферментов и транспорт металлов в живых организмах, необходимы знания о кинетике и механизмах реакций замещения и окисления-восстановления в растворах комплексов металлов с аминокислотами и олигопептидами. Наиболее распространенным внутриклеточным небелковым тиолом является восстановленный глутатион ( $\gamma$ -глутамил-цистеинил-глицин, GSH<sub>2</sub>), который участвует в активном транспорте аминокислот, работе ферментов, комплексообразовании с микроэлементами, а также регулирует функционирование редокс-пары Cu(II)-Cu(I). Кроме того, глутатион защищает клетки от токсичных свободных радикалов, участвует в детоксикации ксенобиотиков и тяжелых металлов. Важным биометаллом является медь, соединения которой участвуют во многих окислительно-восстановительных процессах, происходящих в живых организмах. При взаимодействии соединений меди(II) с восстановленным глутатионом происходит окисление последнего и образование меди(I) [Prütz, 1994. P. 373], [Gorren, 1996. P. 219], однако механизмы таких процессов остаются малоизученными.

В настоящей работе методом остановленной струи с привлечением квантовой химии и математического моделирования исследованы кинетика и механизмы реакций замещения лигандов и редокс-процессов в системах медь(II) – *L*-аминокислота (гистидин, глутаминовая кислота, лизин, аргинин) – глутатион при 25 °C на фоне 0.15 М NaCl.

Для обработки и интерпретации данных кинетических экспериментов необходимы сведения о термодинамике комплексообразования и спектральных характеристиках комплексных форм меди(II) с аминокислотами, которые были получены с помощью рН-потенциометрических и спектрофотометрических титрований бинарных систем медь(II) – *L*-аминокислота. Данные экспериментов были обработаны с использованием математического моделирования по программе STALABS [Shtyrlin, 2018. P. 135]. Определены константы протонирования аминокислот, составы и константы образования комплексных форм, а также их индивидуальные спектры поглощения.

Исследование кинетики реакций взаимодействия аминокислотных комплексов меди(II) с восстановленным глутатионом методом остановленной струи показало, что в условиях избыточной концентрации глутатиона кинетические зависимости описываются уравнениями, характерными для кинетики второго порядка. Конечными продуктами реакции являются полиядерные комплексы меди(I). С увеличением рН наблюдается возрастание скорости редокс-процесса, а также увеличение доли формы GSH<sup>2-</sup>. Зависимости наблюдаемой константы скорости реакции от концентрации данной формы являются линейными. Для объяснения наблюдаемых процессов была предложена схема превращений, состоящая из двух стадий. На первой стадии реализуется замещение аминокислотных остатков на восстановленный глутатион. На второй стадии происходит восстановление меди(II) до меди(I) и образование окисленного глутатиона, причем для этого требуется участие двух комплексных частиц, что объясняет второй порядок наблюдаемой константы скорости. Кроме того, на этой стадии необходимо участие молекулы восстановленного глутатиона, который связывает образующуюся медь(I) в биядерный комплекс. Константы скорости реакций восстановления меди(II) при регистрации на длинах волн 400 и 600 нм очень близки. Следует отметить, что во всех изученных системах медь(II) – *L*-аминокислота – глутатион кинетика процессов практически одинакова, что говорит о незначительной роли аминокислоты в исследованных редокс-превращениях.

Предложенный механизм процессов с участием аминокислотных комплексов меди(II) и восстановленного глутатиона заслуживает дальнейших экспериментальных и теоретических исследований, в том числе с привлечением квантово-химических расчетов.

## МЕМБРАННАЯ ЭКСТРАКЦИЯ ЛИТИЯ N,N-БИС((ДИГЕКСИЛФОСФОРИЛ)МЕТИЛ)ЭТАН-1,2-ДИАМИНОМ

*Уразгалиева А.А.*

*Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент Гарифзянов А.Р.*

Содержание лития в земной коре составляет 2–10 %. Как известно, в различных гидротермальных водах и других естественных рассолах литий в основном находится совместно с натрием, калием, кальцием, магнием. Мембранная экстракция является одной из современных разновидностей мембранной технологии.

Целью настоящей работы является изучение мембранно-транспортных свойств потенциально тетрадентатного лиганда N,N-бис((дигексилфосфорил)метил)этан-1,2-диамина по отношению к катионам щелочных металлов.

Было изучено влияние кислотности отдающей фазы и концентрация переносчика в мембране, а также влияние концентраций лития и натрия в отдельных растворах.

Установлено, что импрегнированная жидкая мембрана, в которой мембранной фазой является раствор N,N-бис((дигексилфосфорил)метил)этан-1,2-диамин в ДХБ, может быть использована для отделения ионов лития от ионов натрия в присутствии перхлорат иона с коэффициентом селективности до 10.

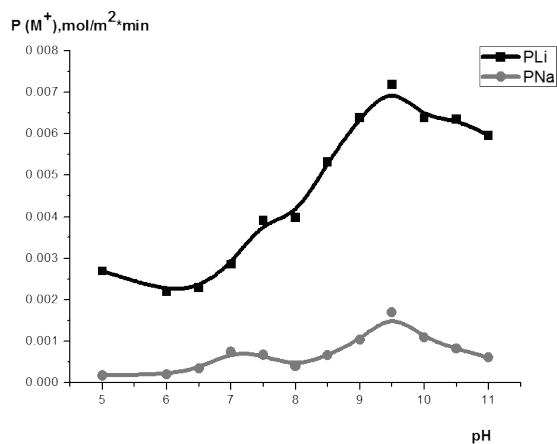


Рисунок 1. Зависимость потоков ионов  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$  от pH.  $\text{pH}_{\text{отд. р-ра}} = 5-11$ ,  $C = 0.1 \text{ M}$

Выявлено, что максимальный поток лития был достигнут при pH отдающего раствора 9.5 и концентрации переносчика 0.175 M.

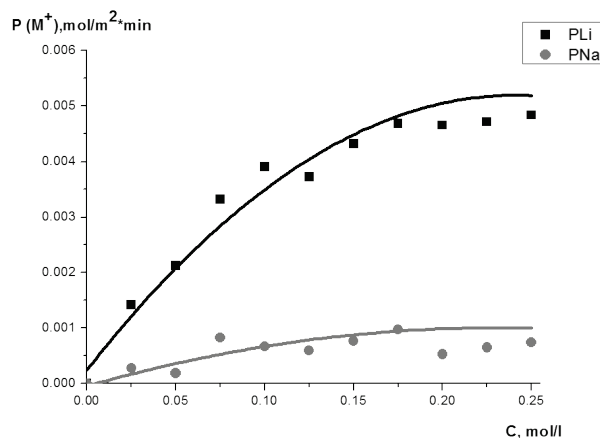


Рисунок 2. Зависимость потоков ионов  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$  от концентрации переносчика, мембранный растворитель – ДХБ, концентрации металлов в отдающем растворе  $C_{\text{Li}^+} = 0.1 \text{ M}$ ,  $C_{\text{Na}^+} = 0.1 \text{ M}$

Установлено, что мембранный транспорт лития протекает с достаточно высокой скоростью в присутствии 20-кратных избытков ионов натрия.

## ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТ-СТАБИЛИЗИРОВАННЫЕ НАНОЧАСТИЦЫ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСА Au(I) С ЦИКЛИЧЕСКИМ ДИФОСФИНЫМ ЛИГАНДОМ В КАЧЕСТВЕ СЕНСОРА НА БИОТИОЛЫ В ВОДНЫХ СРЕДАХ<sup>1</sup>

Файзуллин Б.А.

Научный руководитель – д-р хим. наук, глав. науч. сотр. ИОФХ Мустафина А.Р.

В последнее время комплексы золота (I) представляют особый интерес благодаря своим уникальным фотофизическим характеристикам, что делает их хорошей альтернативой органическим молекулам при разработке наносенсоров.

В качестве объекта исследования данной работы был выбран комплекс, способный ввиду наличия предорганизованной структуры к взаимодействию с малыми по размеру молекулами по типу гость-хозяин, что является основной причиной наблюдаемого *сольватохромизма* в органических растворах [Shamsutdinova, 2016. V. 40. P. 9853–9861].

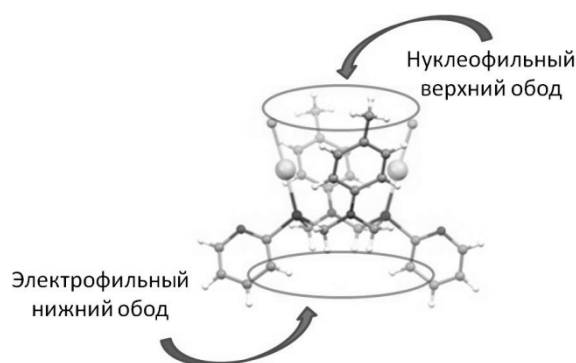


Рисунок 1. Данные РСА монокристаллов  $(\text{AuCl})_2\text{L}$

Высокую склонность ионов золота (I) образовывать комплексы с биомолекулами, в частности с биотиолами, имеющими огромное значение в физиологии человека, можно рассматривать как основу для их флуоресцентного определения.

Стабильность функциональных свойств данного комплекса в водных средах имеет большое значение для его применимости в биоаналитических целях. Однако растворы  $(\text{AuCl})_2\text{L}$  быстро теряют свои люминесцентные свойства вследствие деградации. Таким образом, целью данной работы было получение полиэлектролит-стабилизированных структур с устойчивыми фотофизическими свойствами и изучение их сенсорных свойств.

Для достижения цели была осуществлена простая и универсальная методика переосаждения нерастворимого в воде комплекса в водный раствор полиэлектролита, который стабилизирует образующиеся коллоиды вследствие адсорбции на поверхности нанотемплатов. Эффективность межфазной адсорбции полиэлектролита объясняется способностью комплекса к связыванию катионных фрагментов. Полученные полиэлектролит-стабилизированные коллоиды на основе комплекса  $(\text{AuCl})_2\text{L}$  проявляют люминесцентные и коллоидные свойства, которые остаются неизменными в течение недели, в широком диапазоне pH, в физиологическом растворе и, в отличие от органического раствора комплекса, в присутствии различных субстратов. Кроме того, был обнаружен селективный люминесцентный отклик на L-цистеин и глутатион, в то время как добавление аскорбиновой кислоты, являющейся довольно сильным восстанавливающим агентом, метионина и тиохолина, не приводит к изменению интенсивности люминесценции. Предел обнаружения биотиолов составляет  $1\ \mu\text{M}$ .

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Российского научного фонда № 15-13-30031.

## ГИДРОФОСФОРИЛИРОВАНИЕ АКТИВИРОВАННЫХ АЛКИНОВ В УСЛОВИЯХ КАТАЛИЗА ТРЕТИЧНЫМИ ФОСФИНАМИ<sup>1</sup>

**Фасхутдинов Р.И.**

*Научный руководитель – канд. хим. наук, старший преподаватель кафедры ВМиЭОС Ильин А.В.*

В последние годы третичные фосфины находят все более широкое применение в органическом синтезе в качестве нуклеофильных катализаторов в реакциях непредельных электрофильных соединений. По атомной эффективности, возможности одностадийного получения полезных полифункциональных соединений, доступности исходных реагентов и катализаторов фосфин-катализируемые реакции успешно конкурируют с классическим кислотно-основным и металлокомплексным катализом.

Ранее нашей исследовательской группой было показано, что активированные алкены легко реагируют с диалкилфосфитами в присутствии трибутилфосфина в качестве катализатора. Реакции протекают в мягких условиях с высокими выходами целевых продуктов [Curt. Org. Synthesis. 2016. V. 13. № 1. P. 132–141].

При это провести фосфин-катализируемое гидрофосфорилирование  $\beta$ -замещенных алкенов с помощью диалкилфосфитов и фосфонитов не удавалось. Однако при использовании в качестве гидрофосфорильного соединения дифенилфосфинита были получены продукты присоединения по  $\beta$ -положению активированного алкена.

При проведении гидрофосфорилирования этилового эфира фенилпропиоловой кислоты в присутствии трибутилфосфина в качестве катализатора было отмечено изменение региоселективности с классического сопряженного присоединения по Михаэлю на неклассическое  $\alpha$ -присоединение [Tetrahedron Letters. 2015. V. 56. № 45. P. 6282–6286].

Дифенилфосфинит реагирует несколько иным образом. Независимо от молярного соотношения компонентов реакция протекает с образованием продуктов вицинального бисприсоединения дифенилфосфинита по кратной связи активированного алкина. Таким же образом идет реакция и с *пара*-толилфосфинитом.

Также нами были изучены фосфин-катализируемые реакции гидрофосфорильных соединений с эфирами пропиоловой и тетроловой кислот. В этих реакциях продукты вицинального бисприсоединения образуются не только с фосфинитами, но и с диалкилфосфитами. Вероятнее всего, это связано с высокой реакционной способностью образующегося бис-активированного алкина, обусловленной отсутствием объемного фенильного заместителя в  $\beta$ -положении алкина и наличием двух акцепторных групп при  $C=C$  связи. При этом в этих условиях реакции невозможно было остановить на стадии образования продукта монофосфорилирования.

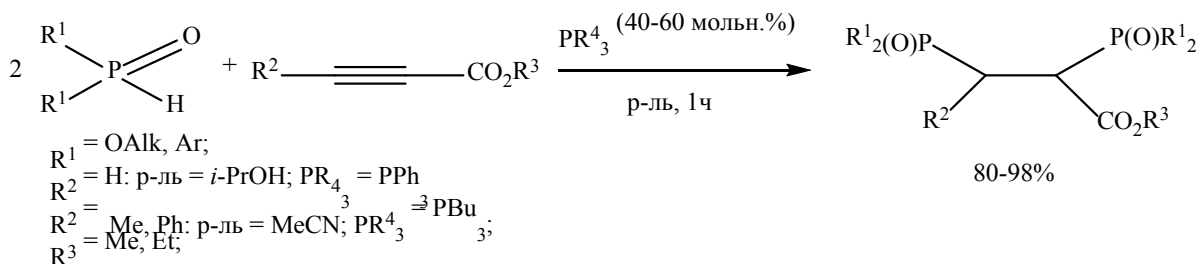


Рисунок 1. Реакция бисгидрофосфорилирования активированных алкинов при катализе реакций третичными фосфинами.

<sup>1</sup> Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-33-00047.

## 4-ХЛОРМЕТИЛ-1,2-ОКСАФОСФОРИНЫ В СИНТЕЗЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ

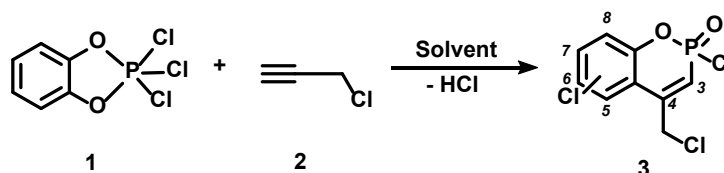
Чугурова А.М.

Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент Немтарев А.В.

Химия природных соединений имеет одну из лидирующих позиций в создании практически значимых соединений, в том числе обладающих биологической активностью [Budzisz, 2004. V. 179. P. 2131]. Одним из современных бурно развивающихся направлений развития химии и биохимии является создание элементопроизводных природных соединений и изучение их поведения в различных метаболических процессах, протекающих в культурах тканей и живых организмах.

В докладе обобщен материал по разработке подходов к функционально-замещенным производным, способным к легкой последующей модификации.

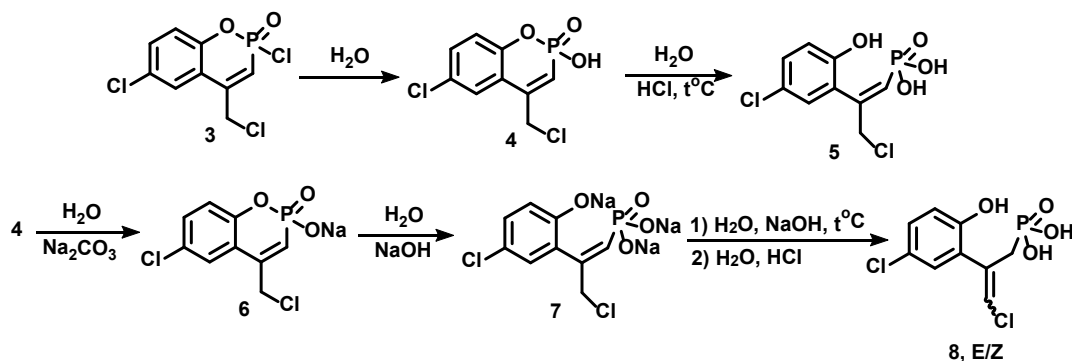
В работе изучено влияние некоторых физико-химических факторов на региохимию реакции 2,2,2-трихлорбензодиоксафосфола с пропаргилхлоридом, такие как концентрация субстратов, температура и природа растворителя. Проанализированы такие свойства растворителя, как диэлектрическая проницаемость, дипольный момент, донорные и акцепторные числа.



Как оказалось, региохимия реакции существенно зависит от условий ее проведения. Преобладающими изомерами по положению хлора в ароматическом фрагменте оксафосфофинов являются 6-(*n*-изомер) и 8-хлорпроизводные (*o*-изомер). Причем в полярных растворителях больше образуется *o*-изомер, а в неполярных – *n*-изомер. Кроме того, в неполярных растворителях не происходит образование 2,7-дихлороксафосфорина.

В полярных растворителях, таких как хлористый метилен, дихлорэтан, хлороформ соотношение образующихся продуктов мало зависит от температуры и концентрации субстратов. В амфотерных полярных растворителях происходит образование трех изомерных форм, в амфотерных неполярных при небольшой концентрации реагентов происходит образование только *n*-изомера, а при концентрации 50 % примерно в одинаковом соотношении *n*- и *o*-изомеры. В растворителях с донорными и акцепторными числами, равными нулю, реакция идет только при больших концентрациях диоксафосфола.

В работе изучено гидролитическое поведение 2-хлороксафосфофинов (3). При взаимодействии галогенангидридов с водой в нейтральных или слабокислых средах происходит гидролиз по связи Р-галоген. В фосфорном спектре кислота (4) проявляется в области 4.5–6.5 м.д. При нагревании, особенно в сильно кислых или сильно щелочных средах, происходит раскрытие оксафосфофинового цикла (5). В случае сильно щелочных сред при нагревании реализуется также прототропная изомеризация винилфосфоната (7) в аллилфосфонат (8), образующийся в виде смеси *E/Z* изомеров в соотношении 1:0.7. В фосфорном спектре сигналы соединения (8) проявляются в виде двух наложившихся триплетов в области 21.5–22.5 м.д. На основании протонного спектра было определено, что *E*-изомер является преобладающим.



## ВЗАИМОСВЯЗЬ САМООРГАНИЗАЦИИ И БИОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ВОДНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ ОЛИГОПЕПТИДА ТИРОЛИБЕРИНА

*Шевелёв М.Д.*

*Научный руководитель – д-р хим. наук, доцент, вед. науч. сотр. ИОФХ  
им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН Рыжкина И.С.*

Впервые комплексом физико-химических методов (динамическое светорассеяние, кондуктометрия, рН-метрия) показано, что водные растворы регуляторного пептида тиролиберина в интервале расчетных концентраций  $1 \cdot 10^{-3} - 1 \cdot 10^{-16}$  моль/л являются дисперсными системами, в которых по мере разбавления немонотонно изменяется природа дисперсной фазы и ее параметры, а также физико-химические свойства систем. С использованием оригинальной методики изучения подобных систем [Kononov A., Ryzhkina I. Highly diluted aqueous solutions: formation of nano-sized molecular assemblies (nanoassociates) // *Geochem Int.* 2014. № 52 (13). С. 1207–1226] показано, что на концентрационной зависимости размеров образующихся дисперсных фаз можно выделить три зоны: первая ( $10^{-3} - 10^{-6}$  М) характерна для образования так называемых супрамолекулярных доменов, вторая ( $10^{-12} - 10^{-16}$  М) – для образования так называемых наноассоциатов; третья зона ( $10^{-8} - 10^{-11}$  М) является переходной. Критерием различия доменов и наноассоциатов является необходимость наличия внешнего электромагнитного поля (ЭМП) для формирования последних, в то время как первые формируются как в его присутствии, так и в его отсутствии. На примере литературных данных [Ашмарин И.П. Нейропептид тиролиберин – противосудорожная защита мозга в сверхмалых дозах // *Рад. био. Радиоэкол.* 2003. № 3 (43). С. 324–327; Пальмина Н.П. Структурные изменения в мембранах эндоплазматического ретикулума при воздействии сверхмалых доз тиролиберина *in vitro* // *Био. мембраны.* 2005. № 5 (22). С. 388–395] показана взаимосвязь концентрационных зависимостей параметров образующихся структур с проявляемыми этими системами биоэффектами.

## $\alpha, \beta$ -НЕПРЕДЕЛЬНЫЕ ТЕРПЕНОКЕТОНЫ В РЕАКЦИЯХ ФОСФОРИЛИРОВАНИЯ

*Шемахина М.Э.*

*Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент Немтарев А.В.*

Фосфорилированные производные циклических терпеноидов находят применение в качестве лигандов в металлокомплексном катализе [Wiese B. et. al. *Eur. J. Org. Chem.*, 2005. Vol. 15. P. 3246–3262; Reznikov A.N. et. al. *Rus. J. Gen. Chem.*, 2008. Vol. 78. № 2. P. 197–200], для структурной модификации в органическом синтезе [Harwood L.A. et. al. *Synthesis*, 1980. Vol. 6. P. 456–457], для синтеза физиологически активных веществ [Brocksom T. et. al. *J. Am. Chem. Soc.*, 2002. Vol. 124. № 8. P. 15313–15325; Yang P. et. al. *Angew. Chem. Int. Ed.*, 2016. Vol. 55. № 22. P. 6964–6968].

В докладе обобщены материалы по реакционной способности некоторых представителей циклических монотерпеноидов в отношении Р–Н фосфониевых солей. На примере R-пулегона (1), содержащего семициклический непредельный кетонный фрагмент и R-карвона и S-карвона (2), содержащих эндоциклическую непредельную систему, рассмотрена возможность получения четвертичных фосфониевых солей на основе реакции  $\alpha, \beta$ -непредельных терпенокетонов с Р–Н фосфониевыми солями (схема 1).

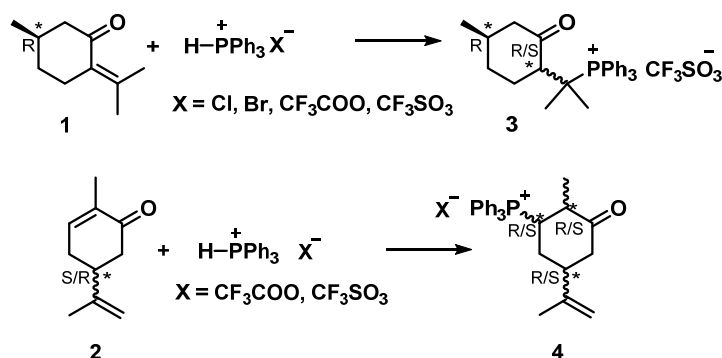


Схема 1

Пулегон (1) достаточно легко в мягких условиях взаимодействует с Р–Н-фосфониевыми солями (галогенидами, трифлатом и трифторацетатом трифенилфосфония), давая четвертичные  $\gamma$ -кетоалкилфосфониевые соли (3) с выходами 82–97 %, которые проявляются в спектрах ЯМР  $^{31}\text{P}$  в области  $\delta_{\text{P}}$  41–42 м.д. Реакция протекает с преимущественным образованием одного диастереомера. Наибольшая стереоселективность наблюдается при проведении реакции пулегона с трифторацетатом трифенилфосфония при комнатной температуре, соотношение диастереомеров составляет 7:1 (соотношение диастереомеров приведено в соответствии с положением их сигналов в спектре ЯМР  $^{31}\text{P}$ ). В случае с трифлатом трифенилфосфония наилучший результат наблюдается при проведении реакции при  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  – соотношение изомеров при этом составляет 6.2:1.

Исследования показали, что R-карвон и S-карвон тоже способны вступать в реакцию с Р–Н-фосфониевыми солями с образованием фосфониевых солей (4), которые проявляются в спектрах ЯМР  $^{31}\text{P}$  в области  $\delta_{\text{P}}$  24–29 м.д. Обнаружено, что при проведении реакций R-карвона и S-карвона с трифлатом и трифторацетатом трифенилфосфония при  $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$  или  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$  преимущественно образуются два диастереомера (в области  $\delta_{\text{P}}$  24–25 м.д.), но при длительном нахождении реакционной смеси при комнатной температуре происходит изменение соотношения изомеров и преобладающей становится вторая пара диастереомеров (в области  $\delta_{\text{P}}$  26–27 м.д.).

### ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОГО ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ, ТЕМПЕРАТУРЫ И СРЕДЫ НА СКОРОСТЬ АЛЬДЕР-ЕНОВОЙ РЕАКЦИИ 4-ФЕНИЛ-1,2,4-ТРИАЗОЛИН-3,5-ДИОНА С $\beta$ -ПИНЕНОМ

*Шулятьев А.А.*

*Научные руководители – д-р хим. наук, профессор Киселев В.Д.;  
канд. хим. наук, науч. сотр. Корнилов Д.А.*

4-Фенил-1,2,4-триазолин-3,5-дион (1) содержит очень активную N=N связь и легко вступает в еновые реакции с субстратами, содержащими аллильный атом водорода. Эти реакции представляют как синтетический, так и механистический интерес. Широкое использование 1 в органическом синтезе обусловлено его возможностью вовлечения в огромное число легко протекающих количественных и селективных реакций с самыми разнообразными субстратами. 1 проявляет повышенную активность в реакциях [4+2]-, [2+2]-циклоприсоединения, реакциях электрофильного замещения в ароматические системы и енового синтеза, по сравнению с другими диенофилами, включая наиболее сильный  $\pi$ -акцепторный диенофил, тетрацианоэтилен.

Ранее было доказано, что взаимодействие  $\beta$ -пинена (2) с 1 приводит к образованию аддукта 3 [Adam W., De Lucchi O., Hill K., Chem. Ber., 1982. V. 115. P. 1982–1989]. Однако количественные данные о протекании этой реакции отсутствовали.

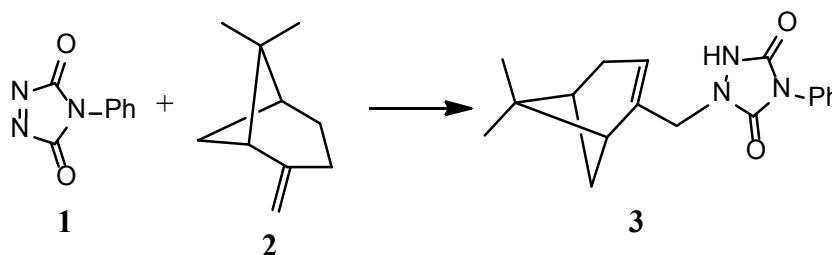


Рисунок 1. Схема реакции 4-Фенил-1,2,4-триазолин-3,5-дион (1) с  $\beta$ -пиненом (2)

В данной работе нами получены данные о влиянии температуры, растворителей и высокого гидростатического давления на скорость реакции 1 + 2. В ряду 9 растворителей скорость реакции 1 + 2 изменяется в 200 раз, но не за счет полярности растворителя: константа скорости реакции в ацетоне и диметилформамиде на 2 порядка ниже, чем в трихлорметане, и на порядок ниже, чем в ацетонитриле. Анализ данного факта говорит о протекании реакции 1 + 2 по согласованному механизму.

Энтальпия реакции 1 + 2 определена по данным трех последовательных растворов кристаллов 1 в растворе 2 в 1,2-дихлорэтане при  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . С учетом теплоты растворения 1 в 1,2-дихлорэтане



(21.9 кДж·моль<sup>-1</sup>) для реакции **1** + **2** получено значение энтальпии, равное  $-159.1 \pm 1.1$  кДж·моль<sup>-1</sup>. Высокая экзотермичность реакций **1** + **2** позволяет считать ее практически необратимой.

Влияние давления на скорость реакции **1** + **2** (этилацетат) изучали при 25 °С, используя мультипликатор давления (HP-500, Япония), кварцевую кювету переменного объема (PCI-500, Япония) и спектрофотометр (SCINCO S-3100, Корея). Наблюдаемый объем активации ( $\Delta V_{\text{exp}}^{\ddagger}$ ) реакции был рассчитан по данным констант скорости при 1 и 1000 бар, применяя соотношение, ранее предложенное в нашей лаборатории:

$$\left(\frac{d \ln k}{dP}\right)_{T,P=1} = (1.15 \pm 0.03) \times 10^{-3} \times \ln\left(\frac{k_{P=1000}}{k_{P=1}}\right) \quad (1)$$

Значение объема реакции ( $\Delta V_{\text{r-n}}$ ) **1** + **2** было определено кинетическим методом. Кинетический метод позволяет определить объем реакции из зависимости плотности реакционной смеси от концентрации образующегося аддукта. Значения плотности реакционной смеси определяли с помощью прецизионного ( $\pm 2 \cdot 10^{-6}$  г·см<sup>-3</sup>) плотномера (Anton Paar, DSA 5000M, Австрия) при  $25 \pm 0.002$  °С.

Сопоставление значений объема активации ( $\Delta V^{\ddagger}$  (**1** + **2**) =  $-36.0$  см<sup>3</sup>·моль<sup>-1</sup>, этилацетат) и объема реакции ( $\Delta V_{\text{r-n}}$  (**1** + **2**) =  $-30.4$  см<sup>3</sup>·моль<sup>-1</sup>, этилацетат) соответствует более компактному циклическому переходному состоянию по сравнению с ациклическим аддуктом реакции **3**.

## ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИ ИНДУЦИРОВАННОЕ ФОСФОРИЛИРОВАНИЕ ГЕТЕРОАРОМАТИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ<sup>1</sup>

Юрко Е.О.

Научный руководитель – канд. хим. наук, науч. сотр. Грязнова Т.В.

Производные бензо-1,3-азолов обладают уникальными биологическими свойствами. Они широко изучаются на предмет их противораковой активности [Kumar D., Synthesis and evaluation of anticancer benzoxazoles and benzimidazoles related to UK-1, 2002. V. 10. P. 3997–4004; Rida S.M. Synthesis of some novel benzoxazole derivatives as anticancer, anti-HIV-1 and antimicrobial agents, 2005. V. 40. P. 949–959]. Бензо-1,3-азолы могут рассматриваться как структурные биоизомеры природных нуклеотидов, таких как аденин и гуанин, что позволяет им легко взаимодействовать с полимерами живых систем. Большой процент лекарственных препаратов содержит гетероциклическое ядро, включающее API (активный фармацевтический ингредиент) [Murase S.K., Electrosprayed poly(butylene succinate) microspheres loaded with indole derivatives: A system with anticancer activity, 2015. V. 71. P. 196–209]. В последнее время исследователями проявляется повышенный интерес к фосфорилированным гетероциклам, а особенно к аналогам природных соединений. Фосфорные заместители выполняют важные биологические и медицинские функции, выступают в качестве лигандов или направляющих групп для катализа переходными металлами. Таким образом, введение фосфорорганических составляющих в функциональное обрамление ароматических молекул является актуальным и мотивирует ученых на создание новых методов их синтеза. Фосфорорганические соединения традиционно синтезируются на основе галогенсодержащих соединений фосфора. Развитие новых методов в настоящее время является важным направлением. В этом свете привлекательными являются электрохимические методы, для которых характерно проведение процесса в мягких условиях.

Целью настоящей работы является создание нового одностадийного метода синтеза фосфорилированных производных бензо-1,3-азолов через электрокаталитическую активацию С-Н связей ароматических субстратов в присутствии солей серебра в реакции с диалкилфосфитами. Совместный электролиз смеси бензотиа(окса)зола и диалкилфосфитов в окислительных условиях в присутствии каталитических количеств солей серебра при комнатной температуре приводит к 2-фосфорилированным бензотиа(окса)золам (рис. 1) (диалкил-бензотиа(окса)зол-2-илфосфонатам):

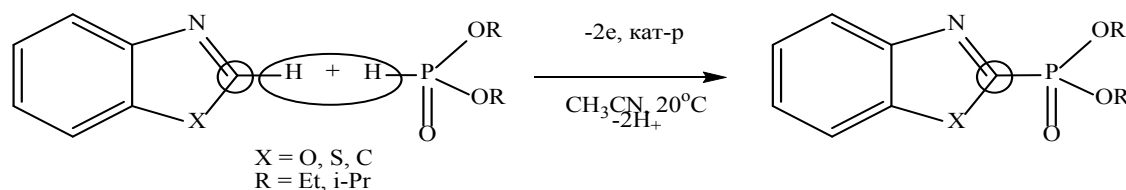


Рисунок 1. Схема реакции фосфорилирования бензо-1,3-азолов

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ № 14-23-00016.

В качестве катализаторов были протестированы соли серебра:  $\text{AgOAc}$ ,  $\text{AgNO}_3$ ,  $\text{Ag}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Ag}_2\text{O}$  и  $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ , а также наночастицы серебра, иммобилизованные на поверхность силикатной матрицы и допированные внутрь нее. На основании анализа литературных данных и проведенных исследований предложена предположительная схема протекания реакции [Yurko E.O. Electrochemically-Induced Coupling Reactions of Azoles with Dialkyl-H-Phosphonates Under Silver Catalysis, 2018. V. 47. 190–196].

## ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИКЛОФЕНАКА АМПЕРОМЕТРИЧЕСКИМИ ТИРОЗИНАЗНЫМИ БИОСЕНСОРАМИ, МОДИФИЦИРОВАННЫМИ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ

*Явишева А.А.*

*Научные руководители – д-р хим. наук, профессор Медянцева Э.П.;  
канд. хим. наук, старший преподаватель Варламова Р.М.*

Лекарственные соединения нестероидного и противовоспалительного действия назначаются при заболеваниях суставов и опорно-двигательного аппарата. Препараты этого класса обладают большим спектром побочных действий, содержание таких лекарственных препаратов в биологических жидкостях следует строго контролировать.

Один из современных подходов к анализу лекарственных соединений, выявлению фальсифицированной продукции заключается в использовании биосенсоров, что обеспечивает необходимую чувствительность и селективность определений. В этом плане определенные преимущества (доступность биологического материала, дешевизна и т. д.) имеют биосенсоры. Оценка изменения каталитической активности ферментов под действием лекарственных препаратов может дать необходимую информацию об их содержании в исследуемых объектах (биологических жидкостях или фармпрепаратах).

Изучение действия противовоспалительного препарата диклофенака на иммобилизованную тирозиназу, входящую в состав биочувствительной части амперометрического биосенсора на основе печатных платиновых электродов показало, что в его присутствии наблюдается уменьшение величины аналитического сигнала, т. е. этот препарат оказывает ингибирующее действие в следующем диапазоне концентраций  $1 \times 10^{-6}$  –  $1 \times 10^{-9}$  моль/л. Нижняя граница определяемых содержаний составляет в этих условиях  $5 \times 10^{-10}$  моль/л. Максимальная степень (процент) ингибирования при действии на фермент – субстратную систему фенол– тирозиназа составляет для диклофенака  $70.0 \pm 1,2$  % в изученной области концентраций.

Использование в составе сенсоров различных наноструктурированных материалов является тенденцией в развитии биосенсорных технологий. В качестве модификаторов поверхности электродов использовали фуллерен C60, углеродные нанотрубки (УНТ), наночастицы золота (НЧ Au) и нанокompозиты на их основе: фуллерен C60/НЧ Au, УНТ/НЧ Au. В качестве стабилизирующих материалов использовали полиэфирополиолы Boltorn H20.

Изучение действия диклофенака на модифицированные фуллереном C60, УНТ биосенсоры показало, что диклофенак оказывает ингибирующее действие на такие сенсоры в более широких областях концентраций от  $1 \times 10^{-6}$  до  $1 \times 10^{-10}$  моль/л. Сенсоры, модифицированные нанокompозитами C 60/НЧ Au и УНТ/ НЧ Au позволили расширить диапазон определяемых концентраций диклофенака от  $1 \times 10^{-6}$  до  $5 \times 10^{-11}$  и от  $1 \times 10^{-6}$  до  $1 \times 10^{-11}$  моль/л соответственно. Максимальная степень ингибирования составляет для диклофенака  $82.0 \pm 1,4$  % (C60/НЧ Au УНТ) и  $86.0 \pm 2,0$  % (УНТ/НЧ Au).

По результатам кинетических исследований при изучении изменения каталитической активности иммобилизованного фермента в составе немодифицированных и модифицированных нанокompозитом УНТ/НЧ Au биосенсоров в присутствии различных концентраций диклофенака наблюдается двупараметрически согласованное ингибирование. Эффект ингибирования, возможно, связан с взаимодействием молекул диклофенака с гидрофобными участками, расположенными вблизи активного центра фермента, но уже в периферийной части молекулы фермента. Как следствие, это препятствует подходу субстрата к центру фермента, создавая стерические препятствия для подхода его молекул к каталитическим сайтам фермента.

Представляло интерес оценить специфичность действия тирозиназы к другим соединениям этого класса, а именно к ацеклофенаку. Проведенные исследования показали, что ацеклофенак также обладает ингибирующим действием по отношению к тирозиназе. Разработаны методики определения диклофенака и ацеклофенака с помощью предлагаемых биосенсоров на основе тирозиназы в лекарственных препаратах «Диклофенак» и «Аэртал».

Показана возможность применения разработанных биосенсоров для определения содержания диклофенака (и относящихся к той же группе родственных с ним лекарственных веществ) в фармпрепаратах и биологических жидкостях.

Полученные в работе результаты показывают перспективу использования разработанных биосенсоров для определения диклофенака и в других объектах, в частности в водах и биологических жидкостях.

## **КИНЕТИКА КРИСТАЛЛИЗАЦИИ И НУКЛЕАЦИИ ПОЛИКАПРОЛАКТОНА ПО ДАННЫМ СВЕРХБЫСТРОЙ КАЛОРИМЕТРИИ <sup>1</sup>**

*Ярко Е.И.*

*Научные руководители – канд. хим. наук, науч. сотр. Мухаметзянов Т.А.;*

*канд. хим. наук, ст. науч. сотр. Седов И.А.*

Поликапролактон – это биоразлагаемый полимер, который находит применения в медицине, быстром прототипировании, изготовлении упаковочных материалов. Поликапролактон – продукт крупнотоннажного производства, на рынке представлен широкий диапазон лабораторных и промышленных образцов поликапролактона с различными характеристиками.

В лаборатории Игоря Алексеевича Седова ведутся исследования по получению кросс-сшитого поликапролактона, для изучения влияния кросс-сшивки на свойства полимера необходимо исследовать параметры исходного поликапролактона различной молекулярной массы от различных производителей.

Целью работы является изучение кинетики кристаллизации и нуклеации поликапролактонов с различными молекулярными массами методом быстрой сканирующей калориметрии.

Для достижения этой цели были решены следующие задачи: освоение методики измерений кинетики кристаллизации полимеров на сверхбыстром дифференциальном сканирующем калориметре Mettler-Toledo Flash DSC1, определение оптимальных параметров температурной программы для исследования процессов кристаллизации и нуклеации, анализ ДСК кривых поликапролактона различной молекулярной массы.

Объектами исследования были образцы поликапролактона со среднечисленной молекулярной массой: 80 000 Да, 42 500 Да, 10 000 Да.

Измерения выполнялись на сверхбыстром дифференциальном сканирующем калориметре Mettler-Toledo FlashDSC1, который позволяет проводить нагрев со скоростью до 40 000 К/с, а охлаждение до ~4 000 К/с в температурном диапазоне от –90 до 450 °С. В ходе эксперимента образец помещается на калориметрическом чип-сенсоре, диаметр активной зоны сенсора – 500 мкм.

Первым этапом работы было исследование кинетики кристаллизации поликапролактона. Для этого применяли температурную программу, которая включала охлаждение образца со скоростями от 0,5 К/с до 5000 К/с и последующий нагрев со скоростью 100 К/с. Было обнаружено, что термодинамические характеристики образца, измеренные в ходе нагрева (энтальпии плавления и кристаллизации, а также скрытая теплота плавления), скачкообразно зависят от скорости охлаждения, при этом характеристики образцов с различной молекулярной массой практически не отличаются друг от друга. Некоторые различия наблюдаются лишь в величинах энтальпии плавления при высоких скоростях охлаждения. Однако эта энтальпия обусловлена плавлением кристаллической фазы образовавшейся в ходе холодной кристаллизации в процессе нагрева. Для дальнейшего изучения кинетики кристаллизации полимера нужно исследовать процесс образования зародышей – нуклеацию.

Кинетика нуклеации была изучена методом отжига полимера – полностью расплавленный образец быстро охлаждался до температуры значительно ниже температуры стеклования, а затем быстро нагревался до температуры отжига, которая составляет 64 °С и близка к температуре стеклования. Время отжига варьировалось и составляло от 0,01 с до 1000 с. Найдено, что величины энтальпии холодной кристаллизации зависят от молекулярной массы полимера.

Было показано, что кинетика кристаллизации несущественно зависит от молекулярной массы, в то же время количество образующихся зародышей кристаллизации падает с увеличением молекулярной массы полимера, что заметно при высоких скоростях охлаждения. Процесс энтальпийной релаксации более выражен у образца с наименьшей молекулярной массой, интенсивная нуклеация при температуре –64 °С начинается у всех образцов уже после отжига длительностью 0,1 с.

<sup>1</sup> Работа выполнена в рамках гранта Министерства образования и науки РФ № 14.Y26.31.0019.

*Научное издание*

**ИТОГОВАЯ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ  
КАЗАНСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА 2018 ГОДА**

**Сборник тезисов**

**Том 1**

**ВЫСШАЯ ШКОЛА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
И ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ  
ИНЖЕНЕРНЫЙ ИНСТИТУТ  
ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ  
И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И МЕХАНИКИ  
ИМ. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО  
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ  
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И НЕФТЕГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
ИНСТИТУТ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОЛОГИИ  
ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ  
ХИМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.М. БУТЛЕРОВА**

Редактор  
***А.Х. Яфизова***

Компьютерная верстка  
***А.И. Галиуллиной***

Дизайн обложки  
***Р.М. Абдрахмановой***

Подписано в печать 19.11.2018.  
Бумага офсетная. Печать цифровая.  
Формат 60x84 1/16. Гарнитура «Times New Roman». Усл. печ. л. 40,46.  
Тираж 52 экз. Заказ 418/11

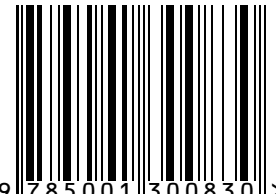
Отпечатано в типографии  
Издательства Казанского университета

420008, г. Казань, ул. Профессора Нужина, 1/37  
тел. (843) 233-73-59, 233-73-28



КАЗАНСКИЙ ФРИВОЛЖСКИЙ

ISBN 978-5-00130-083-0



9 785001 300830 >