

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

**Итоговая
Научно-образовательная
конференция студентов
Казанского федерального
университета
2015 года**

Сборник тезисов

Том 1

ИНСТИТУТ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОЛОГИИ
ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И НЕФТЕГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ХИМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.М. БУТЛЕРОВА
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И МЕХАНИКИ им. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ
ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И
ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАЗАНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
2015

УДК 08
ББК 94.3 я43
И93

Печатается по рекомендации редакционно-издательского совета Казанского (Приволжского) федерального университета

Итоговая научно-образовательная конференция студентов Казанского федерального университета 2015 года: Сборник тезисов:[в 3 т.] / Мин-во обр. и науки; Казанский (Приволжский) федеральный ун-т. – Казань: Казан.ун-т. 2015. – Т.1: институт фундаментальной медицины и биологии, институт экологии и природопользования, институт геологии и нефтегазовых технологий, химический институт им. А.М. Бутлерова, институт математики и механики им.Н.И. Лобачевского, институт физики, институт вычислительной математики и информационных технологий. - 253 с.

ISBN978-5-00019-
978-5-00019-

ОГЛАВЛЕНИЕ

ИНСТИТУТ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОЛОГИИ	18
<i>СЕКЦИЯ «БИОХИМИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ»</i>	<i>18</i>
Исламова А.Р. МИКРОМИЦЕТЫ КАК ВОЗБУДИТЕЛИ МИКОТОКСИКОЗОВ	18
Ключникова Б.В. МОЛЕКУЛЯРНЫЙ ДОКИНГ ИНГИБИТОРОВ АЦЕТИЛХОЛИНЭСТЕРАЗЫ.....	18
Латыпова Г.Д. ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЦИДА ROSIMA GT ДЛЯ СТАРО-ТАТАРСКИХ АРАБОГРАФИЧЕСКИХ РУКОПИСЕЙ	19
Льонг Т.З. ПОЛУЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА МАТРИКСОВ НА ОСНОВЕ ЖЕЛАТИНА ДЛЯ РОСТА КЛЕТОК ЧЕЛОВЕКА	20
Новикова А.В. ДЕТЕКЦИЯ ОПУХОЛЕВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В ТКАНЯХ МЫШЕЙ МЕТОДАМИ ГИСТОЛОГИИ И СВЕТОВОЙ МИКРОСКОПИИ	20
Потапов А.С. СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ.....	21
Санатова Э.Р. ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ NIGELLA SATIVA И SALVIA OFFICINALIS НА ЛИНИИ РАКОВЫХ КЛЕТОК MCF-7 И HELA	22
Саярова Р.М. ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ СИСТЕМЫ ГЕМОСТАЗА ПРИ НЕВЫНАШИВАНИИ БЕРЕМЕННОСТИ.....	22
Тихомирова М.В. ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ KEAP1 И NRF2 ПРИ ИШЕМИЧЕСКОМ ИНСУЛЬТЕ.....	23
Тоасенитч С.А. ФИТОТОКСИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ШТАММОВ АКТИНОМИЦЕТОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ПОЧВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН И МОНГОЛИИ	23
<i>СЕКЦИЯ «БИОЭКОЛОГИЯ»</i>	<i>24</i>
Барзеева О.А. ЭКОЛОГИЯ СОРОКИ (PICA PICA, LINNAEUS, 1758) В ГОРОДЕ КАЗАНИ...24	
Губайдуллина Н.Т., Елагина Д.С. ВЛИЯНИЕ ВЫБРОСОВ АВТОТРАНСПОРТА НА СОДЕРЖАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В РАСТЕНИЯХ ГОРЦА ПТИЧЬЕГО (POLYGONUM AVICULARE L.)	25
Димиева З.М. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВЯЗИ ПТИЦ СО СПОРТИВНЫМИ СООРУЖЕНИЯМИ ГОРОДА КАЗАНИ	26
Михайлова А.К. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ДУБОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ В Г. КАЗАНИ	27
Тележникова Т.А. ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОКУНЯ (<i>PERSA FLUVIATILIS</i> L.) МЕШИНСКОГО ЗАЛИВА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА	28
<i>СЕКЦИЯ «ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ И БОТАНИКА»</i>	<i>29</i>
Абдуллина Р.Х. СЕМЕННОЕ И ВЕГЕТАТИВНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПИТОМНИКА.....	29
Белкина А.В. АНАЛИЗ ЛИПИДНОГО СОСТАВА TRITICUM AESTIVUM ПРИ ДЕЙСТВИИ НИЗКИХ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР.....	30
Газизова А.Р. ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАЗНЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ.....	30
Галимзянова Л.А. ФИТОПЛАНКТОН ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ КАЗАНКА	31
Жарников Е.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО МЕТАБОЛИЗМА УГЛЕРОДА ПРИ РАЗНОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ С ПОМОЩЬЮ МЕЧЕНОГО 14С-УГЛЕРОДА.....	32

Лабутина В.А. ЛИШАЙНИКИ ОКРЕСТНОСТЕЙ УНБ «СВИЯЖСКАЯ» ВЕРХНЕУСЛОНСКОГО РАЙОНА РТ, МБС КФУ ЛОУХСКОГО РАЙОНА КАРЕЛИИ И ПОСЕЛКА БЕРСУТ МАМАДЫШСКОГО РАЙОНА РТ	33
Ломаева Д.А. ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВНОСТИ ЛЕКТИНОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА СВЕТУ РАЗЛИЧНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА В УСЛОВИЯХ ГИПЕРТЕРМИИ.	33
Мазина А.Б. ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТА НА ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПШЕНИЦЫ СОРТА «КАЗАНСКАЯ-560»	34
Никитина М.Ю. АУТОФАГИЯ В КЛЕТКАХ СУСПЕНЗИОННОЙ КУЛЬТУРЫ ПШЕНИЦЫ <i>TRITICUM TIMORHEEVI</i> Z. ПРИ ДЕЙСТВИИ МИТОХОНДРИАЛЬНЫХ ЯДОВ.....	35
Сатарова А.И. ВЛИЯНИЕ СРОКОВ СЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ПОСЕВНЫЕ СВОЙСТВА СЕМЯН ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ ГРЕЧИХИ	36
Стерхова К.А. ТРАНСМЕМБРАННЫЙ ВОДНЫЙ ОБМЕН КЛЕТОК КОРНЕЙ <i>ZEА MAYS</i> ПРИ ДЕЙСТВИИ СЕ И УВ. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ЯМР	36
Шарипова Ф.Р. ОСОБЕННОСТИ ПАРЦИАЛЬНОЙ ФЛОРЫ ТЮЛЯЧИНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН.....	37
Шестерикова Е.Ю. СОДЕРЖАНИЕ ФЛАВОНОИДОВ В НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ <i>HYPERICUM PERFORATUM</i> L.....	37
СЕКЦИЯ «ГЕНЕТИКА».....	38
Агабекян И.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВНУТРИКЛЕТОЧНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ РЕКОМБИНАНТНОГО ГИСТОННОГО БЕЛКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ФОТОАКТИВИРУЕМОГО КРАСИТЕЛЯ	38
Исхакова З.И. КЛОНИРОВАНИЕ ГЕНА <i>GLNK</i> ИЗ <i>LACTOBACILLUS BREVIS</i> И ОЧИСТКА БЕЛКА	39
Мухаметзянова Л.Д. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЕРХЭКСПРЕССИИ ТЕСКАЛЦИНА НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТЕЛОВЫХ КЛЕТОК.....	39
Мухаметзянова С.Р. КЛОНИРОВАНИЕ ГЕНА САХАРОЗО-6-ФОСФАТ ГЛИКОЗИЛАЗЫ ИЗ <i>VACILLUS MOJAVENSIS</i> B-5035.....	40
Сахапов Д.И. АНАЛИЗ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ <i>VEGF164/165</i> И <i>FGF2</i> В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ИШЕМИИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ	41
Старостин О.С. ДИФФЕРЕНЦИРОВКА ЗВЕЗДЧАТЫХ КЛЕТОК ПЕЧЕНИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПАРАКРИННЫХ ФАКТОРОВ <i>in vitro</i>	41
Рыжикова М.Н. ВЛИЯНИЕ ПЛАЗМИДЫ <i>pHisNucSma</i> (H89A) НА УСТОЙЧИВОСТЬ К АМПИЦИЛЛИНУ КЛЕТОК ШТАММА <i>E.coli</i> LK111(λ).....	42
Санникова В.А. АНАЛИЗ ГЕНОМА ШТАММА <i>ACHOLEPLASMA LAIDLAWII</i> PG8R, ПРОЯВЛЯЮЩЕГО ПОВЫШЕННУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ К ЦИПРОФЛОКСАЦИНУ.....	43
Хафаева Л.Л. ДЕТЕКЦИЯ ЭКСТРАКЛЕТОЧНЫХ ВЕЗИКУЛ У МИКОПЛАЗМ <i>ACHOLEPLASMA LAIDLAWII</i>	43
СЕКЦИЯ «ЗООЛОГИЯ».....	44
Бильданова Н.И. ВЛИЯНИЕ ПОСЕТИТЕЛЕЙ НА ПОВЕДЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА КОШАЧЬИХ (<i>FELIDAE</i>) КАЗАНСКОГО ЗООБОТАНИЧЕСКОГО САДА	44
Валиев И.И. ОСНОВНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОБЫКНОВЕННОГО ЕРША <i>GYMNOSERHALUS CERNUUS</i> (LINNAEUS, 1758) ВОЛЖСКО-СВИЯЖСКОГО УЧАСТКА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА.....	45
Воронина Т.А., Забогин Я.И. УЛЬТРАСТРУКТУРА ПОЛОВЫХ КЛЕТОК НЕМЕРТИН РОДА <i>POSEIDON</i> БЕЛОГО МОРЯ.....	46

Габидуллина Р.И. ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПОГОНОФОРЫ NEREILINUM MURMANICUM (IVANOV, 1961) (POGONOPHORA, FRENULATA) ИЗ БАТИАЛИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ.....	47
Галимзянова Ф.В. УЛЬТРАСТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ гепатоцитов КРОЛИКОВ ПРИ СВИНЦОВОЙ ИНТОКСИКАЦИИ	48
Ермакова А.М. ТРОФИЧЕСКАЯ РОЛЬ БОБРА (CASTOR FIBER L.) В ПРИБРЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ЗАМКНУТЫХ ВОДОЕМОВ РАЙФСКОГО УЧАСТКА ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ЗАПОВЕДНИКА.....	49
Зиннатова Э.А. ЗООПЛАНКТОННОЕ СООБЩЕСТВО СВЯЖСКОГО ЗАЛИВА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО МАТЕРИАЛАМ 2014 ГОДА	49
Кондратьева С.А. УЛЬТРАСТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ БЛАСТОМЕРОВ КЛЕТОЧНОЙ ЛИНИИ POLYREDILUM VANDERPLANKI В НОРМЕ И ПРИ ОБЕЗВОЖИВАНИИ	50
Салахов Н.Н. ОФИДИОФАУНА (SERPENTES) БУГУЛЬМИНСКОГО РАЙОНА	51
<i>СЕКЦИЯ «АНАТОМИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ И ОХРАНА ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА».....</i>	<i>52</i>
Гайнутдинова Р.Р. ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СИМПАТО-АДРЕНАЛОВОЙ И СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМ У ШКОЛЬНИКОВ С РАЗЛИЧНЫМ ИСХОДНЫМ ВЕГЕТАТИВНЫМ ТОНУСОМ.....	52
Хабибрахманов И.И., Головачев А.М., Галиева М.И. ВЛИЯНИЕ АКТИВАЦИИ α 1-АДРЕНОРЕЦЕПТОРОВ НА СЕРДЕЧНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВЗРОСЛЫХ КРЫС.....	52
<i>СЕКЦИЯ «МИКРОБИОЛОГИЯ»</i>	<i>53</i>
Абугалипова А.Р. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ S-ЭФИРОВ И АММОНИЕВЫХ СОЛЕЙ ДИТИОКИСЛОТ ФОСФОРА НА ПРИМЕРЕ SALMONELLA TYRHMURIUM TA 100.....	53
Баранова Д.С. ХАРАКТЕРИСТИКА ШТАММА BACILLUS GINSENGINUMI M2_11, ПРОДУЦЕНТА ФИТАЗЫ.....	54
Зайнуллина А.Р. КЛОНИРОВАНИЕ ГЕНА БАКТЕРИАЛЬНОЙ ФИТАЗЫ BACILLUS GINSENGINUMI ПОД УПРАВЛЕНИЕМ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОМОТОРА АТРАР26	55
Кампос К.Т.К. РЕВЕРСИЯ MICROCOCCUS LYSODEIKTICUS ИЗ НЕКУЛЬТИВИРУЕМОГО СОСТОЯНИЯ	55
Миндубаева Л.Н. ВЫДЕЛЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ВИРУСОВ МИКРООРГАНИЗМОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ПОЧВЕННЫХ ОБРАЗЦОВ	56
Митрофанова О.С. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ РЕГУЛЯТОРНОЙ ОБЛАСТИ ГЕНОВ СЕРИНОВЫХ ПРОТЕИНАЗ БАЦИЛЛ	57
Нуриахметова Ч.Б. ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПИГМЕНТА АКТИНОБАКТЕРИЙ РОДА AGREIA.....	57
Рахматуллина А.Р. ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ C-МУС И NANOG В КЛЕТКАХ КАРЦИНОМЫ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ЧЕЛОВЕКА ПОСЛЕ ЛЕНТИВИРУСНОЙ ТРАНСДУКЦИИ.....	58
Сергеева Ю.П. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ АДАПТИВНЫЕ СТРАТЕГИИ PESTOBACTERIUM ATROSEPTICUM SCRI1043 НА ГОЛОДАНИЕ	59
<i>СЕКЦИЯ «МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ БИОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛАХ».....</i>	<i>60</i>
Сафина А.Р. ИННОВАЦИОННЫЕ ФОРМЫ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО БИОЛОГИИ В РАМКАХ ФГОС.....	60
<i>СЕКЦИЯ «ФАРМАКОЛОГИЯ, КЛИНИЧЕСКАЯ ФАРМАКОЛОГИЯ».....</i>	<i>61</i>
Конг Х.Х. МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ОТЕКОВ КАРРАГЕНИНОМ И ФОРМАЛИНОМ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ФЛОГОТРОПНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ.....	61

Мухаметзянова А.С. ЭФФЕКТ ВАРБУРГА ПРИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЯХ	62
Торобеков Ш.Ж. ИЗУЧЕНИЕ МОДЕЛИ ГАЛОПЕРИДОЛОВОЙ КАТАЛЕПСИИ НА ЖИВОТНЫХ	62
Шаймарданова Р.М. ФАРМАКОЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КРАТКОСРОЧНЫХ И ДОЛГОСРОЧНЫХ ИСХОДОВ ЛЕЧЕНИЯ ГЕНЕРАЛИЗОВАННЫХ ИДИОПАТИЧЕСКИХ ЭПИЛЕПСИЙ РАЗЛИЧНЫМИ ПРОТИВОЭПИЛЕПТИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ	63
СЕКЦИЯ «ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ»	64
Мухамедова Д.Г. ОЦЕНКА АДЕКВАТНОСТИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ПО МАКРОНУТРИЕНТНОМУ И МИКРОНУТРИЕНТНОМУ СОСТАВУ И ЭНЕРГОЗАТРАТАМ СТУДЕНТОВ	64
Савина О.А. ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА СТУДЕНТОВ ПРИ КОГНИТИВНЫХ НАГРУЗКАХ	65
Халиулин М.Р., Гайфуллина А.Ш., Мустафина А.Н., Гурьянов И.Д. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕЙРОНОВ, ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ ИЗ ИНДУЦИРОВАННЫХ ПЛЮРИПОТЕНТНЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК ЧЕЛОВЕКА	66
Хафизова Г.Ф. ВЛИЯНИЕ ДЫХАТЕЛЬНОЙ ГИМНАСТИКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ	67
ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ	68
Абугалипов А.М. ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ PINUS SYLVESTRIS В УСЛОВИЯХ ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ РАИФЫ ..	68
Алтухова А.В., Гизатуллин Р.Д. АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ТЕПЛА И ВЛАГИ	69
Ваганова Е.С. ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ОСТРОВОВ ВОДОХРАНИЛИЩ	69
Валиева Г.М. ВЛИЯНИЕ БИОУГЛЕЙ НА ВСХОЖЕСТЬ И РАЗВИТИЕ КРЕСС-САЛАТА (LEPIDIUM SATIVUM) И РЕДЬКИ ПОСЕВНОЙ (RAPHANUS SATIVUS)	70
Гараева Г.Р. СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА МУРАВЕЙНИКА ..	71
Гатиятуллина А.Ф. КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПОЧВЕННЫХ МИКРОМИЦЕТ ЛЕСОПАРКОВЫХ ЗОН Г.КАЗАНИ И ЕГО СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА	72
Гибадулин Р.С. ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСТЕНИЙ НА ПЛАТФОРМЕ ANDROID	73
Гильмутдинов Д.Ш. АЛЛЮВИАЛЬНЫЕ ПОЧВЫ В «SOIL TAXONOMY»	74
Денисова А.А. МОДЕЛИРОВАНИЕ РОСТА ЛЕСНОГО СООБЩЕСТВА НА ОСНОВЕ УРАВНЕНИЯ ДИФФУЗИИ	75
Джабарова К.О. СОЗДАНИЕ ИНТЕРНЕТ-ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ БАЗЫ ДАННЫХ ГЕОБОТАНИЧЕСКИХ ОПИСАНИЙ FLORA	75
Дмитриев А.А. ОЦЕНКА НАГРУЗКИ ЛИВНЕВЫХ ВОД НА Р. КАЗАНКА И АНАЛИЗ НАРУШЕНИЙ ВОДООХРАННОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА	76
Еспанова И.Д. ОЧИСТКА ПОПУТНЫХ НЕФТЯНЫХ ГАЗОВ ОТ АГРЕССИВНЫХ ПРИМЕСЕЙ	77
Ижбульдина А.Ж. МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ БИОПАТОГЕНОВ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	78
Ихсанова Л.З. ОЦЕНКА ЦВЕТОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОСЛОЙНЫХ ОБРАЗЦОВ ИЗ ПРОФИЛЕЙ ЗАЛЕЖНОЙ ТЕМНО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ В ЦВЕТОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ CIELAB	79

Обухова О.А. ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ В ОТДЕЛЬНЫХ РАЙОНАХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН.....	80
Парубова Е.М. ВЛИЯНИЕ ОБЛАЧНОГО ПОКРОВА НА ПОТОКИ СУММАРНОЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ.....	81
Петрова А.М. ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ИНТЕРНЕТ-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ГИС.....	82
Садыкова А.Р. ДЕСТРУКЦИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ В НЕФТЯНЫХ ОТХОДАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ШТАММОВ МИКРООРГАНИЗМОВ.....	82
Садыкова Г.Г. ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ АЭРОЗОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ С ПОМОЩЬЮ ПРОБООТБОРНИКА RESPICON	83
Сафина Д.А. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ, СВЯЗАННЫХ С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ЦИАНОТОКСИНАМИ.....	84
Семакина К.А. ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОСТОВ ИЗ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕШЛАМОВ	85
Толмачев В.Н. СОЗДАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ С ГРАФИЧЕСКИМ ИНТЕРФЕЙСОМ ДЛЯ СКАЧИВАНИЯ ДАННЫХ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ	86
Файзуллина Г.Р. БИОЛОГИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ КУЛЬТУРНЫХ СЛОЕВ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ	86
Хайдарова А.И. ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС АНАЛИЗА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ QIIME	87
Хасанова Р.Ф. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЛИТОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПОЧВООБРАЗУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА.....	88
Шрамко А.В. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МОДЕЛИ ВЫЯВЛЕНИЯ ОБЩЕЙ ТОКСИЧНОСТИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ	88
Шакирзянова Л.Р. ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ И ТИПА БИОУГЛЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ КРЕСС-САЛАТА (<i>LERIDIUM SATIVUM</i>) И РЕДЬКИ ПОСЕВНОЙ (<i>RAPHANUS SATIVUS</i>).....	89
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И НЕФТЕГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	91
Бакиев А.Г. РУДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ЭФФУЗИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПЕРВОМАЙСКОЙ ПЛОЩАДИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН	91
Боброва Е.Г., Гараев Д.В. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ФЕРРОМАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В ОВРАГЕ «МОНАСТЫРСКИЙ».....	92
Гайфутдинов Р.Р. АНАЛИЗ БЛОКОВОГО СТРОЕНИЯ ПЕРВОМАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ВЫРАБОТАННОСТИ ЗАПАСОВ, ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАВОДНЕНИЯ И ВЫЯВЛЕНИЯ ВОЗМОЖНЫХ ЗОН ВОСПОЛНЕНИЯ ЗАПАСОВ НЕФТИ.....	92
Жаксылыков Е.А. МОДИФИКАЦИИ ПОЛИМЕРНОГО ЗАВОДНЕНИЯ.....	93
Жаксылыков Е.А. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЕЙ И ПРИРОДНЫХ БИТУМОВ	94
Зигангирова А.А. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ УЧАСТКА МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОВОДА «СУРГУТ-ПОЛОЦК» В КИЛЕМАРСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ	95
Ибрагимов Р.Р. ИЗУЧЕНИЕ АНИЗОТРОПНЫХ СВОЙСТВ ТОЛЩ ТУРНЕЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ПО ДАННЫМ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ МОВ ОГТ 3D.....	95

Ихматов И.Ф. СОСТАВ И СТРОЕНИЕ КРАСНОЦВЕТНЫХ АЛЕВРОПЕЛИТОВ СРЕДНЕЙ ПЕРМИ КАЗАНСКОГО ПОВОЛЖЬЯ	96
Кальметьева А.Р. СОСТАВ И КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА ПЕРМСКИХ БИТУМСОДЕРЖАЩИХ ПОРОД НА ЮГО-ВОСТОКЕ ТАТАРСТАНА.....	97
Мансурова А.Р. ЛИТОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВИЗЕЙСКОГО ЯРУСА ЧЕРНООЗЕРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВОСТОЧНОГО СКЛОНА МЕЛЕКЕССКОЙ ВПАДИНЫ	98
Махмутов Б.И. ЛИТОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕВЕРО- АШАЛЬЧИНСКОГО И ЮЖНО-АШАЛЬЧИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИРОДНЫХ БИТУМОВ	99
Петров Д.И. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ДЕТСКОГО САДА «УМКА» НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ ПР. АМИРХАНА И УЛ. ЧЕТАЕВА Г. КАЗАНИ.....	100
Усманова Р.Р. НЕМОРСКИЕ ДВУСТВОРЧАТЫЕ МОЛЛЮСКИ ИЗ ВЕРХНЕПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ РЕКИ МАЛАЯ СЕВЕРНАЯ ДВИНА.....	101
Ханипова Р.Р. ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА УЧАСТКА ПОД ВОЗВЕДЕНИЕ КОТТЕДЖНОГО ПОСЕЛКА «МАЛЕНЬКАЯ СТРАНА»	101
Хуснуллин Н.С. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ МАЛКИНСКОГО МАССИВА УЛЬТРАМАФИТОВ (СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ КАВКАЗ)	102
ХИМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ИМ. А.М. БУТЛЕРОВА	104
<i>СЕКЦИЯ ХИМИЯ.....</i>	<i>104</i>
Атландерова А.А. ПОЛИМЕРНЫЕ НАНОСФЕРЫ ДЛЯ УПРАВЛЯЕМОГО СВЯЗЫВАНИЯ/ВЫСВОБОЖДЕНИЯ СУБСТРАТА	104
Аюпова Н.Р. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИКОТОКСИНА Т2 АМПЕРОМЕТРИЧЕСКИМИ БИОСЕНСОРАМИ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОДОВ МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ	104
Басимова Л.Т. СИНТЕЗ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПИЛЛАР[5]АРЕНОВ И ИХ КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩИЕ СВОЙСТВА	105
Белов Т.Г. ХИРАЛЬНЫЕ ДИТИОФОСФАТЫ И ДИТИОФОСФОНАТЫ АММОНИЯ НА ОСНОВЕ ХИНИНА	106
Васильев Е.В. ТЕТРАКАРБОНИЛФЕНАНТРОЛИНОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ МЕТАЛЛОВ 6 ГРУППЫ В РЕАКЦИЯХ С ОКСОДИЕНАМИ: ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ	107
Галиева Ф.Б. СТЕРЕОСЕЛЕКТИВНЫЙ СИНТЕЗ И ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА АМФИФИЛЬНЫХ ТИАКАЛИКС[4]АРЕНОВ В КОНФИГУРАЦИИ 1,3-АЛЬТЕРНАТ	108
Гафуров З.Н. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ НИКЕЛЬОРГАНИЧЕСКИХ СИГМА-КОМПЛЕКСОВ ТИПА [NiBr(ARyL)(BrY)]	109
Губина Н.С. РЕЦЕПТОРНЫЕ СВОЙСТВА И МОРФОЛОГИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК КОРОТКОЦЕПНЫХ ОЛИГОПЕПТИДОВ	109
Зарипова А.Р. РЕДКИЙ СЛУЧАЙ СОКРИСТАЛЛИЗАЦИИ ДИАСТЕРЕОМЕРОВ В РЯДУ БИС-ТИОЭФИРОВ 2(5Н)-ФУРАНОНА НА ОСНОВЕ 1,2-ФЕНИЛЕНДИМЕТАНТИОЛА	110
Захарова С.П. РЕАКЦИИ ФЕНОЛЬНЫХ АНТИОКСИДАНТОВ С ЭЛЕКТРОГЕНЕРИРОВАННЫМ СУПЕРОКСИД АНИОН-РАДИКАЛОМ И ИХ АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ	111
Кузьмичева М.Ю. 2,2'-ОКСИДИЭТАНТИОЛ В СИНТЕЗЕ НОВЫХ ТИОЭФИРОВ, БИС-ТИОЭФИРОВ И ТИАМАКРОЦИКЛОВ НА ОСНОВЕ 2(5Н)-ФУРАНОНА.....	112

Магсумов Т.И. ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТВОРОВ УГЛЕВОДОРОДОВ В СМЕСЯХ ВОДЫ С ОРГАНИЧЕСКИМИ РАСТВОРИТЕЛЯМИ.....	113
Мирзаянов И.И. ДЕФОРМАЦИЯ ГЕТЕРОДИЕНА МЕТАЛЛОЦЕНТРОМ – МЕРА ИЗМЕНЕНИЯ РЕАКЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ КООРДИНИРОВАННЫХ 1-ГЕТЕРО-1,3- ДИЕНОВ	113
Мусин Т.Р. ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И КАЛОРИМЕТРИЯ СГОРАНИЯ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА ДРЕВЕСИНЫ	114
Мухамедьярова А.Н. ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ГИББСИТА НА СВОЙСТВА ФЛОКУЛЬБЕМИТНОГО НОСИТЕЛЯ.....	115
Романов С.Р. СИНТЕЗ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ СОЛЕЙ АРСОНИЯ	115
Сибгатуллина Р.Р. НОВЫЕ ОПТИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ 2(5Н)-ФУРАНОНА, СОДЕРЖАЩИЕ ФРАГМЕНТЫ 1-МЕНТОЛА И S-НАПРОКСЕНА	116
Смирнов И.С. НОВЫЕ ТИОЭФИРЫ И СУЛЬФОНЫ РЯДА 3-ПИРРОЛИН-2-ОНА	117
Снегурева Ю.В. ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ПРИРОДНЫХ ФЕНОЛОВ ПО РЕАКЦИИ С 2,2'-ДИФЕНИЛ-1- ПИКРИЛГИДРАЗЛОМ.....	118
Фасхетдинов Р.Ф. АММОНИЕВЫЕ СОЛИ ДИТИОКИСЛОТ ФОСФОРА НА ОСНОВЕ ПИРИДОКСИНА, НИКОТИНОВОЙ КИСЛОТЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫХ.....	119
Хайруллина Р.Р. СИНТЕЗ БЕТА-ЗАМЕЩЕННЫХ СПИРТОВ НА ОСНОВЕ АЦЕТАЛЕЙ 6-(ГИДРОКСИМЕТИЛ) ПИРИДОКСИНА	120
Ханафиева Р.Р. ПОЛЯРНОСТЬ И СТРОЕНИЕ ФОСФОРИЛИРОВАННЫХ АЦЕТАМИДОВ.....	121
Хуснуриялова А.Ф. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ГЕНЕРИРОВАНИЕ НАНОРАЗМЕРНОГО КОБАЛЬТА (0)	122
Чулакова Д.Р. СИНТЕЗ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЗИДОВ 2(5Н)-ФУРАНОНОВОГО РЯДА	122
Шайымова Ю.Р. ОСОБЕННОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСОВ ЖЕЛЕЗА(III) С 2,6-ДИОКСИБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТОЙ В ОРГАНИЗОВАННЫХ СРЕДАХ НА ОСНОВЕ КАТИОННЫХ ПАВ	123
Шамсутдинова Ф.Г. ТРЕТИЧНЫЕ ФОСФИНЫ КАК КАТАЛИЗАТОРЫ В РЕАКЦИЯХ ФОСФОРИЛИРОВАНИЯ АКТИВИРОВАННЫХ АЛКЕНОВ И АЛКИНОВ.....	124
Шуматбаев Г.Г. СИЛИЛОВЫЕ ЭФИРЫ ДИТИОКИСЛОТ ФОСФОРА НА ОСНОВЕ ДИПРЕНОИДОВ.....	125
Юмаева Г.Ф. СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ «УХОДЯЩИХ ГОСТЕЙ» ПРИ ТВЕРДОФАЗНОМ ЗАМЕЩЕНИИ «ГОСТЯ» В КЛАТРАТАХ БЕТА- ЦИКЛОДЕКСТРИНА	126
Якупов И.Р. ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ПРИМЕСЕЙ В АЛКАНЕ С ПОМОЩЬЮ СТЕКЛООБРАЗНОГО ПРОИЗВОДНОГО ТИАКАЛИКС[4]АРЕНА	127
<i>СЕКЦИЯ ХИМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ</i>	<i>127</i>
Бурлакова В.С. КЕЙС-МЕТОД В ПРЕПОДАВАНИИ ХИМИИ.....	127
Вагизова И.Ф. ПАСПОРТ КАБИНЕТА ХИМИИ.....	128
Валиева Ч.Д. БУДУЩИЕ УЧИТЕЛЯ ХИМИИ И ИНКЛЮЗИВНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ.....	129
Дарземанова Д.Л. ВОПРОСЫ ГОТОВНОСТИ УЧИТЕЛЕЙ ХИМИИ К РАБОТЕ С ДЕТЬМИ МИГРАНТОВ	129
Дацив М.А. ЭСТЕТИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ НА УРОКАХ ХИМИИ.....	130

Ершова А.В. СИСТЕМА ВНЕКЛАСНОЙ РАБОТЫ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧИТЕЛЯ ХИМИИ.....	131
Лемехова В.П. ГЕНДЕРНО ОРИЕНТИРОВАННОЕ ОБУЧЕНИЕ В ШКОЛЬНОМ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОМ ОБРАЗОВАНИИ	132
Михайлова Е.О. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ.....	132
Петрова Э.И. ИЗУЧЕНИЕ ПСИХОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ В ПОДГОТОВКЕ УЧИТЕЛЯ ХИМИИ К УРОКУ	133
Рахимова Р.И. ОБУЧЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИМ МЕРОПРИЯТИЯМ В ШКОЛЕ В УСЛОВИЯХ ФГОС НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ.....	134
Спирина К.Н. КОМПЬЮТЕРНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ КАК ЭЛЕМЕНТ КОНТРОЛЯ УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ УЧАЩИХСЯ.....	135
Стешов Ф.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА УРОКАХ ХИМИИ И ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	136
Хаметова Г.И. ПРОБЛЕМЫ ШКОЛЬНОГО ХИМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ	136
Хусаинова Д.М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИГРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КУРСЕ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ.....	137
Хуснутдинов А.М. ИЗУЧЕНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ НАГЛЯДНОСТИ В РАБОТЕ СОВРЕМЕННОГО УЧИТЕЛЯ ХИМИИ.....	138
Чепелева С.Е. РАЗВИТИЕ ВЫСШЕГО ХИМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РТ И ЕГО ВЗАИМОСВЯЗЬ С СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ПОТРЕБНОСТЯМИ РЕГИОНА ..	139
Шайхразиева Л.А. МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ В КУРСЕ ИЗУЧЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ.....	139
Ярмухаметова Д.С. ОРГАНИЗАЦИИ ПРОПЕДЕВТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ХИМИИ.....	140
ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И МЕХАНИКИ им. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО.....	142
Видунов С.И. СВОЙСТВА ТЕНЗОРНОГО РАНГА МАТРИЦ.....	142
Газизянова Д.Р. ПРОЦЕДУРЫ ОСНАЩЕННОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТЕОРИИ ФУНКЦИИ ОДНОГО ПЕРЕМЕННОГО В ПАКЕТЕ MAPLE XVII	142
Галиуллин Р.Р. ОЦЕНКА ЖЕСТКОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОРТОПЕДИЧЕСКОГО АППАРАТА ВНЕШНЕЙ ФИКСАЦИИ.....	143
Гаптеррахимова Т.Т. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ	144
Гизятова Л.А. ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ КРИВЫЕ В ГЕОМЕТРИИ ЛОБАЧЕВСКОГО.....	145
Елисеева В.В. ГРУППЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ, ДОПУСКАЕМЫЕ УРАВНЕНИЯМИ АБЕЛЯ.....	145
Загитова И.Р. НЕРАВЕНСТВА ТИПА ХАРДИ В ВЫПУКЛЫХ ОБЛАСТЯХ С КОНЕЧНЫМ ВНУТРЕННИМ РАДИУСОМ	145
Замалиев М.Р. СОЗДАНИЕ КОМПЛЕКСА АНИМАЦИОННЫХ ДЕМОСТРАЦИЙ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПРЕДЕЛОВ	146
Исмагилов А.А. ЗАДАЧА РИМАНА В СЛУЧАЕ ПОСТОЯННОГО КОЭФФИЦИЕНТА	147
Камалетдинов Р.Р. НАТЕКАНИЕ ПОТОКА НА ЦИЛИНДР, ЛЕЖАЩИЙ НА ГОРИЗОНТАЛЬНОМ ДНЕ	147
Огай Л.И. ИНВАРИАНТЫ КОНЕЧНЫХ ГРУПП, ПОРОЖДЕННЫХ ОТРАЖЕНИЯМИ.....	148
Ризванов З.З. РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА ПО ИНФОРМАТИКЕ И ИКТ НА ТЕМУ ПРОГРАММА ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА ПО ТЕМЕ «АЛГОРИТМИЗАЦИЯ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ».....	148

Салахова Л.А. ДВУСТОРОННИЕ ОЦЕНКИ ЕВКЛИДОВЫХ ГРАНИЧНЫХ МОМЕНТОВ ВЫПУКЛЫХ ОБЛАСТЕЙ В ТРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ.....	149
Семенова Н.С. ПОВЕРХНОСТИ В ГЕОМЕТРИИ ЛОБАЧЕВСКОГО	150
Сергеев К.М. МОДИФИКАЦИИ КВАНТОВЫХ ГРУПП СЕРИИ $GL(2)$	151
Шакиров Н.З. ОЦЕНКА СПЕКТРА ИНТЕГРАЛЬНЫХ СРЕДНИХ.....	152
Шарафутдинова А.Р. НЕРАВЕНСТВА ТИПА ХАРДИ НА СОСТАВНЫХ ФИГУРАХ ВРАЩЕНИЯ.....	152
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ	154
Абишев Н.М. ЛОКАЛЬНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ, ИНДУЦИРОВАННЫЕ ТОЧЕЧНЫМИ ДЕФЕКТАМИ В РЕАЛЬНЫХ КРИСТАЛЛАХ	154
Грошев Д.Е. ТЕПЛОЕМКОСТЬ ОДНОМАСШТАБНОГО КАНТОРОВСКОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СПЕКТРА. ТОЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ.....	154
Ишмуратов И.К. МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ ИМПУЛЬСОВ ВВ1 И CORPSE В ЭПР РЕАЛЬНЫХ КРИСТАЛЛОВ	155
Шакиров М.А. НЕЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ СИЛЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ, ДЕЙСТВУЮЩЕЙ НА ВЕРТИКАЛЬНО ПАДАЮЩЕЕ ТЕЛО	155
Абзалов Р.А. КОСМОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМУЩЕНИЯ В ТЕОРИИ ГРАВИТАЦИИ С НЕМИНИМАЛЬНОЙ КИНЕТИЧЕСКОЙ СВЯЗЬЮ	156
Абдуллин А.Ф. МОДЕЛИРОВАНИЕ МЁССБАУЭРОВСКИХ СПЕКТРОВ МАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ CORE-SHELL ТИПА	156
Иванова А.Г. МАГНИТНЫЙ ДЕНДРИМЕРНЫЙ ЖЕЛЕЗО (III)-СОДЕРЖАЩИЙ КОМПЛЕКС СО СМЕШАННОЙ СПИНОВОЙ СТРУКТУРОЙ	157
Зиннатуллин А.Л., Мубаракшин Ш.И. ГАММА-РЕЗОНАНСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТА ЗАМЕЩЕНИЯ В СВЕРХПРОВОДЯЩЕЙ СИСТЕМЕ $FeSe_{1-x}Tex$	158
Абдразакова Л.Р. ИК-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ РАЗВЕТВЛЕННОГО ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТА И ЕГО ФУЛЛЕРЕНСОДЕРЖАЩЕГО АНАЛОГА.....	159
Ягфаров Р.Р. РАЗДЕЛЕНИЕ МОДЕЛЬНЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ КОНТУРОВ МЕТОДОМ АЛГОРИТМА ПЧЕЛИНОЙ КОЛОНИИ	159
Акатьев Д.О. УПРАВЛЕНИЕ СПЕКТРОМ СПОНТАННОГО ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО РАССЕНИЯ В НЕЛИНЕЙНЫХ КРИСТАЛЛАХ С ПОМОЩЬЮ ВНЕШНЕГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ	160
Гарифуллин А.И. МОДЕЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В ФОТОННЫХ КРИСТАЛЛАХ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ПЛОСКИХ ВОЛН.....	161
Харитонов А.В. ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОДОЛЬНЫХ И ПОПЕРЕЧНЫХ КОМПОНЕНТ СИЛЬНО-СФОКУСИРОВАННОГО ОПТИЧЕСКОГО ПОЛЯ С ПОМОЩЬЮ ФОТОРЕАКТИВНЫХ АЗОПОЛИМЕРОВ	161
Гатауллин А.Р. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ДИНАМИКА РЯДА ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ	162
Григорьев И.С. НАБЛЮДЕНИЕ БЫСТРОГО ВРАЩЕНИЯ МЕТИЛЬНЫХ ГРУПП НИТРОКСИЛЬНОГО РАДИКАЛА МЕТОДОМ ЭПР	163
Кусова А.М., Скворцова П.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПИНА СИСТЕМЫ МЕТОДОМ НЕСТАЦИОНАРНОЙ НУТАЦИИ.....	164
Маматова А.А. КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ НИТРОКСИЛЬНЫХ РАДИКАЛОВ	164
Миннегалиев М.М. МОЛЕКУЛЯРНАЯ ДИНАМИКА ПОЛИБУТАДИЕНОВ.....	165

Нуреева Г.Р. ИМПУЛЬСНЫЕ МЕТОДЫ ЭПР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ РАДИКАЛЬНЫМИ ЦЕНТРАМИ.....	165
Андреев А.О. КВАНТОВОХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАКЦИЙ ЦИКЛОГЕКСИЛ ФЕНИЛ СУЛЬФИДА С ВОДОЙ	166
Валишина А.А. ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА ГРАФЕНОВЫХ СТРУКТУР.....	166
Варламова И.И. АВ ІНІТІО МОДЕЛИРОВАНИЕ ОКСИДНЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР.....	167
Вильф Я.З. АВ ІНІТІО МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ, ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ И КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ РЯДА СОЕДИНЕНИЙ SRR2O4 (R=Y, SM, GD, DY, ND) .	167
Галиуллин Н.К., Вазюков А.С. СИМУЛЯЦИЯ ДВУХМЕРНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ГАЗА В ПАРАБОЛИЧЕСКОМ ПОТЕНЦИАЛЕ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО	168
Запивахин А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ КРИСТАЛЛОВ SrY _{2-x} Yb _x O ₄	169
Зимин Т.М. ПОИСК ВОЗМОЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ТЕПЛОВОГО РАСШИРЕНИЯ.....	170
Касимов Д.З. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ РЕНТГЕНОСТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА ОСОБЕННОСТЕЙ ДОПИРОВАНИЯ КРИСТАЛЛОВ РУТИЛА ИОНАМИ КОБАЛЬТА.....	171
Хасанов Р.Н. РОСТ КРИСТАЛЛОВ ИТТРАТА СТРОНЦИЯ ДОПИРОВАННЫХ РЕЗДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ МЕТОДОМ БЕЗТИГЕЛЬНОЙ ЗОННОЙ ПЛАВКИ С ОПТИЧЕСКИМ НАГРЕВОМ.....	171
Згадзай Ю.О. ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ОБМЕНА В РАСТВОРЕ ЦИКЛОСПОРИНА МЕТОДАМИ СПЕКТРОСКОПИИ ЯМР	172
Иванов Д.С. СОЗДАНИЕ МОДЕЛЬНОГО ОБРАЗЦА НЕФТИ НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ЯМР РЕЛАКСАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕФТИ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ	173
Карчевский М.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ И СТРУКТУРЫ ПРЯМОЙ МИКРОЭМУЛЬСИИ МЕТОДАМИ ЯДЕРНОГО МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА	174
Колосова О.А. ПРОСТРАНСТВЕННОЕ СТРОЕНИЕ АНТИМИКРОБНОГО ПЕПТИДА PG-2 В РАСТВОРЕ С МИЦЕЛЛАМИ ПО ДАННЫМ СПЕКТРОСКОПИИ ЯМР ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ.....	175
Коноплева Л.В. ВЕРИФИКАЦИЯ ДАННЫХ АКСОНАЛЬНОЙ ТРАКТОГРАФИИ IN VIVO.....	176
Кравченко Р.И. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КУРКУМИНА С ЛИПИДНЫМ БИСЛОЕМ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ	176
Лазарева Н.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТОДОМ ЯМР КОЭФФИЦИЕНТА САМОДИФФУЗИИ АВ-ПЕПТИДА В РАСТВОРАХ ТРИФТОРЭТАНОЛ-ВОДА	177
Макаров М.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ЯДЕРНОЙ МАГНИТНОЙ РЕЛАКСАЦИИ СМЕСЕЙ НЕФТИ.....	177
Мельникова Д.Л. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ 2D РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕН ЯДЕРНОЙ МАГНИТНОЙ РЕЛАКСАЦИИ T1 И T2 НА ПРИМЕРЕ СЛОЖНЫХ МОЛЕКУЛЯРНЫХ СИСТЕМ	178
Никифорова Т.В. ОСОБЕННОСТИ ЯДЕРНОЙ МАГНИТНОЙ РЕЛАКСАЦИИ В ТЯЖЕЛЫХ ФРАКЦИЯХ НЕФТИ (АСФАЛЬТЕНЬ).....	179
Ожиганова Н.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ПОДВИЖНОСТИ ГЕКСАНА В ПОРИСТОЙ СРЕДЕ СИЛИКАЛИТА-1	179

Рощина А.И. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ЯМР ИГМП РАСТВОРОВ ФРАГМЕНТА ОБМ S72-R103	180
Тарасов Р.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КУРКУМИНА С ЛИПИДАМИ МЕТОДОМ ³¹ P И ² H ЯМР СПЕКТРОСКОПИИ	181
Хафизова О.С. САМОДИФФУЗИЯ ИОННОЙ ЖИДКОСТИ В ПОРИСТОМ СТЕКЛЕ.....	181
Шигапова А.М. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КУРКУМИНА С ЛИПИДАМИ РАЗЛИЧНОЙ СТРУКТУРЫ	182
Гибайдуллин А.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЯДА ПРОТЕГРИНОВ (I-V) НА ФАЗОВОЕ СОСТОЯНИЕ И УПОРЯДОЧЕННОСТЬ ЛИПИДНЫХ МЕМБРАН МЕТОДОМ ЯМР	182
Латфуллин А.Р. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ НЕЙРОННЫХ ЦЕПЕЙ В ПРОЦЕССЕ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ	183
Бурганов Т.Ю. ТРАНСПОРТНЫЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ AL _x ХМЕ _(1-x) [МЕ={NI, CU}]	184
Гимадиева И.М. СТРУКТУРНЫЕ ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ В ВОДЕ	184
Заббаров А.Ф. АНАЛИЗ ПЕРЕКРЕСТНЫХ КОРРЕЛЯЦИЙ И ЭФФЕКТОВ СИНХРОНИЗАЦИИ ДИНАМИКИ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ КВАЗАРОВ.....	184
Ибрагимова Р.Р. ИССЛЕДОВАНИЕ АВТО- И КРОСС-КОРРЕЛЯЦИЙ ВО ВЗАИМНОЙ ДИНАМИКЕ ИНТЕРИКАЛЬНЫХ ЭЭГ-СИГНАЛОВ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ЭПИЛЕПСИИ	185
Кашапова З.К. ПРОЦЕССЫ ВИТРИФИКАЦИИ В ФУЛЛЕРЕНОВЫХ СМЕСЯХ	185
Каюмова А.И. ИЗОТРОПНЫЕ ЭФФЕКТИВНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ, ПРЕДСКАЗЫВАЮЩИЕ НЕТРИВИАЛЬНЫЕ ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ	186
Набиуллина Д.И. ПОСТРОЕНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ МАКРОФИГУРЫ ЛУНЫ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ КОСМИЧЕСКИХ МИССИЙ.....	186
Нурьев Н.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ЛУЧЕВОЙ СКОРОСТИ ПЕРЕМЕННОЙ ЗВЕЗДЫ V921 ЕДИНОРОГА ПО НАБЛЮДЕНИЯМ НА ТЕЛЕСКОПЕ РТТ-150	187
Салимова З.В. ПАРАМЕТРЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТЕОРНЫХ ПОТОКОВ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ МЕЖПЛАНЕТНЫХ ПЕРЕЛЕТОВ С УЧЕТОМ НАБЛЮДЕНИЙ НА ММТ	187
Тахавиев И.Д. ЛОКАЛЬНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И МИКРОСКОПИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА ЖИДКОГО ГАЛЛИЯ.....	187
Файзрахманова Д.М. ОСОБЕННОСТИ В ТЕМПЕРАТУРНОМ ПОВЕДЕНИИ ХАРАКТЕРИСТИК КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ НУКЛЕАЦИИ	188
Хайрутдинова А.Ф. ЛОКАЛЬНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА В МОДЕЛЬНЫХ ПЕРЕОХЛАЖДЕННЫХ ЖИДКОСТЯХ	188
Ахметсафина А.Р. ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В ОПТИЧЕСКОЙ ЭХО-ГОЛОГРАФИИ	189
Денисова М.Р. ЭФФЕКТ ЗАПИРАНИЯ СТИМУЛИРОВАННОГО ФОТОННОГО ЭХА ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С НЕРЕЗОНАНСНЫМИ ЛАЗЕРНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ.....	190
Зайнутдинова Д.С. ВОСПРОИЗВОДИМОСТЬ ИНФОРМАЦИИ В ОТКЛИКЕ СТИМУЛИРОВАННОГО ФОТОННОГО ЭХА ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ОРИЕНТАЦИИ ВНЕШНИХ ПРОСТРАНСТВЕННО-НЕОДНОРОДНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ	191
Макарова К.В. ФИЛЬТРАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЭХО-ГОЛОГРАФИИ.....	191
Морданова М.Р. КОРРЕЛЯЦИЯ НЕОДНОРОДНОГО УШИРЕНИЯ В ТРЕХУРОВНЕВОЙ СИСТЕМЕ ПРИМЕСНЫХ КРИСТАЛЛОВ	192
Пожарская Д.А. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЦВЕТНОЙ ЭХО-ГОЛОГРАФИИ	193

Савельев Н.И. СПАД СИГНАЛА СПИНОВОГО ЭХА ПРИ ДИФФУЗИИ В СФЕРИЧЕСКОЙ ПОЛОСТИ	193
Тухватуллина А.И. ДВУХЧАСТОТНАЯ ЗАПИСЬ ИНФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТИМУЛИРОВАННОГО ФОТОННОГО ЭХА В ТРЕХУРОВНЕВОЙ СИСТЕМЕ	194
Шаяхметова Д.Р. СПЕКТРАЛЬНАЯ ДИФФУЗИЯ И ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ НЕОДНОРОДНОГО УШИРЕНИЯ В ГАЗАХ.....	195
Архипов Р.В. ПРОГРАММА ОБРАБОТКИ ПРИ РЕГИСТРАЦИИ ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ СЛОЯ F НА ИОНОГРАММАХ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ИОНОЗОНДА «ЦИКЛОН».....	195
Бардасова А.Е. ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ О ВРЕМЕНИ ЗАДЕРЖКИ ПАКЕТА ОТ РАЗМЕРА РЕШАЮЩИХ ПРАВИЛ НА ПРИМЕРЕ IDS SURICATA	196
Валиев Н.Г. ЦИФРОВОЙ АКСЕЛЕРОМЕТР НА ОСНОВЕ МИКРОСХЕМЫ ADIS 16209.....	197
Васильев Н.В. СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕМПЕРАТУРНОГО КОНТРОЛЯ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ADuCM360.....	198
Галеев А.С. СИМУЛЯЦИЯ OFDM ТЕХНОЛОГИИ В ГРАФИЧЕСКОЙ СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ SIMULINK	198
Дементьев В.В., Жих С.С. АВТОМАТИЗАЦИЯ СБОРА ДАННЫХ В СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРЫ	199
Еньков И.В. КРОСС ВЕЙВЛЕТ АНАЛИЗ МЕТЕОПАРАМЕТРОВ	199
Ибрагимов Ф.Ф. ВАРИАЦИИ ИОНОСФЕРЫ В ПЕРИОД СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ ПО ДАННЫМ ИОНОГРАММ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ИОНОЗОНДА «ЦИКЛОН».....	200
Костин В.Д. ЦИФРОВОЙ ВОЛЬТМЕТР ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА C8051F064.....	200
Козин А.И. ВАРИАЦИИ АМПЛИТУДЫ СИГНАЛА GPS И ИХ СОПОСТАВЛЕНИЕ С ИЗМЕНЧИВОСТЬЮ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ.....	201
Лосев С.И. ПРОЕКТИРОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ БЛОКОВ OFDM ТЕХНОЛОГИИ В СРЕДЕ QUARTUS II	202
Мингалеев Р.Р. АНАЛИЗ СТРУКТУРНЫХ ФУНКЦИЙ ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СЕЗОНА.....	202
Музафаров Р.И. СОЗДАНИЕ БЕСПРОВОДНОГО КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ МЕЖДУ МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ.....	203
Сафронов С.И. ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ПРИЁМНИКОВ ДЛЯ ЗАДАЧ РАДИОЗОНДИРОВАНИЯ ИОНОСФЕРЫ	203
Тимакова А.С. СОПОСТАВЛЕНИЕ РЯДОВ ИНТЕГРАЛЬНОГО ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ АТМОСФЕРЫ, ПОЛУЧЕННЫХ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И МЕТЕОНАБЛЮДЕНИЙ.....	204
Тонков А.В. ЦИФРОВОЙ ИНКЛИНОМЕТР НА ОСНОВЕ МИКРОСХЕМЫ ADIS 16209	204
Хуторова А.Е. РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО СЗИ SECRET NET 6.....	205
Ягубов Р.С. АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ СПУТНИКОВОГО РАДИОМОНИТОРИНГА.....	206
Габидинова Р.Ф. МИКРОСТРУКТУРА ЦЕНТРОВ Mn^{2+} В КРИСТАЛЛЕ $SrTiO_3$ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ.....	206
Гориев О.Г. СПЕКТРАЛЬНО-КИНЕТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛА $LiYF_4:Yb^{3+},Tm^{3+}$	207

Захаров М.Ю. ЯМР ^3He В КОНТАКТЕ С НИТЕВИДНЫМ ОРИЕНТИРОВАННЫМ АЭРОГЕЛЕМ Al_2O_3	208
Ившин К.А. РАСЧЕТ СПЕКТРА ЯМР В ОРИЕНТИРОВАННЫХ ПОРОШКАХ.....	209
Исхакова К.Б. ГОМОЦИСТЕИН КАК МАРКЕР ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ. ОПЫТ ЭПР ИССЛЕДОВАНИЙ	210
Катков В.И. СПЕКТРОМЕТР ИМПУЛЬСНОГО ЯМР: ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОЙ ЧЕТВЕРТЬВОЛНОВОЙ ЛИНИИ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ СИГНАЛА СПИНОВОГО ЭХА...	210
Козюров А.Д. АП-КОНВЕРСИОННАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ В МОНОКРИСТАЛЛЕ $\text{Ho}^{3+}:\text{LiYbF}_4$	211
Кондратьева Е.И. ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ОЦЕНКА ЕЕ СВОЙСТВ МЕТОДАМИ МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА	212
Латфуллина И.А. МАГНИТООПТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ КЕРРА: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА И ИССЛЕДОВАНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК РАЗНОЙ ПРИРОДЫ	212
Лопатина А.А. ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ РЕГОЛИТА.....	213
Петров А.В. КОГЕРЕНТНЫЕ АКУСТИЧЕСКИЕ ФОНОНЫ В РУТИЛЕ С ИМПЛАНТИРОВАННОЙ ТОНКОЙ ПЛЕНКОЙ КОБАЛЬТА	214
Покрышкина Е.Ю. ЭПР-СПЕКТРОСКОПИЯ ИОНОВ Yb^{3+} В КРИСТАЛЛЕ SrY_2O_4	215
Салихов Т.М., Захаров М.Ю. ПРИМЕНЕНИЕ СКВИД-МАГНЕТОМЕТРОВ В ЯДЕРНОМ МАГНИТНОМ РЕЗОНАНСЕ	215
Шуртакова Д.В. СПИН-РЕШЕТОЧНАЯ РЕЛАКСАЦИЯ ПРИМЕСНЫХ ЦЕНТРОВ В ГИДРОКСИАПАТИТЕ	216
Яковлева М.Ф. ЯМР-ИССЛЕДОВАНИЕ СПИНОВОЙ ДИНАМИКИ В СОЕДИНЕНИИ CoAl_2O_4	217
Заострожных А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЗВЕЗД В КРАТНОЙ СИСТЕМЕ ADS 7438.....	217
Назипов Д.Р. МОДЕРНИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ РАСКОПОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ВЫСОКОТОЧНОЙ ГЕОДЕЗИИ, НАЗЕМНОЙ ФОТОГРАММЕТРИИ И ГИС	218
Соловьева Ю.Н. СПЕКТРАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ДВУХ ТЕСНЫХ ДВОЙНЫХ СИСТЕМ SBS 1108 И RXJ 1039	219
Тазиева З.Р. АНАЛИЗ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИК НОВОГО ПОЛЯРА RX 152506.....	219
Белашова И.А. НЕЛИНЕЙНАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ ПУАССОНОВСКИХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ.....	219
Биккинин В.Р. АВТОМАТИЗАЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ДЕФЕКТОВ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ.....	220
Галиев А.А. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СИНХРОНИЗАЦИИ УСТРОЙСТВ В СИСТЕМЕ ГЕНЕРАЦИИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ В МНОГОЛУЧЕВОМ РАДИОКАНАЛЕ	221
Гизатуллин Р.В. СНИФФЕР ШИНЫ 1-WIRE	221
Данилов М.В., Тиллоева Н.Х. КЛАССИФИКАТОР МЕТЕОРНЫХ РАДИООТРАЖЕНИЙ ..	222
Касимов Р.Р. ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ МНОГОЭКСПОНЕНЦИАЛЬНЫХ СИГНАЛОВ	223
Корчагин И.П. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНТЕРНОЙ СТЕГАНОГРАФИИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ДОКУМЕНТОВ ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО КОПИРОВАНИЯ	223
Максимюк Г.С. ОРГАНИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ SQL-ИНЪЕКЦИЙ.....	224

Метленко К.В. ПРОЕКТ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ НА ПЛАТФОРМЕ ELVIS «СТАБИЛИЗАТОР НАПРЯЖЕНИЯ С ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ».....	225
Муртазина Л.Ш. УСТРОЙСТВО ОГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА В ПОМЕЩЕНИЕ	226
Науров П.А. ВСТРАИВАНИЕ ВОДЯНЫХ ЗНАКОВ В МЕДИАДАННЫЕ	227
Петров А.Н. РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ МЕТЕОРНОЙ СВЯЗИ.....	227
Сапожников И.В. СТЕГАНОГРАФИЯ В МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ.....	228
Спирина Л.А. АВТОМАТИЧЕСКОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ И РАСПОЗНАВАНИЕ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ НА ВИДЕО ПОТОКЕ ДАННЫХ	229
Сысоев И.А., Световидов А.А., Попов М.А., Чупин М.М. MIDI-УСТРОЙСТВО С ВОЗМОЖНОСТЬЮ УПРАВЛЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ НА БАЗЕ ЭЛЕКТРОМУЗЫКАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА «ТЕРМЕНВОКС».....	229
Хакимуллин Р. ПОСТРОЕНИЕ ИНКЛИНОМЕТРА НА БАЗЕ МЭМС ДАТЧИКОВ.....	230
Юсупов А.Р. ДИНАМИЧЕСКИЙ ХАОС В КРИПТОГРАФИИ.....	230
Дементьев В.О. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ ОТРАЖЕНИЯ МОЩНОЙ РАДИОВОЛНЫ И ГРАНИЦ ОБЛАСТИ ПЛАЗМЕННЫХ РЕЗОНАНСОВ ИОНОСФЕРЫ МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ НАГРЕВНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА СТЕНДЕ «СУРА» В АВГУСТЕ 2014 ГОДА	231
Ефремов А.Г. ИССЛЕДОВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ПЕРКОЛЯЦИИ В ПРИРОДНЫХ СИЛИКАТАХ МЕТОДОМ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ	232
Ломовцев Д.С. ФОРМИРОВАТЕЛЬ СИГНАЛА УПРАВЛЕНИЯ ТЕЛЕСКОПОМ С ТОЧНОЙ ВРЕМЕННОЙ ПРИВЯЗКОЙ НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА X MOS	233
Нигметзянов Р.И. АНАЛИЗ ПОСТСИНАПТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ РЕДУЦИРОВАННОГО НАБОРА ПАРАМЕТРОВ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ.....	233
Никифоров Д.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛОВЫХ РАЗМЕРОВ ПЯТНА ИСКУССТВЕННОГО СВЕЧЕНИЯ ИОНОСФЕРЫ, СТИМУЛИРОВАННОГО МОЩНЫМ РАДИОИЗЛУЧЕНИЕМ СТЕНДА «СУРА»	234
Петров А.А. АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ФОКУСИРОВКИ ТЕЛЕСКОПА.....	235
Хамитов Т.Р., Сибгатов А.Р. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕМПЕРАТУРНОГО РАСШИРЕНИЯ СТЕКЛА МЕТОДОМ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ	236
Харитонов Е.А. МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ XSCORE В МУЛЬТИТРЕДОВОЙ ОБРАБОТКЕ СИГНАЛОВ	236
Яганова А.Е. МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА В ДИССИПАТИВНОЙ СРЕДЕ.....	237
Егоров А.Н. ПРОЕКТИРОВАНИЕ САМОТЕСТИРУЕМЫХ ГЕНЕРАТОРОВ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ НА ПРОГРАММИРУЕМОЙ ЛОГИКЕ	238
ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	239
Хайруллина Д.М. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ СЛОЯ МЕТОДОМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ	239
Хуснутдинова Р.Ф. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОЦЕНКИ ЧАСТОТЫ F0 ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА	239
Хомяков И.А. ИМПОРТИРОВАНИЕ СПРАВОЧНИКОВ	240
Нестерова С.С. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ НЕГИЛЬОТИННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ПРЯМОУГОЛЬНИКОВ НА ЛИСТЕ МАТЕРИАЛА.....	241

Сычев И.В. ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ACO (ANT COLONY OPTIMIZATION) ДЛЯ ЗАДАЧИ RTWTP (PARALLEL MACHINE TOTAL WEIGHTED TARDINESS PROBLEM).....	241
Тихонова О.В. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ВОГНУТОГО КВАДРАТИЧНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ МЕТОДОМ ВЕТВЕЙ И ГРАНИЦ.....	242
Габдрахманов Р.Р. ФАКТОРИЗАЦИЯ НА ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ КРИВЫХ.....	243
Хатамов Ф.Ш. ЭФФЕКТИВНАЯ ФАКТОРИЗАЦИЯ НА ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ КРИВЫХ.....	243
Урманчев А.П. РЕАЛИЗАЦИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕСТА ПРОСТОТЫ BPSW.....	244
Гафиятуллина А.А. СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛЕНИЯ НАИБОЛЬШЕГО ОБЩЕГО ДЕЛИТЕЛЯ ЦЕЛЫХ ЧИСЕЛ.....	245
Фахреев М.З. «WEBKIT-BASE – ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СРЕДА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ КРОССПЛАТФОРМЕННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ НА ЯЗЫКЕ JAVASCRIPT».....	245
Боброва Д.Г., Москниева А.Р., Сафина Л.И. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ»	246
Федотова Т.Е., Гималетдинова А.Р. ЗАДАНИЯ ЕГЭ С ИГРОВЫМИ СТРАТЕГИЯМИ.....	247
Зыкова С.А. РАСПОЗНАВАНИЕ И ОТСЛЕЖИВАНИЕ ЛИЦА В КАДРЕ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ В РАМКАХ МОБИЛЬНОЙ ВИДЕОСТУДИИ	247
Вафина А.Р. РАСПОЗНАВАНИЕ ТИПОВ ЛЕСА ПО ГЕОГРАФИЧЕСКИМ И КАРТОГРАФИЧЕСКИМ ДАННЫМ	248
Данкович А.Ю. ПОСТРОЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ КОЛИЧЕСТВА ВЫПАВШИХ ОСАДКОВ (ПО ДАННЫМ ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИХ РАДАРОВ СРЕДСТВАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ).....	249
Мифтахутдинов З.Ш. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КОЛЛАБОРАТИВНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ПРИ ПОСТРОЕНИИ МОДЕЛИ АДАПТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ	249
АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ.....	250

ИНСТИТУТ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОЛОГИИ

СЕКЦИЯ «БИОХИМИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ»

МИКРОМИЦЕТЫ КАК ВОЗБУДИТЕЛИ МИКОТОКСИКОЗОВ

Исламова А.Р.

Научные руководители – д.б.н., проф. Багаева Т.В., асс. Надеева Г.В.

Овладение информацией о ферментативных особенностях микроскопических грибов, о веществах которые они выделяют, о повреждениях которые они наносят и о влиянии непосредственно на здоровье человека является актуальным. Известно, что значительное количество микромицетов представляют большую опасность в связи со способностью их вызывать такие заболевания, как: микозы, микотоксикозы и аллергические реакции.

Целью настоящей работы являлись микромицеты старо-татарской рукописи с кожаным переплетом, их протеолитическая активность и способность к образованию токсических соединений.

В связи с поставленной целью решались следующие задачи:

- 1) выделение чистых культур микроскопических грибов со старо-татарской рукописи, имеющей кожаный переплет;
- 2) определение протеолитической активности микромицетов;
- 3) выявление токсичности микроскопических грибов на чувствительных микроорганизмах.

Схема опытов:

Микробиологический анализ арабографической рукописи с кожаным переплетом проводили с обложки, страниц и корешка. Было выделено 7 изолятов: 5 относились к роду *Aspergillus*, 1 к роду *Penicillium* и 1 к роду *Alternaria*.

Определили протеолитическую активность выделенных чистых культур и токсичность на чувствительных микроорганизмах.

Выявление токсичности проводили на двух тест-культурах (*Bacillus subtilis* и *Bacillus megaterium*). О токсичности свидетельствовали наличие зон ингибирования роста тест-культур.

Выводы:

1. Основной культурой, выделенной с поверхности старо-татарской рукописи, имеющей кожаный переплет, являются микромицеты рода *Aspergillus*.
2. Отмечена протеолитическая активность грибов рода *Aspergillus*.
3. Микромицеты рода *Aspergillus* синтезируют токсические соединения и являются потенциальными возбудителями заболеваний человека.

МОЛЕКУЛЯРНЫЙ ДОКИНГ ИНГИБИТОРОВ АЦЕТИЛХОЛИНЭСТЕРАЗЫ

Ключникова Б.В.

Научные руководители - к.б.н., доц. Акберова Н.И., асс. Аюпов Р.Х.

Цель данной работы – проведение молекулярного докинга 11 новосинтезированных соединений из статей 2013-2015 гг. Эти соединения имеют различную химическую природу и высокий потенциал в качестве ингибиторов ацетилхолинэстеразы (АХЭ). Такрин (Т) и донепезил (Д) использовали как контроль.

Ход работы: 1) строим структуры соединений в программе Avogadro; 2) проводим оптимизацию в программе PC GAMESS, сначала на базисе AM1, затем, на базисе N31; 3) файл после оптимизации переводим в формат pdb в программе OpenBabel; 4) из базы данных Protein Data Bank получаем координаты 2 структур: АХЭ мыши – 2JEY, АХЭ человека – 4EY7; 5) в программе AutoDock Tools проводим подготовку структур рецептора и лиганда к докингу: перевод в формат pdbqt и указание примерного положения активного центра АХЭ по литературным данным (в нашем случае – Ser203, Asp74 и

Тр86); 6) проводим докинг в приложении vina.exe. На выходе получаем файл со значениями энергии связывания, выбираем одну – с наименьшим значением энергии связывания. Переводим лиганд из формата pdbqt в формат pdb. Открываем файл pdb рецептора и лиганда в программе VMD для визуализации.

Кроме того, для проведения докинга использовали сервер SWISSDOCK.

Результаты докинга, проведенного в SWISSDOCK, представлены в таблице.

№	Лиганды	Экспериментальная характеристика IC50 (мМ)	Энергия сродства ΔG , ккал/моль		Ссылка
			2JEY	4EY7	
1	14c	0,34±0,03 (ratAChE)	-8,75	-9,02	Sang et al., 2015, Bioorg MedChem., 23(4), 668-80
2	15c	0,57±0,02 (ratAChE)	-8,74	-8,88	-
3	10d	0,40±0,03 (n.d.)	-8,99	-9,34	Lee et al., 2014, Bioorg Med Chem., 23, 231-40
4	7e	0,31±0,02 (eelAChE)	-8,42	-8,55	Khoobi et al., 2015, Eur J Med Chem., 89, 296-303
5	7h	0,19±0,01 (eelAChE)	-8,77	-9,15	-
6	7k	0,32±0,02 (eelAChE)	-8,79	-9,01	-
7	3g	0,20±0,1 (eelAChE)	-8,54	-8,83	Yerdelen, Tosun, 2015, Medicinal Chemistry Research, 24(2), 588-602
8	3o	0,14±0,2 (eelAChE)	-9,73	-9,42	-
9	3l	0,03±0,9 (eelAChE)	-10,36	-8,85	-
10	14c	0,16±0,001 (hAChE)	-9,76	-8,61	Guzior et al., 2015, European Journal of Medicinal Chemistry, 92, 738-49
11	12b	0,17±0,005 (hAChE)	-9,75	-9,61	-
12	Д	0,006±0,001 (hAChE)	-8,88	-9,52	-
13	Т	0,13±0,002 (hAChE)	-7,50	-6,92	-

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЦИДА РОСИМА GT ДЛЯ СТАРО-ТАТАРСКИХ АРАБОГРАФИЧЕСКИХ РУКОПИСЕЙ

Латыпова Г.Д.

Научные руководители – д.б.н., проф. Багаева Т.В., асс. Надеева Г.В.

В настоящее время вопросы защиты и сохранности рукописей превратились в отдельную отрасль научных исследований. Защита от биоповреждений является научно-практической проблемой, решением которой во всем мире занимаются различные специалисты [Беляева И. М., 2001, с. 1].

Дезинфекция бумаги – обработка, замедляющая старение и предотвращающая повреждение материалов документа, является составной частью комплекса мероприятий по обеспечению сохранности библиотечных фондов путем консервации документа [Добрусина С.А., 2014, с. 4].

Целью настоящей работы являлась апробация метода, предложенного ФЦКБФ, для старо-татарских арабографических рукописей.

В связи с поставленной целью решались следующие задачи:

- 1) микробиологический анализ старо-татарских рукописей из ОРРК НБ имени Н.И. Лобачевского КФУ,
- 2) идентификация микромицетов,
- 3) проверка целлюлазной активности изолятов,
- 4) подбор условий применения метода ФЦКБФ для старо-татарских арабографических рукописей.

Схема опытов:

Микробиологический анализ 3 рукописей проводился с обложки, страниц и корешка. Общее количество микроорганизмов на всех трех рукописях превышало 80 КОЕ/дм², что говорило об их поврежденном состоянии и необходимости дезинфекционной обработки.

До обработки биоцидом, проводилась идентификация выделенных с рукописей микромицетов и была определена их целлюлазная активность.

Для обработки всех трех рукописей была выбрана 1% концентрация биоцида ROCIMA GT. Биоцид действовал как на бактерии, так и на микромицеты. После обработки и тщательного высушивания рукописей, микромицеты полностью потеряли жизнеспособность, а количество колоний бактерий значительно уменьшилось.

Выводы:

1. На поверхности исследованных старо-татарских арабографических рукописей обнаружены бактерии и микромицеты. Общее количество микроорганизмов с третьей рукописи составляло (466 КОЕ), с первой рукописи (135 КОЕ) и с второй – (327 КОЕ).

2. Выделены и определена родовая принадлежность десяти микромицетов. Восемь из них принадлежат к роду *Penicillium* и двое – *Aspergillus*.

3. Грибы рода *Penicillium* обладают наиболее высокой целлюлазной активностью и являются потенциально активными биодеструкторами, представляющими угрозу для рукописей.

4. Метод, предложенный ФЦКБФ, возможен для использования в сохранении старо-татарских арабографических рукописей, при соблюдении условий температурно-влажностного режима.

ПОЛУЧЕНИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКА МАТРИКСОВ НА ОСНОВЕ ЖЕЛАТИНА ДЛЯ РОСТА КЛЕТОК ЧЕЛОВЕКА

Льонг Т.З.

Научные руководители – к.б.н., н.с. Казакова Р.Р., к.б.н., в.н.с. Абдуллин Т.И.

Гидрогели обладают уникальной биосовместимостью, что объясняется схожестью их структуры с живыми тканями и высоким равновесным содержанием воды. Они находят применение в различных сферах биологии, медицины и фармацевтики, в том числе, в тканевой инженерии, для создания контактных глазных линз, в эндопротезировании, ожоговой терапии и др.

Гидрогели способны поглощать большое количество воды, сохраняя при этом свою трехмерную структуру. Их преимуществами по сравнению с другими биоматериалами являются более высокое влагопоглощение, увлажнение и охлаждение окружающих тканей, что, например, позволяет облегчить симптомы повреждений кожи [S. Anumolu, 2010].

Актуальной и своевременной биомедицинской проблемой является разработка гелей на основе природных и синтетических полимеров с улучшенными характеристиками. Для получения макропористых гелей применяли метод криополимеризации, который позволяет создавать криогели с различной геометрией. Криогели имеют пористую структуру с размером пор около 20-200 мкм, пористость обеспечивает миграцию клеток и диффузию питательных веществ. Плотные гидрогели с микропорами получали из вязких растворов желатина, применяя контролируемую кросс-сшивку глутаровым альдегидом при температуре 60°C.

Полученные желатиновые криогели и гидрогели визуализировали методами сканирующей электронной микроскопии и атомно-силовой микроскопии в лиофилизированном и гидратированном состоянии, соответственно. Для исследования набухания гели гидратировали в фосфатно-солевом буфере при 37°C – индекс набухания варьировал в диапазоне от 1578 до 4565%. По данным лазерной сканирующей конфокальной микроскопии, фибробласты кожи человека эффективно пролиферируют на поверхности (в составе) желатиновых гидрогелей и криогелей.

ДЕТЕКЦИЯ ОПУХОЛЕВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ В ТКАНЯХ МЫШЕЙ МЕТОДАМИ ГИСТОЛОГИИ И СВЕТОВОЙ МИКРОСКОПИИ

Новикова А.В.

Научный руководитель - к.б.н., доц. Фаттахова А.Н.

Реакция организма на опухоль представляет собой нерешенную научную проблему. Мышам линии BALB/c на спинную сторону имплантировали опухоль человека размером 10×7 мм, спустя две недели опухоль не детектировалась на спинной стороне в сайте операции. Т.е. можно говорить, что произошла ремиссия опухоли. При этом механизм ремиссии на данный момент не известен и представляет большой интерес для практической онкологии.

В связи с этим необходимо было провести гистологический анализ тканей мозга и печени мышей линии BALB/c после ремиссии интродуцированных опухолей человека. Были использованы 2 опухоли: опухоль поджелудочной железы и саркома матки человека. Для обнаружения каких-либо изменений в тканях препараты окрашивали Congo red, Cresil violet, гематоксилин – эозином.

Результаты анализа показали, что после ремиссии опухоли поджелудочной железы криосрезы мозга содержали включения значительных размеров, соединенный с капилляром и содержащий некротический материал. Вокруг включения наблюдали концентрацию красителя, позволившего детектировать скопления низкодифференцированной ткани. Анализ криосрезом печени при окраске гематоксилин-эозином позволил выявить включения, содержащие некротический материал, а также, отделенные от остальной ткани ясно выраженной стенкой.

После ремиссии саркомы матки человека не обнаружено видимых патологий в тканях мозга. Но в ткани печени имелись включения, содержащие некротический материал, предположительно амилоидной природы.

На основании анализа гистохимических срезов печени и мозга мышей после ремиссии опухолей поджелудочной железы и саркомы матки, можно сделать предварительный вывод о том, что ремиссия опухолей размером 10×7 мм протекает по капсулированному механизму, о чем свидетельствуют включения в мозге и печени мышей, окруженные оболочками из клеток и содержащие некротический клеточный материал. В последующем следует доказать выдвинутое предположение при помощи опухолевых маркеров в выявленных включениях.

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Потанов А.С.

Научные руководители - к.б.н., доц. Акберова Н.И., к.б.н., доц. Кравцова О.А.

В эпидемиологических исследованиях одной из главных задач является корректная статистическая обработка данных. На сегодняшний день существует огромное разнообразие программ для обчёта данных. Наиболее полноценным инструментом статобработки и визуализаций экспериментальных данных является язык R и среда программирования RStudio.

Целью данной работы является оптимизация протокола проведения статистической обработки данных в пакете программы R на примере ишемической болезни сердца.

Данные по генотипированию полиморфных локусов двух генов были предоставлены для 479 человек: группа больных с диагнозом ИБС, состояла из 312 человек, контрольная группа сравнения (“ИБС-“) включала 167 человек (данные получены в лаборатории молекулярно-генетического анализа кафедры биохимии и биотехнологии).

Как больные, так и лица группы контроля представляли собой смешанную популяцию Республики Татарстан и не состояли друг с другом в кровном родстве. Диагноз заболевания ставили на основании клинических и биохимических исследованиях.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью языка R и программы Rstudio. Значимость различий между группами по частотам встречаемости аллелей и генотипов исследованных полиморфизмов оценивали по критерию χ^2 при уровне значимости $p=0,05$. Для оценки связи полиморфных локусов в развитии ИБС рассчитали отношение шансов (ОШ) и 95% доверительных интервалов для ОШ (ДИ_{ош}). Построение гистограмм по полученным данным проводили с использованием программного обеспечения RStudio. Для оценки истинных биохимических показателей в группах больных и группе контроля использовали построение 95%-ных доверительных интервалов (вычисляли медиану, 97,5 и 2,5% перцентили).

ВЫВОДЫ:

1. Разработан алгоритм подготовки ввода данных в программу R путем конвертации из файла формата xls.

2. С помощью опций программы R рассчитаны частоты генотипов полиморфных локусов (СЕТР 971 и 629, ApoA5), вычислены ОШ и 95% ДИ, проведена оценка влияния генотипов на показатели ОХС, ЛПВП и ЛПНП, ТГ в группах больных ОИМ и СН и условно здоровых доноров.

ВЛИЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ *NIGELLA SATIVA* И *SALVIA OFFICINALIS* НА ЛИНИИ РАКОВЫХ КЛЕТОК MCF-7 И HELA

Санатова Э.Р.

Научный руководитель – к.б.н., с.н.с. Тухбатова Р.И.

В последние годы наблюдается существенное расширение использования растений для разработки новых медицинских препаратов и способов лечения опухолевых заболеваний. В связи с этим, в данной работе проведено изучение цитотоксической активности масел *Nigella Sativa* (NS) и *Salvia officinalis* (SO) по отношению к жизнеспособности линий клеток HeLa и MCF-7.

Объектом исследования явились клеточные линии HeLa и MCF-7. Растительные масла NS и SO являются коммерческими препаратами фирмы El Nawag Factory (Египет). Проводили цитотоксический анализ МТТ-тест, TMRE-анализ мембранного потенциала митохондрий клеток и оценивали изменение морфологии клеток с помощью оптического микроскопа Zeiss.

Для решения прикладных задач в современной цитологии требуется оценка параметров клеток, которые определяют жизнеспособность их популяций. Согласно полученным нами результатам, до инкубации с исследуемыми веществами жизнеспособность клеток составляла более 95%, а после 32-50%.

Результаты данного исследования показали, что обработка клеток HeLa и MCF-7 маслами NS и SO приводила к снижению жизнеспособности в диапазоне концентраций от 40 до 100 мг/мл. Масло NS обладало большей токсичностью по отношению к клеткам линий HeLa и MCF-7, по сравнению с маслом SO. Изменение морфологии клеток при обработке маслами NS и SO носило дозозависимый характер. При всех видах обработки наблюдалось уменьшение межклеточных контактов, открепление клеток от поверхности культурального пластика. Выполненные исследования не позволяют в полной мере постулировать противоопухолевый эффект исследованных веществ NS и SO, т.к. их влияние определялось только на линии трансформированных клеток. В этой связи, требуется проведение дальнейших исследований, включающих сравнение биологических эффектов масел на линии опухолевых и нормальных клеток.

ПОЛИМОРФИЗМ ГЕНОВ СИСТЕМЫ ГЕМОСТАЗА ПРИ НЕВЫНАШИВАНИИ БЕРЕМЕННОСТИ

Саярова Р.М.

Научный руководитель – к.б.н., доц. Кравцова О.А.

Невынашивание беременности (НБ) – ее прерывание от момента зачатия до 37 полных недель беременности. НБ рассматривается как мультифакториальное заболевание, в этиопатогенезе которого принимают участие как внешние, так и внутренние факторы. Одной из ведущих причин НБ является генетический фактор. В последние годы изучен аллельный полиморфизм более 40 генов, относящихся к генной сети НБ. Проведенные ранее исследования свидетельствуют об ассоциативности акушерских и перинатальных осложнений с нарушениями в системе гемостаза [Айламазян с соавт., 2007, с. 39; Rabinger, Vormittag, 2005, р. 1608]. По данным литературы [Тромбофилические состояния в акушерской практике, 2001, с. 213-225], полиморфизмы генов T1531C гликопротеина IIIa (rs5918), 4G/5G ингибитора активатора плазминогена 1-го типа (rs1799889), G20210A фактора свертываемости II (rs1799963), G1691A фактора свертываемости V (rs6025), C22771T фактора свертываемости XI (rs2289252), C46T фактора свертываемости XII (rs1801020) способны повышать риск развития НБ.

В связи с этим целью данного исследования явилась оценка влияния полиморфизма этих генов на риск развития НБ.

Генотипирование полиморфных локусов исследуемых генов было проведено методом ПЦР в РВ в группе женщин с НБ (91 человек) и группе женщин с физиологическим протеканием беременности, представляющих контрольную группу (150 человек). Различия частоты встречаемости аллелей и генотипов исследуемых полиморфных локусов оценивалось по отношению шансов и 95% доверительному интервалу, обработка данных проводилась в программе RStudio.

В результате сравнительной оценки частоты встречаемости генотипов и аллелей исследуемых генов по генам F2, F5, F12, GrIIIa и PAI-1 значимых различий обнаружено не было, в то время как по

полиморфизму гена F11 эти различия носят статистически достоверный характер. Было выявлено, что риском развития НБ является генотип СТ.

ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ KEAP1 И NRF2 ПРИ ИШЕМИЧЕСКОМ ИНСУЛЬТЕ

Тихомирова М.В.

Научный руководитель – к.б.н., доц. Кравцова О.А.

Ишемический инсульт – острое нарушение мозгового кровообращения с повреждением ткани мозга, нарушением его функций вследствие затруднения или прекращения поступления крови к тому или иному отделу. Сопровождается размягчением участка мозговой ткани – инфарктом мозга. Может быть обусловлен недостаточностью кровоснабжения определённого участка головного мозга по причине снижения мозгового кровотока, тромбоза или эмболии, связанных с заболеваниями сосудов, сердца или крови [Гусев, 2001, с. 328]. Современные исследования данного заболевания помогли выявить группу генов-кандидатов, белковые продукты которых участвуют или потенциально могут быть вовлечены в патогенез ишемического инсульта. Такими генами-кандидатами могут быть гены редокс-чувствительной системы клеток Keap1/ARE/Nrf2 [Зенков, 2013, Т. 78/№ 1, с. 27-47].

В связи с этим целью данного исследования явилась оценка уровня экспрессии генов Keap1 и Nrf2 при ишемическом инсульте.

Анализ экспрессии генов Keap1 и Nrf2 был проведен у 22 человек: группа больных ишемическим инсультом (12 человека) и группа контроля, куда вошли пациенты без признаков заболеваний (10 человек). Проводили количественный анализ экспрессии генов с помощью технологии ПЦР в реальном времени. Для определения относительного уровня экспрессии генов использовали метод $\Delta\Delta C_t$ с построением 95%-ных доверительных интервалов [Livak, 2001, V. 25, P. 402-408].

В результате проведенного эксперимента было выявлено, что экспрессия гена Nrf2 значительно снижена в группе пациентов, перенесших ишемический инсульт.

ФИТОТОКСИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ШТАММОВ АКТИНОМИЦЕТОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ПОЧВ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН И МОНГОЛИИ

Тоасенитч С.А.

Научный руководитель – проф. Алимова Ф.К.

Бактерии рода *Streptomyces* представлены как в водных, так и почвенных экосистемах по всему миру и являются продуцентами многих ценных антибиотиков и других биологически активных веществ с антибактериальными, антигрибковыми, и ростостимулирующими для растений свойствами.

Целью настоящей работы было определение биологически активных веществ, обладающих антагонистическими свойствами по отношению к микромицетам и/или фитотоксичными свойствами. При исследовании 7 наиболее активных штаммов было показано, что штаммы подавляли рост *Chlorella vulgaris*, в тесте на семенах ширицы (*Amaranthus reflexus*) и горчицы белой (*Sinapis alba*) было показано, что штаммы дифференцированно влияют на прорастание семян этих растений: штаммы M77 и A8 отрицательно влияли на прорастание ширицы, но не влияли на прорастание горчицы, кроме того метаболиты данных штаммов подавляли рост хлореллы. Штаммы были активны против представителей микромицетов *Fusarium oxysporum* и *Trichoderma asperellum*.

Полученные результаты свидетельствуют, о возможности выделения штаммов *Streptomyces* с селективными биогербицидными свойствами, направленными на определенные виды сорняков. Кроме того, эти же штаммы могут быть использованы в качестве агентов биологической защиты растений, поскольку выделяют антагонистические вещества, активные по отношению к фитопатогенным микромицетам.

СЕКЦИЯ «БИОЭКОЛОГИЯ»

ЭКОЛОГИЯ СОРОКИ (*PICA PICA*, LINNAEUS, 1758) В ГОРОДЕ КАЗАНИ

Барзеева О.А.

Научный руководитель – доц. Аринина А.В.

С появлением и развитием населенных пунктов уничтожаются естественные природные биоценозы и создаются новые со своеобразными экологическими нишами. Наблюдения за орнитофауной в г. Казани показывают, что сороки в последние 30 лет постепенно осваивают урбанизированные территории. Сороку в Казани можно встретить практически во всех парках, скверах, на заброшенных территориях возле воды, а также в зарослях пойменных кустарников, водно-болотных комплексах. Наблюдение и учет численности проводили с ноября 2012 г. Использовали различные методики, применяемые в условиях антропогенных ландшафтов [Божко, 1976; Вахрушев, Швецов, 1978; Константинов, Вахрушев, 1985]. Линейным маршрутным учетом без учета ширины полосы были исследованы различные по характеру застройки территории, парки сельская местность и естественный ландшафт. Пеший учет проводили с периодичностью 1 раз в 1-2 недели, автомобильный учет – 1 раз в месяц, точечный учет проводили 3 раза в 2014 г.

На территории г. Казани сорока распределена неравномерно в различных биотопах (табл. 1). Плотность сороки наиболее высока в парковой зоне города с густой растительностью, в водно-болотных территориях. Практически не встречается сорока в центральной части города, в зоне высокой рекреационной нагрузки с малочисленной древесно-кустарниковой растительностью. Численность вида возрастает к окраинам города и имеет обратную зависимость от степени антропогенной трансформированности территории.

Таблица 1. – Динамика плотности сороки (ос/км²) в разных биотопах г. Казани в зависимости от сезона года.

Биотопы	Зима	Весна	Лето	Осень	Плотность
Центральная часть города	-	-	-	0,0001	0,000025
Многоэтажный сектор	0,3	0,7	0,7	0,8	0,6
Побережье р. Казанки	4,2	13,3	14,5	17,2	12,3
Водно-болотный комплекс	22,4	26,8	12,8	14,4	19,1
Сельская местность	0,2	0,5	0,2	0,2	0,3

Зимой в парковой зоне формируются зимние совместные ночевки. Относительная легкость и доступность корма привлекает сорок с прилегающих к городу территорий. Отмечены суточные кормовые миграции, в которые вовлечено более 100 сорок. Сороки летят с 7 до 8 утра по одной – несколько особей широким фронтом (300 м) до восхода солнца на кормовой участок и возвращаются на закате солнца на ночевку по одному и тому же маршруту. Увеличение плотности сороки в весенний период связано с возвращением сороки в места гнездования, началом брачного периода, когда сороки становятся наиболее заметны.

Сороки – птицы древесно-кустарникового комплекса. Предпочтение отдают иве (n=59), меньше заселяют клен американский (n=19), яблоню (n=17), изредка гнезда встречаются на березе (n=5). В 2013 г. на территории водно-болотного комплекса на ул. Чуйкова было найдено 9 гнезд. Гнезда расположены на молодых ивах на высоте 2-3 метра над землей. В 2014 г. количество гнезд сократилось до 3-х, из них только одно свежее. Сокращение количества гнезд объясняется активной застройкой территории водно-болотного комплекса, снизившая гнездование сороки на 67%. Высота расположения гнезд в городском ландшафте несколько ниже, чем в селах. Вероятно, в сельской местности хищников (собак и кошек), способных проникнуть в сорочье гнездо, больше. В густом кустарнике среди болот сорока гнездится достоверно ниже (p=0,0004; тест Ньюмана-Кейлса) независимо от того, где находится болотистый участок: в естественной или городской экосистеме.

Ограничивают распространение сороки в г. Казани не только биотопические особенности, но и серые вороны. Замечено, что на гнездовом участке серой вороны сорока не встречается. В целом, необходимо отметить, что численность сороки в г. Казани имеет тенденцию к увеличению.

ВЛИЯНИЕ ВЫБРОСОВ АВТОТРАНСПОРТА НА СОДЕРЖАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В РАСТЕНИЯХ ГОРЦА ПТИЧЬЕГО (*POLYGONUM AVICULARE L.*)

Губайдуллина Н.Т., Елагина Д.С.

Научный руководитель – к.б.н., доц. Архипова Н.С.

Биологически активные вещества (БАВ) – химические вещества, обладающие высокой физиологической активностью при небольших концентрациях по отношению к определённым группам живых организмов или к отдельным группам их клеток. В настоящее время в городских экосистемах большое внимание отводится изучению состояния травянистых растений [Протасов, 2000, с. 98]. Установлены высокие уровни корреляционных связей между морфологическими и физиологическими параметрами травянистых растений и токсикологическими нагрузками. Показано, что травянистые растения обладают высокой чувствительностью к антропогенной нагрузке, поэтому они могут служить индикаторами состояния городских экосистем [Чупахина, 2000. 59 с.]

Целью исследования было изучить воздействие выбросов автомобильного транспорта на содержание и накопление биологически активных веществ – хлорофиллов и флавоноидов в растениях *Polygonum aviculare L.*, сбор которых осуществлялся в разных точках г. Казани.

Задачи:

1. Характеризовать экологическую обстановку по плотности автомобильного потока и количеству выбросов загрязняющих веществ в точках сбора растительных образцов.

2. Определить количественное содержание флавоноидов и хлорофиллов в вегетативных органах и сравнить особенности их накопления растениями, произрастающими в условиях различной антропогенной нагрузки.

3. Выявить корреляционную зависимость содержания флавоноидов и хлорофиллов от компонентов выбросов автотранспорта и оценить возможные механизмы адаптации *Polygonum aviculare L.* к влиянию антропогенного загрязнения среды.

Объект исследования – горец птичий это однолетнее растение из семейства гречишных (*Polygonum aviculare L.*, семейство *Polygonaceae* Juss). Это лекарственное растение, наиболее характерный представитель, как естественных растительных сообществ, так и городской флоры.

Сбор растений проводился в период июнь-сентябрь (2014 г.) 1 раз в месяц. Геоботанические описания проводились по стандартной методике на площадках 10x10 м. Растения отбирались в 5 ценопопуляциях, ЦП-1 и ЦП-2, («условно загрязненная среда») – вблизи автомагистрали (3-5 м) в черте г. Казани. ЦП-3, ЦП-4, ЦП-5 («условно чистая среда») расположены на территории санатория «Бакирово», станции «Займище», во дворе Казанского федерального университета.

Методы исследования. Для получения экстракта растений горца птичьего был применён классический метод экстрагирования – настаивание [Высочина, 2009, с. 108]. Спиртовые извлечения растений горца птичьего фильтровали через бумажный беззольный фильтр и помещали в прохладное место. Для определения автомобильных выбросов проводили изучение распределения автомобильного потока в городе и их изменение во времени. Для выявления максимальной транспортной нагрузки наблюдения выполнялись в час «пик» (утренний и вечерний).

Количественное определение проводили спектрофотометрическим методом на спектрофотометре ПЭ – 5300ВИ. Флавоноидов – с использованием $AlCl_3$ при 415 нм; хлорофиллов – в спиртовом экстракте при 649 и 665 нм. Согласно методике определения выбросов автотранспорта участки определены как: № 1 (ул. Кремлевская) – слабо загрязненный, № 2 (ул. Татарстан) – загрязненный, а № 3 (ул. Горьковское шоссе) – сильно загрязненный.

Суммарное содержание флавоноидов и хлорофиллов в траве *Polygonum aviculare L.* изменялось в течение вегетационного периода на исследуемых участках. Наибольшего количества флавоноиды в биомассе растений достигали на участке № 3 в июне (7,62%) и на участке № 2 в августе (6,36%), что в 1,2 раз и 2,09 раза соответственно превышает количество флавоноидов на контрольном участке. Сумма хлорофиллов на участках № 3 (0,0724 мг/г) и № 2 (0,0513 мг/г) также максимальна в июне. Расчет показал высокую корреляционную зависимость ($R=0,99941$) между изменением флавоноидов и хлорофиллов (a+b) на участке № 3. Выявлена высокая корреляционная зависимость между отдельными компонентами выбросов (CO, NO₂, CH₄, SO₂, формальдегид и бенз(а)пирен) и содержанием флавоноидов во всех участках (R от 0,42 до 0,99). Содержание биологически активных веществ -

флавоноидов и хлорофиллов в растениях горца птичьего (*Polygonum aviculare* L.), собранных в разных с экологической точки зрения районах г. Казани, отличалось и изменялось в зависимости от степени загрязнения атмосферного воздуха.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СВЯЗИ ПТИЦ СО СПОРТИВНЫМИ СООРУЖЕНИЯМИ ГОРОДА КАЗАНИ

Димиева З.М.

Научный руководитель – д.б.н., проф. Рахимов И.И.

За последние несколько лет Казань отличилась своими спортивными достижениями и стала спортивной столицей России. Об этом свидетельствует прошедшая в 2013 г. XXVII Всемирная летняя Универсиада. Для проведения данного мероприятия было задействовано около 60 спортивных сооружений, около 30 строений были построены с нуля. 2015 г. пройдет чемпионат мира по водным видам спорта, а в 2018 – чемпионат мира по футболу. Новые объекты в городской черте изменили не только облик городских кварталов, но и повлияли на условия обитания животных антропогенных биотопов, в частности на птиц.

Целью данной работы было изучение особенностей экологических связей птиц со спортивными сооружениями г. Казани. В связи с поставленной целью решались следующие задачи:

1. Выявить видовой состав птиц и характер использования ими спортивных объектов в условиях г. Казани.
2. Охарактеризовать состав, численность и характер пребывания фауны птиц на конкретных территориях.
3. Определить формы экологических связей птиц со спортивными сооружениями.

В качестве объектов исследования, нами были выбраны следующие спортивные сооружения: «Казань-Арена», «Центральный стадион» и стадион «Рубин». При выполнении работы были проведены маршрутные учеты. За короткое время при маршрутных учетах можно обследовать большие территории и собрать достаточный объем материала, что очень важно в проведении данного исследования. Учет проводился по фиксированному маршруту. Нами всего за время наблюдений было проведено 42 учета. Учеты проводились в летнее, осеннее и зимнее время (начиная с 14 июля 2014 г. по 26 марта 2015 г.). Всего было зафиксировано 296 особей птиц.

По окончании периода работ, когда был набран достаточный объем данных для анализа, составлялись таблицы, графики и делались соответствующие выводы. На территории исследуемых нами спортивных сооружений было отмечено 13 различных видов птиц. В Центральном стадионе было отмечено 10 видов птиц, где в летнее время доминирующими оказались голубь сизый (40,7%) и стриж черный (20,7% от общего числа). В осенний период – голубь сизый (46,5%) и синица большая (28,8%), в зимний период – воробей домовый (23,8%). В Казань-Арене всего было зафиксировано 9 видов птиц, в летний период преобладали: голубь сизый (25,7%) и синица большая (14,2% от общего числа). В осенний период – серая ворона (27,2%), зимой преобладал голубь сизый (30,1%). На стадионе «Рубин» мы обнаружили 11 видов птиц. Доминирующим видом на данном объекте также был голубь сизый, который составил 25,3% от общего числа и воробей домовый, который составил 14,1%, в летнее время. Осенью преобладала синица большая (25,1%), в зимний период – сизый голубь (31,9%). Самым многочисленным на исследуемых нами спортивных объектах был – сизый голубь.

В соответствии с поставленными перед нами целью и задачами, был изучен характер использования птиц спортивных сооружений. Оказалось, что различные группы птиц используют те или иные спортивные объекты по-разному. Открытые стадионы и спортивные площадки дают больше возможностей для птиц-посетителей в поисках корма. Например, такие как – стрижи и ласточки, активно используют открытое пространство спортивного поля для отлова своей добычи.

Белые трясогузки охотно досматривают стоящие на парковках автомобили и вытаскивают погибших насекомых их решетки передней панели автомобиля. Большие синицы, воробьи, галки и вороны охотно осматривают ряды опустевших сидений в поисках корма. Особенно их количество резко возрастает, когда на открытых стадионах устраивают различные матчи и спортивные игры.

В результате наблюдений был получен материал, анализ которого позволил заключить, что между птицами и спортивными объектами установились прочные экологические связи. Главным образом это трофические связи. Птицы очень часто используют спортивные сооружения для добычи корма, а

также были зафиксированы случаи, когда спортивные сооружения использовались как места для постройки гнезд. Используются спортивные объекты и как укрытия от неблагоприятных факторов внешней среды (дождь, снег, низкие температуры и др.).

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ И ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ДУБОВЫХ НАСАЖДЕНИЙ В Г. КАЗАНИ

Михайлова А.К.

Научный руководитель – к.б.н., доц. Ибрагимов К.К.

Целью данной работы была оценка состояния насаждения дуба черешчатого (*Quercus robur* L.) в Деревни Универсиады и на территории ул. Мавлютова.

В связи с поставленной целью решались следующие задачи:

1. Учет численности и жизненности особей дуба черешчатого на изучаемых участках.
2. Анализ полученных данных.

Объектом исследования являлся Дуб Черешчатый (*Quercus robur* L.).

Методы исследования:

1. Метод маршрутного учёта особей дуба и травянистых растений.
2. Определение диаметра и высоты каждого дерева.
3. Определение жизненного состояния деревьев.

Решение поставленных задач с использованием данных методов определило следующие результаты нашего исследования. Количество деревьев на территории Деревни Универсиады составило 517 шт. Средний возраст 50-60 лет. Средняя высота 10-11 м. Средний диаметр ствола 30 см. Максимальный диаметр ствола 59 см. Также были учтены дубы на наличие трутовиков 8,9%, морозобоин 34,3%, спилов 40,5%, сухих ветвей 17,0%, тли 26,6%, мха 36,5%, с плодоношением 70,3%, мучнисторосяных грибов 56,3% и ржавчинных грибов 31,9%.

Результаты исследования на территории ул. Мавлютова: количество деревьев 157 шт. Средний возраст 60-70 лет. Средняя высота 12-13 м. Средний диаметр ствола 33 см. Максимальный диаметр ствола 47 см. Так же были учтены дубы на наличие трутовиков 6,4%, морозобоин 27,4%, спилов 27,4%, сухих ветвей 97,1%, тли 33,1%, мха 15,9%, с плодоношением 52,9%, мучнисторосяных грибов 68,2% и ржавчинных грибов 70,1%.

По состоянию дубов можно выделить следующие категории. На территории Деревни Универсиады дубы I категории составили 74,2 %, II категории 17% и III категории 8,8%. На территории ул. Мавлютова дубы I категории 50,6%, II категории 29% и III категории 20,4%.

Рекомендации:

Несомненно, считаем, что аллею дуба черешчатого в ДУ и на ул. Мавлютова необходимо сохранить. Для этого следует проводить следующие мероприятия:

- 1) обрезку сухих ветвей на деревьях;
- 2) удаление всходов и подроста клена ясенелистного (американского), тополя белого и бальзамического;
- 3) удаление возникающих сухостойных деревьев – в результате разрастания деревьев неизбежно будет происходить самоизреживание, часть экземпляров будет выпадать из древостоя;
- 4) корчевание пней, оставшихся после спила деревьев, т.к. на них развиваются трутовые дерево-разрушающие грибы ксилотрофной группы, которые могут переходить на живые деревья и кустарники, имеющие механические повреждения или ослабленные в результате антропогенных воздействий;
- 5) уход за корневыми системами, не допускать обнажения поверхностных корней у хвойных и лиственных деревьев;
- 6) не рекомендуется убирать опавшую листву осенью и не сжигать сухие листья, желательнее сохранить их в виде подстилки на почве, при перегнивании и минерализации деревья смогут получать неорганические вещества;
- 7) полив растений в засушливые годы.

Анализируя материалы можно сделать следующие выводы: На настоящее время состояние дубов на ул. Мавлютова хуже, чем на территории Деревни Универсиады. Это объясняется тем, что территория Деревни Универсиады не подвержена действию автотранспорта в той степени, как это происходит на территории придорожной полосы по ул. Мавлютова.

На территории Деревни Универсиады производят полив деревьев в сухое время года, вовремя спиливают сухие ветви сухостойные деревья, в отличие от территории на ул. Мавлютова.

Деревня Универсиады – это охраняемая территория, под защитой находится и территория насаждений дуба, в дубовых посадках не стаптывают землю, не повреждают корневую систему, а на территории аллеи по ул. Мавлютова большая тропиновая сеть, высокая замусоренность.

ПОПУЛЯЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОКУНЯ (*PERCA FLUVIATILIS* L.) МЕШИНСКОГО ЗАЛИВА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Тележникова Т.А.

Научный руководитель – к.б.н., доц. Сайфуллин Р.Р.

Экосистема Куйбышевского водохранилища подвергалась и подвергается негативному антропогенному воздействию, что вызывает снижение темпов роста, нарушения в воспроизводительной системе, изменения численности постоянных обитателей водоема, в т.ч. рыб. Поэтому актуальным является проведение исследования компонентов экосистемы водохранилища, в частности отдельных видов рыб. Речной окунь, благодаря высокой численности и важному положению в составе рыбного сообщества, является подходящим объектом для исследования.

Целью данной работы было изучение биологии окуня Мешинского залива Куйбышевского водохранилища. В связи с поставленной целью решались следующие задачи:

1. Изучение размерно-вещного состава окуня.
2. Изучение возрастного состава окуня.
3. Изучение роста окуня.
4. Изучение полового состава и стадий зрелости окуня.

Ихтиологический материал по окуню (99 экз.) был собран сотрудниками Татарского отделения «ГосНИОРХ» весной 2014 г. в Мешинском заливе Куйбышевского водохранилища с помощью ставных сетей. Камеральная обработка материала нами проводилась согласно общепринятой методике И.Ф. Правдина (1966). Возраст окуня определялся по чешуе и спилам лучей спинного плавника. Статистическую обработку полученных результатов проводили с использованием компьютерных программ Excel и Statistica v.5.5A.

Решение поставленных задач с использованием данных методов определило следующие результаты нашего исследования. Размеры окуня в исследованном материале колебались от 16 до 36 см при средней длине $26,7 \pm 0,45$ см. Основную массу составили особи окуня длиной от 20 до 30 см (75,75%), среди которых доминировали рыбы, имевшие размер 22-24 см (20,20% от общего числа).

Вес окуня в исследованном материале весной варьировал от 117 до 1093 г. Средний вес окуня составил $385,15 \pm 19,55$ г. Преобладающая весовая группа, составляющая 31,31% от всего материала, была весом от 200 до 300 г. Крупные рыбы (более 500 г) составили 27,27% от общего числа. Доля мелких рыб (менее 200 г) от общего числа составила всего 8,08%.

Весной 2014 г. возрастная структура популяции окуня была представлена особями в возрасте от 3 до 12 лет. Наибольшую численность имели особи в возрасте 4-5 лет (поколения 2009-2010 гг.), составившие 34,34%. Видимо в эти годы сложились наиболее благоприятные условия для естественного воспроизводства окуня в данном районе. Но, следует отметить, что достаточно многочисленны были и рыбы в возрасте 3, 6 и 9 лет.

Изучая половой состав, необходимо отметить, что самки составили 65 экз. (65,65%), а самцы – 34 экз. (34,34%). В исследованном материале 20 самок (30,76%) находились на IV стадии половой зрелости и были готовы к нересту. Возраст полового созревания у окуня зависит от места расположения водоема. Чем севернее находится водоем, тем более в старшем возрасте созревают рыбы. Самки, которые находились на VI стадии, были в количестве 43 экз. (66,1%). Самцы в анализируемом ихтиологическом материале были представлены в возрасте от 3 до 9 лет. Три самца (8,8%), возрастом 5 лет, находились на IV стадии зрелости. Остальные самцы находились на V стадии зрелости, в стадии текучести. Можно предположить, что данный ихтиологический материал собирался поблизости от нерестилищ.

Вычисленные величины удельной скорости роста окуня до 9-летнего возраста показывают, что основной его рост проходил до 4-летнего возраста включительно. Половое созревание у самцов окуня Куйбышевского водохранилища происходит в 2-3 года, а у самок в 3-4 года [Кузнецов, 2005]. Удель-

ная скорость роста окуня в возрасте 4 лет составляет 0,11. В последующие годы удельная скорость роста окуня сильно замедляется, что связано с достижением половой зрелости.

Анализируя материалы по росту окуня в Куйбышевском водохранилище за предыдущие годы и сравнивая с нашими данными, можно констатировать, что в настоящее время рост окуня в исследуемой части данного водоема характеризуется достаточно высокими показателями и опережает таковые для прежних лет наблюдений. Очевидно, что в современных условиях Куйбышевского водохранилища этот вид не испытывает недостатка в пищевых ресурсах.

СЕКЦИЯ «ФИЗИОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ И БОТАНИКА»

СЕМЕННОЕ И ВЕГЕТАТИВНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПИТОМНИКА

Абдуллина Р.Х.

Научный руководитель – доц., к.б.н. Идрисова Г.И.

В настоящее время потребность в лекарственном растительном сырье удовлетворяется за счет сбора дикорастущих лекарственных растений (155 видов), культивируемых растений (60 видов), импорта лекарственного сырья (5%) и культуры клеток и тканей растений [Муравьева, 2006].

Культивирование лекарственных растений помогает решить несколько важных вопросов. Во-первых, лекарственные растения являются источником промышленного высококачественного лекарственного сырья, во-вторых, играют большую роль в сохранении естественных ареалов дикорастущих лекарственных растений; в-третьих, облегчает сбор и использование лекарственного сырья.

Цель данной работы – выявление наиболее оптимальных условий для размножения лекарственных растений.

Работа проводилась с мая по август 2014 г. и с февраля по апрель 2015 г. в ГНУ ТатНИИСХ в Секторе декоративного садоводства. Семенное размножение было рассмотрено для 8 видов, вегетативное – для 4 видов.

1. Наилучшая всхожесть семян, собранных осенью, наблюдалась у *Echinacea purpurea* (L.) Moench, *Scutellaria baicalensis* Georgi, *Hyssopus officinalis* L. и *Lavandula angustifolia* L. Для *Silybum marianum* (L.) Gaertn наиболее эффективный вариант – обработка семян препаратом Гумат+7, (80%) и Эпин-Экстра, Р (76%). Для *Nigella sativa* L. лучшим результатом является обработка семян Эпин-Экстра, Р (57%). Для *Robinia pseudo-acacia* L. существенно лучший показатель наблюдался при скарификации (40%). Семена *Lespedeza bicolor* Turcz взойли лучше после предпосевной обработке водой 100°C (15%).

2. Наиболее хорошие результаты при черенковании были получены в варианте при использовании препарата Корневин СП (индолилмасляная кислота) для *Lavandula angustifolia* L. (85%) и *Schisandra chinensis* (Turcz.) Baill (65%). При обработке индолилуксусной кислотой (Корнерост) хорошо укоренились черенки *Scutellaria baicalensis* Georgi (80%). Для *Hyssopus officinalis* L. оптимальными оказались оба варианта (по 90%).

Разработаны рекомендации по размножению исследуемых лекарственных растений:

1. При выращивании расторопши пятнистой рекомендуется использовать удобрение Гумат+7 или Эпин-Экстра, при выращивании чернушки посевной Эпин-Экстра, Р.

2. Механическое повреждение оболочки семян ускоряет всхожесть робинии ложноакалии. Погружение семян в воду при 100°C способствует прорастанию леспедецы двуцветной.

3. Семена лаванды узколистной, иссопа лекарственного, шлемника байкальского, эхинацеи пурпурной следует собирать осенью до сильных заморозков.

4. При черенковании лаванды узколистной, лимонника китайского рекомендуется использовать препарат Корневин СП, для шлемника – препарат Корнерост П. Для иссопа лекарственного можно использовать оба варианта.

АНАЛИЗ ЛИПИДНОГО СОСТАВА *TRITICUM AESTIVUM* ПРИ ДЕЙСТВИИ НИЗКИХ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР

Белкина А.В.

Научный руководитель – к.б.н., с.н.с. Ю.Н. Валитова

Биологическая мембрана является важным многофункциональным компонентом любой живой клетки, выполняющим защитную, транспортную, сигнальную функции [Болдырев. 1985, с. 208]. Основными липидными компонентами мембран являются фосфолипиды, сфинголипиды и стерин. Важной особенностью стерина является их повышенное сродство к сфинголипидам, что обуславливает их плотную упаковку и способствует образованию липидных микродоменов – рафтов. Эти рафты могут играть важную роль при проведении сигналов внутрь клетки и служить платформами для ферментных сигнальных комплексов.

Целью настоящего исследования явилось изучение профиля рафтообразующих липидов интактных проростков пшеницы *Triticum aestivum* L. при действии низких положительных температур. В качестве объекта исследования были использованы корни и листья 4-дневных проростков яровой пшеницы. Проростки выращивали на растворе CaCl_2 (0,25 мМ). Экстракцию липидов проводили на основе модифицированного метода В. Nichols. Индивидуальные фосфо- и сфинголипиды анализировали с помощью двумерной высокоэффективной тонкослойной хроматографии. Фосфолипиды и гликоцерамиды идентифицировали с использованием стандартов. Количество общих гликоцерамидов и индивидуальных фосфолипидов определяли методом денситометрии. Стерин анализировали с помощью масс-спектрометрии с ионизацией в режиме электронного удара.

В результате проведенных исследований было показано, что при действии низких положительных температур в корнях проростков пшеницы происходит изменение профиля фосфолипидов и гликолипидов. В частности, наблюдается значительное уменьшение содержания гликоцерамидов, дигалактозилдиацилглицерида, моногалактозилдиацилглицерида и фосфатидилэтаноламина. Обнаружено, что в условиях холодового стресса происходит заметное увеличение общего содержания стерина в листьях проростков пшеницы. Выявлено, что в листьях и корнях проростков пшеницы при действии низких положительных температур происходит изменение соотношения метил и этилстерина, причем эти изменения носят противоположный характер. В листьях при действии холода наблюдается увеличение относительного содержания этилстерина, а в корнях наоборот уменьшение их относительного содержания, что может свидетельствовать о меньшей приспособляемости корней к действию холода.

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАЗНЫХ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ

Газизова А.Р.

Научный руководитель – ст. преп. Мостякова А.А.

Картофель имеет большое народнохозяйственное значение. Его используют для пищевых, технических и кормовых целей. В клубнях содержится около 25% сухого вещества, в том числе 12-22% крахмала, 1,4-3% белка и 0,8-1% зольных веществ. В их состав входят различные витамины – С, В (В₁, В₂, В₆), РР, К и каротиноид.

Целью наших исследований являлось установление продуктивности ранних и среднеранних сортов картофеля, при возделывании на серых лесных почвах Приволжской зоны Республики Татарстан.

Для проведения исследования были выбраны следующие сорта картофеля *S. Tuberosum*: Колобок, Невский, Ред Скарлетт (*Red Scarlet*), Удача. В этих сортах было определено содержание крахмала, редуцирующих сахаров и суммарных белков.

Определение содержания редуцирующих сахаров проводили с использованием реактива Самнера. Метод основан на способности редуцирующих сахаров давать окрашенные соединения с 3,5-динитросалициловой кислотой [Банадыев, 2003, с 26-28]. Для определения крахмала, сначала количественно выделили его, затем гидролизовали соляной кислотой и определяли содержание глюкозы по Самнеру, вводя в расчет коэффициент 0,9 [Тимофеева, 1990, с. 9-12]. Содержание суммарных белков определяли спектрофотометрическим методом [Третьяков, 1990, с. 175-177].

Результаты наших исследований показали, что содержание сахара в клубнях картофеля разных сортов неодинаково. Анализ данных показал, что наибольшее содержание сахара в клубнях сорта Колобок – 0,42%, что по сравнению с остальными в 1,6-3,5 раза больше. Меньше всего сахара содержалось в клубнях картофеля сорта Невский, где его содержание составило 0,12%.

Результаты анализа показали, что наибольшее количество крахмала (16,0%) содержат клубни сорта Невский, который относится среднеранней группе спелости. По содержанию крахмала клубни сортов Колобок и Ред Скарлетт существенно не отличались. Если в клубнях картофеля сорта Колобок количество крахмала составило 12%, то у сорта Ред Скарлетт – 11%. Клубни сорта Удача на 3% меньше содержали крахмала по сравнению с клубнями сорта Невский.

Клубни картофеля сортов (Невский, Удача, Ред Скарлетт) содержали более 3% белка. Больше белка содержали клубни сорта Ред Скарлетт – 3,52%, меньше содержалось в клубнях сорта Колобок – 1,41%.

Предварительные выводы:

1. Наибольшее содержание редуцирующих сахаров – 0,42% имели клубни сорта Колобок. На втором месте – 0,26% были клубни сорта Ред Скарлетт. Самое низкое содержание редуцирующих сахаров – 0,12% имели клубни сорта Невский.

2. Наибольшее количество крахмала – 16,0% содержали клубни среднераннего картофеля сорта Невский. По содержанию крахмала второе место занимает сорт Удача (13%). Крахмал в клубнях сортов Колобок и Ред Скарлетт существенно не отличались, их количество было наименьшим.

3. Больше белка – 3,52% содержали клубни сорта Ред Скарлетт, меньше – 1,41% сорта Колобок.

4. Установлено, что изучаемые сорта по показателям качества клубней могут быть использованы для приготовления разных блюд.

ФИТОПЛАНКТОН ВЕРХНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ КАЗАНКА

Галимзянова Л.А.

Научный руководитель – доц., к.б.н. Идрисова Г.И.

Водоросли самые древние организмы на Земле, обитающие в воде, на почве, на коре деревьев. Они являются основными производителями органической пищи и кислорода в водных экосистемах Земли, и, кроме того, играют большую роль в общем балансе кислорода на планете. Видовой состав и количественные показатели фитопланктона р. Казанка в пределах г. Казани и Приказанья были обобщены и систематизированы в 2000-х гг. Была также дана оценка качества воды и определен трофический статус, выявлены особенности развития сообществ в сложившихся условиях функционирования реки. При обследовании фитопланктона р. Казанка в черте города было обнаружено 89 видов водорослей. Индексы биоразнообразия, полученные в результате изучения фитопланктона р. Казанка на территории Высокогорского и исследуемого нами, Арского, районов РТ в 2007-2008 гг., указывают на экстремальные экологические условия данного водоема. В 2009 г. наблюдалось улучшение экологической ситуации, но необходимость мониторинга данного водоема данный факт не исключает.

Цель работы: определить видовой состав фитопланктона верхнего течения реки Казанка.

Задачи работы: идентификация видového состава фитопланктона верхнего течения р. Казанка. Определить численность и биомассу фитопланктона верхнего течения р. Казанка. Дать эколого-географическую характеристику фитопланктона верхнего течения р. Казанка. Оценить экологическое состояние исследуемого водоема с помощью индикаторных организмов верхнего течения р. Казанка.

Методы работы: пробы отбирались с поверхности реки, с помощью сети Эпштейна. Пробы объемом 0,5 л. фиксировали 40% раствором формалина. Далее отстаивали фиксированные пробы в темном месте в течение 40 дней, по общепринятому методу И.А. Кисилева. Концентрирование проб проводили осадочным методом. Объем концентрированной пробы составил 15 мл.

Выводы:

1. В фитопланктоне верхнего течения реки Казанки было обнаружено 47 видов и разновидностей водорослей: *Chlorophyta* – 36 видов и разновидностей, *Bacillariophyta* – 6 видов и разновидностей, *Euglenophyta* – 3 видов и разновидностей, *Cyanophyta* – 2 вида и разновидностей. Наиболее широко был представлен род *Scenedesmus* Meyen (13 видов, 27,56%).

2. Численность и биомасса фитопланктона варьировала на исследуемых станциях р. Казанка в значительных пределах (численность от 1,7 млн. кл/л до 4,89 млн. кл/л; биомасса от 1,58 г/м³ до 7,84 г/м³).

3. По отношению к местообитанию преобладали планктонно-бентосные виды (68,4%); по отношению к солености – олигалобы-индифференты (90%); по географической приуроченности – космополиты (94,68%).

4. Фитопланктон р. Казанка характеризуется наличием 5 групп индикаторных организмов. Среди них чаще всего встречается бетамезосапробионты (64,27%), что говорит об относительной чистоте водоема.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОГО МЕТАБОЛИЗМА УГЛЕРОДА ПРИ РАЗНОЙ ОСВЕЩЕННОСТИ С ПОМОЩЬЮ МЕЧЕНОГО 14С-УГЛЕРОДА

Жарников Е.В.

Научный руководитель – проф. Чиков В.И.

В предыдущей работе в лаборатории продукционных процессов КИББ КазНЦ РАН было показано, что у растений с подавленной инвертазой фотосинтез и транспирация изменялись по-разному при снижении освещенности листа. Поэтому нами были поставлены специальные опыты с изменением освещенности. Растения картофеля в фазе начала клубне-образования, когда складываются устойчивые донорно-акцепторные отношения между фотосинтезом и органами акцепторами ассимилятов. За 5 дней до опыта половина растений затенили марлей, при этом освещенность снижалась в 2 раза. В день опыта часть растений, растущих на солнце, были затенены на 30 мин, а затененные 5 суток были на 30 мин открыты прямому солнечному свету. Таким образом, мы имели 4 варианта растений. Для измерения интенсивности ассимиляции ¹⁴CO₂ растения подкармливали ¹⁴CO₂ в течение 2-х мин с помощью специальной установки и фиксировали через 3 мин кипящим этанолом. Включение ¹⁴C в продукты фотосинтеза оценивали с помощью бумажной хроматографии и радиоавтографии на рентгеновской пленке. Как показали анализы, фотосинтез световых и затененных адаптированных к условиям освещения оказался пропорциональным освещенности (в соотношении 100 и 50%). Но если растения затеняли только на 30 мин, то их фотосинтез снижался в большей степени (на 70%). В то же время затененные растения, если их переносили на свет, то их фотосинтез даже превышал световой контроль. Радиоактивность сахарозы (конечного продукта фотосинтеза) у адаптированных к освещенности растений отличалась мало, а у внезапно затененных уменьшалась в 2 раза. В тоже время соотношение меченых сахароза/гексозы у затененных растений было ниже чем в контроле. Существенные изменения произошли и с потоком углерода через гликолатный путь. У затененных растений он резко сократился, при этом степень сокращения не зависела от продолжительности затенения. Т.е. поток углерода через гликолатный путь прямо зависит от освещенности. При этом со снижением освещенности уменьшилась и степень замыкания гликолатного пути на цикл Кальвина (заметно по повышению соотношения глицин/серин). При высокой освещенности гликолатный цикл, видимо, полностью замкнут на цикл Кальвина. В тени он размыкается, и часть этих соединений образуется в ксилоты. Затенение (особенно внезапное) резко увеличило радиоактивность аспартата, малата и аланина. Накопление ¹⁴C в этих кислотах возрастало к началу момента затенения.

Вывод: приведенные экспериментальные данные свидетельствуют о существовании регуляторной связи между потоком электронов в ЭТЦ хлоропластов, степенью замыкания гликолатного пути на цикл Кальвина, активностью инвертазы в апопласте, экспортом сахаров из листа и устьичной проводимостью, которую можно представить следующим образом. Снижение освещенности немедленно уменьшает количество восстановленного НАДФН. Это приводит к сокращению интенсивности восстановления ФГК. В результате, это препятствует метаболизации продуктов фотосинтеза через цикл Кальвина и они вынуждены превращаться в оргкислоты. Интенсивное образование органических и аминокислот приводит к подкислению внеклеточного пространства, что активирует апопластную инвертазу, которая гидролизует сахарозу, препятствуя ее экспорту из листа.

ЛИШАЙНИКИ ОКРЕСТНОСТЕЙ УНБ «СВЯЖСКАЯ» ВЕРХНЕУСЛОНСКОГО РАЙОНА РТ, МБС КФУ ЛОУХСКОГО РАЙОНА КАРЕЛИИ И ПОСЕЛКА БЕРСУТ МАМАДЫШСКОГО РАЙОНА РТ

Лабутина В.А.

Научный руководитель – доц., к.б.н. Идрисова Г.И.

Лишайники являются довольно своеобразной и относительно мало изученной группой живых организмов. Наиболее полные данные по числу видов лишайников представлены по островам Керетского архипелага Карелии [Гимельбрант с соавт., 2001, 2005, с. 109-117]. Последняя работа по изучению лишайников лесостепной зоны РТ датируется 2007 г. [Евстигнеева, 2007]. Целью нашего исследования было идентифицировать лишайники исследуемых территорий и провести сравнительный анализ.

В данной работе мы собрали и идентифицировали лишайники с трех территорий. Сбор и обработка материала проводились стандартными методами. Было собрано 75 образцов с трех территорий, из них определено 48 видов с о.Средний, 15 видов из пос. Берсут и 14 видов из УНБ «Свияжская» Верхнеуслонского района. Выявленные лишайники относятся к 3 порядкам и 15 семействам.

Определенные лишайники были отнесены к 4 экологическим группам: эпигеи, эпиксилы, эпифиты и эпилиты. Преобладающей группой среди лишайников на о. Средний являются эпигеи (42%), на территории УНБ «Свияжская» – эпиксилы и эпифиты (по 36%), на территории пос. Берсут – эпифиты (52%).

Ведущими семействами среди лишайников на о. Средний являются *Parmeliaceae* (38%), *Cladoniaceae* (27%), *Peltigeraceae* (7%), *Umbilicariaceae* (4%) и *Usneaceae* (4%). На территории пос. Берсут – *Cladoniaceae* и *Parmeliaceae* (по 33,5%), на территории УНБ «Свияжская» – *Physciaceae* (21%), *Parmeliaceae* (35%). На территории о. Средний присутствуют все определенные нами семейства, кроме *Physciaceae*.

В ходе сравнительного анализа был рассчитан коэффициент Жаккара: между лишайниками о. Средний и лишайниками, собранными на территории пос. Берсут и УНБ «Свияжская» он равен 0,09; между лишайниками пос. Берсут и УНБ «Свияжская» – 0,18. Значение коэффициента говорит о большом различии лишайников всех трех исследованных территорий.

ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВНОСТИ ЛЕКТИНОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ НА СВЕТУ РАЗЛИЧНОГО СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА В УСЛОВИЯХ ГИПЕРТЕРМИИ

Ломаева Д.А.

Научный руководитель – Якушенкова Т.П.

Из растений были выделены белки, обладающие лектиновой активностью. На их активность могут влиять различные факторы, в том числе свет различного спектра и температура. При этом растения могут подвергаться локальному охлаждению или перегреву. Следовательно, это может оказать влияние на активность лектинов.

Поэтому целью нашей работы являлось изучение активности лектинов клеточной стенки и растворимых лектинов у проростков яровой пшеницы сорта Омская 33, при выращивании на свету различного спектрального состава в условиях гипертермии.

Объектом исследования служили 7 дневные проростки яровой пшеницы сорта Омская 33. Растения пшеницы выращивали в растильне на белом, красном и синем свету, при 12-часовом световом периоде. Растения проращивали 7 суток, на 3 сутки подвергли температурному стрессу, погрузив корни на 25 минут в воду температурой +46°C.

На 7 сутки измеряли высоту надземной части и длину корней первого порядка у 20 растений каждого варианта. На 7 сутки отобрали пробы для определения активности лектинов. Для идентификации лектиновой активности исследовали агглютинацию трипсинизированных эритроцитов человека I группы крови. Лектиновую активность определяли методом микротитрования. Реакцию проводили в специальных планшетах для иммунологических реакций.

У семисуточных проростков пшеницы была зарегистрирована четкая зависимость ростовых процессов от качества света. Так, скорость роста у растений, выращенных на КС, была выше, по сравнению с проростками растущими на СС. Такие результаты наблюдались и в работах других авторов [Карначук, 1998]. После действия гипертермии, наблюдали уменьшение скорости роста у проростков пшеницы. При этом большее подавление роста было у проростков выращенных на белом и синем свете, чем у проростков, выращенных на красном свете. Наблюдалось уменьшение скорости роста на красном свете подземной части на 13%, а надземной на 12% от контроля.

Наибольшее увеличение лектиновой активности наблюдали у проростков, выращиваемых на красном участке спектра. После действия супероптимальной температуры наибольшее увеличение наблюдалось у проростков синего участка спектра (138 и 145%). Под влиянием красного участка спектра после действия гипертермии увеличивалась активность лектинов клеточной стенки (136%).

Увеличение лектиновой активности под действием различного спектрального состава в условиях гипертермии, возможно происходит, как за счет регуляции накопления лектина, так и за счет созревания его предшественников, т.е. на пострасляционном уровне [Шакирова, 2000]. Возможно, что повышение в активности лектинов является следствием разрушения элементов цитоскелета под действием супероптимальной температуры, что приводит к высвобождению лектинов, локализованных в клеточной стенке плазмалемме [Невмержмицкая с соавт., 2013].

- Красный свет стимулировал рост проростков яровой пшеницы в оптимальных условиях выращивания. В последствии гипертермии наблюдалось уменьшение морфометрических показателей независимо от качества света.
- В оптимальных условиях выращивания спектральный состав света вызывает увеличение активности лектинов. Наибольшее увеличение активности наблюдается у проростков, выращиваемых на красном участке спектра.
- После действия супероптимальной температуры наибольшее увеличение активности растворимых лектинов и лектинов клеточной стенки, было у проростков, выращиваемых на синем участке спектра.

ВЛИЯНИЕ БИОПРЕПАРАТА НА ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПШЕНИЦЫ СОРТА «КАЗАНСКАЯ-560»

Мазина А.Б.

Научный руководитель – к.б.н., ст. преп. Хуснетдинова Л.З.

На сегодняшний день особую актуальность приобретает «органическая» сельскохозяйственная продукция, получаемая без применения каких-либо искусственных, химических препаратов, широко используемых в современном агробизнесе для повышения продуктивности производства [Игнатов, 2005, Дегтярева с соавт., 2013].

Целью данной работы явилось изучение эффективности действия микробиологического препарата «Ризоагрин» на основе штамма *Agrobacterium radiobacter* 204 на физиолого-биохимические параметры озимой пшеницы «Казанская-560».

В качестве объекта исследований была выбрана одна из основных зерновых культур – пшеница озимая (*Triticum aestivum* L.) сорта «Казанская-560».

В качестве ростостимулирующего микробиологического биопрепарата применяли ризоагрин – комплексного действия на основе чистой бактериальной культуры *Agrobacterium radiobacter* 204 в форме жидкой суспензии.

Исследования проводились на 7 и 14-ти дневных проростках.

В результате изучения влияния биопрепарата «Ризоагрин» на высоту надземной части растения при предпосевной обработке биопрепаратом повышалась в среднем на 5 см, аммиачной селитрой – 4,51 см по сравнению с контрольными растениями. Аналогично наблюдается зависимость площади листа исследуемого образца от инокуляции семян биопрепаратом. Площадь листовой поверхности пшеницы в опыте с биопрепаратом у 7-и и 14-и дневных проростков увеличилась на 0,42 и 1,84 раз, чем при применении минерального удобрения и контрольных растений. Также ризоагрин приводит к увеличению сырой массы растений на 0,29 г, что указывает на интенсивный рост пшеницы и ее фотосинтетического аппарата.

Измерение активности протеиназ в прорастающих семенах исследуемого образца, где пшеница, обработанная биопрепаратом, продемонстрировал более высокий показатель, по сравнению с контрольным вариантом [Богатова, 2001].

При измерении активности амилаз в прорастающих семенах пшеницы сорта «Казанская-560» наблюдается ситуация, где наиболее высокий показатель, по сравнению с контролем, имеет образец, обработанный биопрепаратом. Семена, обработанные аммиачной селитрой, также имеют показатель, который превышает контроль.

При изучении пигмента листа, выяснили, что внесение биопрепарата увеличивает содержание хлорофилла а и b в фотосинтезирующих тканях на 0,94% и 5,32% на 7-е сутки и на 1,13% и 6,55% на 14-е сутки по сравнению с контролем. Обработка семян аммиачной селитрой также увеличивало содержание хлорофилла а и b на 0,3% и 2,81% на 7-е сутки и на 0,14% и 0,44% на 14-е сутки.

Установили, что инокуляция семян озимой пшеницы биопрепаратом «Ризоагрин» оказала стимулирующее влияние на рост и развитие растения. Также была показана эффективность предпосевной обработки семян пшеницы бактериальным препаратом на морфометрические параметры – увеличение высоты надземной части, площади листа. И выявлено увеличение содержания количества хлорофилла в растениях пшеницы при применении ростостимулирующего биопрепарата «Ризоагрин» на основе ассоциативных азотфиксирующих бактерий.

АУТОФАГИЯ В КЛЕТКАХ СУСПЕНЗИОННОЙ КУЛЬТУРЫ ПШЕНИЦЫ *TRITICUM TIMORHEEVI* Z. ПРИ ДЕЙСТВИИ МИТОХОНДРИАЛЬНЫХ ЯДОВ

Никитина М.Ю.

*Научный руководитель – к.б.н., м.н.с. ИББ КНЦ РАН Дмитриева С.А., д.б.н., зав.лаб.
окислительно-восстановительного метаболизма ИББ КНЦ РАН Минабаева Ф.В.*

Аутофагия – характерный для всех эукариотических клеток процесс внутриклеточной деградации окисленных макромолекул и поврежденных органелл. Индукция и интенсивность аутофагии зависит от редокс-статуса клетки, при этом АФК отводится роль основных триггеров аутофагии. Для клеток млекопитающих и дрожжей было показано, что митохондрии, как основные АФК-генерирующие органеллы, играют важную роль в индукции аутофагии. Для клеток растений роль митохондрий в индукции аутофагии не была известна. В связи с этим, целью данной работы было изучение индукции аутофагии и изменений редокс-статуса клеток при ингибировании ЭТЦ митохондрий в клетках суспензионной культуры пшеницы *Triticum timopheevii* Z. в условиях *in vivo*.

Генерации АФК может происходить на всех четырех комплексах митохондриальной ЭТЦ, однако, считается, что нарушения в работе I и III комплексов в большей степени способствуют этому процессу. В растительных клетках при ингибировании основной ЭТЦ активируется альтернативная оксидаза (АО), что снижает генерацию АФК в митохондриях и защищает клетку от окислительного стресса. В ходе экспериментов проводили ингибирование I комплекса ротеноном (Rot) и III комплекса антимицином А (АнА) и ингибировали АО с помощью салицилгидроксамовой кислоты (СГК). Снижение мембранного митохондриального потенциала при действии ингибиторов основной ЭТЦ и АО в наших экспериментах свидетельствовало о специфичности действия данных ядов на митохондрии в условиях *in vivo*.

В наших экспериментах при ингибировании III комплекса с помощью АнА в клетках наблюдали образование аутофагосом, а при совместном действии АнА и СГК происходило значительное увеличение образования аутофагосом в клетках. Ингибирование I комплекса ЭТЦ с помощью Rot не вызывало образования аутофагосом в наших экспериментах, однако совместное ингибирование I комплекса и АО индуцировало аутофагию в суспензионных клетках пшеницы. Активация аутофагии в суспензионных клетках пшеницы при действии митохондриальных ядов сопровождалась достоверным увеличением содержания H_2O_2 в клетках и усилением ПОЛ. Особенно высоким содержание H_2O_2 было при совместном действии АнА и СГК, в варианте, где наблюдали наиболее значительную активацию аутофагии. Мы предполагаем, что в клетках растений, подобно тому, как происходит в клетках животных, значимый вклад в индукцию аутофагии вносят АФК, усиленная генерация которых происходит при нарушении переноса электронов по ЭТЦ.

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ СЕВА НА УРОЖАЙНОСТЬ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ПОСЕВНЫЕ СВОЙСТВА СЕМЯН ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТОВ ГРЕЧИХИ

Сатарова А.И.

Научный руководитель – ст. преп., к.б.н. Кадырова Л.Р.

Гречиха – одна из важнейших крупяных культур, традиционная для Республики Татарстан [Кадырова и др., 2009, с. 3-4]. На конечных этапах селекционного процесса перспективные сорта проходят всестороннюю оценку. Решающим показателем при передаче сортов на Государственное сортоиспытание является урожайность зерна и качество урожая. В связи с вышесказанным, была сформулирована цель работы: оценка урожайности и качественных характеристик у перспективных сортов гречихи при разных сроках сева.

Мы исследовали перспективные сорта гречихи К-721/2, К-726/7, К-850, К-863 селекции ТатНИИ-ИСХ в сравнении районированным стандартом Чатыр Тау при 3 сроках сева (15 мая, 26 мая, и 5 июня 2014 г.). Были получены следующие результаты:

1) В условиях 2014 г. различия между изученными сортами гречихи по урожайности зерна оказались достоверными. Сорта К-726/7 и К-721/2 продемонстрировали урожайность на уровне стандарта. Сорта К-850 и К-863 существенно уступили стандарту по урожайности зерна. Влияние сроков сева на урожайность сортов гречихи оказалось недостоверным.

2) Выявлены достоверные различия между изученными сортами гречихи по технологическим параметрам зерна: массе 1000 плодов, натуре, пленчатости и массе 1000 ядер. Наиболее высокие масса 1000 плодов, натура и масса 1000 ядер у стандарта Чатыр Тау. Низкой пленчатостью охарактеризовался сорт К-863. Обнаружено достоверное влияние срока сева на массу 1000 плодов: благоприятствовал формированию крупного зерна 1 срок сева. Показана сортоспецифическая реакция на срок сева по таким параметрам как масса 1000 плодов и пленчатость зерна.

3) Сорт и срок сева не оказывают существенного влияния на посевные качества семян: всхожесть и энергию прорастания. Всхожесть семян изученных сортов соответствует качеству I класса.

Лучшие адаптивные свойства по массе 1000 плодов продемонстрировал сорт Чатыр Тау, близок к нему по показателям пластичности и стабильности сорт К-726/7 (Яшьлек).

ТРАНСМЕМБРАННЫЙ ВОДНЫЙ ОБМЕН КЛЕТОК КОРНЕЙ ZEA MAYS ПРИ ДЕЙСТВИИ СЕ И УВ. ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ЯМР

Стерхова К.А.

Научный руководитель - к.б.н., доц. Воробьев В.Н., к.б.н., н.с. Сибгатуллин Т.А.

С момента открытия аквапоринов, отвечающих за трансмембранный водный обмен их структурная организация, механизмы регуляции синтеза и транспорта, а также функциональной активности этих белков представляют особый интерес в физиологии водного обмена растений. Однако наличие аквапоринов еще не позволяет говорить об эффективности их функционирования, поскольку водные каналы могут быть “закрыты”. Регуляция функционального открытого состояния канала зависит от фосфорилирования аминокислот на N- или C-конце белка или от наличия двухвалентных катионов Ca^{2+} стабилизирующих аквапорины в закрытом состоянии [Hu *et al.*, 2004, p. 183-220; Daniel *et al.*, 2005, p. 14443–14454]. Об активности аквапоринов в растениях, как правило, судят по изменению гидравлической проводимости с помощью зонда давления. Использование для этих целей метода ЯМР ограничено единичными публикациями.

Учитывая, многочисленные данные о возможности вытеснять двухвалентные катионы из их соединений ионами ряда лантана, была сформулирована цель данного исследования: оценить возможность замены кальция на ионы церия и иттербия в аквапоринах.

Диффузионные измерения в работе проводились с использованием метода ЯМР-стимулированное эхо. Информацию о диффузионном процессе получали из анализа диффузионного затухания. Объектом исследования были корни семидневных проростков кукурузы. Проращивание семян проводилось в двух вариантах: на воде и в растворе нитрата кальция. После 7 дней проращивания растения поме-

щались на сутки в соответствующие растворы нитратов лантаноидов церия и иттербия. Также применялся ингибиторный анализ с использованием хлорида ртути и пропионовой кислоты.

В результате проведенного исследования с использованием ингибиторов водопроницаемости аквапоринов было обнаружено:

1- снижение уровня трансмембранного водного обмена в варианте с кальцием, которое обусловлено стабилизацией аквапоринов в закрытом состоянии;

2- ионы лантаноидов способны частично замещать кальций в местах его связи с аминокислотными остатками, что повышает эффективность стабилизации аквапоринов в закрытом состоянии.

ОСОБЕННОСТИ ПАРЦИАЛЬНОЙ ФЛОРЫ ТЮЛЯЧИНСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Шарипова Ф.Р.

Научный руководитель – доц., к.б.н. Прохоренко Н.Б.

Сохранение и рациональное использование растительного покрова основывается на исследовании его состава, закономерностей пространственного размещения и устойчивости к воздействию природных и антропогенных факторов. Цель данной работы – выявление структуры парциальной флоры в окрестностях села Большие Метески РТ.

В ходе исследований по идентификации видового состава с мая по август 2014 г. на территории площадью около 10 га было выявлено 168 видов сосудистых растений из 121 рода, 41 семейства, 37 порядков, 3 классов и 2 отделов. 80% всех видов относятся к классу *Dicotyledonae* из отдела *Magnoliophyta*. Наибольшее участие в составе флоры принимают представители таких семейств как *Rosaceae*, *Labiaceae* и *Poaceae*. На долю 11 ведущих семейств приходится около 66% всего состава. В исследуемой флоре большинство видов евро-западноазиатское, евро-азиатское, европейское и голарктическое распространение.

Основу флоры района составляют поликарпические травы (59%); монокарпических трав около 23%, а участие деревьев и кустарников не превышает 15%. Согласно эколого-фитоценологическому анализу 80% всех видов относятся к растениям открытых местообитаний (луговые, опушечные, прибрежно-водные, сорно-рудеральные). Исследования показали, что систематическая, географическая и биоморфологическая структура парциальной флоры Тюлячинского района имеет значительное сходство с флорой Татарстана в целом.

СОДЕРЖАНИЕ ФЛАВОНОИДОВ В НАДЗЕМНОЙ ЧАСТИ *HYPERICUM PERFORATUM* L.

Шестерикова Е.Ю.

Научный руководитель – к.б.н., ст. преп. Хуснетдинова Л.З.

В наше время большое значение имеют лекарственные препараты растительного происхождения, не последнюю роль среди таких растений играет зверобой продырявленный благодаря высокому содержанию флавоноидов, обладающих широким спектром фармакологической активности [Куркина, 2012].

Накопление и образование в лекарственных растениях флавоноидов зависит от многочисленных факторов окружающей среды [Харборн, 1968; Запрометов, 1974; Минаева, 1978].

Изучение накопления флавоноидов имеет как практическое, так и теоретическое значение. С теоретической точки зрения изучение динамики важно для выяснения биохимической роли флавоноидов в жизни растения. С практической стороны, в целях рационального использования ресурсов лекарственного растения [Ломбоева с соавт., 2008].

Цель настоящей работы – изучение влияния ценологических условий на содержание флавоноидов в траве *Hypericum perforatum* L.

Задачи:

1. выявить наличие флавоноидов в надземной части зверобоя продырявленного;

2. определить количественное содержание флавоноидов в растительном сырье *Hypericum perforatum* L.;

3. оценить накопление флавоноидов в лекарственном растительном сырье в разных растительных сообществах Республики Татарстан.

В качестве объекта исследования была выбрана трава зверобоя продырявленного, собранная в разных растительных сообществах лесостепной зоны Республики Татарстан: Дрожжановский, Тукаевский, Бавлинский.

Рассматриваемые цинозы в исследуемых районах представлены разнотравными лугами и лесными сообществами.

В результате качественного определения было обнаружено наличие флавоноидов в исследуемых спиртовых извлечениях из травы *Hypericum perforatum* L.

Изучение влияния ценологических условий на содержание флавоноидов в лекарственном сырье показало, что наибольшее количество флавоноидов содержится в зверобое продырявленном, произрастающем на разнотравных лугах.

По количественному содержанию суммы флавоноидов в сырье, собранном в сосновых посадках, наименьшее значение имеет зверобой продырявленный Бавлинского района, а наибольшее – Тукаевского. В дубняках Бавлинского района содержание флавоноидов минимально, максимальное же значение приходится на сырье из Дрожжановского района.

Выводы:

1. Качественный анализ содержания флавоноидов показал их наличие в образцах сырья *Hypericum perforatum* L., заготовленных в разных растительных сообществах лесостепной зоны республики Татарстан.

2. Содержание суммы флавоноидов в пересчете на рутин в растительном сырье зверобоя продырявленного варьирует в пределах 2,04-5,64%.

3. Наибольшее количество флавоноидов содержится в траве зверобоя продырявленного, произрастающего в луговых сообществах различных регионах РТ с преобладанием видов: мятлик узколистный и клевер горный.

СЕКЦИЯ «ГЕНЕТИКА»

ИССЛЕДОВАНИЕ ВНУТРИКЛЕТОЧНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ РЕКОМБИНАНТНОГО ГИСТОННОГО БЕЛКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФЛУОРЕСЦЕНТНОГО ФОТОАКТИВИРУЕМОГО КРАСИТЕЛЯ

Агабекян И.А.

Научные руководители – д.б.н., проф. Ризванов А.А., м.н.с. Соловьева В.В.

Гистонные белки являются перспективными носителями для доставки рекомбинантных нуклеиновых кислот в различные культуры клеток. Рекомбинантный гистон Н1.3 в составе препарата «Онкогист» (ИБХ РАН, Россия) является перспективным для лечения острого миелоидного лейкоза и в настоящее время проходит клинические исследования в России [Соловьева с соавт., 2011, т. 6, № 3, с. 29-40]. Помимо противоопухолевого действия, благодаря своим катионным свойствам, рекомбинантный гистон Н1.3 можно использовать в качестве носителя для повышения эффективности генетической модификации клеток рекомбинантными лентивирусами [Соловьева с соавт., 2012, т. 7, № 3, с. 151-154]. В этой связи необходимо исследовать молекулярный механизм проникновения и транспорта рекомбинантного гистона Н1.3 в клетках человека, для чего активно используются флуоресцентные красители [Belov *et al.*, 2010, v. 49, № 20, p. 3520-3523]. Получение конъюгатов таких белков с флуоресцентными красителями является современным инструментом в исследовании клеточного транспорта и внутриклеточного распределения важных биополимеров.

Целью работы является исследование проникновения рекомбинантного гистона Н1.3 и фотоактивируемого флуоресцентного красителя (ФФК) в клетки и определение его внутриклеточной локализации.

В ходе работы с помощью MTS-теста установлено, что полученный конъюгат ФФК-Н1.3 не проявляет выраженной цитотоксичности по сравнению с немодифицированным белком и является пригодным для биомедицинских исследований.

Локализацию конъюгата ФФК-Н1.3 определяли с помощью флуоресцентной микроскопии с использованием лазерного сканирующего микроскопа. Обнаружено, что конъюгаты в значительной степени концентрируются в рециркулирующих эндосомах, в меньшей степени – в пероксисомах.

Таким образом, полученный конъюгат рекомбинантного гистона Н1.3 с ФФК может быть в дальнейшем использован для исследований его противоопухолевого действия и как носителя для доставки лекарственных препаратов и нуклеиновых кислот в клетки человека и животных.

КЛОНИРОВАНИЕ ГЕНА GLNK ИЗ *LACTOBACILLUS BREVIS* И ОЧИСТКА БЕЛКА

Исхакова З.И.

Научные руководители – асп. Тарасов Н.В., к.б.н., доц. Каюмов А.Р.

В настоящее время азотный метаболизм молочнокислых бактерий *Lactobacillus* практически не исследован, несмотря на их широкое применение в производстве молочнокислых продуктов, квашении и силосовании. Таким образом, анализ молекулярных механизмов регуляции азотного метаболизма в клетках лактобацилл является актуальной задачей. В единичных работах имеются данные о некоторых аспектах особенностей азотного метаболизма лактобацилл. Предварительный анализ геномов *Lactobacillus brevis* и *Lactobacillus buchneri* выявил наличие гена белка GlnK, гомолог которого в клетках бактерий представляет собой небольшой регуляторный белок, принадлежащий к семейству РII белков, участвующих в регуляции азотного метаболизма [Javelle *et al.*, 2004, V. 279, p. 8530-8539; Hallenbeck, 2008, V. 98, p. 275-284]. В клетках *B. subtilis* белок GlnK, по-видимому, регулирует активность мембранного белка AmtB и фактора транскрипции TnrA играющего ведущую роль в контроле активности генов азотного метаболизма у *B.subtilis* [Detsch, Stulke, 2003, V.149, p. 3289-3297; Kayumov *et al.*, 2011, V. 278, p. 1779-1789].

Целью работы явилось клонирование и очистка белка GlnK молочнокислых бактерий *Lactobacillus brevis*. Для этого синтезировали ген *glnK* из *L. brevis* и клонировали в экспрессионный вектор pASK-IBA3. Затем, методом гибсоновской реакции была получена генетическая конструкция pASK-LbrGlnK с аффинным стрептактиновым тагом для дальнейшей гиперпродукции белка GlnK, которая была трансформирована в штамм *E.coli* BL21. Наличие генетической конструкции pASK-LbrGlnK в рекомбинантном штамме подтвердили методом электрофореза в агарозном геле. Индукцию гена рекомбинантного штамма проводили с добавлением ангидротетрациклин гидрохлорида (АГТ) с конечной концентрацией 2 мг/мл в течение 10 часов при 30°C. Таким образом, был получен рекомбинантный штамм *E.coli* BL21 pASK-LbrGlnK, обеспечивающий гиперпродукцию рекомбинантного белка GlnK, и проведена индукция.

Очистку рекомбинантного белка GlnK проводили на Strep-tactin сефарозе. Клеточный экстракт культуры рекомбинантного штамма *E.coli* BL21 pASK-LbrGlnK наносили на колонку с Strep-tactin сефарозой и элюировали буфером, содержащим 2,5 мМ дестиобиотин. Фракции элюции анализировали с помощью SDS-PAGE электрофореза. Таким образом, было получено 15 мг белка в электрофоретически гомогенном состоянии.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ 14-04-32317 мол_а.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЕРХЭКСПРЕССИИ ТЕСКАЛЦИНА НА БИОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК

Мухаметзянова Л.Д.

Научные руководители – д.б.н., проф. Ризванов А.А., м.н.с. Соловьева В.В.

В настоящее время ведутся активные исследования по применению стволовых клеток в регенеративной медицине. Среди всех мезенхимных стволовых клеток (МСК), МСК из жировой ткани наиболее доступны и имеют высокий пролиферативный потенциал. Сравнительно недавно был открыт белок тескалцин, который, согласно литературным данным, принимает участие в дифференцировке клеток, а также является привлекательным кандидатом при диагностике онкологических заболеваний. Однако его влияние на биологические свойства клеток остаются до сих пор мало изученными. В

МСК жировой ткани белок тескалцин не экспрессируется или же экспрессируется в незначительных количествах. С помощью генетической модификации МСК лентивирусными векторами, содержащими ген тескалцина, можно исследовать, что будет происходить со стволовыми клетками в том случае, если в них начнет экспрессироваться этот белок, как изменятся свойства клеток и их жизнеспособность.

Целью работы является исследование влияния сверхэкспрессии тескалцина на биологические свойства МСК, выделенных из жировой ткани человека.

В результате работы путем лентивирусной трансдукции были получены МСК со сверхэкспрессией тескалцина. Было показано, что генетическая модификация МСК рекомбинантными лентивирусами не оказывает существенного действия на их жизнеспособность, а сверхэкспрессия тескалцина не влияет на устойчивость МСК к действию противоопухолевого препарата «Паклитаксел». Методом мультиплексного анализа было установлено, что сверхэкспрессия тескалцина МСК приводит к значительному повышению (в 3 раза) секреции интерлейкина 6 по сравнению с контрольными клетками.

Таким образом, мы определили, что сверхэкспрессия тескалцина не влияет на жизнеспособность стволовых клеток и их устойчивость к противоопухолевому препарату, и, следовательно, генетическая модификация не влияет на данные свойства клеток. Кроме того, сверхэкспрессия тескалцина приводит к повышению секреции мультифункционального интерлейкина 6, что может быть исследовано в дальнейшем.

КЛОНИРОВАНИЕ ГЕНА САХАРОЗО-6-ФОСФАТ ГЛИКОЗИЛАЗЫ ИЗ *BACILLUS MOJAVENSIS* B-5035

Мухаметзянова С.Р.

Научный руководитель – к.б.н., доц. Каюмов А.Р.

Ферментативный процесс гидролиза сахаров предпочтительнее химического гидролиза, т.к. позволяет избежать образования побочных продуктов и окрашенных соединений [Ricca *et al.*, 2007, V. 27, № 3, p. 129-45]. Большинство гликозидгидролаз, применяемых в пищевой промышленности (инулиназа, инвертаза, леваназа) получают из бактерий, дрожжей и микромицетов. В настоящее время используются иммобилизованные инвертазы из различных дрожжей и грибов *Aspergillus* [Tufvesson *et al.*, 2010, V. 88, p. 3-11]. Бациллярные ферменты имеют большие преимущества перед ферментами других бактерий благодаря большей термостабильности и активности. Особенностью бациллярных ферментов является оптимальный рН в значениях 7,0 и выше, тогда как многие, описанные к настоящему времени гликозидгидролазы, например, из *Aspergillus*, *Penicillium*, *Arthrobacter*, имеют оптимальный рН в диапазоне 4,0-5,5. Поэтому бациллярные гликозидгидролазы, способные катализировать отщепление фруктозы в нейтральных и слабощелочных условиях представляют как фундаментальный интерес с точки зрения механизма катализа, отличающегося от детально исследованных реакций в кислой среде, так и практический интерес для пищевой промышленности, т.к. не требуют закисления субстрата. Среди представителей рода *Bacillus* с высокой сахарозной активностью, доступных в Российских банках, единственным является *Bacillus mojavensis* B-5035. Поэтому данный вид был выбран в качестве донора гена для клонирования. Анализ генома *Bacillus mojavensis* B-5035 позволил выявить 2 гена, включающие фруктозидазный домен и имеющие около 40-56% гомологии с экзоинулиназой *Aspergillus niger* и инвертазой (бета-фруктозидазой) *Saccharomyces cerevisiae*. В этих генах идентифицируются характерные консервативные последовательности WMN(D/E)PN; RDP и EC(P), что позволяет ожидать наличие гликозидгидролазной активности. Ген потенциальной сахарозо-6-фосфат гликозилазы (*sph*) клонирован в вектор pJET1.2/blunt с получением плазмиды pJET1.2-BmSPH и подготовлен к клонированию в экспрессионный вектор pGP382, обеспечивающий экспрессию белка с С-концевым стреп-тагом в клетках *B. subtilis*, и получению плазмиды pGP382-BmSPH.

АНАЛИЗ ЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ VEGF164/165 И FGF2 В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ИШЕМИИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ

Саханов Д.И.

*Научные руководители – к.б.н., Салафутдинов И.И., м.н.с. Гаранина Е.Е.,
м.н.с. Мавликеев М.О.*

Хронические облитерирующие заболевания артерий нижних конечностей (ХОЗАНК) являются одной из частых причин инвалидизации населения. Данная группа заболеваний выражается в прогрессирующем уменьшении просвета артериальных сосудов, что приводит к ишемии мышц [Leng *et al.*, 1996, V. 313, № 7070, p. 1440-1444].

Около 20-30% кандидатур пациентов с критической ишемией нижних конечностей не рассматривается для сосудистых и внутриваскулярных вмешательств, вследствие чего единственным возможным вариантом остается ампутация [Lawall *et al.*, 2010, V. 103, № 4, p. 696-709]. Стремительно увеличивающееся количество пациентов с КИНК порождают поиски принципиально новых методов лечения для индукции ангиогенеза. Одним из многообещающих методов является так называемый «терапевтический ангиогенез», т.е. индукция развития сосудистой системы в ишемизированных тканях при помощи ангиогенных факторов роста или генетических конструкций.

Плазмидные векторы не иммуногены и не встраиваются в геном трансфицированных клеток, и на сегодняшний день они используются в большей части клинических испытаний по ишемии конечностей для локальной и временной экспрессии ангиогенных факторов.

Цель работы – оценка эффективности двухкассетного плазмидного вектора pBud-VEGF165-EGFP на ангиогенез *in vivo* в экспериментальной модели ишемии нижних конечностей крыс.

Эффективность оценивалась с помощью анализа биосинтеза белков VEGF164/165 и FGF2 в образцах тканей методом Вестрн-блоттинга, анализа транскрипции генов, исследуемых факторов роста методом ПЦР-РВ и с помощью флуоресцентной микроскопии гистологических срезов образцов на нахождение в них VEGF164/165. Наиболее интенсивная продукция VEGF164/165 наблюдается в образцах с ишемизированными тканями; показана статистическая разница в экспрессии мРНК гена *veg164/165* между образцами с введенной плазмидной конструкцией pBud-VEGF165-EGFP и образцами без введения препарата. Таким образом, была показана возможная целесообразность использования данной плазмиды при лечении пациентов с ХОЗАНК.

ДИФФЕРЕНЦИРОВКА ЗВЕЗДЧАТЫХ КЛЕТОК ПЕЧЕНИ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПАРАКРИННЫХ ФАКТОРОВ IN VITRO

Старостин О.С.

Научный руководитель - м.н.с., асс. Шарипова Э.И.

По данным ВОЗ болезни печени выходят на одно из первых мест по распространенности и на данный момент являются пятой по частоте причиной смертности населения во многих странах. Основными причинами хронических заболеваний печени являются вирусные гепатиты В и С, а также повреждение печени алкоголем. Существующие методы лечения, в том числе трансплантация печени, не всегда оказываются эффективными и доступными, что ведет к необходимости поиска новых подходов к терапии данных заболеваний. В качестве альтернативы разрабатываются методы клеточной терапии, предполагающие использование клеток-предшественников гепатоцитов, которыми, возможно, являются перисинусоидальные звездчатые клетки печени (клетки Ито). При этом важна предтрансплантационная подготовка клеток. В нашем исследовании мы рассматриваем влияние паракринных факторов как один из вариантов такой подготовки.

Цель данной работы: исследование паракринных факторов, выделяемых клетками фрагментов печени на перисинусоидальные звездчатые клетки печени (ЗКП) при ко-культивировании *in vitro*.

В ходе данной работы нами были выделены ЗКП крыс методом коллагеназно-пропазовой перфузии, с последующим разделением в градиенте плотности гистоденза. Исследуемые клетки разделили на 2 группы. В первой, экспериментальной группе, ЗКП культивировали в лунках со специальными вставками с полупроницаемой мембраной, в которые помещались кусочки печени трехдневных кры-

сят. Во второй, контрольной группе, клетки культивировали в питательной среде без дополнительных условий. Исследование экспрессии маркеров ЗКП обеих групп производили путем иммуноцитохимического окрашивания с антителами к рецептору фактора стволовых клеток (C-kit), антигену ядер пролиферирующих клеток (PCNA) и специфичному антигену гепатоцитов (HSA).

Экспрессия C-kit была выраженной, стабильной и отмечена на всех сроках культивирования в обеих группах, что может свидетельствовать о способности ЗКП к дифференцировке. В экспериментальной группе, количество PCNA-позитивных клеток в культуре ЗКП было больше, что является свидетельством положительного влияния паракринных факторов, выделяемых кусочками печени, на пролиферативную активность клеток Ито. В экспериментальной группе, начиная с 7 суток эксперимента, большая часть клеток экспрессировала HSA. В контрольной группе ни на одном сроке данный антиген не выявлялся. Следовательно, в экспериментальной группе, под влиянием паракринных факторов, выделяемых кусочками печени, происходит дифференцировка ЗКП в гепатоцитарном направлении.

В результате данной работы нами было установлено, что выделенные из печени крысы ЗКП сохраняют жизнеспособность при ко-культивировании с кусочками печени трехдневных крысят во вставках с полупроницаемой мембраной. ЗКП обладают рядом свойств стволовых клеток, о чем можно судить, основываясь на выраженной экспрессии C-kit, сохранении их жизнеспособности в культуре, высокой пролиферации и способности формировать колонии клеток в условиях *in vitro*. Так же было установлено, что при ко-культивировании ЗКП с кусочками печени, выделяющими паракринные факторы, наблюдается стимулирующий эффект на рост ЗКП, а также модуляция фенотипа ЗКП в гепатоцитарном направлении.

ВЛИЯНИЕ ПЛАЗМИДЫ *pHisNucSma(H89A)* НА УСТОЙЧИВОСТЬ К АМПИЦИЛЛИНУ КЛЕТОК ШТАММА *E. COLI* LK111(λ)

Рыжикова М.Н.

Научные руководители – к.б.н., доц. Гимадутдинов О.А., к.б.н., доц. Хамидуллина Р.Г.

Введение плазмид в клетки хозяина могут привести к изменению фенотипических признаков, например, к возникновению лекарственной устойчивости. При бактериальных инфекциях очень часто назначаются β -лактамы антибиотики, однако бесконтрольное и не всегда оправданное их применение привело к селекции устойчивых к ним бактерий. Знание бактериальной резистентности к антибиотикам имеет большое значение для успешной борьбы с инфекционными заболеваниями.

Цель настоящей работы явилось определение влияние плазмиды *pHisNucSma(H89A)*, несущей ген *bla*, на устойчивость к ампициллину клеток штамма *E.coli* LK111(λ).

В работе были использованы штамм *E.coli* LK111(λ) ($r_k^- m_k^+$, *thi-1*, *thr-1*, *leuB6*, *tonA21*, *supE44*, *lac^fYZAM15*, *Hfr*, *Amp^s*, λ^+), в хромосоме которого имеется ген белка-репрессора C1 бактериофага λ [Friedhoff *et al.*, 1994a, V. 22, № 16, p. 3280-3287]. В плазмиде *pHis-NucSmaHis89Ala* находится ген *bla*, который отвечает за устойчивость к ампициллину, и мутантный ген эндонуклеазы *S. marcescens*, кодирующий белок, в котором аминокислотный остаток активного центра *His 89* замещен на *Ala*, приводящий к инактивации фермента.

Полученные компетентные клетки трансформировали плазмидой *pHisNucSma(H89A)* методом теплового шока [Sambrook *et al.*, 1989, 2nd ed, p. 14-21]. После высева инкубационной смеси на твердую среду LB с ампициллином в концентрации 100 мкг/мл, нами были получены устойчивые к ампициллину клоны клеток *Escherichia coli* LK111(λ), содержащие плазмиду *pHisNucSma(H89A)*. После инкубирования при 37°C, были отобраны 5 клонов, которые пересевались штрихом на селективную среду.

Полученную культуру клеток трансформантов высевали на чашки с градиентным агаром, содержащим ампициллин в концентрации от 0 мкг/мл до 10000 мкг/мл. За уровень устойчивости принимали минимальную концентрацию ампициллина, при которой не происходило видимого роста через 18-20 часов инкубирования. Для определения уровня устойчивости к ампициллину, строили калибровочную кривую зависимости градиента концентрации ампициллина от длины градиента.

Оказалось, что рекомбинантный штамм *E.coli* LK111(λ) *pHisNucSma(H89A)* вырос по всей длине градиента ампициллина. Высеянные в качестве контроля клетки бесплазмидного штамма на градиентном агаре с ампициллином не дали роста. Поскольку клетки рекомбинантного штамма *E.coli* LK111(λ) *pHisNucSma(H89A)* выросли по всей длине градиентного агара, то для окончательного оп-

ределения уровня устойчивости клеток к ампициллину, необходимо продолжить эксперименты с более высокими концентрациями антибиотика.

АНАЛИЗ ГЕНОМА ШТАММА *ACHOLEPLASMA LAIDLAWII* PG8R, ПРОЯВЛЯЮЩЕГО ПОВЫШЕННУЮ УСТОЙЧИВОСТЬ К ЦИПРОФЛОКСАЦИНУ

Санникова В.А.

Научный руководитель - к.б.н., асс. Медведева Е.С.

Микоплазменная контаминация – бич клеточных культур всех типов, ведущих свое происхождение от млекопитающих, птиц, рептилий, рыб, насекомых, растений и других эукариотических организмов. Элиминация контаминантов представляет серьезную проблему, как для фундаментальных исследований, так и практических работ, связанных с клеточными технологиями и биотехнологическим производством. Решение проблемы контроля микоплазменных инфекций и контаминаций связывают с выявлением молекулярных основ оперативной адаптации микоплазм к антибиотикам, что предполагает определение и сравнительный анализ резистомов – совокупности генов и их продуктов, которые способствуют устойчивости микроорганизмов к антибактериальным препаратам. Ранее было показано, что адаптация *A. laidlawii* – широко распространенной в природе микоплазмы, обнаруживаемой у человека, животных, растений, являющейся возбудителем фитомикоплазмозов, а также основным контаминантом клеточных культур и вакцинных препаратов – к фторхинолонам, связана не только с мутациями в генах-мишенях антибиотика, но и с модуляцией секреции экстраклеточных везикул и везикулярного транспорта бактерии. Определение и сравнительный анализ полных нуклеотидных последовательностей ДНК различающихся по чувствительности к ципрофлоксацину штаммов *A. laidlawii* явилось целью данной работы.

Методом пиросеквенирования нами было выполнено геномное профилирование двух штаммов микоплазмы – исходного лабораторного, а также проявляющих повышенную устойчивость к ципрофлоксацину. У штамма *A. laidlawii* PG8R, обладающего повышенной устойчивостью к ципрофлоксацину, зарегистрированы множественные мутации как в кодирующей, так и некодирующей части генома микоплазмы. Дифференциально различающиеся штаммы микоплазмы, различаются не только в отношении генов-мишеней фторхинолонов (ДНК-гираза и ДНК-топоизомераза IV), но и многих других генов, участие которых в развитии резистентности к антибиотикам ранее не предполагалось. Полученные данные могут свидетельствовать о существенной перестройке биохимических процессов клеток микоплазм при формировании устойчивости к фторхинолонам, в том числе опосредующих горизонтальный перенос факторов вирулентности, и определяют необходимость коррекции представлений о механизмах формирования устойчивости микоплазм к антибактериальным препаратам и способах контроля инфектов.

ДЕТЕКЦИЯ ЭКСТРАКЛЕТОЧНЫХ ВЕЗИКУЛ У МИКОПЛАЗМ *ACHOLEPLASMA LAIDLAWII*

Хафаева Л.Л.

Научный руководитель - к.б.н., асс. Баранова Н.Б.

Микоплазмы – паразиты человека, животных, растений, контаминанты клеточных культур и вакцинных препаратов. Контроль микоплазменных инфекций представляет серьезную проблему, решение которой связывают с исследованиями молекулярно-генетических основ адаптации микоплазм к условиям среды, определяющей широкую распространенность бактерий в природе и проявление патогенности.

Экстраклеточные везикулы (ЭВ) представляют важнейшую часть бактериального секрета. ЭВ, секретлируемые клетками бактерий, опосредуют белковый трафик, а также перенос детерминант вирулентности, участвуют в формировании системы паразит-хозяин, а также резистентности к антибактериальным препаратам и, соответственно, адаптации микроорганизмов к различным условиям среды

[Chernov *et al.*, 2011б, v. 11, p. 1120-1130]. В этой связи сравнительный анализ способов дифференциальной детекции клеток и везикул микоплазмы *A. laidlawii* явилось целью данной работы.

Согласно данным ТЭМ, в клеточных осадках *A. laidlawii* PG8 обнаружено присутствие как и клеток, так и ЭВ микоплазмы. При этом клетки *A. laidlawii* PG8 в аксеничных культурах в оптимальных условиях характеризуются сферической формой с умеренно плотной цитоплазмой и размером ~ 0,3-0,8 мкм. ЭВ гетерогенны по электронной плотности и размерам; диаметр большинства везикул *A. laidlawii* PG8 составляет 70-110 нм. Для выделения ЭВ *A. laidlawii* PG8 использован метод, описанный в работе Lee, *et al.* [2009, v.9, p. 5425-5436], модифицированный в связи с особенностями культивирования микоплазмы. По морфологии и ультраструктуре, а также размерам изолированные везикулы не отличаются от микоплазменных везикул в аксеничных культурах бактерий. В результате использования праймеров для амплификации нуклеотидных последовательностей генов *pnp*, *tuf* и спейсерной зоны 16S-23S рДНК в случае присутствия в препаратах клеток микоплазмы регистрируются ПЦР-продукты для нуклеотидных последовательностей *pnp*, *tuf* и спейсерной зоны 16S-23S рДНК, а в случае везикул – только *pnp* и *tuf*.

Таким образом, используемые методы микроскопии высокого разрешения и полимеразной цепной реакции позволяют дифференциально детектировать и клетки и везикулы микоплазмы. А обнаружение специфичных наборов нуклеотидных последовательностей ДНК в везикулах микоплазм открывает перспективы разработки ПЦР-диагностикумов и для обнаружения соответствующих инфектогенов.

СЕКЦИЯ «ЗООЛОГИЯ»

ВЛИЯНИЕ ПОСЕТИТЕЛЕЙ НА ПОВЕДЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА КОШАЧЬИХ (FELIDAE) КАЗАНСКОГО ЗООБОТАНИЧЕСКОГО САДА

Бильданова Н.И.

Научный руководитель – асс. Беляев А.Н.

Дикие кошки обладают высоким уровнем адаптации к различным условиям внешней среды, несмотря на это, современные зоопарки должны создавать для них условия, наиболее соответствующие их биологическим потребностям. Оценка поведения животных позволяет понять, каким образом на состояние животных влияют те или иные факторы окружающей среды. Одним из таких воздействий внешней среды для животных в неволе является присутствие большого количества посетителей на территории зоопарка.

Цель данного исследования – изучить влияние посетителей Казанского Зооботанического сада на поведение животных семейства кошачьих (Felidae). Наблюдали за пятью животными двух видов (*Leptailurus serval* (Schreber, 1776) – сервал и *Panthera leo* (Linnaeus, 1758) – лев). Исследование было проведено с 26 февраля по 26 марта 2015 г. с использованием метода временных срезов [Попов, 1990, с. 16]. Длительность каждой сессии составила 2 часа 50 минут, с интервалом между срезами 5 минут. В момент среза отмечалось местонахождение животного и форма его активности. Наблюдения осуществлялись в дни работы зоопарка по одной сессии в день. Всего было проведено 10 сессий (5 днем с 12:55 до 15:45 и 5 утром с 9:00 до 11:50). Учитывалось наличие и точное количество посетителей у вольеров с животными. В качестве характеристик описывающих поведение животных рассчитывали долю и процент определенной формы поведения [Попов, 2008, с. 45]. Определялась доля и ее ошибка. Для оценки значимости различия долей (p) использовали критерий Фишера (F) с преобразованием [Ивантер, 2011, с. 57].

Проведенные исследования показали, что в течение дня все животные проявляют не высокую активность. Тем не менее, во второй половине дня по сравнению с первой возрастает доля социальных и активных форм поведения. У различных видов и особей увеличение активности в течение дня не одинаково и наиболее выражено у сервалов, содержащихся в вольерах без временного укрытия. Во вторую половину дня по сравнению с утренними наблюдениями почти у всех животных наблюдается сокращение использования дальней и увеличение ближней зоны вольеров. Помимо этого, сервалы, в отличие от львов, у которых использование ближней зоны вольера занимает большую часть времени (65-91%), наоборот предпочитают находиться в дальней зоне вольера (65-94%). Реакция на присутст-

вие посетителей путем изменения доли активного и неактивного поведения не выражена или выражена слабо. У всех животных наблюдаются различия в проявлении социальных типов поведения, доля которого увеличивается при наличии посетителей.

ОСНОВНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ОБЫКНОВЕННОГО ЕРША *GYMNOCEPHALUS CERNUUS* (LINNAEUS, 1758) ВОЛЖСКО-СВЯЖСКОГО УЧАСТКА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Валиев И.И.

Научный руководитель – к.б.н., доц. Галанин И.Ф.

Обыкновенный ерш – *Gymnocephalus cernuus* (Linnaeus, 1758) является широко распространённой и наименее изученной «малоценной» рыбой реки Волги, отражающей состояние водоема. Нами была поставлена цель изучить, такие основные биологические показатели ерша Волжско-Свияжского участка Волжского плеса Куйбышевского водохранилища, как размерно-весовой и возрастной состав, рост по материалам уловов 2014 г.

Отлов рыбы проходил в осенний период 2014 г. на Волжско-Свияжском участке Волжского плеса Куйбышевского водохранилища, с помощью ставных сетей с ячейми 14, 16 и 24 мм на глубинах от 5 до 9 м. Несколько экземпляров ерша было поймано мальковой волокушей на глубине от 0,5 до 2 м.

Максимальный размер ерша Волжско-Свияжского участка в 2014 г. составлял 14,5 см. Минимальная длина была 8 см. Все пойманные рыбы были половозрелыми. Уловы были представлены в основном рыбами с размерных классов 8-11 см (82%). Критерий достоверности отличий по Стьюденту равнялся 6,6. Средние показатели длины ерша равнялись 9,7 см. Если сравнивать наши данные с литературными, на севере, вне пределов естественного ареала, в озере Милдеват в Западной Норвегии, средние показатели длины ерша были сравнимы с нашими данными и равнялись 9,3 см [Kalas, 1995, с. 219-232]. За пределами южных границ естественного ареала, в озере Пьедилуко (Италия, область Умбрия) размеры ерша варьировали в больших пределах от 3,9 до 19,4 см, а средний размер был равен заметно выше – 12,9 см [Lorenzoni et al., 2009, с. 420-435].

Средний вес уловов ерша равнялся 18,9 г. Вес особей варьировал от 10,3 до 35,0 г. Средний вес самцов составлял 17,5 г, самок – 20,0 г. Эти отличия были достоверны (критерий достоверности отличий по Стьюденту 16,8). Среди самцов преобладали более мелкие рыбы весовых классов 15-20 г (28,5%); у самок – 15-20 г (34,5%).

Возрастная структура ерша осенних уловов Волжско-Свияжского участка Куйбышевского водохранилища в 2014 г. представлена относительно небольшим количеством поколений от 1+ до 5+, поколений 2009-2013 гг. Возраст самок варьировал от 1+ до 5+, самцов – от 1+ до 3+. Основная масса рыбы представлена особями в возрасте 2+ и 3+ (84%).

Если рассматривать рост ерша по результатам реконструкции за 2014 г. средние размеры годовиков ерша достигали 2,9 см. На первом и втором годах жизни самки уступают в росте самцам. Но на 3 году жизни реконструированные размеры самок и самцов оказались идентичны. Если оценивать темпы роста, то наблюдается закономерное их замедление с возрастом. Наиболее значительно оно на третьем году жизни. У самок максимальные темпы роста наблюдались на первом и третьем годах жизни. Показатели роста ерша в озере Пьедилуко в значительной степени превосходят наши данные [Lorenzoni et al., 2009, с. 420-435]. При этом самки растут лучше самцов и достигают более значительных размеров. Лучшие показатели роста для южных популяций ерша описаны в литературе и для территории России [Попова, 2003, с.63]. На севере в озере Милдеват в западной Норвегии таких значительных отличий роста не выявлено [Kalas, 1995, с. 219-232].

УЛЬТРАСТРУКТУРА ПОЛОВЫХ КЛЕТОК НЕМЕРТИН РОДА POSEIDON БЕЛОГО МОРЯ

Воронина Т.А., Заботин Я.И.

Научный руководитель – к.б.н., асс. Заботин Я.И.

Немертины – тип беспозвоночных животных, представленный более чем 1200 описанными видами червей, которые встречаются в морях, пресных водоемах, супралиторали и на суше. Острая нехватка ультраструктурных данных является причиной неудовлетворительного состояния систематики Nemertea. Большинство видов описано по экземплярам с неразвитыми гонадами, поэтому строение половой системы до сих пор имеет ограниченное применение в систематике этой группы.

В качестве объектов исследования были выбраны два близкородственных вида рода *Poseidon* – *P. viridis* и *P. ruber*. Цель данной работы была сформулирована следующим образом: дать сравнительно-анатомическую характеристику половой системы немертин рода *Poseidon* Белого моря. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: 1. Изучение литературы по ультраструктуре половой системы немертин с основным упором на филогенетически значимые признаки. 2. Сбор материала в различных биотопах Белого моря. 3. Исследование половых клеток двух указанных видов немертин с помощью ТЭМ. 4. Провести сравнительно-анатомический анализ половой системы исследованных видов в свете литературных и собственных данных.

Представители видов *P. viridis* и *P. ruber* были собраны в июне 2014 г. на Белом море на каменистой литорали острова Матренин и Обориной Салмы. Заливка и фиксация были проведены по стандартной методике. Ультратонкие срезы были получены с помощью ультрамикротомы “Reichert-Jung”, просмотр осуществлялся с помощью ТЭМ JEM 100 CX.

В яичнике *P. viridis* были обнаружены молодые (превителлогенные) и зрелые (вителлогенные) ооциты. Ооплазма молодых ооцитов электронно-прозрачна, содержит множество митохондрий с хорошо различимыми кристами; развиты диктиосомы комплекса Гольджи, электронно-плотные желточные гранулы встречаются редко. В ооплазме вителлогенных ооцитов распределены некрупные желточные гранулы, рядом с которыми располагаются стопки цистерн аппарата Гольджи. Ооплазма зрелых ооцитов богата митохондриями, также в ней встречаются мультиламеллярные тела. Вителлогенные ооциты окружены небольшими обкладочными клетками с крупным ядром, «отекшим» перинуклеарным пространством и малым объемом цитоплазмы. Последняя образует многочисленные пальцевидные отростки, которые плотно переплетаются друг с другом.

У *P. ruber* в яичниках встречаются превителлогенные и созревающие ооциты. Ооплазма превителлогенных ооцитов электронно-прозрачная, заполнена многочисленными каналами гранулярной ЭПС, крупными желточными гранулами; изредка встречаются большие овальные митохондрии с малочисленными кристами. Цитоплазма созревающих ооцитов отличается средней электронной плотностью, наличием крупных желточных гранул и малым количеством митохондрий. В яичниках также были обнаружены обкладочные клетки.

В ходе данного исследования были сделаны следующие выводы.

1. Процесс созревания ооцитов *Poseidon viridis*, обнаруженных нами, включает превителлогенную и вителлогенную стадии; у *P. ruber* – превителлогенную и созревающую. Различные сроки созревания яйцеклеток объясняются спецификой репродуктивного цикла обоих видов.

2. Превителлогенные ооциты исследованных близкородственных видов различаются по размерам, составу органелл, объему каналов ЭПС, количеству и размерам желточных гранул. Указанные различия являются видоспецифическими признаками.

3. Обнаруженные различия в строении ооцитов *P. viridis* и *P. ruber* и стадиях их созревания представляют собой адаптации к размножению в определенных биотопах.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПОГОНОФОРЫ *NEREILINUM MURMANICUM* (IVANOV, 1961) (*POGONOPHORA, FRENULATA*) ИЗ БАТИАЛИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Габидуллина Р.И.

Научный руководитель – асс. Голиков А.В.

Погонофоры дважды на протяжении XX в. становились причиной биологических сенсаций – это открытие нового типа живых существ и автотрофного типа питания у морских животных. Они вызвали и вызывают большой интерес биологов самых разных специальностей как организмы, лишенные пищеварительной системы и существующие исключительно за счет симбиоза с хемоавтотрофными бактериями [Southward et al., 1986; Смирнов, 2010]. Ныне известно около 160 видов, 90% которых относятся к п/кл. *Frenulata* [Southward et al., 2003]. Несмотря на распространенность этого подкласса в Мировом океане, он является в значительной мере слабо изученным. Целью нашего исследования является изучение внешней и внутренней морфологии, морфометрических показателей френулятных погонофор *Nereilinum murmanicum* (Ivanov, 1961) из Баренцева моря на макроморфологическом и гистологическом уровнях.

Погонофоры собраны в рейсах двух научно-исследовательских судов, «Смоленск» и «Ф. Нансен», в сентябре 2006 г. в рамках программы бентосной съемки Баренцева моря. Для сбора использовался дночерпатель ван-Вина с площадью захвата 0,1 м². Всего собрано 100 экземпляров *N. murmanicum*. Для морфометрии использовано 11 экз., измерялись: длина и ширина протосомы, длина и ширина мезосомы, ширина в преаннулярной и постаннулярной частях метасомы, длина и ширина опистосомы, ширина щупалец, в ряде случаев – и толщина трофосомы. Проведена математическая обработка полученных результатов. Гистологический анализ проведен на 4 экз. Сделано свыше 550 срезов, окрашены по Маллори [Иванов и др., 1981]. По сборам составлена карта количественного распределения вида в изученной части Баренцева моря.

В Баренцевом море *N. murmanicum* встречался на глубинах 75,2-321,5 м. В южной части Приновоземельского мелководья у Новой Земли нами отмечена самая шельфовая известная находка вида. Исходя из данных по количественному распределению, *N. murmanicum* в Баренцевом море предпочитает более теплые участки, лежащие ближе к Атлантике. Здесь плотность численности составляет более 101 экз/м². Холодные условия северо-восточной части Баренцева моря неблагоприятны для вида, плотность численности обычно менее 10 экз/м².

Первым отделом тела является протосома с головной лопастью, далее следуют мезо-, мета- и опистосома. Самым длинным отделом тела (до 97,5% от всей длины) является метасома, затем с большим отрывом следует мезосома, далее – протосома и опистосома. Последний отдел обнаружен у вида впервые. Тело *N. murmanicum* снаружи покрыто мощной кутикулой. Под кутикулой располагается эпителиальная ткань, под которой идут кольцевой и продольный слои мускулатуры. Последний слой развит сильнее, особенно в мезосоме, а часть его миоцитов – нематоидного типа. В мезоцеле из органов отмечены только тубипарные железы, в преаннулярной части метацеля – тубипарные железы и органы половой системы. Мезоцель отделен от метацеля хорошо развитой поперечной мускульной диафрагмой. В метацеле постаннулярной части значительное пространство занимают трофосома и кровеносные сосуды. Спинной кровеносный сосуд большего диаметра, чем брюшной. Трофосома имеет центральное положение, она окружена перитонеальным эпителием, который является ее внешней оболочкой. Внутри находится большое количество рыхлой ткани – внутренний эпителий трофосомы (бактериоциты). В этих клетках располагаются хемосинтезирующие симбиотические бактерии, окисляющие сероводород [Southward, 1986]. Границы между бактериоцитами на срезах выражены плохо. Ядра этих клеток маленькие и округлые, их диаметр гораздо меньше, чем у клеток внешнего эпителия трофосомы. В центре трофосомы имеется просвет.

УЛЬТРАСТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГЕПАТОЦИТОВ КРОЛИКОВ ПРИ СВИНЦОВОЙ ИНТОКСИКАЦИИ

Галимзянова Ф.В.

Научный руководитель - к.б.н., асс. Сальникова М.М.

Свинец – один из наиболее распространенных промышленных ядов, обладает широким спектром негативного воздействия на организм животных и человека. Загрязнение свинцом атмосферного воздуха, почвы и воды в окрестности производств, а также вблизи крупных автомобильных дорог создает угрозу поражения свинцом населения, проживающего в этих районах, и прежде всего детей, которые более чувствительны к воздействию тяжелых металлов. Свинцовая интоксикация (сатурнизм) – это условно профессиональное заболевание, развивающееся вследствие производственного контакта со свинцом и его соединениями, характеризующаяся поражением органов кроветворения, нервной, сердечно-сосудистой, пищеварительной и других систем.

Целью нашей работы стало изучение ультраструктурных изменений клеток печени при хроническом отравлении ацетатом свинца кроликов.

Исследованы кролики 2 групп. Первая служила биологическим контролем. Вторая группа животных получала уксуснокислый свинец в виде водного раствора (свинца ацетат ($C_4H_6O_4Pb \times 3H_2O$) – ГОСТ 4426-75) в дозе 1/10 ЛД₅₀ (65 мг/кг массы тела) в течение 40 дней. Подготовка отобранного материала проводилась по классической схеме принятой в электронной микроскопии. Срезы просматривали в электронном микроскопе JEM – 100С.

Результаты электронно-микроскопических исследований кроликов контрольной группы позволяют говорить об идентичности строения печени млекопитающих и характеризуются типичным дольчатым строением. Отмечено слабое развитие междольчатой соединительной ткани, что является видовой особенностью кроликов.

Ультраструктурные исследования показали, что введение кроликам в течение 40 суток ацетата свинца в дозе 1/10 ЛД₅₀ проявляется выраженными патологическими изменениями ядерного аппарата гепатоцитов, которое проявляется нарушением распределения конденсированного хроматина, уплотнением массы ядерного вещества. Регистрируются клетки, в которых можно диагностировать пикноз ядер. Многие ядра имеют множественные инвагинации кариолеммы, вдающиеся внутрь ядра, которые, возможно, приводят к обособлению участков ядра и к фрагментированию. Фрагментирование ядер обычно происходит при апоптозе. Также отмечено скопления плотных гранул среди хроматина в некоторых ядрах, вероятно, в кариоплазме происходит связывание свинца с белковыми комплексами, образуются металлопротеиды. Можно наблюдать ядрышки в центральной области или на периферии ядра. Перинуклеарное пространство не увеличено. Ядерные поры увеличиваются в размерах.

В сравнении с контрольной группой, в цитоплазме гепатоцитов митохондрии с хлопьевидным матриксом средней электронной плотности без крист. Цитоплазма содержит многочисленные вакуоли, в которые превращаются митохондрии при потере одной мембраны или разрыве обеих мембран. По структуре митохондрий можно диагностировать зернистую (мутную) дистрофию. Гиалоплазма имеет хлопьевидную структуру. Также просматривается вакуолизация каналов гладкого ЭПР. В цитоплазме отсутствует гликоген, липидные включения не обнаружены. Аппарат Гольджи визуализируется крайне редко. Обнаруживаются пероксисомы иногда с кристаллическим содержимым.

Таким образом, при электронно-микроскопическом исследовании печени кроликов после воздействия ацетатом свинца в дозе 1/10 ЛД₅₀ на 40 день выявлены нарушения ядерного аппарата в клетках печени от перераспределения хроматина до деструкции генетического аппарата. Патологические процессы затронули и другие ультраструктуры: митохондрии, сетчатый аппарат и белок синтезирующий комплекс.

ТРОФИЧЕСКАЯ РОЛЬ БОБРА (*CASTOR FIBER L.*) В ПРИБРЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ЗАМКНУТЫХ ВОДОЕМОВ РАИФСКОГО УЧАСТКА ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Ермакова А.М.

Научный руководитель – д.б.н., проф. Горшков Ю.А.

Бобр привлекает внимание исследователей благодаря своей способности к преобразованию среды, активно воздействуя на экосистему посредством потребления древесно-кустарниковой растительности [Бушер, Горшков, 2001, с. 172]. Целью данной работы является оценка ресурсов бобра и масштабов его трофической деятельности в замкнутых водоемах Раифского участка Волжско-Камского заповедника.

Для изучения кормового поведения бобра проводили учеты сделанных им погрызов. Погрызом считалось дерево или куст, поваленное или подгрызенное минимум наполовину. Учеты количества погрызов, сделанных бобром, проводили по берегам замкнутых водоемов – в местообитаниях бобра. Диаметр погрызов измеряли с помощью рулетки с точностью до 0,5 см, при этом определяли видовую принадлежность измеряемых погрызов. Учеты погрызов проводили в ноябре. К этому времени бобры перестали появляться на поверхности. Всего провели 4 учета и зарегистрировали 1279 погрызов древесно-кустарниковой растительности, было обнаружено и измерено 4 хатки. Протяженность маршрутного учета составила 6,432 км.

В прибрежных экосистемах замкнутых водоемов Раифского участка Волжско-Камского заповедника среди древесно-кустарниковых растений в питании бобра доминирует ива (*Salix sp.*) – 92,7% от общего количества погрызов, далее идут ольха (*Alnus sp.*) – 5,3%, и береза (*Betula sp.*) – 1,9% от общего количества, и последней является липа (*Tilia sp.*), количество погрызов которой составило лишь 1 и 0,08% от общего количества. В итоге можно сделать вывод, что ива является самой предпочитаемой породой древесно-кустарниковой растительности на обследованных нами площадках замкнутых водоемов Раифского участка.

Результаты изучения кормодобывающей деятельности бобра свидетельствуют об избирательности в отношении диаметра стволов деревьев. Предпочитаемый диаметр ствола ивы составил 2-3 см (максимальный 89 см), ольхи – от 4-5 см, березы – 20 см.

Наибольший объем, изъятый бобром древесины, приходится на иву (11,6 м³). Далее следует береза (5,4 м³) и ольха (0,2 м³). На долю липы приходится лишь 0,003 м³. Общий объем изъятной древесины составил 17,2 м³

Численность бобра на замкнутых водоемах Раифского участка заповедника по данным учета по количеству сделанных им погрызов составила 17 особей; по экспертной оценке – 20 особей. Наиболее «сильные» поселения расположены на озере Раифское и на Черном болоте.

ЗООПЛАНКТОННОЕ СООБЩЕСТВО СВЯЖСКОГО ЗАЛИВА КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО МАТЕРИАЛАМ 2014 ГОДА

Зиннатова Э.А.

Научный руководитель – к.б.н., доц. Фролова Л.А.

Зоопланктон – важное функциональное звено в экосистеме любого водоема. Зоопланктонные организмы выполняют роль природных биофильтраторов, активно влияя на формирование и восстановление качества воды, способствуют самоочищению водоемов [Лукин, 1961, с. 62-76]. Зоопланктонные организмы также являются достоверным индикатором степени загрязнения вод и хорошим кормовым объектом для зообентоса и рыб [Авакян, 1987, с. 225]. Динамика численности рыбных запасов Куйбышевского водохранилища, его зоопланктон (как основа кормовой базы) являются постоянными объектами изучения кафедры зоологии и общей биологии Казанского федерального университета со дня создания водохранилища, что позволяет проследить изменения в структурно-функциональных характеристиках экосистемы.

Целью данной работы является исследование зоопланктона в низовьях Свяжского залива Куйбышевского водохранилища по материалам 2014 г. В рамках экспедиции кафедры зоологии и общей

биологии было отобрано 40 проб зоопланктона с временным интервалом 2 недели с пяти постоянных станций. С каждой станции отбирались поверхностные и придонные пробы.

В летне-осенний период 2014 г. в составе зоопланктонного сообщества Свяжском заливе Куйбышевского водохранилища было отмечено 29 видов гидробионтов, из которых к типу Rotifera принадлежало 16 видов (55,2% от общего количества видов), к классу Crustacea: Cladocera – 7 видов (24,2%), Copepoda – 6 видов (20,6%).

Средняя численность и биомасса зоопланктона за сезон составили 68,83 тыс. экз./м³ и 781,31 мг/м³ соответственно. Доминантами по численности в летний период были; *Asplanchna priodonta*, *Brachionus angularis*. Основу биомассы в летний период, как в придонных, так и в поверхностных пробах составляли ветвистоусые рачки, в первую очередь *Daphnia cucullata*. Основу биомассы и численности в осенний период составили коловратки. От лета к осени наблюдалась закономерная смена рачкового зоопланктона на коловраточный при доминировании крупной коловратки *Asplanchna priodonta*.

В летний период максимальная численность (185,15 тыс. экз/м³) и биомасса (4050,00 мг/м³) зоопланктона была отмечены на станции № 5 (Куземкинский затон). В осенний период наиболее высокая численность (159,33 тыс. экз/м³) отмечена на той же станции. Станция Куземкинский затон является хорошо защищенным и отчлененным участком низовья Свяжского залива. На этой станции хорошо выражена прибрежная растительность, грунты представлены богатой органикой. На основании многолетних исследований Куземкинский затон может быть охарактеризован, как один из наиболее богатых в отношении количественных характеристик зоопланктона. Минимальное значение численности и биомассы зоопланктона, как летом, так и осенью отмечены на станции правый полой р. Свияги. Этот участок характеризуется слабой защищенностью и подверженностью значительному волнению воды, что негативно сказывается на количественных характеристиках зоопланктона.

Оценка качества вод Свяжского залива Куйбышевского водохранилища по индексу сапробности и по индексу видового разнообразия привели к сходным результатам. По методу Пантле-Букка [1955] в летне-осенний период качество воды исследованных участков оценивается как β-мезосапробное. Средние значения индекса Пантле и Букка составили 1,80±0,11 летом и 1,73±0,02 осенью. Среднее значение индекса видового разнообразия Шеннона-Уивера составило летом (2,88±0,07) и (2,85±0,10) осенью. По индексу Шеннона-Уивера воды Свяжского залива Куйбышевского водохранилища в вегетационный сезон 2014 г. оцениваются как умеренно загрязненные.

УЛЬТРАСТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ БЛАСТОМЕРОВ КЛЕТОЧНОЙ ЛИНИИ POLYPEDILUM VANDERPLANKI В НОРМЕ И ПРИ ОБЕЗВОЖИВАНИИ

Кондратьева С.А.

Научные руководители -к.б.н., асс. Евтюгин В.Г., к.б.н., асс. Гусев О.А.

Обезвоживание является одним из самых серьезных стрессовых факторов, как для водных, так и для наземных организмов [Edney, 1977, с. 282]. Многие организмы, устойчивые к высыханию, развили механизмы для снижения скорости потери воды. Таким образом, некоторые живые организмы способны выживать в течение длительного периода времени, даже после того, как были почти полностью обезвожены (входили в состояние ангидробиоза) [Watanabe, 2006, т. 41, № 1, с. 15-31].

На сегодняшний день для биологических исследований и клинических использований необходимо уметь сохранять функциональные клетки в течении продолжительного времени [Karlsson, 1996, т. 17, №. 3, с. 243-256]. Способ сохранения живого объекта в сухом состоянии при температуре окружающей среды может послужить хорошей стратегией сохранения жизнеспособности клеток. Личинки *Polypedilum vanderplanki*, являясь самыми крупными ангидробиотическими организмами, которые были обнаружены в полусухих областях Африки, послужили материалом для исследований как объект, удобный для отделения клеток или даже тканей от целого организма. Впоследствии, была выведена эмбриональная клеточная линия – Pv11, для изучения ангидробиоза отдельных клеток (или тканей) ангидробиотического организма. Этот объект очень удобен для морфологических и ультраструктурных исследований, т.к. он является доступным и некрупным в своей организации в отличие от 7 мм личиночной стадии *P. vanderplanki* [Nakahara et al, 2010, т. 60, №. 2, с. 138-146].

Знание механизмов обезвоживания и регидратации некоторых существующих ангидробиотических животных, способных выживать при полной потере воды, позволит в будущем разработать тех-

нологию сохранения молекул, клеток и органов млекопитающих в состоянии обезвоживания для дальнейшего использования [Шагимарданова, 2012, т. 7, №. 3, с. 185-189].

В связи с вышеперечисленным, целью нашей работы стало исследование морфологии и ультраструктуры клеточных линий Pv11 в вегетативном и обезвоженном состояниях. Для этого, предоставленная культура клеток обрабатывалась по стандартной методике пробоподготовки для просвечивающей электронной микроскопии с последующим изучением, как на световом уровне, так и на электронном. Впоследствии, нами было выявлено, что в процессе высыхания клетки уменьшаются в размерах, происходит увеличение электронной плотности и изменение формы, исчезает зернистость цитоплазмы вследствие уменьшения числа рибосом. В отличие от вегетативных клеток, у ангидробиотических ядра неправильной формы, наблюдается отсутствие органелл, вместо них присутствуют мультиламеллярные структуры, активности хроматина не наблюдается. Соотношение площади сечения ядра и клетки также изменяется при высыхании. В вегетативной клетке оно составляет 1:3, тогда как в высушенном состоянии – 1:1. Интересен тот факт, что при высыхании, когда сама клетка уменьшается, ядро же практически не меняется в размере.

Можно предположить, что морфологические изменения, которые происходят в процессе ангидробиоза клеток Pv11, направлены на защиту организма. Повышение электронной плотности свидетельствует об изменении биохимического содержания клетки во время дегидратации. При этом целостность ядерной и клеточной оболочек большинства клеток свидетельствует как о сохранности генетического материала, так и о способности клетки восстановиться при попадании в оптимальные условия.

ОФИДИОФАУНА (SERPENTES) БУГУЛЬМИНСКОГО РАЙОНА

Салахов Н.Н.

Научный руководитель - к.б.н., доц. Хайрутдинов И.З.

Изучение биоразнообразия является одним из наиболее актуальных вопросов современной биологии, особенно в свете возрастающей нагрузки антропогенного воздействия на окружающую среду. Выбор темы исследований определяется тем, что Бугульминский район РТ крайне малоизучен в плане герпетофауны: не известен видовой состав, отсутствуют данные по биотопическому распределению видов, нет данных об особенностях экологии и информации о морфологических характеристиках видов. Важным аспектом является изучения распространения и численности редких и охраняемых видов РТ.

Помимо этого, важно изучение рептилий, как важной части окружающей среды. Любые изменения в окружающей среде, так или иначе, оказывают влияние и рептилий в том числе. Полученные данные о герпетофауне могут послужить для последующего изучения природы Бугульминского района, и изучения влияния антропогенного воздействия на окружающую среду.

Змеи, как важный компонент экосистем, до сих пор остаются малоизученной группой. Поэтому целью наших исследований является изучение офидиофауны Бугульминского района РТ. В соответствии с этим были поставлены следующие задачи:

- определить современный видовой состав;
- выявить биотопическое распределение видов;
- изучить морфологическую характеристику видов.

Современный видовой состав офидиофауны Бугульминского района РТ очень беден и представлен всего 3 видами змей, из которых 2 вида принадлежат к семейству ужеобразных Colubridae и 1 вид к семейству гадюковых Viperidae. Распределение змей в районе крайне неравномерно. Все змеи, как правило, стараются избегать людей. Но, несмотря на это все же ужи иногда встречаются в населенных пунктах. Подавляющее большинство жителей Бугульминского района опасаются змей и считают их чрезвычайно опасными, поэтому даже при встречах с безобидными видами, немедленно стараются убить животное.

Выводы:

1) На территории Бугульминского района РТ нами отмечено обитание 3 видов змей: медянка обыкновенная, уж обыкновенный и обыкновенная гадюка, два из которых внесены в Красную книгу РТ.

2) Медянка является наиболее обычным видом в наших исследованиях и представлена на сухих, безлесных каменистых склонах открытых возвышенностей, что в целом нехарактерно для вида. Га-

дюка обыкновенная предпочитает лесные биотопы, наименее трансформированные человеком. Уж обыкновенный встречается во влажных биотопах, а также регулярно отмечается вблизи человеческого жилья.

3) Согласно полученным данным, у обыкновенной медянки наблюдается половой диморфизм по некоторым морфологическим характеристикам. Самки медянок отличаются большим количеством брюшных чешуй (Ventr.). А самцы, в свою очередь, имеют большее количество подхвостовых чешуй (Scd.). Наблюдается тенденция в преобладании длины тела (L) у самок.

4) Полученные нами данные носят предварительный характер, и требуется продолжение дальнейших исследований.

СЕКЦИЯ «АНАТОМИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ И ОХРАНА ЗДОРОВЬЯ ЧЕЛОВЕКА»

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ СИМПАТО-АДРЕНАЛОВОЙ И СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМ У ШКОЛЬНИКОВ С РАЗЛИЧНЫМ ИСХОДНЫМ ВЕГЕТАТИВНЫМ ТОНУСОМ

Гайнутдинова Р.Р.

Научный руководитель – проф. Шайхелисламова М.В.

Исходный вегетативный тонус – один из интегральных параметров автономной нервной системы, характеризующийся относительным постоянством вегетативных функций. Однако, у подавляющего большинства детей уже в раннем и дошкольном возрасте обнаруживается, так называемая, вегетативная лабильность (избыточное функционирование одного из отделов автономной нервной системы), наблюдаемая при отсутствии активных жалоб и способная при неблагоприятном течении трансформироваться в ту или иную форму сосудистого расстройства вегетативной нервной системы. Вместе с тем, абсолютное большинство публикаций по проблеме вегетативных нарушений у детей и подростков касается описания их манифестных форм, тогда как более важное значение в предупреждении заболевания имеет выявление ранних функциональных изменений и пограничных состояний организма.

Проведено комплексное исследование функционального состояния симпато-адреналовой и сердечно-сосудистой систем, их реакций на локальную статическую нагрузку у мальчиков 7 и 8 лет с учетом исходного тонуса вегетативной нервной системы. На основании вариационной пульсометрии, флуорометрического метода определения катехоламинов и ДОФА в порционной моче, а также тетраполярной грудной реографии установлено, что у детей с преобладанием симпатических влияний на сердечный ритм (67-56,55% от общего числа обследованных), по сравнению с нормо- и ваготониками, отмечается более высокая активность медиаторного звена симпато-адреналовой системы (норадреналин, норадреналин/адреналин) и снижение ее резервов (дофамин и ДОФА), а также увеличение ударного и минутного объема крови на фоне относительной тахикардии. У мальчиков-симпатотоников ведущим звеном в механизме срочной адаптации сердечно-сосудистой системы к локальной статической нагрузке являются спастические реакции сосудистого русла, сопровождающиеся усилением реактивности норадреналового звена симпато-адреналовой системы, что позволяет выделить данный контингент школьников в группу детей с повышенным риском развития вегетативной дистонии с гипертензионным сосудистым синдромом.

ВЛИЯНИЕ АКТИВАЦИИ А1-АДРЕНОРЕЦЕПТОРОВ НА СЕРДЕЧНУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ВЗРОСЛЫХ КРЫС

Хабибрахманов И.И., Головачев А.М., Галиева М.И.

Научный руководитель – проф. Зефирова Т.Л.

Регуляция сердечной деятельности осуществляется с помощью симпатических и парасимпатических отделов вегетативной нервной системы. Симпатические влияния на сердце реализуются путем

влияния катехоламинов на различные адренорецепторы (АР). Адренорецепторы, присутствуют во всех органах и тканях, регулируют обмен веществ, секрецию, артериальное давление, мышечное сокращение и т.д. На сегодняшний день различают α - и β - адренорецепторы, а α -адренорецепторы в свою очередь подразделяются на α_1 - и α_2 -адренорецепторы. Также выявлены так называемые G-белки и системы вторичных посредников, которые модулируются при взаимодействии катехоловых аминов с АР. Следует отметить, что функциональное значение β - АР в сердце изучено лучше. Роль α -АР, наличие которых также показано в сердце, до сих пор остается объектом дискуссий.

Целью исследования является изучение влияния активации α_1 -адренорецепторов на работу сердца взрослых крыс.

Эксперименты проводились на взрослых белых беспородных крысах. Для наркоза использовался 25% раствор уретана, который вводился интраперитонеально в дозе 800 мг/кг массы животного. После инъекции животное фиксировалось на операционный стол. В экспериментах использовался неселективный агонист α_1 АР – метоксамин гидрохлорид (Sigma). Вещество вводили внутривенно в правую бедренную вену. На протяжении всего эксперимента осуществлялась регистрация ЭКГ.

Изучаемое вещество в данных экспериментах показал изменения в частоте сердечных сокращений. Метоксамин в дозе 0,5 мг/кг на момент введения у взрослых крыс оказывал достоверное уменьшение частоты сердечных сокращений на 50%, а далее наблюдалось постепенное восстановление ЧСС. К 30-й минуте эксперимента ЧСС стала на 20% больше от исходной.

На предыдущих работах агонист всех альфа-адренорецепторов – фенилэфрин в дозе 0,5 мг/кг на момент введения у взрослых крыс оказывал достоверное увеличение на 60%, а далее достоверное уменьшение частоты сердечных сокращений.

Таким образом, метоксамин у взрослых крыс оказывает достоверное уменьшение частоты сердечных сокращений на момент введения вещества, а стимуляция альфа-адренорецепторов фенилэфрином у данной возрастной группы животных вызывал противоположный эффект.

Исходя из этого, можно предположить, что эффект фенилэфрина не опосредован через α_1 -адренорецепторы, или они менее чувствительны к фенилэфрину, чем другие типы адренорецепторов. Об этом свидетельствует обратный эффект.

СЕКЦИЯ «МИКРОБИОЛОГИЯ»

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ S-ЭФИРОВ И АММОНИЕВЫХ СОЛЕЙ ДИТИОКИСЛОТ ФОСФОРА НА ПРИМЕРЕ *SALMONELLA* *TYPHIMURIUM TA 100*

Абуталипова А.Р.

Научный руководитель – к.б.н., доц. Маргулис А.Б.

В настоящее время проблема определения генетической безопасности ксенобиотиков является одной из наиболее актуальных. Из-за потенциальной опасности для здоровья человека, вызванной мутагенными веществами, крайне важно, чтобы все химические вещества проходили строгое обследование на генотоксичность. Выявление веществ, способных вызывать мутации, приобрело особое значение при оценке безопасности уже в 60-70-х гг. прошлого века.

Цель настоящей работы – выяснить биологические эффекты нового класса фосфорорганических соединений S-эфиров и аммониевых солей дитиокислот фосфора, синтезированных в Институте органической и физической химии им. А.Е. Арбузова КНЦ РАН. Для достижения цели решались следующие задачи: 1) Определить токсические эффекты исследуемых соединений в диапазоне концентраций от 1,25 до 12,5 мг/мл на примере *Salmonella typhimurium TA 100*. 2) Оценить мутагенную и антимутагенную активность соединений в исследуемых концентрациях на примере *Salmonella typhimurium TA 100*. 3) Охарактеризовать биологическую безопасность применения исследуемых соединений.

Экспериментальное исследование генетической активности химических препаратов непосредственно на человеке является невозможной, что привело к созданию и использованию различных тест-систем. Результаты тест-систем демонстрируют прогностическую эффективность по отношению к генетическим последствиям воздействия исследуемых препаратов на человека [Kado *et al.*, 1983, с. 25-32].

По результатам теста на токсичность мы выяснили, что S-эфиры и аммониевые соли дитиокислот фосфора проявили токсические эффекты в концентрациях 6,25 и 12,5 мг/мл. Вещества 06.07.13 TER и 16.01.14 SAB снижали выживаемость бактерий до 3% в концентрации 12,5 мг/мл и до 40% и ниже в концентрации 1,25 мг/мл. Исследуемые соединения в ходе теста Эймса не проявили мутагенных эффектов за исключением 28.02.14 SAB в концентрации 6,25 мг/мл. По результатам тестов на антимуtagenность ни одно из исследуемых соединений во всех концентрациях не проявило десмутagenных эффектов, биоантимуtagenные свойства проявили 17.01.14 SAB в концентрации 1,25 мг/мл и 21.02.14 TER в концентрации 6,25 мг/мл.

Данные соединения в перспективе могут служить в качестве недорогого сырья для получения лекарственных препаратов в медицине и ветеринарии.

S-эфиры и аммониевые соли дитиокислот фосфора оцениваются как потенциально безопасные и рекомендуются для дальнейших исследований за исключением соединений 06.07.13 TER и 16.01.14 SAB, проявивших высокие токсические эффекты в концентрациях от 12,5 мг/мл (выживаемость менее 3%) до 1,25 мг/мл (выживаемость менее 40%), и 28.02.14 SAB, проявившего себя как потенциальный слабый мутаген.

ХАРАКТЕРИСТИКА ШТАММА *BACILLUS GINSENGIHUMI* M2_11, ПРОДУЦЕНТА ФИТАЗЫ

Баранова Д.С.

Научный руководитель – д.б.н., проф. Шарипова М.Р.

Фитазы – особая группа ферментов фосфатаз, обладающих способностью катализировать последовательный гидролиз фитатов с высвобождением неорганического фосфата. Фитиновая кислота связывает большое количество фосфора, тем самым делая сельскохозяйственные корма на 70-80% недоступными для переваривания животными. Поэтому фитазы, которые способны гидролизовать фитат, широко используются в качестве кормовых добавок. Фитазы бацилл отличаются от остальных фитаз наличием широкой термостабильности и высокой специфичности к субстрату – фитату. Поэтому поиск и описание новых штаммов бацилл является актуальной задачей биотехнологии. Целью данной работы являлось характеристика штамма *B. ginsengihumi* M2_11, продуцирующего фермент фитазу.

Были описаны морфологические и физиологические характеристики штамма *B. ginsengihumi* M2_11. Окраска по Граму показала наличие грамположительных палочек с эндоспорами. Электронно-микроскопический анализ колоний, так же подтвердил, что культура чистая и состоит из палочек одинаковой длины (1-1,5 мкм). Проверка на устойчивость к антибиотикам показала, что штамм чувствителен к широкому ряду антибиотиков. Был проведен скрининг оптимальной питательной среды для культивирования бактерии. Установили, что наиболее оптимальной является среда Лурия-Бертани.

Общую протеолитическую активность измеряли по гидролизу азоказеина. Культивирование колоний проводили на питательной среде LB-агар в течение 48 часов. Результат показал отсутствие способности штамма *B. ginsengihumi* M2_11 гидролизовать азоказеин. Аналогичные результаты были получены при посеве культуры на молочный агар, при этом в качестве известного продуцента протеиназ были взяты колонии *B. pumilus*.

Для подтверждения наличия гена фитазы в геноме проводили ПЦР с использованием универсальных праймеров последовательность которых соответствует последовательности гена фитазы *B. subtilis*. Электрофорез подтвердил наличие гена фитазы у штамма *B. ginsengihumi* M2_11. Качественная реакция на питательной среде PSM, содержащей 0,4% фитата натрия, показала наличие фитазной активности. Через 3 дня после посева фиксировали зоны гидролиза на питательной среде. Через 4 дня зоны достигли 1 см в диаметре, через 5 дней – 1,5 см.

КЛОНИРОВАНИЕ ГЕНА БАКТЕРИАЛЬНОЙ ФИТАЗЫ *BACILLUS GINSENGIHUMI* ПОД УПРАВЛЕНИЕМ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОМОТОРА *ATPAP26*

Зайнуллина А.Р.

Научный руководитель – д.б.н., проф. Шарипова М.Р.

Фосфор – один из макроэлементов, необходимый для нормального роста и жизнедеятельности живых организмов. В семенах растений основной запасящей формой фосфора является труднорастворимое соединение инозитол-фосфат – фитат [Gontia *et al.*, 2011]. Кроме того, фитат является преобладающей формой органического фосфора почв [Yip *et al.*, 2003]. Из-за отсутствия или низкой активности специфических ферментов – фитаз, гидролизующих фитат до неорганического фосфора и мио-инозитола, животные и растения не способны усваивать фосфор из экзогенного фитата. Таким образом, дефицит доступного фосфора в питании растений и животных, а также накопление фитата в среде являются на сегодняшний день актуальными проблемами. Клонирование генов микробных фитаз в растительный организм – одно из перспективных направлений в биотехнологии растений. Полученные растения, экспрессирующие микробные фитазы, смогут обеспечивать себя фосфором, расщепляя фитаты почв, что также будет способствовать снижению его количества в окружающей среде и кормах животных.

Цель работы – клонирование гена бактериальной фитазы *Bacillus ginsengihumi* под управлением растительного промотора *AtPAP26*.

Последовательность промотора *Arabidopsis thaliana* была амплифицирована с генома растений. Получение целевой последовательности подтвердили электрофорезом в агарозном геле: показано наличие ПЦР-продукта размером около 900 п.о., что соответствует размеру промотора. Для получения конструкции использовали бинарный вектор *pCBK05* с интегрированным модифицированным геном фитазы *B. ginsengihumi ex::phyCg::HisStrep-Tag*. После рестрикции плазмиды и последовательности промотора провели лигирование и трансформацию штамма *E.coli* DH5 α . ПЦР-анализ показал наличие рекомбинантного вектора *pCBK05 AtPAP26::ex::phyCg::HisStrep-Tag* у трех колоний-трансформантов, полученных на селективной среде. Результат подтвердили секвенированием. Далее провели электропорацию клеток *Agrobacterium tumefaciens* GV031 и провели ПЦР-анализ, полученных колоний-трансформантов, подтвердивший наличие рекомбинантного вектора.

Таким образом, получен рекомбинантный вектор с интегрированным геном бактериальной фитазы *B. ginsengihumi* под управление растительного промотора *AtPAP26*. Дальнейшая агробактериальная трансформация позволит получить растения, экспрессирующие микробную фитазу.

РЕВЕРСИЯ *MICROCOCCLUS LYSODEIKTICUS* ИЗ НЕКУЛЬТИВИРУЕМОГО СОСТОЯНИЯ

Камнос К.Т.К.

Научный руководитель – к.б.н., доц. Маргулис А.Б.

Известно, что микроорганизмы обладают способностью прекращать рост и замедлять метаболизм, в условиях стресса из-за факторов внешней среды, что приводит к переходу в некультивируемое состояние. Механизмы перехода в некультивируемое состояние к настоящему времени, выявлены для некоторых патогенных бактерий, но в большинстве своем остаются неясными, и поэтому вопрос образования покоящихся форм, остается открытым и не теряет актуальности. Как было показано в клинической практике, устойчивые формы возбудителей плохо поддаются в элиминации, поэтому актуальным представляется создание теоретической базы для управления процессами перехода микроорганизмов. Также было показано, что гипометаболические формы микроорганизмов, способны к реверсии с помощью индукторов реверсии некультивируемой фазы.

Целью данной работы является попытка реверсии некультивируемых клеток *Micrococcus lysodeikticus*, с помощью культуральной жидкости и среды LB-бульон. В связи с поставленной целью решили следующие задачи: оценить возможность реверсии гипометаболических форм *M. lysodeikticus* с помощью культуральной жидкости *M. lysodeikticus* и с помощью среды LB-бульон.

Ранее проведенное исследование индукции некультивируемого состояния *M. lysodeikitus* ионами Ca^{2+} выявило снижение способности колониеобразования при концентрации ионов кальция 100 мМ и полное отсутствие колоний при 200 мМ.

Т.к. после попытки реверсии некультивируемых клеток *M. lysodeikticus* анализировали, что рекультивация *M. lysodeikitus* из гипометаболического состояния с помощью культуральной жидкости приводила к появлению колониеобразующих единиц в варианте с добавлением 200 мМ CaCl_2 37,6% от варианта без добавления.

Рекультивация *M. lysodeikitus* из гипометаболического состояния с помощью среды LB-бульона приводила к появлению колониеобразующих единиц в варианте с добавлением 200 мМ CaCl_2 33,5% от варианта без добавления.

Поэтому оба способа являются практически в равной степени эффективными для рекультивации *M. lysodeikticus*.

ВЫДЕЛЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ВИРУСОВ МИКРООРГАНИЗМОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ПОЧВЕННЫХ ОБРАЗЦОВ

Миндубаева Л.Н.

Научный руководитель – н.с., к.б.н. Шах Махмуд Раухан

Широкое распространение генов устойчивости к антибиотикам среди патогенных микроорганизмов в настоящее время угрожает нашей нынешней антибактериальной терапии. Исследования фагов в последние годы показали, что их численность на планете почти в 10^{10} раз превышает численность бактерий планеты. Соответственно, бактериофаги способны инфицировать абсолютно все бактерии земного шара. Таким образом, выделение бактериофагов является важным этапом для поиска новых лекарственных препаратов.

В связи с этим, целью исследования стало получение природных бактерий рода *Bacillus* и вирусов выделенных бактерий.

Источником для выделения бактерий и их вирусов служила почва Альметьевского района Республики Татарстан трех разных типов: черноземная, лесная, полевая. В ходе эксперимента бактерии выращивали на агаризованной микробиологической среде LB (Luria-Bertani).

В результате были выделены и определены видовые принадлежности 9 штаммов бактерий рода *Bacillus* на MALDI Biotyper (Bruker Daltonik, Германия). Установлено, что выделенные штаммы принадлежат 6 видам рода *Bacillus* (*B. altitudinis*, *B. cereus*, *B. licheniformis*, *B. megaterium*, *B. pumilus*, *B. subtilis*).

В работе по определению количественного содержания обнаруженных трех видов бактерий в 1 г черноземной почве по оценкам колониеобразующих единиц (КОЕ) установлено, что в данной почве содержание двух видов бацилл, *B. subtilis* MGS1 и *B. pumilus* MGS1, совпадало. Однако по отношению к этим двум бактериям содержание *B. megaterium* MGS1 в 4 раза ниже.

Содержание бактерий *B. pumilus* MGS2 в 1 г полевой почвы незначительно выше по отношению к *B. megaterium* MGS2 и в 3 раза превышало содержание *B. altitudinus* MGS2. Лесная почва характеризовалась наиболее высоким содержанием *B. megaterium*. В сравнении с *B. megaterium* MGS3, в данном почвенном образце содержание бактерий *B. cereus* MGS3 и *B. licheniformis* MGS3 кратно снижается в два и три раза, соответственно.

По оценкам содержания *B. megaterium* в трех почвенных образцах в работе установлено, что содержание в 1 г лесной почвы штамма *B. megaterium* MGS3 преобладало над штаммами, которые были выделены из двух других типов почв. Наименьшее содержание этого вида *Bacillus* наблюдалось в черноземной почве.

Каждый тип почвы индивидуален по содержанию различных видов бацилл, титр бактерий также варьировал.

В работе были выделены природные вирусы в суспензиях к 4 штаммам бактерий из рода *Bacillus*. Для определения титра лабораторных вирусов в работе был использован метод агаровых слоев Грациа. Установлено различное количественное содержание фагов в исследуемых почвенных образцах и отличия по свойствам образования бляшек, а именно по форме, размеру, диаметру.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ РЕГУЛЯТОРНОЙ ОБЛАСТИ ГЕНОВ СЕРИНОВЫХ ПРОТЕИНАЗ БАЦИЛЛ

Митрофанова О.С.

Научные руководители – н.с., к.б.н. Тойменцева А.А., д.б.н., проф. Шарипова М.Р.

Протеолитические ферменты, синтезируемые бактериями рода *Bacillus*, имеют важный биотехнологический потенциал. Широкое разнообразие бактериальных протеиназ находят свое применение в промышленности, медицине и фармацевтике. Условия биосинтеза этих ферментов хорошо изучены и выявлены основные факторы их транскрипции, однако нет информации о длине регуляторной области, необходимой для полноценной экспрессии этих генов. Аппарат экспрессии генов очень сложно устроен и регулируется на уровне образования РНК – транскрипции, где основным рабочим элементом является промотор гена. В зависимости от структуры, длины и «силы» промотора генная экспрессия может значительно отличаться. Объектом исследования являются протеолитические ферменты – субтилизиноподобная протеиназа (*AprVp*) и глутамилэндопептидаза (*GseVp*), продуцируемые грамположительной бактерией *Bacillus pumilus* 3-19. Был проведен биоинформационный анализ промоторов генов протеиназ *B. pumilus* 3-19 и сконструированы репортерные фьюжн – конструкции, содержащие промоторы генов протеолитических ферментов. Для анализа транскрипции генов *aprVp* и *gseVp* был выбран вектор *pAC6*, содержащий репортерный ген *lacZ*. Амплифицированные промоторные области гена *aprVp* длиной 445, 360, 310, 270 и гена *gseVp* длиной 200, 150, 100, 50 п.о. клонировали в вектор *pAC6*. Полученные транскрипционные фьюжн – конструкции секвенировали и трансформировали в клетки *B. subtilis* 168. Далее исследовали уровень ферментативной активности β – галактозидазы. Нами было показано, что активность фермента достигала максимума на 9-й час роста бактерий, когда длина промотора субтилизиноподобной протеиназы составляла 360 п.о. Уровень экспрессии репортерного гена *lacZ* был максимальным на 6-й час роста рекомбинантных клеток, когда длина промотора глутамилэндопептидазы составляла не менее 200 п.о. Чтобы количественно определить уровень экспрессии репортерного гена под контролем изучаемых промоторов часто применяют метод ПЦР в реальном времени. Была проведена подготовка образцов для проведения такого эксперимента. Выделена тотальная матричная РНК из рекомбинантных клеток бацилл, которая была очищена и синтезирована кДНК. Для нормализации данных ПЦР в режиме реального времени важным является выбор референсного гена. Был проведен анализ литературы и выбраны 5 генов – кандидатов: *16S*, *rpoB*, *rpsE*, *rpsJ*, *sigA*, стабильность экспрессии которых изучали в стандартных условиях методом ПЦР в режиме реального времени. В качестве референсных генов нами выбраны 2 гена – *rpsE* и *sigA*. Эти гены обладают наименьшим разбросом уровней экспрессии, и, как следствие, наибольшей стабильностью. Они будут использоваться в качестве референсных для количественной оценки экспрессии фьюжн – конструкций. Полученные результаты о зависимости экспрессии генов от длины их регуляторной области могут быть использованы в биотехнологических целях для создания новых эффективных экспрессионных систем.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ПИГМЕНТА АКТИНОБАКТЕРИЙ РОДА *AGREIA*

Нуриахметова Ч.Б.

Научный руководитель – к.б.н., доц. Яруллина Д.Р.

Каротиноиды – изопреноидные пигменты, широко распространенные среди микроорганизмов. Они защищают клетки от фотоокислительного повреждения, обладают красящими и антиоксидантными свойствами. Благодаря этим качествам, каротиноиды применяются в качестве красителей, пищевых и биологически активных добавок, а также сильнодействующих противомикробных средств. Они используются в медицинских, косметических и биотехнологических целях [Martin, 2008, V. 7, p. 1475-2859].

Актинобактерии рода *Agreia* – недавно открытая и пока слабо охарактеризованная группа микроорганизмов, продуцирующих желтые и оранжевые пигменты, отнесенные к C_{40} -изопреноидным каротиноидам [Трутко, 2005, Т. 74, с. 335-341].

Цель настоящей работы – характеристика физиологического значения пигментов бактерий *Agreia bicolorata* Ас-1804.

Мы оценили влияние аэрации, консистенции среды и температуры инкубирования на рост и биосинтез пигмента у бактерий *A. bicolorata* Ас-1804. Показали, что оптимальной температурой для роста является 28°C; при 4°C и 37°C бактерии не развиваются. Исходя из этого, данные актинобактерии можно отнести к мезофильным микроорганизмам. При этом аэрация усиливает рост исследуемых микроорганизмов – оптическая плотность культур, инкубируемых при перемешивании, более чем в 10 раз превышает таковую у проб, находившихся в микроаэрофильных условиях. Стимуляция роста молекулярным кислородом указывает на то, что энергетический метаболизм у *A. bicolorata* Ас-1804 основан на окислительном фосфорилировании. Аэрация также стимулирует образование пигментов, что согласуется с известным антиоксидантным эффектом каротиноидов [Krinsky, 1989, V. 7, p. 617-635]. При оптимальных температурных условиях рост исследуемых актинобактерий и биосинтез ими пигмента наблюдались как на агаризованной, так и на жидкой коринебактериальной среде (КБС).

Методом агаровых слоев мы оценили антагонистическую активность *A. bicolorata* Ас-1804 в отношении грамположительных тест-микроорганизмов. Исследуемый микроорганизм выращивали на агаризованной коринебактериальной среде (КБА) при 28°C в течение 72 ч, после чего на поверхность среды КБА с выросшим штрихом актинобактерий наслаивали полужидкую среду Лурия-Бертани с тест-микроорганизмами. К *A. bicolorata* Ас-1804 чувствительными оказались *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* и *Micrococcus luteus* – вокруг штриха актинобактерий наблюдались зоны отсутствия роста этих тест-микроорганизмов размером около 1 см. При этом актинобактерии не подавляли рост бацилл *Bacillus subtilis* 168 и *Bacillus cereus*.

Мы секвенировали последовательность гена 16S рНК, предварительно амплифицированную методом ПЦР с использованием универсальных прокариотических праймеров. С помощью этой последовательности были определены ближайшие гомологи *A. bicolorata* Ас-1804 и построено филогенетическое дерево. Локальное множественное выравнивание первичной нуклеотидной последовательности гена 16S рНК с помощью базы данных NCBI GenBank и сервиса BLASTn выявило гомологию с представителями семейства *Microbacteriaceae*: *Herbiconiux (flava* NBRC 16403, *solani* K 134/01), *Okibacterium fritillariae* VKM Ас-2059, *Homoserinimonas aerilata* 5317J-19. Наибольшую гомологию (98%) дали выравнивания на референсные последовательности 16S рНК двух разных видов рода *Agreia* – *A. pratensis* и *A. bicolorata*.

Таким образом, результаты данной работы способствовали более полной характеристике малоизученного бактериального таксона *Agreia*, а также, в дальнейшем, разработке подходов к практическому применению.

ЭКСПРЕССИЯ ГЕНОВ С-МУС И NANOG В КЛЕТКАХ КАРЦИНОМЫ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ ЧЕЛОВЕКА ПОСЛЕ ЛЕНТИВИРУСНОЙ ТРАНСДУКЦИИ

Рахматуллина А.Р.

Научный руководитель – к.б.н. Мингалеева Р.Н.

Онкологические заболевания характеризуются бесконтрольным ростом и делением трансформированных клеток. Согласно иерархической модели образования опухоли повторный рост злокачественного образования может запустить только популяция стволовых опухолевых клеток, составляющая 0,0001-0,1% от общей массы опухоли. Эти клетки являются более агрессивными и менее дифференцированными, по сравнению с основной массой клеток опухоли [Мингалеева, 2015]. Стволовые опухолевые клетки по профилям экспрессии генов сходны и со стволовыми, и с опухолевыми клетками. Так, зачастую в них повышена экспрессия так называемых генов «стволовости», таких как *oct4*, *sox2*, *ALDH1*, *nanog* [Мингалеева, 2015]. В агрессивных опухолевых клетках также изменяется экспрессия онкогенов, таких как с-Мус. При эктопической экспрессии белка с-Мус усиливается способность *Oct4*, *Sox2*, *Klf4* к превращению дифференцированной клетки в стволовую [Eilers, 2008, с. 2755-2766]. Разработка клеточных тест-систем, приближенных по профилям экспрессии и свойствам к стволовым опухолевым клеткам, является актуальной задачей генных и клеточных технологий при разработке противоопухолевых веществ.

Цель работы – получение клеток карциномы молочной железы человека MCF7, стабильно экспрессирующих гены *c-myc* и *nanog*.

Для получения стабильных трансфектантов было решено использовать лентивирусную трансдукцию, так как вирусные системы доставки являются высокоэффективными и природными системами переноса генов.

Лентивирусные частицы были собраны из супернатанта клеток трансформированной почки человека HEK293 FT после того, как внутрь этих клеток были введены 3 плазмиды, необходимые для сборки лентивирусов. Это векторная плазмида, несущая исследуемый нами трансген (pLM-mCerulean-cMyc, pSin-EF2-Nanog-Pug или контрольная плазмида pWPT-GFP), упаковочная плазмида (psPax2) и оболочечная плазмида (pCMV-VSV-G). Экспрессия генов с этих трех плазмид позволяет успешно собираться лентивирусу внутри клетки HEK293 FT и выходить за ее пределы в среду для культивирования клеток. Плазмиды для проведения трансфекции были получены после трансформации клеток *E.coli* этими плазмидами. В качестве контрольной плазмиды была использована плазмида pWPT-GFP, т.к. экспрессионная кассета в составе этой плазмиды содержит ген зеленого флуоресцентного белка. Плазмида pLM-mCerulean-cMyc также содержит в себе ген флуоресцентного белка mCerulean, поэтому эффективность трансфекции оценивали по свечению клеток в синем фильтре флуоресцентного микроскопа.

Концентрированные вирусы затем использовались для трансдукции клеток карциномы молочной железы человека MCF7. Клетки карциномы молочной железы человека стали светиться в синем фильтре флуоресцентного микроскопа, что говорит о том, что трансдукция прошла успешно.

Определение экспрессии гена *c-myc* по наличию флуоресцентного белка в клетке является косвенным методом. Для того чтобы узнать, синтезируются ли белки *c-Myc* и *Nanog* в клетках на самом деле, использовали метод Вестерн-блот. Экспрессия генов *c-myc* и *nanog* повышается после трансдукции вирусом, содержащим конструкцию pLM-mCerulean-cMyc и pSin-EF2-Nanog-Pug тогда как в лунках с нетрансдуцированными клетками и клетками, трансдуцированными вирусами с конструкцией pWPT-GFP, используемых в качестве контролей, экспрессия была незначительной.

Таким образом, в ходе работы были получены клетки карциномы молочной железы человека, стабильно экспрессирующих гены *c-myc* и *nanog* для дальнейшего тестирования противоопухолевых препаратов.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ АДАПТИВНЫЕ СТРАТЕГИИ PECTOBACTERIUM ATROSEPTICUM SCRI1043 НА ГОЛОДАНИЕ

Сергеева Ю.П.

*Научные руководители – к.б.н., с.н.с. Петрова О.Е.; к.б.н., н.с. Горшков В.Ю.;
к.б.н. доц. Карамова Н.С.*

Микроорганизмы в природных условиях подвергаются различным стрессовым воздействиям. Малые размеры и индивидуальный образ жизни ограничивают способность микроорганизмов контролировать и кондиционировать среду обитания. Однако, бактерии способны быстро распознавать изменения внешней среды и адекватно реагировать на них. Учитывая разнообразие стрессовых факторов, и неодинаковое физиологическое состояние микроорганизмов в момент стрессового воздействия логично предположить существование множества адаптивных программ в популяции бактерий.

Целью данной работы является характеристика физиологических параметров бактерии *Pectobacterium atrosepticum* SCRI1043, подверженных стрессовому воздействию при различном исходном физиологическом состоянии (клетки логарифмической и стационарной фазы роста).

В качестве модельных систем в работе использовались культуры, голодающие на минимальной среде АВ, не содержащей углерод и фосфор. Характеристику особенностей адаптивного ответа у бактерий проводили с помощью анализа экспрессии генов, продукты которых участвуют в образовании устойчивых и/или покоящихся клеточных фенотипов, участвующие в метаболизме полимеров клеточной стенки. Также, выявили особенности ультраструктуры голодающих клеток с помощью электронной микроскопии.

В культурах *P. atrosepticum*, инокулированных клетками стационарной фазы роста, происходило динамичное образование покоящихся клеток, не выявляемых при помощи высевов колониеобразующих единиц, но выявляемых при помощи ПЦР. При этом на микрографиях голодающих культур ста-

ционарной фазы роста было выявлено значительное количество клеток округлой формы с разной степенью целостности клеточной стенки (CWD-клетки). В случае культур, инокулированных клетками логарифмической стадии роста, в качестве адаптивной стратегии использовалась модификация генетического аппарата клетки, которая выражалась в сложности детектирования целевой ДНК методом количественной ПЦР. Очистка ДНК методом фенол-хлороформной экстракции (удаление ДНК-связывающих белков) приводила к восстановлению ПЦР-сигнала. На микрографиях голодающих логарифмических культур обнаруживали клетки с электронно-плотным конденсированным нуклеоидом. Опираясь на полученные результаты, был проведен скрининг генов, продукты которых участвуют в процессах образования клеток с редуцированной клеточной стенкой, и сравнен уровень их экспрессии при адаптации клеток, голодающих при разном исходном физиологическом состоянии.

Было установлено, что в условиях голодания экспрессия генов, продукты которых участвуют в гидролизе клеточной оболочки, был выше при адаптации клеток стационарной фазы роста. При этом уровень экспрессии генов, кодирующих ферменты биосинтеза компонентов клеточной стенки, был снижен в этих культурах. Т.е. угнетение экспрессии генов, кодирующих синтазы компонентов клеточной стенки с одновременной активацией гидролаз, вероятно, может приводить к образованию бактериальных форм с редуцированной клеточной стенкой.

Таким образом, в зависимости от своего физиологического состояния бактерии способны реализовать разные стратегии адаптации к голоду с образованием разнородных клеточных морфотипов.

СЕКЦИЯ «МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ БИОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ШКОЛАХ»

ИННОВАЦИОННЫЕ ФОРМЫ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО БИОЛОГИИ В РАМКАХ ФГОС

Сафина А.Р.

Научный руководитель - к.п.н., доц. Камахина Р.С.

Государственный образовательный стандарт предъявляет высокие требования к современному школьнику. Короткие сроки обучения, большие объемы информации и жесткие требования к знаниям, умениям и навыкам школьника – вот современные условия образовательного процесса. Высокие запросы невозможно удовлетворить, основываясь только на традиционных методах и средствах педагогических технологий. Необходимы новые подходы к организации учебного процесса, опирающиеся на прогрессивные информационные технологии и, в частности, на мультимедиа и интерактивные технологии. Главная цель состоит в грамотном использовании дидактических возможностей применения представления различных видов информации (текста, звука, видео, анимации, графики и т.п.) в ходе учебного процесса.

Неудовлетворённость многих стран, в том числе и России, результатами школьного образования привела к необходимости его реформирования. Одной из главных проблем является **низкий уровень преподавания естественных наук**, а отсюда **неудовлетворительное качество знаний у значительной части учащихся**. В результате *из-за несовпадения целей, декларируемых в учебных программах с реальными результатами, получаемыми на практике*, произошло **рассогласование** желаемого и действительного.

В связи с этим, современная система биологического образования должна быть приведена в соответствие с потребностями развития России и должна быть сориентирована на вхождение в мировое образовательное пространство. Введение в действие новых федеральных государственных образовательных стандартов в корне изменило концептуальный подход в учебном и воспитательном процессе младших школьников. Современный учебный процесс, в отличие от былых подходов, направлен не столько на достижение результатов в области предметных знаний, сколько на личностный рост ребенка, умение адекватно анализировать и оценивать ситуацию, стремление к самообразованию.

Под внеурочной деятельностью в рамках реализации ФГОС следует понимать образовательную деятельность, осуществляемую в формах, отличных от классно-урочной. Внеурочная деятельность позволяет решить следующие задачи:

– обеспечить достижение планируемых результатов освоения основной образовательной програм-

мы образования;

- научить использовать на практике аспекты содержания программ учебных предметов;
- оптимизировать учебную нагрузку обучающихся;
- улучшить условия для развития ребенка;
- учесть возрастные и индивидуальные особенности обучающихся [Степанов, 2010, с. 13-14].

В настоящее время, согласно ФГОС, важность внеурочной деятельности значительно возросла. Внеурочная деятельность стала обязательным компонентом основной образовательной программы основного общего образования.

Значение внеклассной работы по биологии доказано как учеными-методистами, так и практиками. Внеклассная работа позволяет школьникам значительно расширить, углубить и осознать полученные в рамках учебного процесса данные, предполагает создание под руководством учителя активную самостоятельную деятельность учащихся, в результате чего происходит творческое овладение знаниями и развитие мыслительных способностей. Эта работа отвечает требованиям ФГОС и главная задача научить ребенка самостоятельности.

СЕКЦИЯ «ФАРМАКОЛОГИЯ, КЛИНИЧЕСКАЯ ФАРМАКОЛОГИЯ»

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ОТЕКОВ КАРРАГЕНИНОМ И ФОРМАЛИНОМ ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ФЛОГОТРОПНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ

Конг Х.Х.

Научные руководители – к.м.н., доц. Хазиахметова В.Н.; д.м.н., проф. Зиганшина Л.Е.

Известно, что при субплантарной инъекции лабораторным животным каррагенина отек лап быстро развивается и протекает без повреждения тканей воспаленной лапы [Morris, 2003, с. 115-121]. В отличие от этого, формалин, при введении под подошвенный апоневроз, вызывает хроническую боль с выраженной альтерацией тканей [Hong, 1994, 63, с. 827-836]. Однако во многих руководствах по доклиническим исследованиям модель формалинового отека лапы крысы или мыши предлагается использовать в качестве альтернативы каррагениновому отеку [Миронов, 2012, с. 750, Хабриев, 2005, с. 700] при разработке новых потенциальных противовоспалительных средств.

Цель исследования: ответить на вопрос о возможности равнозначного использования каррагенина и формалина для моделирования отеков на основании систематического анализа литературы по этим моделям отеков.

Материал и методы исследований: проведен систематический поиск по базе данных «Pubmed» и «e-library» с ограничением поиска – журнальные статьи и исследования на животных, без ограничения по давности исследований и языку публикации. Использовали ключевые слова: «формалиновый отек лап мышей», «каррагениновый отек лап крыс», «formalin-induced paw edema», «carrageenan-induced paw edema». Было найдено 636 источников в базе данных «pubmed» с 1975 по 2014 гг. и 284 источника в «e-library». Из них вручную были выбраны результаты экспериментальных исследований по моделированию отеков лап каррагенином и формалином.

В результате исследования было найдено 102 исследования, соответствующих заданным критериям поиска. В них величина отека описывается в разных единицах измерения – мл, мм, см, %. А также отметили преобладание числа исследований по каррагениновому отеку у крыс над таковыми по формалиновому (97 против 5). Каррагениновый и формалиновый отеки лап у разных животных развивались максимально в разные сроки после индукции отека, что, связано с зависимостью интенсивности каррагенинового отека лап от вида животного (мышь или крыса), от возраста, массы тела и пола животного [Nemamalini, 2010, с. 98-101], а также от типа каррагенина [Suleyman, 2008, с. 661-672, Posadas, 2004, с. 331-338]. Систематический анализ литературы показал, что для оценки противовоспалительного действия используется модель каррагенинового отека лап крыс, не мышей. Формалиновый отек лап мышей используется преимущественно в качестве модели для оценки анальгетической активности препаратов в тесте Горячая пластина.

Выводы: результаты систематического обзора имеют практическую значимость для выбора соответствующей модели при изучении противовоспалительной активности новых потенциальных лекарственных средств.

ЭФФЕКТ ВАРБУРГА ПРИ ЗЛОКАЧЕСТВЕННЫХ НОВООБРАЗОВАНИЯХ

Мухаметзянова А.С.

Научный руководитель – д.м.н., зав.каф. Зиганишина Л.Е.

Для метаболизма клеток опухолей характерно ускорение гликолиза. Преимущественно анаэробный гликолиз, а также накопление лактата наблюдается при высокой скорости деления клеток и развитии системы кровеносных сосудов, которые их окружают. Повышенная секреция лактата в опухолевых клетках получила название «эффект Варбурга», в честь Отто Варбурга, разработавшего теорию получения энергии опухолевой клеткой преимущественно в процессе гликолиза.

Цель работы: исследование зависимости активности лактатдегидрогеназы и уровня глюкозы в сыворотке крови у больных со злокачественными новообразованиями в ретроспективном исследовании.

Материалы и методы: ретроспективное исследование выполнено на клинической базе РКВД министерства здравоохранения Республики Татарстан. Проанализировано 456 историй болезни пациентов со злокачественными новообразованиями легких, молочных желез, желудочно-кишечного тракта и другими. Стадии заболевания определяли по системе TNM. Статистическую обработку проводили при помощи пакета программ Microsoft Excel. Рассчитывали медианы и перцентили (2.5 и 97.5). Уровень значимости, примененный в работе, равен $P=0,05$. Выражаем благодарность Директору НОЦ фармацевтики КФУ Ю.Г. Штырлину за идею исследования.

Результаты и обсуждение: Мы провели анализ активности лактатдегидрогеназы в зависимости от стадии онкологического заболевания, пола больных, получения ими химиотерапии и оперативных вмешательств, в результате которого не было выявлено достоверной разницы между активностью лактатдегидрогеназы у больных с разными стадиями заболевания, между мужчинами и женщинами, или в зависимости от получения ими различных вмешательств – химиотерапии и оперативных вмешательств. Показатели активности лактатдегидрогеназы у больных находились в пределах нормальных значений. Для выявления потенциальной связи между активностью лактатдегидрогеназы сыворотки и уровнем глюкозы крови, мы провели сравнительный анализ содержания глюкозы в крови у этих пациентов. Нами не было обнаружено достоверной разницы по показателю содержания глюкозы в крови между группами больных, находящимися на разной стадии заболевания, разного пола и в зависимости от получения химиотерапии или оперативного вмешательства. Уровень глюкозы крови у всех изученных больных соответствовал норме. На основании полученных результатов, можно предположить, что проявление «эффекта Варбурга» на уровне целого организма отличается от его проявления в клеточной и тканевой культурах, вследствие множества внешних и внутренних факторов целостного организма, изменяющих метаболизм опухолевых клеток с одной стороны, и влияющих на совокупный уровень глюкозы крови и активность лактатдегидрогеназы сыворотки – с другой. Также можно предположить, что нами было изучено недостаточное число наблюдений. Наши результаты не противоречат литературным данным, о том, что лактатдегидрогеназа является менее чувствительным маркером на ранних стадиях онкологического заболевания, но имеет отрицательное прогностическое значение для метастатического рецидива [Hofmann MA., 2009].

ИЗУЧЕНИЕ МОДЕЛИ ГАЛОПЕРИДОЛОВОЙ КАТАЛЕПСИИ НА ЖИВОТНЫХ

Торбеков Ш.Ж.

Научный руководитель – к.м.н., доц. Абакумова Т.Р.

Болезнь Паркинсона (БП) – одно из наиболее распространенных заболеваний в современном обществе, которое характеризуется брадикинезией, мышечной ригидностью, амимией, а также аффективными расстройствами (депрессией) и прогрессирующей деменцией. БП, независимо от этиологии и возраста, в котором он начался, значительно сокращает продолжительность жизни. Смертность среди больных с БП почти в 3 раза выше, чем в остальной популяции того же возраста, пола и расы. По результатам эпидемиологических исследований, с возрастом частота БП в популяции неуклонно увеличивается, а в связи с общемировой тенденцией к постепенному постарению населения актуальность данной проблемы в будущем будет постоянно возрастать. Поэтому очевидны высокая медицинская и социальная значимость данной патологии и то внимание, которое уделяется

БП в современной нейрофармакологии. Несмотря на наличие достаточного ассортимента фармпрепаратов, большая их часть относится к симптоматическим средствам. В этой связи остается высокой актуальность создания новых средств патогенетической терапии и изучение современных моделей БП на животных.

Цель: изучение экспериментальной модели болезни Паркинсона на животных (крысах) (модель галоперидоловой каталепсии).

Материалы и методы исследования: работа выполнена на 22 нелинейных белых крысах-самцах массой 300-340 г [1]. Двигательные нарушения (каталепсию) у животных вызывали внутрибрюшинным введением селективного блокатора дофаминовых D₂ рецепторов – нейролептика галоперидола в дозе 1 мг/кг. Каталепсия, вызываемая нейролептиками, описывается как состояние, включающее в себя компоненты акинезии и мышечной ригидности, напоминающее симптоматику паркинсонического синдрома [2].

В эксперименте использовались следующие методики моделирования каталепсии:

1) Метод оценки каталепсии с использованием установки «поза лектора»: животное находится у бортика экспериментальной установки в «позе лектора» (крыса стоит на задних лапах, опираясь передними лапами о бортик). Регистрировали время сохранения позы, определяли количество животных в группе удержавших «позу лектора» в течение 60 с [4].

2) Метод оценки каталепсии с использованием параллельных перекладин или стенок (передние и задние конечности крысы помещают на параллельные перекладины (стенки) таким образом, чтобы спина животного была прямой) [5]. Критерием наличия каталепсии считали пребывание в неподвижном состоянии на перекладинах (стенках) в течение 45 с. Попытки придать животному нужную позу продолжалась не более 1 мин. Фиксировали время пребывания крысы в неподвижном состоянии. Оценивали общую продолжительность каталепсии, а также процент животных с каталепсией в группе. Обработку результатов осуществляли с помощью программы Statistica 511, для оценки достоверности различий выборок, имеющих нормальное распределение, применяли t-критерий Стьюдента. Для оценки нормальности распределения использовали тест Шапиро-Уилка.

Результаты и их обсуждение: галоперидол в дозе 1 мг/кг внутрибрюшинно вызывал каталепсию у 100% крыс. Время удержания в «позе лектора» через 30, 60, 120 и 180 мин было соответственно $104,3 \pm 9,5$; $104,7 \pm 16,48$; 120 ± 0 и 120 ± 0 (сек). При изучении методики «параллельные стенки» время нахождения животных в вынужденной позе сохранялось в течение всего эксперимента: через 30, 60, 120 и 180 мин ($27 \pm 24,28$; $10,5 \pm 6,32$, $14,2 \pm 7,78$ и $6,8 \pm 3,29$ (сек) соответственно).

Выводы: таким образом, модель галоперидоловой каталепсии является демонстративным и доступным методом для формирования акинетического состояния у животных (крыс), что соответствует данным литературы, и может использоваться для изучения антикаталептогенных свойств новых потенциальных противопаркинсонических лекарственных средств.

ФАРМАКОЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КРАТКОСРОЧНЫХ И ДОЛГОСРОЧНЫХ ИСХОДОВ ЛЕЧЕНИЯ ГЕНЕРАЛИЗОВАННЫХ ИДИОПАТИЧЕСКИХ ЭПИЛЕПСИЙ РАЗЛИЧНЫМИ ПРОТИВОЭПИЛЕПТИЧЕСКИМИ СРЕДСТВАМИ

Шаймарданова Р.М.

Научный руководитель – доц. Гамирова Р.Г.

Общая частота идиопатических генерализованных эпилепсий (ИГЭ) составляет 20-25% от всех эпилепсий. Согласно данным литературы, прогноз для ремиссии при адекватном выборе противоэпилептических средств (ПЭС) идиопатических генерализованных эпилепсий благоприятный в большинстве случаев. Однако в настоящее время остаются открытыми вопросы долгосрочных исходов лечения различных форм эпилепсий и эффективности различных ПЭС в зависимости от форм эпилепсии. Наиболее достоверные сведения из реальной практики по эффективности и безопасности лекарственных средств обеспечивают фармакоэпидемиологические исследования.

Цель: провести фармакоэпидемиологический анализ терапии генерализованных идиопатических форм эпилепсии юношеского типа различными противоэпилептическими средствами у детей и взрослых со сравнительной оценкой краткосрочных и долгосрочных исходов лечения.

Материал и методы. Мы провели ретроспективный сравнительный анализ лечения 93 подростков и взрослых (33 – мужского пола, 60 – женского пола) с идиопатическими генерализованными эпилепсиями юношеского типа: с юношеской абсансной эпилепсией (ЮАЭ) – 22 пациента (24%), юношеской миоклонической эпилепсией (ЮМЭ) – 32 пациента (34%) и эпилепсией с изолированными генерализованными судорожными припадками (ЭГСП) – 39 человек (42%). Отношение рисков (ОР) рассчитывали с помощью программы Review Manager 5.2. Оценивали благоприятные исходы лечения через 1 год и через 3 года после начала лечения. Благоприятным исходом считали полную клиническую ремиссию (отсутствие эпилептических приступов), т.е. число больных без приступов.

Результаты. Монотерапию в лечении использовали в 97% всех случаев ИГЭ юношеского типа; из них вальпроевую кислоту в 91%, топирамат в 3%, ламотриджин в 2%, леветирацетам в 0,8%, сукцинамид в 2%, карбамазепин (использовали только при ЭГСП) в 2% случаев. Политерапию (вальпроаты+сукцинамид) применяли только для лечения ЮАЭ. Средние назначенные дозы вальпроатов при монотерапии ЮАЭ составили: 1276,9 мг; при ЮМЭ – 1128,1 мг, при ЭГСП – 1096,4 мг. Показатели отношения рисков сравнительной эффективности монотерапии вальпроевой кислотой (наиболее часто используемого в монотерапии противоэпилептического средства) при различных формах идиопатических генерализованных эпилепсий юношеского типа через 1 год после начала терапии были следующими: ЮАЭ в сравнении с ЮМЭ – ОР=1,04; 95% доверительный интервал (ДИ) [0.80, 1.34]; ЮАЭ в сравнении с ЭГСП – ОР=0,95; 95% ДИ [0.76, 1.20], ЮМЭ в сравнении с ЭГСП – ОР=0,92; 95% ДИ [0.75, 1.13]. Мы также не нашли достоверной разницы в исходах монотерапии вальпроевой кислотой через 3 года лечения ИГЭ: ЮАЭ в сравнении с ЮМЭ ОР=1,10; 95% ДИ [0.80, 1.51], ЮАЭ в сравнении с ЭГСП ОР=0,99; 95% ДИ [0.75, 1.13], ЮМЭ в сравнении с ЭГСП ОР=0,99; 95% ДИ [0.75, 1.33].

Выводы. В лечении различных форм идиопатических генерализованных эпилепсий преимущественно используют препараты вальпроевой кислоты. Юношеская абсансная эпилепсия требует назначения более высоких доз вальпроатов при монотерапии по сравнению с ЮМЭ и ЭГСП. Для достижения ремиссии при ЮАЭ возникает необходимость в политерапии. Эффективность монотерапии вальпроевой кислоты различных форм идиопатических генерализованных эпилепсий не зависит от сроков наблюдения.

СЕКЦИЯ «ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ»

ОЦЕНКА АДЕКВАТНОСТИ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ПИТАНИЯ ПО МАКРОНУТРИЕНТНОМУ И МИКРОНУТРИЕНТНОМУ СОСТАВУ И ЭНЕРГОЗАТРАТАМ СТУДЕНТОВ

Мухамедова Д.Г.

Научный руководитель – к.б.н., доц. Балтина Т.В.

Рациональное питание обеспечивает нормальный рост и развитие организма, способствует поддержанию высокой работоспособности, увеличению продолжительности жизни и устойчивости к воздействию различных неблагоприятных факторов. Целью работы явилась оценка адекватности индивидуального питания студентов по макронутриентному и микронутриентному составу и энергозатратам.

Исследования проводились среди студентов Казанского федерального университета, обучающихся на очном отделении 1 курса Института фундаментальной медицины и биологии (ИФМиБ). Исследования были проведены с соблюдением биоэтических норм и с согласия самих студентов. На первом этапе, было проведено анкетирование и сбор информации по индивидуальному режиму дня и питания у студентов. На втором этапе были проведены расчеты по качественному составу суточного рациона питания студентов, по содержанию витаминов, минеральных веществ, энергетической ценности (ккал) и качественного состава (белки, жиры, углеводы, г) набора продуктов.

Полученные нами данные показали, что у всех студентов независимо от пола имеются отклонения основного обмена от табличных норм, фактический обмен не соответствует энергозатратам. Так, у 59% девушек отмечено недостаточное энергопотребление, что выражалось в отклонении фактического обмена от основного обмена, у 23% девушек наблюдалось нормальное энергопотребление и у 18% избыточное. Очевидно, что недостаточное энергопотребление приводит к недостаточному весу у де-

вушек (70% девушек относится именно к этой группе, 23% девушек имеет нормальный вес и 7% избыточный). У юношей, энергопотребление у 67% избыточное, следовательно, основной обмен соответствует фактическому обмену и у 33% – не соответствует. Но, тем не менее, вес у 67% юношей недостаточный и у 33% нормальный. Таким образом, определение основного и фактического обмена у студентов по антропометрическим показателям их суточного рациона питания показало, что большинство студентов имеют недостаточное энергопотребление. Также нами показано, что у девушек 1 курса ИФМиБ фактическое энергопотребление ниже основного обмена, что может быть причиной снижения их массы тела. У юношей фактическое энергопотребление соответствует энерготратам. Кроме того и юноши и девушки имеют небольшие энергозатраты и по коэффициенту физической активности могут быть отнесены к группе 1 – умственный труд.

Проведенный качественный анализ суточного потребления макронутриентов студентами, показал, что 88% девушек потребляет углеводы в недостаточном количестве, 100% имеют недостаточное потребление жиров и 82% белков. У юношей: 33% потребляет недостаточное количество углеводов и белков, 67% – жиров. Нами показано, что у большинства студентов наблюдается неадекватность индивидуального питания и по микронутриентному составу. Так, у юношей и девушек недостаток витаминов А, D, В, каротина и фолевой кислоты. У девушек наблюдали недостаток потребления всех минеральных веществ (железо, кальций, магний, калий, натрий), у юношей – в норме потребление железа, фосфора, натрия и дефицит по остальным минеральным веществам.

В целом, наши данные показали, что у студентов уменьшение энергетических затрат, снижение количества потребляемой пищи повлекло за собой недостаточное потребление содержащихся в ней макро- и микронутриентов, что может являться предпосылкой для развития алиментарно-зависимых заболеваний.

ДИНАМИКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ МОЗГА СТУДЕНТОВ ПРИ КОГНИТИВНЫХ НАГРУЗКАХ

Савина О.А.

Научный руководитель – к.б.н., ст. преп. Звёздочкина Н.В.

В области психофизиологии существуют многочисленные электроэнцефалографические исследования проблемы умственного утомления. Показано, что имеются особенности пространственно-временной организации электроэнцефалограммы (ЭЭГ), коррелирующие со спецификой функциональных состояний ЦНС [Болдырева и др., 2000]. В спектральной характеристике ЭЭГ исследователи отмечают изменение мощностей медленных ритмов (тета- и дельта-ритмов), альфа-ритма, индекса утомления [Поликанова, Сергеев, 2014]. Выявлены общие тенденции в динамике физиологических параметров в условиях когнитивных нагрузок, но еще не сложилось четкого представления о критериях функционального состояния ЦНС, сопровождающих развитие утомления.

Цель настоящего исследования заключается в оценке динамики психофизиологического состояния студентов в осеннем семестре, как по субъективным показателям шкалы методики САН, коэффициенту умственной работоспособности, так и по спектральной характеристике электрической активности мозга. Исследование проводили в начале (сентябрь) и середине (ноябрь) семестра. В качестве когнитивной нагрузки использовали арифметический счет по таблице Крепелина. Регистрировали ЭЭГ в течение минуты с закрытыми и открытыми глазами, и в период арифметического счета с помощью аппаратно-программного диагностического комплекса «Нейрон-Спектр-1» монополярно от переднелобных, центральных, височных, затылочных отведений, расположенных по международной схеме «10-20» у 8 испытуемых-правшей в возрасте 21 года с их добровольного согласия. Первичные данные записи ЭЭГ обрабатывались с помощью пакета стандартной программы «Нейрон-Спектр.NET». После удаления артефактов единичные отрезки ЭЭГ (по три эпохи анализа), 5 секунд каждый, обрабатывались методом спектрального анализа в программе BrainLoc. Расчет и графическое оформление данных проводилось с использованием программного пакета «STATISTICA 6.0». Анализировали: частотный спектр и полную мощность ритмов ЭЭГ.

В ходе эксперимента было выявлено, что средние значения параметров «настроение» и «самочувствие теста САН» находятся в диапазоне от $4,0 \pm 0,5$ до $5,07 \pm 0,62$ баллов; т.е. оцениваются как благоприятное состояние. Параметр «активность» оказался ниже нормы в начале семестра ($3,9 \pm 0,6$ балла), что обусловлено периодом вработываемости, к середине семестра активность увеличилась на 6,3%. Коэффициент умственной работоспособности у всех участников эксперимента в начале семестра был

близок к 1, т.е. утомление отсутствовало; во второй половине семестра проявляются признаки умственного утомления, коэффициент – меньше 1. Спектральный анализ ЭЭГ во второй половине семестра выявил следующие изменения: в середине семестра в затылочных отведениях мощность альфа-ритма при закрытых глазах снизилась примерно в 3 раза в левом и правом полушариях без четкой асимметрии ($O1A1=165,2\pm 12,3$; $O2A2=156,4\pm 13,1$ мкВ²/Гц); в лобном, центральном и височном отведениях она заметно повысилась, с левосторонним доминированием. При открывании глаз и выполнении счета не обнаружено достоверных изменений мощности альфа-ритма. При выполнении счета значительным было увеличение мощности дельта ритма в лобном отведении и тета-ритма – в височном. Наблюдали увеличение низкочастотного бета-ритма слева во всех отведениях, кроме затылочного при закрытых глазах; мощность высокочастотного бета-ритма возросла справа при всех функциональных пробах во фронтальном отведении.

Выраженность разных ритмов электроэнцефалограммы и их соотношение отражают функциональное состояние коры больших полушарий. Указанные электрофизиологические и субъективные параметры могут быть учтены при оценке когнитивного утомления.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕЙРОНОВ, ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫХ ИЗ ИНДУЦИРОВАННЫХ ПЛЮРИПОТЕНТНЫХ СТВОЛОВЫХ КЛЕТОК ЧЕЛОВЕКА

Халиулин М.Р., Гайфуллина А.Ш., Мустафина А.Н., Гурьянов И.Д.

Научный руководитель – д.б.н., проф. Ситдикова Г.Ф.

Возбудимые свойства являются ключевыми для нормального функционирования нейрональных клеток. Поэтому характеристика свойств нейронов, дифференцированных из индуцированных плюрипотентных стволовых клеток (ИПСК) человека, является необходимой для развития фундаментальных и трансляционных исследований. Целью работы является изучение электрофизиологических свойств нейронов, дифференцированных из ИПСК человека во время ранней дифференциации.

При проведении экспериментов были использованы нейроны, репрограммированные из первичных фибробластов человека в период от 14 до 45 дней после дифференциации. Регистрация электрофизиологических свойств нейронов проводилась с использованием усилителя Axopatch-200B и программы Clamp10 (Axon Instruments/Molecular Devices, Sunnyvale, CA, USA). Регистрация мембранного потенциала (МП) проводилась в конфигурации whole-cell в режиме current clamp, для генерации потенциалов действия (ПД) клетку деполяризовали с помощью инъекций тока с шагом 5-10 нА. Для анализа чувствительности нейронов к гамма-аминомасляной кислоте (ГАМК), была апплицирована аминокислота в концентрации 200 мкМ в течение 100 мс.

Средний МП нейронов составил $49,38\pm 2,38$ мВ, емкость – $17,21\pm 2,45$ пФ, входное сопротивление – $1,4\pm 0,23$ ГОм ($n=25$). Из 25 нейронов 13 в ответ на инъекцию тока генерировали ПД. Порог генерации ПД составил – $27,17\pm 4,7$ мВ, амплитуда – $21\pm 1,83$ мВ и полуширина $7,73\pm 0,98$ мс. Особое внимание стоит уделить тому, что в ряде случаев ($n=10$) наблюдалась генерация ПД в ответ на гиперполяризующие стимулы, которые характеризовались более высоким порогом генерации – $33\pm 6,15$ мВ, амплитудой $27\pm 2,11$ мВ и полушириной $7,97\pm 0,44$ мс.

Аппликация ГАМК при потенциале фиксации 0 мВ в режиме регистрации whole-cell приводила к появлению выходящего тока амплитудой 93,6 пА. Уменьшение потенциала фиксации до -70 мВ приводила к снижению амплитуды ответа до 20,3 пА, а при потенциале фиксации -90 мВ происходила реверсия тока на входящее направление, амплитуда которого составила 38,5 пА. В режиме регистрации loose-patch аппликация ГАМК не вызывала внеклеточно регистрируемой активности ($n=26$). Однако, в спонтанно активных нейронах в ответ на аппликацию аминокислоты происходило исчезновение потенциалов действия ($n=7$).

Таким образом, нейроны, дифференцированные из ИПСК человека обладают свойствами, обеспечивающими возбудимость и проведение возбуждения в нервной системе.

ВЛИЯНИЕ ДЫХАТЕЛЬНОЙ ГИМНАСТИКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

Хафизова Г.Ф.

Научный руководитель – к.б.н., асс. Яфарова Г.Г.

Тесное функциональное взаимодействие дыхательной и сердечно-сосудистой систем обеспечивается общностью механизмов регуляции. Изучение особенностей функционирования кардиореспираторной системы позволит выявить возможные отклонения на раннем этапе и подобрать оптимальные методы коррекции. Целью данной работы было исследование влияния дыхательной гимнастики по А.Н. Стрельниковой на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы студентов ($n=74$).

У студентов до выполнения дыхательной гимнастики показатели системной гемодинамики были в пределах нормы. Дыхательная гимнастика приводила к увеличению среднего динамического артериального давления, как в периферических, так и в магистральных артериях, в среднем на 10% ($p<0,05$). Нами определялся исходный вегетативный статус по индексу Кердо (ВИК): у 74% студентов выявилась симпатикотония, у остальных – нормотония. После дыхательной гимнастики у нормотоников ВИК достоверно не изменялся, а в случае исходной симпатикотонии наблюдалось достоверное снижение данного показателя на 15%. По показателю уровня испытываемого стресса (УИС) 64% студентов исходно находилось в состоянии умеренного стресса, а 36% – в состоянии выраженного стресса. После дыхательной гимнастики в группе студентов с выраженным стрессом данный показатель снизился на 9% ($p<0,05$), что свидетельствует об уменьшении стресса. У всех студентов коэффициент эффективности кровообращения был повышен, что говорит о той или иной степени понижения эффективности кровообращения; применение дыхательной гимнастики привело к достоверному снижению этого показателя, однако нормального значения этот показатель не достиг. Для более точного определения механизмов влияния дыхательной гимнастики на сердечно-сосудистую деятельность оценивалось изменение вариабельности сердечного ритма во время выполнения дыхательных движений по методу Стрельниковой в течение 1 минуты. До выполнения дыхательной гимнастики показатель стандартного отклонения RR – интервалов (SDNN), который характеризует вегетативный статус, у всех испытуемых был в норме, во время дыхательной гимнастики наблюдалось достоверное увеличение данного показателя на 20% ($p<0,05$), что говорит об активации парасимпатического отдела вегетативной нервной системы. Стресс индекс (SI) также является показателем вегетативного статуса, он определяется по динамическому ряду кардиоинтервалов. До выполнения дыхательной гимнастики у 27% студентов по SI определилась нормотония, у 73% – симпатикотония. Во время дыхательной гимнастики в группе нормотоников, данный показатель не изменился, в группе с симпатикотонией дыхательная гимнастика привела к снижению индекса стресса на 15% ($p<0,05$), что также свидетельствует об усилении влияния парасимпатической нервной системы на сердечно-сосудистую деятельность.

Таким образом, применение дыхательной гимнастики приводит к увеличению среднего динамического давления в периферических и магистральных артериях, также улучшает эффективность кровообращения и уменьшает выраженность стресса. При исходной нормотонии дыхательная гимнастика не изменяет вегетативный статус, а при симпатикотонии усиливает влияние парасимпатического отдела нервной системы на сердечно-сосудистую систему. Наши результаты показывают, что дыхательная гимнастика по Стрельниковой способствует коррекции нарушений функционального состояния и может быть рекомендована для профилактики заболеваний кардиореспираторной системы.

ИНСТИТУТ ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ПОПУЛЯЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ *PINUS SYLVESTRIS* В УСЛОВИЯХ ХВОЙНО-ШИРОКОЛИСТВЕННЫХ ЛЕСОВ РАИФЫ

Абуталипов А.М.

Научный руководитель – д.б.н., доц. Фардеева М.Б.

В настоящее время наблюдается трансформация лесов, обусловленная влиянием катастрофических природных явлений – ветровала 2007 г., засухи 2009-2010 г. и их последствий, приведших к механическим повреждениям, ослаблению жизненности деревьев и их поражению насекомыми-вредителями. Для выяснения состояния основных лесообразующих видов деревьев изучали популяцию *Pinus sylvestris* в условиях елово-сосновых, сосново-еловых и сосновых сообществ на территории Волжско-Камского заповедника. Сосняки, как правило, характерны для песчаных аллювиальных равнин или долинно-террасовых комплексов рек и торфяников, т.е. в условиях снижения конкуренции других лесообразующих видов, таких как ель, дуб и на юге – ясень. Это обусловлено экологическими особенностями и стратегией сосны, которая как светолюбивая порода не выносит затенения, поэтому при разрастании подроста ели, липы и березы в хвойно-широколиственных лесах, процессы возобновления сосны резко снижаются.

Для оценки состояния и восстановления лесообразующих деревьев хвойно-широколиственных лесов использовалась и пополнялась популяционная база данных, в которой хранится информация об учетных площадях, размером 2500 м², где закартированы все деревья, с указанием их онтогенетического состояния, высоты и диаметра ствола. Это позволило проанализировать динамику численности, возрастной структуры, а также объемов древесины сосны за 10-летний период с 2004 по 2014 гг. В первое десятилетие XXI в. (2004-2009 гг.) возрастная структура сосны в елово-сосновых и сосновых сообществах заповедника была не полночленная, т.к. во всех изученных фитоценозах отсутствовал подрост (р, j, im). Вследствие засухи 2010 г. в хвойных сообществах отмечается ослабление, и массовое усыхание ели, в результате освобождения полога леса и образования «светлых окон» в нем, начался процесс возобновления сосны и с 2011-2014 г. стали отмечаться молодые сосны (проростки, ювенильные и 3-4-летние имматурные особи). Возрастная структура сосны в сосняках с елью зеленомошных начала принимать полночленный характер. Корреляция численности подростка с климатическими условиями вегетативных периодов показала, что имеется прямая положительная зависимость подростка *P. sylvestris* от количества солнечных дней и высоких температур, что и обусловило увеличение численности подростка в естественных сообществах. Однако в искусственных сосновых посадках, которые больше всего пострадали после ветровала из-за высокой плотности насаждений, после 2011 г. начался процесс ослабления сосны и частичное ее усыхание. В целом можно отметить, что волны возобновления численности популяции *Pinus sylvestris* в хвойно-широколиственных лесах заповедника за 10-летний период носили характер мелкомасштабных флуктуаций экзогенного и эндогенного типа.

За 10-летний с 2004 по 2014 г. потери объемов древесины сосны в разных эколого-ценотических условиях составили: в сосняках костянично-вейниковых – 182,8 м³, сосняках с елью зеленомошных – 152,65 м³, в ельниках с сосной зеленомошных – 45,08 м³ на 2500 м².

Формирование подобных баз данных позволят не только осуществлять мониторинг состояния популяций лесообразующих деревьев, но и определять размеры площадей «окон возобновления» разных видов деревьев в различных типах леса, способствующих поддержанию оптимальной пространственной структуры для лесовосстановления или оптимизации процессов санитарных рубок.

АГРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ТЕПЛА И ВЛАГИ

Алтухова А.В., Гизатуллин Р.Д.

Научный руководитель – к.г.н., доц. Хабутдинов Ю.Г.

Анализ ресурсов тепла и влаги на территории Приволжского федерального округа позволяет выявить следующие пространственно-временные закономерности и особенности распределения:

1. Среднее количество атмосферных осадков имеет четко выраженную зональность, оно закономерно увеличивается при движении от Юга (30-40 мм) (Новоузенск), к Северу (64-72 мм) (Ныроб). Максимальное количество осадков (76-86 мм) выпадает в июне-августе, т.к. в эти месяцы преобладают ливневые дожди, обладающие большей интенсивностью, их влагообеспечение больше, чем у обложных дождей, преобладающих в мае (24-60 мм).

Условия увлажнения территории по ГТК, по критерию «засушливо, недостаточно влажно» имеет максимальные значения (58-70%) на Юго-западе региона (Балашов, Саратов). Его повторяемость неоднородна. ГТК принимает минимальные значения 10-22% на Северо-западе, а также в центральной части ПФО (Ульяновск, Ныроб).

Максимальная повторяемость средней засухи, по индексу засушливости Д.А. Педя, составляет 10-18% (Мензелинск). Наиболее распространено по территории региона значение повторяемости средней засухи 5-9%. Минимальная повторяемость 0-2% (Ульяновск). Повторяемость среднего избыточного увлажнения составляет 6-11%. Максимальная повторяемость 15-17% (Канадей), минимальная 0-2% (Ульяновск).

2. Суммы активных температур выше 10°C увеличиваются от северной части территории до южной: Северная часть 1608°C (Лальск), центральная часть 2189°C (Бугульма), южная часть 3098°C (Новоузенск).

Данной сумме активных температур удовлетворяет потребность кукурузы (от 380 до 1030°C), гречихи (1124-1324°C), картофеля (1200-1800°C), проса (1578-1882°C), гороха (1112-1420°C), сахарной свёклы (1737°C), подсолнечника (1787-2237°C), огурцов (1291-1891°C) мягкой, твёрдой яровой пшеницы (1262-1584°C), ячменя (1112-1315°C), овса (1112-1412°C), озимой ржи (1158-1260°C), озимой пшеницы (1310°), раннеспелых помидоров (1391-1991°C), среднеспелых, позднеспелых помидоров (1491-2291°C), позднеспелого подсолнечника (2237°C), сои (2300°C). При сумме активной температуры 2501°C и более, могут произрастать арбузы и дыни (3000°C).

Значения продолжительности вегетационного периода со среднесуточной температурой выше 10°C увеличиваются с севера на юг: 125 дней (Пермь), 141 день (Бугульма), 163 дня (Ершов).

Из данной работы можно сделать следующий вывод:

Изучение закономерностей и особенностей распределения ресурсов тепла и влаги на территории ПФО позволяют использовать их для получения высоких и устойчивых урожаев зерновых и овощных культур.

Лимитирующим фактором являются запасы продуктивной влаги. Для решения данной проблемы необходимо создать в пределах ПФО организации, выполняющие работы по водной мелиорации сельхозугодий.

Для анализа использовались: агрометеорологические материалы по территории ПФО за период 1966-2009 гг., заимствованные из фондов Всероссийского научно-исследовательского гидрометеорологического института, система создания карт Golden Software Surfer 11.

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ОСТРОВОВ ВОДОХРАНИЛИЩ

Ваганова Е.С.

Научный руководитель – доц. Кулагина В.И.

Острова с их почвенным покровом являются неотъемлемой частью водохранилищ, влияющих на всю их экосистему. С каждым годом все острее встает проблема обеспечения населения, промышленности и сельского хозяйства пресной водой. Для этого и создаются водохранилища. При этом при создании водохранилищ возникает целый ряд проблем – абразия берегов, «цветение» воды. Необходимо поддерживать экологическое состояние водохранилищ. Возможно, одним из множества механизмов регулирования процессов, происходящих в водохранилищах, ключом к самоочистке водохра-

нилищ являются их островные экосистемы, включая его неотъемлемую часть – почвенный покров. Несмотря на огромное количество водохранилищ во всем мире, а также и островов на них, сведения о них крайне скудны.

Цель данной работы – определить степень изученности вопроса о почвенном покрове островов водохранилищ.

При помощи поисковых систем Google, Яндекс, mail и доступных научных библиотек (научная библиотека им. Н.И. Лобачевского и научные электронные библиотеки eLibrary, КиберЛенинка) было найдено 48 работ на русском языке, в которых упоминались острова водохранилищ. Из них в 8% рассматривались почвы островов, 23% посвящены растительному покрову, 17% изучению животного мира островов, 13% рассматривают искусственные острова на водохранилищах. Поиск литературы об островах водохранилищ на английском языке позволил обнаружить 7 публикаций, большая часть из них касается качества воды.

Наиболее подробно изучены острова следующих водохранилищ: Куйбышевского, Саяно-Шушенского, Волгоградского и Рыбинского.

На водохранилищах Волжско-Камского каскада отмечено около 3000 островов различного происхождения. Наибольшее количество островов – около 800 расположено в акватории Куйбышевского водохранилища, общая площадь их составляет 9 тыс. га при нормальном подпорном уровне 53 а.м. Это 1,4% от площади зеркала без учета мелководий, освобождающихся при снижении уровня ниже нормального подпорного [Григорьян, 2010, с. 93].

Имеются некоторые данные по островам Волгоградского водохранилища. По островам остальных водохранилищ количественные данные по площади не приводятся, хотя из литературных источников можно сделать вывод, что острова практически на любых крупных водохранилищах имеются.

Почвы островов Куйбышевского водохранилища относятся как зональным, так и незональным типам [Экологические системы..., 2002, с. 32-65]. В верховьях водохранилища на островах распространены пойменные почвы. Ниже города Казани на островах водохранилища встречаются дерново-подзолистые, серые лесные почвы, черноземы, часть из которых, находящиеся невысоко над уровнем НПУ, испытывают процессы подтопления.

На Волгоградском водохранилище изучались пойменные острова, на которых встречались слоистые аллювиальные почвы различного гранулометрического состава [Проказов, 2011, с. 3-12].

Результаты исследований почвенного покрова островов Саяно-Шушенского водохранилища [Самбуу, 2012] свидетельствуют, что ежегодное наполнение ложа водохранилища способствовало периодическому переводу автоморфных и гидроморфных почв долины Улуг-Хема и низовий р. Чаа-Холь и Шагонар в категорию сезонно длительно затапливаемых или подтапливаемых. На островах встречаются лугово-болотные почвы, а также каштановые почвы, часть из которых перешла из автоморфных в полугидроморфные и гидроморфные.

При обобщении исследований почв островов водохранилищ следует отметить, что влияние на направление эволюции почв островов оказывают: климатические условия данной зоны, степень подтопления, состав аллювия, химизм паводковых и грунтовых вод. За 35-60 лет морфологические изменения в подтопленных почвах уже четко проявились, по химическим показателям существенной разницы исследователями обнаружено не было.

Таким образом, в настоящее время почвенный покров островов водохранилищ изучен сравнительно мало. Из имеющихся работ большая часть посвящена влиянию водохранилищ на почвенный покров островов. Хотя более перспективным направлением исследований является изучение обратного влияния – островов и их почвенного покрова на экосистему водохранилища, в частности на качество воды водохранилищ.

ВЛИЯНИЕ БИОУГЛЕЙ НА ВСХОЖЕСТЬ И РАЗВИТИЕ КРЕСС-САЛАТА (*EPIDIUM SATIVUM*) И РЕДЬКИ ПОСЕВНОЙ (*RAPHANUS SATIVUS*)

Валиева Г.М.

Научный руководитель – доц. Смирнова Е.В.

Биоуголь (biochar) – материал, который образуется при температуре, не превышающей 500°C, в бескислородной среде из различных растительных остатков. Данный процесс носит название «пиролиз» [Белинец, 2012, вып. 7 (34), с. 26-29]. Биоуголь способствует аккумуляции питательных веществ

в почвах, влияет на численность почвенных микроорганизмов, отвечающих за плодородие. Он удерживает в почве углерод, что ведет к сокращению содержания углекислого газа в атмосфере, способствуя тем самым уменьшению парникового эффекта. В работе [Alburquerque, 2014, p. 16-25] показано, что внесение биоугля приводит к улучшению физико-химических и физических свойств почв, к изменению их водного режима, а также к пролонгированному улучшению обеспеченности растений элементами питания и микроэлементами, что влияет на устойчивое увеличение урожайности сельскохозяйственных культур в длительной перспективе. Однако имеются данные, которые показывают, что степень эффективности действия биоугля, приготовленного из различных растительных остатков, в значительной степени зависит от типа почв и, в некоторых случаях может наблюдаться даже первоначальное краткосрочное снижение урожайности сельскохозяйственных культур [Kloss, 2014, p. 15-16]. Поэтому оценка воздействия препаратов биоуглей на рост и развитие культурных растений является актуальной задачей. Значительная часть углерода в продуктах пиролиза органического сырья может быть представлена гуминоподобными веществами, гликолипидами, фосфолипидами [Kuzuakov, 2009, p. 210-219]. Внесение этих веществ с биоуглем может изменить обеспеченность почв активным (лабильным) ОВ, но часть из них может проявлять фитотоксичность и оказывать негативное воздействие на развитие растений.

Объектами исследований послужили серая лесная почва и образцы биоуглей, приготовленные из остатков древесной породы липы при трех температурах пиролиза: 250°C, 450°C и 650°C, в двух концентрациях 0,5% и 3%.

Целью работы была оценка воздействия биоуглей на рост и развитие кресс-салата (*Lepidium sativum*) и редьки посевной (*Raphanus sativus*). Задачами исследования были: 1) проведение ростового эксперимента по оценке влияния биоугля на всхожесть и начальное развитие культур кресс-салата и редьки посевной; 2) проведение статистической обработки полученных результатов; 3) оценка характера воздействия биоуглей на рост и развитие растений и 4) определение наиболее перспективной тест-культуры для проведения дальнейших ростовых экспериментов с применением биоугля.

В результате проведенного исследования было показано, что добавление биоугля ингибирует прорастание семян кресс-салата, вызывая значительное снижение их всхожести по сравнению с контролем (почва без биоугля), независимо от исходной концентрации вносимых биоуглей. Максимальное негативное влияние было характерно для биоугля, полученного технологией низкотемпературного пиролиза (250°C). Было выявлено заметное влияние внесенного биоугля в концентрации 3% от веса почвы на длину проростков, которое максимально проявлялось для культуры кресс-салата, тогда как влияние внесения биоугля в той же концентрации на всхожесть и прорастание семян редьки посевной и длину их проростков достоверно обнаружено не было.

В результате обработки полученных данных в ходе экспериментов по фитотоксичности наблюдается статистически значимое снижение всхожести семян кресс-салата, что может свидетельствовать о выраженном токсичном влиянии биоуглей, приготовленных в различных температурных режимах пиролиза. Также выявлено статистически значимое негативное влияние типа биоугля на вес всходов культуры кресс-салата. Тогда как, влияние биоуглей в концентрациях 0,5% и 3% на всхожесть и развитие культуры редьки посевной не является статистически значимым.

Таким образом, было показано, что применение семян кресс-салата в качестве основной тест-культуры для оценки фитотоксичности и проведения ростовых экспериментов с биоуглем более предпочтительно, чем использование семян редьки посевной.

СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА МУРАВЕЙНИКА

Гараева Г.Р.

Научный руководитель – проф. Зарипов Ш.Х.

Условия жизни муравьев в значительной степени определяется суточным и сезонным температурным режимом. Пространственное распределение и динамика температуры муравейника и почвы в его окрестности определяется сезонным и суточным изменением интенсивности солнечного излучения и теплового состояния окружающего воздуха. В литературе сообщается об измерениях температурного режима муравейников, вместе с тем, почти нет работ, посвященных теоретическим исследованиям. Исследование динамики температурного режима муравейников до сих пор остается малоисследован-

ной темой, вместе с тем, соответствующие данные могут иметь важное значение для объяснения и прогнозирования многих популяционных процессов внутри муравейников.

Целью настоящей работы является исследование температурного режима муравейника на основе решения задачи теплопроводности с учетом данных измерений температуры.

Задача определения температурного поля в муравейнике сводится к нахождению температуры почвы и муравейника $T(R,Z,t)$ с помощью модели теплопроводности сплошной среды. Модель позволяет рассматривать почвенный массив и муравейник как сплошную среду, тепловые свойства которой можно учесть, используя эффективные коэффициенты теплопроводности λ и объемной теплоемкости c .

В предположении об осесимметричном распределении температуры в муравейнике, запишем уравнение нестационарной теплопроводности в цилиндрических координатах (R,Z) :

$$c(Z,t) \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda(Z,t) \frac{1}{R} \frac{\partial}{\partial R} \left(R \frac{\partial T}{\partial R} \right) + \frac{\partial}{\partial Z} \left(\lambda(Z,t) \frac{\partial T}{\partial Z} \right) \quad (1)$$

В настоящей работе и $c(Z,t)$ в первом приближении приняты постоянными. Кроме того, будем рассматривать стационарную задачу, т.е.

$$\frac{1}{R} \frac{\partial}{\partial R} \left(R \frac{\partial T}{\partial R} \right) + \left(\frac{\partial^2 T}{\partial Z^2} \right) = 0 \quad (2)$$

Краевая задача для уравнения (2) с граничными условиями на поверхности муравейника и почвы решается с помощью CFD пакета Fluent. Получены распределения температур в плоскости симметрии (рис. 1). В дальнейшем планируется развить приведенную модель на случай учета нестационарных процессов.

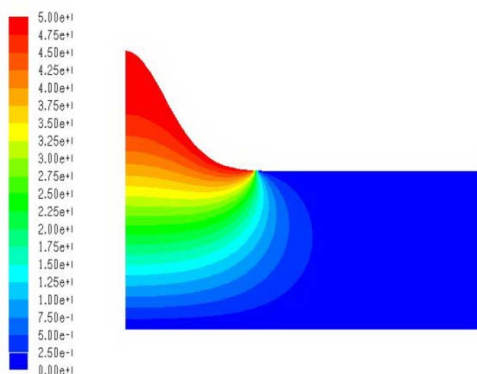


Рис. 1. – Распределение температуры в муравейнике.

КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ПОЧВЕННЫХ МИКРОМИЦЕТ ЛЕСОПАРКОВЫХ ЗОН Г.КАЗАНИ И ЕГО СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА

Гатиятуллина А.Ф.

*Научные руководители – к.в.н., доц. Шуралев Э.А.;
к.б.н., с.н.с. ФЦТРБ-ВНИВИ Валиуллин Л.Р.*

Защита окружающей среды предполагает постоянный аналитический контроль разных природных объектов, который направлен на получение объективной информации о содержании вредных компонентов в окружающей среде. Грибы как неотъемлемый компонент наземных и водных биоценозов контролируют широкий спектр биосферных функций, среди которых разложение органических веществ является наиболее существенной. Культуры микромицетов используются в биотехнологии в качестве препаратов для биоконтроля фитопатогенов, что актуально для снижения пестицидной нагрузки и «биологизации» земледелия. Среди всех химических загрязнителей, являющихся мощным фактором разрушения биосферы, наибольшее экологическое значение имеет загрязнение тяжелыми металлами. Многие из них проявляют высокую токсичность уже в следовых количествах и способны концентрироваться в живых организмах.

Обращение к почвам лесопарковых зон, как объекту исследования, особенно важно в связи с интенсивным преобразованием естественных экосистем человеком. Указом Президента Республики Та-

тарстан № УП-837 от 4 сентября 2014 г. Годом парков и скверов в Республике Татарстан объявлен 2015 год.

В связи с этим *целью* наших исследований было провести оценку количественного состава и сезонную динамику микромицет в почвах лесопарковых зон г. Казань, на фоне содержания в них ионов тяжелых металлов и пестицидов.

Для выполнения намеченной цели нами были поставлены задачи: отобрать пробы почв в лесопарковых зонах города Казань; определить количество микромицет в отобранных пробах; выявить родовое разнообразие микромицет в почве; провести анализ по определению тяжелых металлов и пестицидов.

Материалы и методы. Исследованию подлежали территории 8 лесопарковых зон г. Казани. В ходе работы были проанализированы 32 пробы почв и 8 проб снега, отобранные каждый квартал с осени 2013 г. по осень 2014 г. из 8 точек пробоотбора. Исследование микроскопических грибов проводили микологическими методами, ионов тяжелых металлов (свинец, цинк, медь, никель) – атомно-абсорбционным методом и пестицида ТМТД (тетраметилдисульфид) – методом тонкослойной хроматографии.

Результаты. Впервые были изучены количественное содержание и сезонная динамика микромицет в почвах лесопарковых зон г. Казань, на фоне содержания в них ионов тяжелых металлов и пестицидов. Было выявлено присутствие в пробах почв следующих родов микроскопических грибов: *Alternaria sp.*, *Aspergillus sp.*, *Fusarium sp.*, *Mucor sp.*, *Penicillium sp.*, *Rizopus sp.*, *Trichoderma sp.*, *Trichophyton sp.* Максимальная обсемененность наблюдается в Лядском саду, минимальная у компании «КАН авто» и составляет $2,6 \cdot 10^5$ и $1,5 \cdot 10^4$ единиц на 1 г почвы соответственно. В результате атомно-абсорбционного анализа было выявлено валовое содержание свинца, меди, цинка и никеля. Среднее значения содержания тяжелых металлов в анализированных образцах за весь исследованный период составляют: свинец – 17,35 мг/кг, медь – 8,69 мг/кг, цинк – 43,80 мг/кг, никель – 11,45 мг/кг. В Ленинском саду и в Лядском саду наблюдается превышение ПДК свинца. В Ленинском саду концентрация цинка также превышает ПДК. На исследованных образцах почв пестицид ТМТД находился в концентрациях ниже предела обнаружения. Зависимость между содержанием в почве микроскопических грибов и тяжелых металлов наблюдается, но статистически не достоверная.

ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСТЕНИЙ НА ПЛАТФОРМЕ ANDROID

Гибадулин Р.С.

Научный руководитель – доц. Гильфанов А.К.

При прохождении полевой практики на 1 курсе, студентов Института экологии и природопользования обучают определять растения. Для этого используют определитель растений Маевского П.Ф. «Флора средней полосы европейской части России» – учебное пособие к практическим занятиям по ботанике для студентов биологических факультетов университетов, сельскохозяйственных и педагогических институтов. Книга предназначена для определения растений средней полосы европейской части России и содержит описания более 3000 видов.

Целью настоящей работы было перенести данное пособие на платформу мобильного устройства – сделать приложение-справочник для смартфона. Основными преимуществами использования приложения перед книгой предполагались доступность: смартфон есть сейчас практически у каждого студента, а также удобная навигация по справочнику. В качестве целевой платформы была выбрана операционная система Android в силу ее популярности в настоящее время. За последние годы ее доля среди мобильных операционных систем выросла в несколько раз и на 2014 г. составила более 80%. Средства разработки для Android и учебные материалы находятся в свободном доступе в Internet.

Процесс определения сводится к последовательному определению семейства, рода и вида. Поиск при этом выполняется по дихотомическому дереву: на каждой ступени предлагается теза и антитеза, и в соответствии с выбором происходит либо определение таксономического ранга, либо переход на новую ступень уточнения. Такую схему поиска было удобно реализовать в виде реляционной базы данных. Для каждого ранга были созданы по две таблицы: таблицы определений с тезами и антитезами и таблицы-справочники с названиями рангов – всего 6 таблиц. База данных была заполнена в системе PostgreSQL для 141 семейства, 828 родов и 2656 видов. Далее база данных была переведена в файл формата XML, который распространяется вместе с приложением. Приложение было написано

на языке Java в среде Eclipse ADT и может запускаться в системе Android 4.3 и выше. Приложение может быть скачано со страницы кафедры моделирования экологических систем Казанского федерального университета.

АЛЛЮВИАЛЬНЫЕ ПОЧВЫ В «SOIL TAXONOMY»

Гильмутдинов Д.Ш.

Научный руководитель – доц. Кулагина В.И.

В настоящее время для лучшего взаимопонимания почвоведов разных стран часто требуется установить корреляцию между различными национальными почвенными классификациями. Корреляция названий почв, используемых в разных классификациях, необходима для составления почвенных карт, создания баз данных, квалифицированной экстраполяции результатов экспериментальных исследований и для обмена информацией между почвоведомы разных стран.

Корреляция почвенных классификаций приобретает все большее значение в связи с глобализацией научных исследований, развитием национальных классификационных систем и, конечно, созданием международной системы WBR, ориентированной на решение именно этой задачи. «Soil Taxonomy» хотя и является национальной классификацией, тем не менее, широко известна в мире и относится к одной из трех наиболее известных и используемых почвоведомы классификаций. Поэтому будет очень полезным установить корреляцию между «Soil Taxonomy» и отечественными классификациями.

Цель работы – установить корреляцию между отечественными классификациями почв и Soil Taxonomy для группы песчаных аллювиальных почв.

Американская почвенная классификация Soil Taxonomy существует уже несколько десятков лет, официально была принята в 1975 году, но после этого претерпела несколько дополнений и поправок. Окончательный вариант этой классификации был принят в 1999 г. В классификации почв США выделяются следующие уровни: порядки (orders); подпорядки (suborder); большие группы (great groups); подгруппы (subgroups); семейства (families); серии (series). Soil Taxonomy значительно отличается от большинства почвенных классификаций по принципам построения. Для нее была также разработана своя, непохожая на другие номенклатура почв. Сравнение классификаций проводилось на примере трех почв заказника «Свияжский», описание которых приведено, в «Красной книге почв Республики Татарстан». Для сравнения были использованы описания согласно «Классификации и диагностике почв СССР» (1977), которая включает следующие уровни: тип, подтип, род, вид, разновидность, разряд, подразряд (выделяется не всегда). Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Соответствие между Soil Taxonomy и Классификацией почв СССР 1977 г. для песчаных аллювиальных почв заказника Свияжский

Номер разреза	Название по «Классификации и диагностике почв СССР» 1977 г.	Название почвы по «Soil Taxonomy» 1999 г.
P.58	Аллювиальная дерновая кислая оподзоленная маломощная укороченная малогумусная песчаная на песчаном аллювии	Mixed Frigid Spodic Udipsamments острова Сосновая грива
P.59	Аллювиальная луговая насыщенная слоистая примитивная микрогумусная песчаная на песчаном аллювии	Mixed Frigid Aquic Udipsamments острова Сосновая грива
P.60	Аллювиальная дерновая насыщенная слоистая маломощная укороченная среднегумусная супесчаная на супесчаном аллювии	Mixed Frigid Typic Udipsamments острова Сосновая грива

Согласно полученным результатам все три почвы согласно «Soil Taxonomy» относятся к одному порядку – Энтисоли, к одному подпорядку – Psamments благодаря песчаному гранулометрическому составу, одной большой группе – Udipsamments по климатическим показателям, но к разным подгруппам (Spodic, Aquic, Typic) – по наличию или отсутствию тех или иных горизонтов и признаков в почвенном профиле. При этом, при наличии более тяжелого гранулометрического состава и при полном совпадении всех остальных признаков, эти почвы оказались бы совсем в другом порядке. Таким

образом, в отличие от отечественной классификации в основе «Soil Taxonomy» лежит не генетический принцип, а использование различных формальных показателей, поэтому результат корреляции может оказаться неоднозначен даже для ограниченной группы почв.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РОСТА ЛЕСНОГО СООБЩЕСТВА НА ОСНОВЕ УРАВНЕНИЯ ДИФФУЗИИ

Денисова А.А.

Научный руководитель – д.ф.-м.н., проф. Зарипов Ш.Х.

Изменение растительного покрова, и его частный случай – лесовосстановление несет за собой различные последствия для биоразнообразия, климата и экосистем в целом. Эти последствия могут иметь как положительный, так и отрицательный характер. Положительная сторона процесса – это, например, зарастание гарей после лесных пожаров. Но, при этом, лесовосстановление можно рассматривать как негативный процесс зарастания сельскохозяйственных угодий древесно-кустарниковой растительностью, ведущий к потере плодородия почв и вывод сельскохозяйственных угодий из хозяйственного оборота. Поэтому необходимо уметь прогнозировать процесс восстановления лесов. Он довольно сложен и зависит от большого числа факторов, которые взаимодействуют как в пространстве, так и во времени. Одним из эффективных способов прогнозирования динамики экосистем является математическое моделирование. В настоящей работе развита диффузионно-логистическая модель роста лесного сообщества.

Модель представляет собой дифференциальное уравнение, описывающее динамику и распространение лесного покрова через нелесную область:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = D_u \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) + r_u u \left(1 - \frac{u}{K_u} \right) \quad (1)$$

где u – функция, выражающая собой долю леса в единице площади, t – время, D_u – коэффициент диффузии, x, y – декартовы координаты, r_u – коэффициент продуктивности, K_u – емкость среды. Лесное сообщество рассматривается в двух классах почвенно-растительного покрова: лесные и нелесные. Доля нелесных площадей определяется как $v = K_u - u$.

Уравнение (1) дополняется начальными и граничными условиями. Начальные условия определяются пропорцией леса в прямоугольной области $R = \{(x, y) \mid 0 \leq x \leq L_x, 0 \leq y \leq L_y\}$ в момент времени $t=0$ (L_x и L_y представляют собой размеры рассматриваемого участка). На границах области задается условие Дирихле $u=0$.

В качестве моделируемого объекта выбран участок лесного сообщества (Мари-Турекский район Республика Марий Эл: 56.592649, 49.672522). Границы участка оцифрованы в программе Easy Trace и получены их координаты. Созданная область внесена в графический редактор и проведено сеточное разбиение нелесной области для решения уравнения диффузии методом конечных объемов в программе Fluent.

Построены распределения лесного участка в различные моменты времени. Результаты расчетов показывают выравнивание первоначально изрезанной границы лесного участка со временем. Созданная модель может быть использована для прогнозирования прироста лесного сообщества. Планируется включить в модель конкуренцию видов и другие процессы биологической кинетики.

СОЗДАНИЕ ИНТЕРНЕТ-ИНТЕРФЕЙСА ДЛЯ БАЗЫ ДАННЫХ ГЕОБОТАНИЧЕСКИХ ОПИСАНИЙ FLORA

Джабарова К.О.

Научный руководитель – доц., к.ф.-м.н. Костерина Е.А.

Для упрощения работы с большими объемами данных геоботанических описаний в настоящий момент используют базы данных. Они позволяют хранить, систематизировать, анализировать и дополнять имеющуюся информацию. Наличие Интернета позволяет вести научное сотрудничество в области исследования и пополнения таких баз, однако большинство из них закрыто для широкого пользователя.

На кафедре общей экологии Института экологии и природопользования Казанского федерального университета создана в 1998 г. и пополняется база флористической и геоботанической информации FLORA¹. Она содержит информацию о видовом составе растительного покрова, эколого-ландшафтных характеристиках территорий, а также справочную информацию о видах, произрастающих на территории Республики Татарстан. База состоит из 12 следующих взаимосвязанных таблиц: точки описаний, описания, справочник видов, синонимы видов, типы ареала, эколого-ценотические группы, растительные формации, природные районы, ландшафты, справочник авторов, справочник публикаций и справочник биоморфа. В данный момент база данных функционирует под управлением СУБД FoxPro 2.5, и доступ к ней возможен лишь с одного компьютера, содержащего всю информацию. Поддержка БД осуществляется специально написанным программным комплексом. В качестве источников информации служат данные натурных наблюдений (авторские описания растительного покрова и авторские сообщения о находках видов), описания, опубликованные в литературе, гербарные сборы, а также сведения об отдельных флористических находках, опубликованных в литературе.

В настоящее время в институте ведется работа по преобразованию базы данных с тем, чтобы доступ к ней был возможен с любого компьютера и любой точки России для пополнения данных и их использования. Это предполагает администрирование прав пользователей с разграничением доступа к информации, возможности её редактирования. Кроме того, предполагается создание сервиса для создания выборки данных из базы по запросу пользователя с последующей обработкой или сохранением в файл.

В данной работе была проанализирована структура базы, произведена её загрузка в СУБД PostgreSQL, которая обеспечит работу в сети Интернет в рамках клиент-серверной модели, с изменениями под требования программной части интернет-сайта. Предметом данной работы является создание интерфейса, позволяющего работать с базой на стороне клиента.

База данных FLORA содержит полностью все необходимые выявляемые в геоботанических описаниях данные, структура данных хорошо формализована и подготовка ее к публикации в сети Интернет не потребовала каких-либо кардинальных изменений. Задав необходимые требования для сайта, с которым будет синхронизирована БД, нами была освоена схема реализации подключения к базе на сервере и взаимодействие браузера с информацией на сервере. Рассмотрев различные возможные средства реализации, нами был выбран наиболее простой путь решения поставленной задачи – с помощью скриптового языка программирования общего назначения PHP. Он поддерживается подавляющим большинством хостинг-провайдеров, является одним из лидеров среди языков программирования, применяемых для создания динамических веб-сайтов и имеет поддержку бесплатных фреймворков. Для того чтобы при разработке работать отдельными блоками, отвечающими отдельно за дизайн, за администрирование прав и т.д. выбран фреймворк Joomla, имеющий широкое распространение. Он обладает всеми необходимыми качествами и технологиями: технология фоновой обмена данными браузера с веб-сервером, схема использования нескольких шаблонов проектирования, поддержка проверки валидности форм. С помощью перечисленных средств можно с легкостью реализовать проверку корректности вводимых данных прямо на сайте, а также администрирование прав.

Предметом дальнейшей работы является подключение к базе данных FLORA, вывод данных в браузере, создание элементарного дизайна, разграничение прав пользователей и внесение блока статистической обработки.

ОЦЕНКА НАГРУЗКИ ЛИВНЕВЫХ ВОД НА Р. КАЗАНКА И АНАЛИЗ НАРУШЕНИЙ ВОДООХРАННОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

Дмитриев А.А.

Научный руководители – Латыпова В.З., Сабанаев Р.Н.

Водоемы, расположенные в черте крупных городов испытывают значительную антропогенную нагрузку, главным образом, со стороны поверхностного стока с селитебных территорий и площадок промышленных предприятий (Кичигин, 2002; Сабанаев и др., 2014).

¹ В. Е. Прохоров, Т. В. Рогова. Электронная флористическая база данных «ФЛОРА». – Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2010620050, 18.01.2010.

Целью данной работы является оценка нагрузки ливневых сточных вод на р. Казанка в черте города и анализ нарушений природоохранного законодательства при эксплуатации системы ливневой канализации Казани. Объектом исследования явились организованные выпуски поверхностных сточных вод с территории г. Казани в р. Казанку.

Анализ соблюдения природоохранного законодательства при эксплуатации систем отведения поверхностных сточных вод с территории г. Казани позволил выявить характерные нарушения требований водного законодательства, том числе – поступление ливневых стоков в поверхностные воды урботерриторий без очистки; отсутствие нормативов допустимых сбросов и регулярного мониторинга системы выпусков в городские водоемы.

Сравнительная оценка и ранжирование антропогенной нагрузки разных выпусков поверхностных сточных вод на р. Казанка в период снеготаяния проведена с использованием результатов экспериментальных исследований состава талых вод и принятых в литературе критериев нагрузки (Яковлева и др., 2010; Шагидуллин Р.Р. и др., 2011). В период снеготаяния образуют следующий ряд по снижению нагрузки по интегральному критерию: «Дворец Единоборств» > «Дружба» ~ «М25» ~ «Ершова» > «Ветеринарный» > «Молодежный». В целом в период снеготаяния нагрузка на исследуемый водный объект по выпускам существенная, т.к. даже через самый маломощный из них (по массовым критериям это Молодежный) в реку поступает в среднем более 8 т основных загрязняющих веществ. Экспериментально-расчетным методом оценена суммарная нагрузка основных загрязняющих веществ в составе талых и дождевых сточных вод на поверхностные воды р. Казанка, составляющая 221,6 т/год.

Выявленная значительная нагрузка основных загрязняющих веществ талых и дождевых сточных вод диктуют необходимость своевременного организованного сбора поверхностных сточных вод в систему водоотвода с выбором подходящих методов очистки (Молоков, Шифрин, 1977; Dietz, Clausen. 2005; Natt et al., 2009; Щукин и др., 2012 и др.).

ОЧИСТКА ПОПУТНЫХ НЕФТЯНЫХ ГАЗОВ ОТ АГРЕССИВНЫХ ПРИМЕСЕЙ

Еспанова И.Д.

Научный руководитель – д.б.н., проф. Степанова Н.Ю.

Естественной и неотъемлемой частью продукции скважин является попутный нефтяной газ, который представляет собой смесь углеводородных газов, растворенный в нефтяных продуктах. Добычу попутного нефтяного газа (ПНГ) невозможно регулировать, она целиком и полностью зависит от добычи нефти. Он добывается автоматически из недр вместе с нефтью независимо от того, имеются или отсутствуют условия для его использования. При отсутствии необходимых условий попутный нефтяной газ вынужденно сжигают на факелах или выпускают в атмосферу, что приводит к загрязнению атмосферного воздуха и потери ценного сырья. Поэтому необходимо разрабатывать способы его утилизации на газоперерабатывающих заводах.

Нефтяные газы, поступающие на газоперерабатывающие заводы и компрессорные станции, содержат различные агрессивные примеси, которые являются компонентами взвешенной капельной жидкости (жидких углеводородов и воды) или твердыми частицами. К агрессивным примесям относят вещества, присутствие которых в газе может привести к следующим последствиям:

- нагарообразованию на лопатках или в цилиндрах сырьевого компрессора;
- загрязнению абсорбентов, что приводит к пенообразованию, снижению эффективности их работы и необходимости частой замены;
- образованию отложной высокомолекулярных углеводородов и солей на адсорбентах, снижению эффективности их работы и разрушению;
- коррозии и эрозии трубопроводов и оборудования;
- отложениям в тепло- и массообменном оборудовании;
- ухудшению качества получаемой продукции.

К наиболее распространенным примесям, присутствующим в нефтяном газе во взвешенных каплях или являющихся твердыми частицами, относятся:

- высокомолекулярные углеводороды (тяжелые нефтяные фракции, смолы, минеральные масла);
- хлориды щелочных и щелочноземельных металлов и другие соли;

- ингибиторы коррозии и поверхностно-активные вещества (ПАВ);
- механические примеси (в том числе продукты коррозии).

Инструментальными обследованиями были определены количественные характеристики примесей в сырьевом газе Белозерного, Сургутского, и Нижневартовского газоперерабатывающих комбинатов при установившемся режиме работы.

Периодически концентрация всех видов примесей может резко возрастать по причине залповых выбросов. Следует учитывать, что примеси, не только поступают с сырьевым газом, но и образуются при транспорте и переработке газа в результате коррозии оборудования и разрушения сорбентов установок осушки и очистки. Это приводит к тому, что количество некоторых примесей в потоке газа может увеличиваться и в процессе работы установок.

Показано, что в процессе эксплуатации установок адсорбционной осушки газа эрозийному износу и коррозионному разрушению чаще всего подвергается трубопровод отработанного газа регенерации, что может привести к вынужденным остановкам.

Выявлено, что на установках адсорбционной осушки механические примеси поглощаются жидким сорбентом, загрязняя его. Применение загрязняющего гликоля увеличивает потери сорбента (из-за вспениваемости, повышения скорости его деградации), скорость коррозии и эрозии трубопроводов и оборудования, что повышает эксплуатационные затраты и приводит к росту себестоимости товарного газа. Исследования показали, что в процессе эксплуатации образуются продукты осмоления гликоля, которые в сочетании с другими составными частями могут образовывать достаточно стабильные эмульсии и дисперсии, что приводит к значительным потерям гликоля и ухудшению осушки газа.

Как правило, на газовых, газоконденсатных, а также нефтяных месторождениях добываемое сырье является многофазной газожидкостной смесью. Несмотря на то, что после добычи сырье проходит несколько стадий сепарации, полностью разделить газ и жидкость не удается. Для удаления тяжелых нефтяных и газоконденсатных фракций в газовом потоке было предложено использовать цеолит на установках адсорбционной осушки газа.

МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ БИПАТОГЕНОВ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Ижбульдина А.Ж.

*Научные руководители – к.в.н., доц. Шуралев Э.А.;
к.б.н., с.н.с. ФЦТРБ-ВНИВИ, Хаммадов Н.И.*

В нашей стране и во всем мире существует проблема природно-очаговых заболеваний, и представляют серьезную проблему для здравоохранения в большинстве территорий Российской Федерации [Венгеров и др., 2000, с. 27-31]. Серьезные проблемы могут создать патогенные микроорганизмы сточных вод, в том числе возбудители брюшного тифа, дизентерии, сибирской язвы, холеры и других заболеваний. Эти организмы способны в течение долгого времени выживать в сточной воде и активном иле [Жуков, 1999, с. 83-84]. За последнее десятилетие в 45 субъектах Российской Федерации из воды поверхностных водоемов, сточных вод, ила, гидробионтов выделено 626 штаммов *V. cholerae* O1 и 16 – *V. cholerae* O139 серогруппы.

Цель работы: определение специфичных для *Vibrio cholerae* нуклеиновых кислот из объектов окружающей среды используя молекулярно-генетические методы – полимеразно-цепную реакцию (ПЦР).

Материалы и методы. В работе исследовались пробы на наличие *V. cholerae*.

В процессе подготовки пробы к постановке ПЦР использовали методы выделения нуклеиновых кислот из проб воды – фенол-хлороформный метод экстракции, сорбентный и мангитно-сорбционный метод.

После выделения нуклеиновых кислот следовал этап ПЦР-амплификации.

В качестве положительного контрольного образца и при моделировании проб использовалась ДНК *Vibrio cholerae* (штамм *eltor* O1 M-879); при подготовке реакционной смеси использовались следующие компоненты: деионизированная вода, буфер для ПЦР×10, MgCl₂, дНТФ, праймеры, препараты ДНК, ДНК-полимераза; расходный материал, химические реактивы.

Далее произвели ПЦР амплификацию ДНК с электрофоретической детекцией и ПЦР в реальном времени (ПЦР-РВ).

Результаты. Отбор проб проводили с целью обнаружения *V. cholerae* в соответствии с ГОСТ 31942. После пробоподготовки осуществлялась процедура выделения нуклеиновых кислот. Часть полученного в результате выделения нуклеиновых кислот препарата ДНК подвергли горизонтальному электрофорезу в 2% агарозном геле. В дорожках с препаратами ДНК свечения нуклеиновых кислот не обнаружено, что свидетельствует о низкой концентрации нуклеиновых кислот в полученных препаратах ДНК.

Далее ставили ПЦР. Результат ПЦР амплификации ДНК исследуемых проб воды показал свечение искомого участка ДНК *V. cholerae*. Для ПЦР-РВ получился аналогичный результат. Получив отрицательный результат было произведено моделирование проб, в которые вносилась ДНК *V. cholerae* в концентрации 103 г.э./мл (геном эквивалент на мл), 104 г.э./мл, 105 г.э./мл, 106 г.э./мл и 107 г.э./мл. Результат ПЦР используя ДНК, выделенные из смоделированных проб, показал наличие искомой ДНК *V. cholerae* во всех анализируемых пробах. Параллельно с работой по индикации *V. cholerae* в пробах воды проводились работы по отработке режимов для сублимационной (лиофильной) сушке компонентов ПЦР, для повышения срока хранения наборов для ПЦР.

Заключение. Освоенные нами различные методы выделения нуклеиновых кислот из объектов окружающей среды (в данном случае воды), позволяют сделать выводы о том, что самым хорошим является метод магнитной сорбции, т.к. этот метод позволяет выявить минимальное количество возбудителя. Полученный в результате выделения препарат ДНК был полностью очищен от ингибиторов ПЦР и благодаря отсутствию стадий центрифугирования при высоких оборотах и последующей «грубой» гомогенизации сорбента метод оказался лёгок в исполнении. Сравнивая два метода полимеразной цепной реакции выяснились удобство и простота анализа ПЦР в режиме реального времени. Дополнительным преимуществом ПЦР-РВ является отсутствие необходимости открывать пробирки после амплификации, что значительно уменьшает риск перекрёстной контаминации образцов.

ОЦЕНКА ЦВЕТОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОСЛОЙНЫХ ОБРАЗЦОВ ИЗ ПРОФИЛЕЙ ЗАЛЕЖНОЙ ТЕМНО-СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ В ЦВЕТОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ CIELAB

Ихсанова Л.З.

Научный руководитель – проф. Шинкарев А.А.

Диагностика окраски почв в России чаще всего проводится словесным описанием цвета почвенных горизонтов, в том числе с использованием стандартной цветовой шкалы Росгипрозема. В зарубежной практике цвет оценивается по шкале Манселла с использованием альбома цветowych эталонов, т.е. также как в России, субъективно. Количественное определение цвета почв, проводят, в основном, спектрофотометрически. При этом для численной оценки цвета почв все чаще используют систему CIELAB.

Подавляющее большинство залежных почв южно-таежной зоны и северной лесостепи восточной части Европейской России до распашки имело зрелый элювиально-иллювиально-дифференцированный профиль с полным набором характерных генетических горизонтов, при нормальной для данных ландшафтных условий их мощности. Характерной чертой серых лесных почв является элювиально-иллювиальное распределение R_2O_3 в профиле, в частности, относительное накопление несиликатных форм железа в иллювиальном горизонте. В свою очередь соединения железа могут обуславливать широкую гамму цветов и оттенков почвенного профиля. Представляется, что полезным подходом к инструментальной диагностике нижней границы старопашотного горизонта в залежных почвах может оказаться оценка светлоты и значений хроматической составляющей цвета (тон, насыщенность) в цветовом пространстве CIELAB.

Цель работы – оценить возможность диагностики нижней границы старопашотного горизонта в залежной темно-серой лесной почве по излому на профильных кривых значений светлоты и хроматической составляющей цвета в цветовом пространстве CIELAB.

Объект исследования – залежь (9-10 лет), примыкающая к берегу оз. Ковалинское (Лаишевский район РТ). Отбор проб проводили в узлах двух гексагональных 7-ми точечных решеток с расстоянием от центрального узла решеток до периферических – 20 м. Образцы отбирали послойно, через 5 см на глубину до 45 см, включая дернину. Цветовые характеристики растертых в порошок пестиком с резиновым наконечником, пропущенных через сито с размером отверстий 1 мм и выдержанных при

$P/P_0=0.55$ послойных образцов определяли на спектрофотометре X-RiteColor Digital Swatchbook DTP22 производства X-Rite, Inc. (программное обеспечение X-Rite ColorPort 2.0.5).

Обработку данных проводили с использованием пакета MS Excel.

Графический анализ профильных распределений свидетельствует, что сильно варьирует не только расстояние от поверхности, на котором фиксируется излом значений хроматической составляющей цвета, но и направление перегиба. В пяти профилях он наблюдается ниже слоя 25-30 см, в пяти профилях – или фиксируется ниже слоя 30-35 см, или не фиксируется вовсе. Если же сгруппировать данные в две подсовкупности с повышенной и пониженной глубиной перегиба (или без перегиба) на профильных кривых, то средние профильные распределения показывают, что в первом случае излом наблюдается в сторону увеличения значений тона и насыщенности, а во втором – в сторону их уменьшения. Эти результаты можно интерпретировать как экспериментальное свидетельство того, что подвергавшаяся перемешиванию часть профиля темно-серой лесной почвы может подстилаться как оставшейся его элювиальной частью, так и оставшейся его иллювиальной частью. Таким образом, показана возможность объективной диагностики нижней границы старопашотного горизонта в залежных кислых сиаллитных профильно-дифференцированных почвах по изменению значений хроматической составляющей цвета в послойных образцах.

Полученные результаты свидетельствуют, что на исследованном залежном участке систематическая отвальная вспашка и другие обработки в прошлом привели к «стаскиванию» почвенного материала с несколько повышенных участков пашни и «натаскиванию» его в пониженные участки. Таким образом, определение цветовых характеристик послойных образцов в цветовом пространстве CIELAB является полезным инструментом, позволяющим объективно считывать информацию «записанную» в верхней части профиля залежных кислых сиаллитных элювиально-дифференцированных почв.

ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ В ОТДЕЛЬНЫХ РАЙОНАХ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Обухова О.А.

*Научные руководители – к.в.н., доц. Шуралев Э.А.;
к.б.н., с.н.с. ФЦТРБ-ВНИВИ, Валиуллин Л.Р.*

Из природных экотоксикантов – загрязнителей сельскохозяйственного сырья и продуктов питания наибольшую опасность для здоровья населения и животных представляют микроскопические грибы и их токсины – микотоксины [Балджи, 2009]. Заражение зерна микотоксинами возможно на всех этапах его производства, а также хранения, переработки и транспортировки. Они могут попадать в организм человека с молоком и тканями животных, потреблявших содержащий токсины корм.

Цель исследований: оценка состояния объектов окружающей среды (продовольственного сырья) и ведение базы данных по токсигенным микроскопическим грибам на территории Чистопольского, Рыбно-Слободского, Сабинского, Мамадышского, Кукморского, Арского, Высокогорского, Ютазинского, Алексеевского, Спасского, Новошешминского муниципальных районов Республики Татарстан (РТ) и г. Казани.

Материалы и методы. Объект исследования: зерновые культуры 15-ти хлебоприемных и зерноперерабатывающих предприятий. Для достижения цели были поставлены следующие задачи: выделение микроскопических грибов из зерна; определение родовой принадлежности выделенных микроскопических грибов; определение общей токсичности биотестированием кормов на стилонихиях и на дафниях; проведение сравнительного анализа загрязненности микроскопическими грибами зерновых культур исследуемых районов РТ. В работе применялись общепринятые методы исследований: микологические, микотоксикологические, метод биотестирования.

Результаты. Микологическими исследованиями в представленных образцах зерна была идентифицирована родовая принадлежность микроскопических грибов, а у рода *Aspergillus* и видовая принадлежность: грибы рода *Aspergillus* (вид *Aspergillus flavus* и *Aspergillus niger*); грибы рода *Fusarium*; грибы рода *Penicillium*; грибы рода *Trichoderma*; грибы рода *Mucor*.

Проведенная оценка качества продовольственного сырья на территории 12-ти муниципальных районов РТ и г. Казани показала повсеместное поражение зерна микроскопическими грибами. 13 об-

разцов зерна поражено микроскопическими грибами на 100% (подавление жизнедеятельности ростков варьирует от 10% до 90%), 1 образец – на 90% (подавление жизнедеятельности ростков 10%), 1 образец – на 80% (подавление жизнедеятельности ростков 60%).

Исследования по определению общей токсичности биотестированием кормов на стилонихиях показали, что из 15-ти образцов зерна: 6 образцов (40%) (филиал ОАО «Вамин Татарстан» – «Чистопольский комбикормовый завод», ОАО «Рыбно-Слободское ХПП», ОАО «Кукморский элеватор», ООО «ХПП-Булгар Арыш», ЗАО Зерновая компания «Хлебопродукт», ОАО «Татарстанские зерновые технологии») не являются токсичными; 2 образца (13,33%) (Филиал ОАО «Вамин Татарстан» – «Мамадышское ХПП», ОАО «Татарстанские зерновые технологии») – относятся к слаботоксичным; 7 образцов (46,66%) (ОАО «Шеморданское ХПП», ОАО «Арский элеватор», ОАО «Ютазинский элеватор», агрофирма ООО «Элита», ООО «ХПП-Булгар Арыш», ООО «Агрофирма «Кулон», ОАО «Куркачинское ХПП») – являются токсичными. Наиболее токсичными свойствами, согласно определения общей токсичности биотестированием кормов на стилонихиях, обладает пшеница ОАО «Арский элеватор» (выживаемость стилонихий – 11%). Наивысший процент выживаемости стилонихий (до 95%) относится к зерну (пшеница), принадлежавшему ЗАО Зерновая компания «Хлебопродукт» г. Казань (выживаемость стилонихий – 93%).

Проведенные исследования по определению общей токсичности биотестированием кормов на дафниях показали результаты, схожие с результатами исследований по определению общей токсичности на стилонихиях. Наименьшая выживаемость дафний (10%) приходится на образец пшеницы ОАО «Арский элеватор», наибольшая выживаемость дафний (96,67%) приходится на образец пшеницы ЗАО Зерновая компания «Хлебопродукт» г. Казань. Зерно, обладающее токсичными свойствами, не пригодно для дальнейшего применения.

Заключение. В связи с тем, что зерно является основным продуктом сельского хозяйства, особое внимание должно обращаться вопросам его качества. Работа по проведению исследований на выявление в зерне микроскопических грибов, а также определение их общей токсичности является чрезвычайно актуальной. Зерно, пораженное микроскопическими грибами, обладающими токсичными свойствами, не только резко снижает биологическую полноценность, безопасность и посевные качества, но и представляет серьезную опасность для здоровья человека.

ВЛИЯНИЕ ОБЛАЧНОГО ПОКРОВА НА ПОТОКИ СУММАРНОЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ

Парубова Е.М.

Научный руководитель – доц. Верещагин М.А.

Работа была ориентирована на изучение влияния облачного покрова (наличие баллов общей облачности и высоты ее расположения) на величины потока суммарной солнечной радиации. Использовались результаты актинометрических измерений потоков суммарной солнечной радиации, производившихся в июле 2014 г. на станции Казань-Университет в 9 часов 30 минут и 12 часов 30 минут.

В ходе работы надлежало:

а) определить вид аппроксимирующих зависимостей: $Q=an+b$,

где Q – поток суммарной солнечной радиации, n – количество баллов общей облачности, a и b – параметры, подлежащие опытному определению;

б) оценить, с помощью коэффициента корреляции $r(Q, n)$, тесноту и направленность связи $Q=f(n)$ и значения коэффициента детерминации $r^2(Q, n)*100\%$.

Рабочий вид зависимостей определен следующим образом:

$$Q_{(9:30)} = -0,04n + 0,72$$

$$Q_{(12:30)} = -0,05n + 1$$

Таким образом, потоки суммарной солнечной радиации наиболее восприимчивы к изменениям облачности в утреннее время.

Другие наиболее важные результаты работы таковы:

1. Между потоками суммарной солнечной радиации и количеством облачности имеет место отрицательная связь.

2. Линейная аппроксимация потоков в утренние часы описывает свыше 35%, а в дневные часы – меньше 25% полной дисперсии потока суммарной солнечной радиации.

3. Линейные аппроксимированные модели ближе всего согласуются с эмпирическими данными в области не слишком больших этих потоков. Эта связь нарушается в области наибольших величин потоков суммарной солнечной радиации, когда облаков мало.

4. Результаты работы позволили убедиться в том, что для полного, адекватного, описания потоков суммарной солнечной радиации помимо баллов общей облачности, необходимо учесть действие других не менее значимых факторов, например таких как: высота Солнца, прозрачность атмосферы, альbedo подстилающей поверхности и другие.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ИНТЕРНЕТ-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ГИС

Петрова А.М.

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доц. Костерина Е.А.

Геоинформационная система (ГИС) – система сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных и связанной с ними информации о необходимых объектах. ГИС сейчас можно встретить практически в любой сфере деятельности – от экологического мониторинга до службы транспортных перевозок, а развитие Интернет-технологий в последние годы все в большей степени стало позволять пользователям сети использовать новые средства доставки информации, в том числе и пространственной. Вследствие этого появилось новое направление – веб-картография. Веб-картография – это область компьютерных технологий, связанная с доставкой пространственных данных конечному пользователю.

Целью работы является изучение технологий создания Интернет-ориентированных ГИС в рамках разработки дисциплины «Интернет-программирование и картография», создание учебно-методического сопровождения этой дисциплины.

При создании Интернет-ориентированных ГИС выполняется определенная последовательность действий. Сначала формируются данные, потом они собираются в одну базу данных, на следующем шаге задаются параметры их отображения, из слоев формируется карта, которая передается клиенту через браузер.

Исходные данные создаются с помощью ГИС-приложений.

Для создания базы данных и работы с ней используется PostgreSQL – мощная, объектно-реляционная система управления базами данных с открытым исходным кодом.

Для работы со слоями при создании карты через браузер используется программа GeoServer. Это веб-сервер, позволяющий публиковать и удалять слои, создавать стили их отображения.

Готовая карта публикуется на геопортале и становится доступна не только разработчикам, но и рядовым пользователям.

В результате проведенной работы составлены учебно-методические материалы и рекомендации для студентов по освоению навыков работы с Интернет-ориентированными ГИС, а также подобран оптимальный пакет программ, необходимый для курса «Интернет-программирование и картография».

ДЕСТРУКЦИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ В НЕФТЯНЫХ ОТХОДАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ ШТАММОВ МИКРООРГАНИЗМОВ

Садыкова А.Р.

Научный руководитель – д.б.н., проф. Селивановская С.Ю.

Нефтяные углеводороды и нефтешламы, в частности, являются наиболее распространенными загрязнителями нашей планеты [Bruna et al., 2014].

Нефтешламы образуются в результате разлива нефти при добыче, очищении, хранении, а также аварий при транспортировке нефти.

Переработка и утилизация нефтешламов – это важная экологическая и экономическая задача, актуальная на данный момент, но усложненная неоднородным составом нефтешламов [Roy et al., 2014].

Целью работы являлось: исследовать способность штаммов углеводородокисляющих микроорганизмов к утилизации нефтяных шламов. Для чего в лабораторных условиях провели моделирование процесса утилизации нефтепродуктов с использованием двух штаммов ранее выделенных микроорганизмов деструкторов углеводов.

Объектом исследования являлся нефтяной шлам, предоставленный «ТатНИПИнефть», отобранный в Товарном парке в Альметьевском районе Республики Татарстан.

А также микроорганизмы-деструкторы нефти, предварительно выделенные в лаборатории «Экологические инновации» Института экологии и природопользования КФУ, маркированные как БАтв, НКЗ.2.

Для оценки динамики снижения содержания нефтепродуктов в контрольном и опытных вариантах с применением интродуцированных штаммов производили измерение массовой доли нефтепродуктов в исследуемых образцах нефтешлама методом ИК-спектроскопии. Для этого в 50 г нефтяного шлама вносили штаммы микроорганизмов, иммобилизованные на сухой листе широколиственных пород. В качестве контроля использовали нефтешлам без добавления микроорганизмов. Длительность эксперимента составила более 3 месяцев.

Исходное содержание нефтепродуктов в нефтешламе составляло 399,8 г/кг. После внесения иммобилизованных штаммов микроорганизмов в опытные варианты начальное содержание нефтепродуктов имело следующие значения: с добавлением штамма БАтв – 333,9 г/кг; штамма НКЗ.2 – 354,06 г/кг. В контрольном варианте с листвой – 389,0 г/кг.

Изменение содержания нефтепродуктов в образцах происходило нелинейно. В варианте, в который добавили только листву, утилизация составила 55,3%, что связано с активизацией естественной аборигенной микрофлоры шламов привнесением легко окисляемого органического вещества.

Наиболее эффективное снижение содержания нефтепродуктов происходило в варианте с внесением штамма БАтв, начиная с 28 дня. К концу эксперимента остаточное содержание нефтепродуктов в данном варианте достигло значения 14,9 г/кг.

При этом в варианте с применением штамма НКЗ.2 утилизация нефтепродуктов была в 3 раза больше, чем в контрольном образце и составила 71,4%.

В результате эксперимента выявили, что внесение в нефтешлам иммобилизованных микроорганизмов штамма БАтв способствовало утилизации 95,5% исходного количества нефтепродуктов, что в 4 раза больше, нежели в контрольном варианте.

Выводы:

1. В работе проведено моделирование процесса утилизации нефтепродуктов с использованием ранее выделенных интродуцированных микроорганизмов деструкторов углеводов (2 штамма).

2. В лабораторных условиях произведена оценка деструктивной активности исследуемых штаммов микроорганизмов.

3. Выявлено, что наибольшей деструктивной активностью обладал штамм БАтв, степень утилизации нефтепродуктов для которого составила 95,5% за 100 дней лабораторного эксперимента.

4. Штамм БАтв может быть рекомендован к дальнейшей идентификации и использованию в целях утилизации нефтешламов.

ИЗМЕРЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ АЭРОЗОЛЬНЫХ ЧАСТИЦ С ПОМОЩЬЮ ПРОБООТБОРНИКА RESPICON

Садыкова Г.Г.

Научный руководитель – доц. Гильфанов А.К.

Одной из задач при санитарно-гигиеническом контроле является определение концентрации взвешенных в воздухе частиц и оценке риска заболеваний в связи с попаданием частиц в дыхательную систему человека. Исследование частиц происходит с помощью специальных измерительных устройств – пробоотборников, которые должны соответствовать нормативам по отбору проб. Выделяют три норматива: по вдыхаемой фракции – массовой доли всех взвешенных в воздухе частиц, которые вдыхаются через нос и рот, торакальной фракции – массовой доли вдыхаемых частиц, попадающих за пределы гортани, респираторной фракции – массовой доли вдыхаемых частиц, попадающих в нижние дыхательные пути. Однако нельзя измерить концентрацию всех взвешенных аэрозольных частиц из-за того, что применяемые устройства для отбора проб в небольшой степени обладают избирательностью к определенному диаметру частиц.

В настоящей работе были проведены измерения с помощью разработанного в Германии пробоотборника RespiCon. Этот компактный прибор, использующий одну пробу, чтобы смоделировать респираторный тракт человека и одновременно определить все три фракции. RespiCon представляет собой трехступенчатый виртуальный импактор, собирающий взвешенные в воздухе частицы на три фильтра. Масса поглощённых частиц определяется путем взвешивания фильтров до и после отбора проб. Частицы соответствующих фракций втягиваются в RespiCon через входное отверстие, которое представляет собой круглую щель с обычным насосом для отбора проб. Крупные частицы проходят прямо через нижний коллектор, в то время как другие частицы попадают на соответствующие фильтры. Сумма увеличения массы на всех трех фильтрах представляет собой вдыхаемую фракцию, на верхних двух – торакальную, только на верхнем – респираторную.

Были проведены измерения в двух аудиториях корпуса Института экологии и природопользования (г. Казань, ул. Товарищеская, 5). В качестве насоса использовался аспиратор модели 822, предоставленный кафедрой прикладной экологии. Аспиратор может работать в режиме с расходом 1-20 л/мин, для RespiCon требуется 3,1 л/мин. Была сделана одна проба длительностью 1 час 50 минут (несколько раз по 20-25 минут в связи с перегревом аспиратора), и зафиксированы: вдыхаемая фракция 1 мг, торакальная 0,4 мг, респираторная 0,1 мг.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ, СВЯЗАННЫХ С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ЦИАНОТОКСИНАМИ

Сафина Д.А.

Научный руководитель – к.г.н., доц. Никитин О.В.

В условиях возрастающего антропогенного загрязнения водных экосистем лавинообразное нарастание количества эвтрофированных водоемов приобретает глобальный характер. Одним из самых неблагоприятных последствий эвтрофикации является массовое развитие цианобактерий, которое иначе называют «цветением» водоемов [Toxic Cyanobacteria., 1999]. Это явление является мощным стрессором для водных экосистем и создает множество проблем при рекреационном, хозяйственном и питьевом использовании водоемов.

«Цветение» водоемов создает механические помехи при водоочистке и водоподготовке, использовании воды в технических целях, а также снижает рекреационную ценность водоема. Кроме того, цианобактерии способны синтезировать токсические вещества – цианотоксины. Более 50% случаев «цветения» вызвано массовым развитием токсичных цианобактерий [Toxic Cyanobacteria., 1999]. «Цветение» воды, возникающее в водоемах, чаще всего вызывается представителями одних и тех же родов цианобактерий – Microcystis, Aphanizomenon, Anabaena, Oscillatoria, Nostoc, Planktothrix, Nodularia. Микроцистины являются наиболее широко распространенными токсинами [Mez et al., 1997].

Актуальность данной работы проявляется в изучении закономерностей развития токсического «цветения» водоемов, что является первостепенной задачей в разработке системы мониторинга и обеспечения безопасности населения.

Для оценки токсичности природных вод используют тесты на различных живых организмах – гидробионтах, жизнедеятельность которых нарушается в токсической среде [Семченко, 2004]. Оценку токсичности воды производят по изменению определенного набора таких форм поведения, как кувыркание, скручивание, равномерное распределение в заданном объеме, двигательной активности. Наиболее распространенными тест-объектами в биотестировании среди ракообразных выступают ветвистоусые раки отряда Cladocera и универсальным тест-объектом по чувствительности и адекватности реагирования на разные токсиканты следует признать *Daphnia magna* Straus.

На современном этапе развития техники возможно сверхчувствительное определение наличия токсических веществ в воде посредством компьютеризированного анализа цифровых изображений. В работе регистрация поведенческих реакций проводилась при помощи специализированной программы трекинга тест-объектов, прототипа прибора «Анализатор токсичности «TrackTox», разработанной на кафедре прикладной экологии КФУ [Никитин, Латыпова, 2014].

Цель данной работы – проведение экологического мониторинга цианобактериальных токсинов в водных объектах Республики Татарстан, как при помощи аналитических методов (ИФА), так и при помощи инновационного экотоксикологического подхода на основе компьютерного зрения.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Содержание микроцистинов в воде водных объектов Республики Татарстан, используемых для целей питьевого и рекреационного назначения в период массового развития синезеленых водорослей может превышать рекомендуемые нормативы более чем в 400 раз. Наибольшие концентрации отмечены для оз. Кабан и пятен цветения в акватории Куйбышевского водохранилища.

2. Риск здоровью населения при рекреационном использовании рассмотренных водных объектов в период цветения может достигать «опасного» уровня даже при часовой экспозиции. Риск для детей в 4,7 раза выше, чем для взрослых. Это обуславливает необходимость включения мониторинга цианотоксинов в государственную систему мониторинга окружающей среды.

3. Разработан новый оперативный (30 мин), не требующий больших объемов проб (25 мл) способ оценки опасности загрязнения вод цианотоксинами по поведенческой активности *Daphnia magna* при помощи системы компьютерного зрения.

4. Предложенный новый способ биотестирования, может дополнить аналитические методы контроля качества вод. Дафнии реагируют на присутствие микроцистинов в воде в концентрациях на уровне рекомендуемых нормативов – 1 мкг/л.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОСТОВ ИЗ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕШЛАМОВ

Семакина К.А.

Научный руководитель – д.б.н., проф. Селивановская С.Ю.

Нефтешламы представляют собой многокомпонентные устойчивые агрегативные физико-химические системы, состоящие главным образом, из нефтепродуктов, воды и минеральных добавок [Колобова, 2014, с. 7]. Проблема обезвреживания и утилизации нефтешламов является весьма актуальной. В настоящее время появилось много методов ремедиации нефтезагрязненных объектов, однако они не всегда бывают экономически оправданы [Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе, № 3, 2009, с. 43-47]. Метод компостирования отходов является общепризнанным и эффективным методом утилизации отходов, а компосты в дальнейшем могут быть использованы в качестве безопасных удобрений, а также для ремедиации нефтезагрязненных почв [Вестник МичГАУ, № 1, 2010, с. 65-68].

Целью работы является оценка использования компостов из муниципальных отходов для утилизации нефтешламов.

В качестве объектов исследований были выбраны два вида компостов разного возраста. Смесь № 1-9 месяцев (зрелый) и смесь № 2-4 месяца (незрелый). Смесь № 1 представляет из себя смесь осадка сточных вод (ОСВ), отсева твердых бытовых отходов (ТБО) и промасленных опилок (ПО) в соотношении 1:2, 7:3 соответственно, смесь № 2 – ОСВ после фильтр-пресса, отсева ТБО и ПО в соотношении 3:1:1. Имеющиеся компосты были смешаны с нефтешламами в соотношении 2:1. К полученным смесям добавлены 5% сухих опилок от общей массы смеси.

Процесс ремедиации осуществлялся в течение 28 суток. В начальных пробах, и далее каждые 7 дней анализировали содержание органического и растворимого углерода и нефтепродуктов. В процессе компостирования произошло снижение содержания органического углерода для смеси № 1 с 29% в первый день до 27% на 28 день, в смеси № 2 – с 23% до 22%. Содержание растворимого углерода было оценено двумя способами: с фумигацией и без фумигации. С фумигацией содержание растворимого углерода в смеси № 1 уменьшается с 1,8 мг/мл в первый день до 1,5 мг/мл на 28 сутки. В смеси № 2 с 1,7 мг/мл до 1 мг/мл. Без фумигации содержание растворимого углерода так же снижается с 2,7 мг/мл до 1,9 мг/мл в смеси № 1, и с 1,9 мг/мл до 1,2 мг/мл для смеси № 2. Количество нефтепродуктов в смеси № 1 изменяется с 4% до 3%, в смеси № 2 изменение содержания нефтепродуктов не происходит и остается равным 3%.

Таким образом, в проанализированных смесях содержание органического и растворимого углерода уменьшается в процессе эксперимента. Содержание нефтепродуктов в смеси № 1 также уменьшается, однако в смеси № 2 изменений не происходит. Стоит добавить, что при увеличении срока эксперимента содержание всех показателей стабилизируется, что позволит делать точные выводы по использованию компостов для утилизации нефтешламов.

СОЗДАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ С ГРАФИЧЕСКИМ ИНТЕРФЕЙСОМ ДЛЯ СКАЧИВАНИЯ ДАННЫХ СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ

Толмачев В.Н.

Научный руководитель – доц. Гильфанов А.К.

Радиометр MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) является одним из ключевых съемочных приборов, установленных на борту американских спутников Terra (на орбите с 1999 г.) и Aqua (на орбите с 2002 г), осуществляющих исследования Земли из космоса по программе EOS (Earth Observing System) национального аэрокосмического агентства США. Радиометр MODIS позволяет осуществлять ежедневный оперативный мониторинг территорий, при этом периодичность наблюдения зависит от её размеров и географического положения.

В настоящее время данные прибора MODIS являются базовой информацией для решения задач дистанционного мониторинга Земли. Сайт дата-центра LP DAAC предоставляет широкий выбор продуктов MODIS: распределение облачного, растительного и почвенного покрова, пожары и тепловые аномалии, концентрация и оптические свойства аэрозолей, концентрация хлорофилла и др. Для скачивания данных нужно обратиться на сайт дата-центра и, используя браузер, для интересующих названия продукта, дат наблюдения и по координатам найти нужный файл. В настоящей работе было создано приложение с графическим интерфейсом на языке Python 3.2, в которой процесс скачивания автоматизирован, что значительно облегчает получение необходимых данных. Продукт выбирается из списка, даты вводятся в соответствующие поля ввода, а координаты либо выбираются мышью на сетке, либо также вводятся вручную. Для создания графического интерфейса использовалась библиотека языка Python Tkinter, а также ее расширение ttk. Для скачивания продукта использовался модифицированный класс из библиотеки pyModis (<http://pymodis.fem-environment.eu/>).

БИОЛОГИЧЕСКИЕ МАРКЕРЫ КУЛЬТУРНЫХ СЛОЕВ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАМЯТНИКОВ

Файзуллина Г.Р.

Научный руководитель – доц. Мельников Л.В.

В природно-антропогенных ландшафтах, при различных видах воздействия, именно в составе антропогенно-преобразованных почв сохраняется ряд признаков, свидетельствующих о том или ином типе деятельности человека. В культурных напластованиях древних поселений могут сохраняться не только устойчивые составляющие минеральных компонентов почв, но и признаки, указывающие на характер и вид воздействия в составе селитебных комплексов. Состояние самих объектов культурного наследия, так же связано с процессами, развивающимися в окружающей среде, поэтому проблема их изучения и сохранения является актуальной.

Цель работы оценить биологические факторы формирования культурных напластований для реконструкции пространственно-временной динамики территории Болгарского городища. Предметом исследования являются диагностические признаки, обусловленные деятельностью человека в пределах городской агломерации эпохи средневековья.

Проведенный анализ научных работ, зарубежных и отечественных авторов показал, что применение различных биологических индикаторов в исследованиях археологических памятников является одним из самых достоверных способов выявления культурных слоев. Установлено, что при помощи маркеров, характеризующих биотические компоненты природно-антропогенного ландшафта и интенсивность антропогенной деятельности можно достаточно адекватно воссоздать некоторые аспекты существования древних средневековых поселений.

С помощью поисковой платформы Web of Science был проведен анализ наукометрических показателей, в том числе публикационную активность по ключевым терминам: «biological activity in the archaeological layers», «enzyme activity in the archaeological layers», «spore and pollen analysis of archaeological layers», «phytoliths archaeological layers», «mycological properties of archaeological layers», «geochemical composition archaeological layers».

Сравнительный анализ опубликованных работ показал, что изучение почвенных образцов, отобранных при археологических исследованиях, посвящено в основном трем типам индикаторов: ферментативной активности, споро-пыльцевой метод и анализ фитолитов.

Общий принцип первого метода диагностики основан на том, что разложение органических компонентов происходит с участием внеклеточных ферментов, выделяемых микроорганизмами, поэтому в почве резко изменяется ферментативная активность и увеличивается содержание ферментов, ответственных за разложение субстрата. В результате адсорбции глинистыми минералами, гумусовыми кислотами и частицами органического вещества Избыток фермента, оставшийся после того как весь субстрат оказывался утилизирован микроорганизмами, способен сохраняться в почве. Таким образом повышенные значения активности того или иного фермента в почве и культурном слое археологического памятника могут указывать на исходное поступление в культурный слой определенного органического субстрата, который не может быть идентифицирован никаким другим методом.

Споро-пыльцевой анализ, также достаточно широко применяемый исследователями, но количество публикаций здесь значительно меньше. Объектом данного метода являются пыльца и споры растений, которые обнаруживаются повсеместно в геологических слоях и в почвах. Однако недостаток этого метода заключается в том, что спора и пыльца – могут не сохраниться, если попадают в очень влажные или засушливые условия.

Фитолитный метод используется для решения вопросов эволюции почв и палеоэкологических реконструкциях. Анализ дает возможность реконструкции растительности на локальном участке, а сами биогенные кристаллы кремнезема устойчивы к различным факторам внешней среды.

Проведенный анализ источников показал, что биологические маркеры являются достаточно широко применяемые при археологических и палеогеографических исследованиях. Есть такие свойства почв, которые, несмотря на свою динамичность, достаточно устойчивы во времени, такие как, ферментативная активность, анализ фитолитов, геохимический состав, аккумуляция соединений фосфора. Эти методы являются так же актуальными и в современных исследованиях.

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС АНАЛИЗА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ QIME

Хайдарова А.И.

Научный руководитель – доц. Гильфанов А.К.

В настоящее время активно изучается структура сообществ микроорганизмов и динамика их изменения в различных природных системах. Оценить роль микробного сообщества можно благодаря метагеномным исследованиям, которые стали возможными с появлением метода пиросеквенирования, иначе называемого секвенированием следующего поколения: next-generation sequencing. Инструменты для выделения последовательностей ДНК выдают десятки миллионов, или миллиардов фрагментов ДНК в одном процессе секвенирования. Быстрый рост объемов данных, типичный для новых исследований, ввёл потребность в эффективных программах обработки результатов выделения последовательностей. Одним из таких инструментов является QIME (Quantitative Insights Into Microbial Ecology) – свободно распространяемый программный комплекс с открытым исходным кодом. QIME рассчитан на использование в операционной системе Linux, в частности является встроенной программой для системы BioLinux. Комплекс имеет много программных зависимостей (Python, R, Matplotlib и др.), не имеет графического интерфейса, работа с ним происходит в режиме командной строки, поэтому для пользователя желательны навыки работы с командами Linux и программирования. Процесс анализа данных основан на использовании скриптов, написанных на языке Python, и включает в себя демультимплексирование, удаление шумов, выбор оперативных таксономических единиц, определение таксономии и филогенетическую реконструкцию, анализ альфа- и бета-разнообразия. QIME имеет широкие возможности по визуализации результатов анализа данных: построение теплокарт, плоскостных диаграмм, гистограмм, филогенетического дерева и др. Комплекс широко используется в настоящее время при анализе микробного мира почв, микрофлоры животных и человека.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЛИТОЛОГИЧЕСКОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПОЧВООБРАЗУЮЩЕГО МАТЕРИАЛА

Хасанова Р.Ф.

Научный руководитель – доц. Гиниятуллин К.Г.

В данной работе была дана оценка возможности использования данных анализа ГМС с применением кластерного и дискриминантного анализов для характеристики литологического состава почвенных горизонтов на примере изучения почвенного покрова Ботсада КФУ.

Целью данной работы является – оценка по объективным критериям генетического происхождения почвообразующего материала, образующего горизонты почв территории Ботсада КФУ.

Для выполнения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Определить гранулометрический состав профильных и смешанных почвенных образцов, отобранных из разрезов, заложенных на территории Ботсада КФУ.

2. Провести иерархическую классификацию профильных образцов почв Ботсада КФУ методом Варда по содержанию различных фракций ГМС, и оценить возможность выделения статистически обоснованных кластеров.

3. Оценить возможность идентификации почвообразующего материала, формирующего пахотные горизонты по данным гранулометрического анализа с применением дискриминантного анализа.

В качестве объектов исследования использовали профильные почвенные образцы, отобранные из четырех разрезов заложенных на территории Ботсада КФУ, а также смешанные почвенные образцы отобранные из пахотных горизонтов массивов пашни на данной территории (10 шт.).

В образцах после традиционной пробоподготовки [ГОСТ 29269-91] определялось содержание гигроскопической влаги. Гранулометрический состав почв определяли пипеточным методом (вариант Н.А. Качинского). Обработку полученных результатов проводили в программе STATISTICA 6.0.

Иерархическая классификация профильных образцов почв по содержанию фракций ГМС показывает устойчивое разделение массива данных на 2 кластера. Первый кластер включает в основном горизонты Д, ВД и В2, второй кластер в основном горизонты Апах, А2В и В1. Данные кластерного анализа позволяют диагностировать выраженную литологическую неоднородность (двухчленность) профилей всех изученных почв. Можно сделать предположение, что верхняя часть профиля сформирована на делювиальных суглинках, перекрывающих нижележащие.

Для всех фракций ГМС расчетный уровень значимости критерия Фишера меньше 0,05, что свидетельствует о том, что разделение выборки на 2 кластера статистически обосновано по всем фракциям. Оценка распределения средних значения содержания фракций выделенных кластеров, показывает, что отличаются они, прежде всего по содержанию песка и крупной пыли. Верхние горизонты содержат значительно меньше песчаной фракции, но значительно больше фракции крупной пыли, чем нижние. Последнее свидетельствует о том, что делювиальные суглинки изучаемой территории характеризуются выраженной лессовидностью. Анализ данных ГМС смешанных образцов с применением дискриминантного анализа позволил выявить образцы, как сформированные преимущественно из материала делювиальных суглинков, так и древнеаллювиальных песков.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МОДЕЛИ ВЫЯВЛЕНИЯ ОБЩЕЙ ТОКСИЧНОСТИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО СЫРЬЯ

Шрамко А.В.

*Научные руководители – к.в.н., доц. Шуралев Э.А.;
к.б.н., с.н.с. ФЦТРБ-ВНИВИ, Валиуллин Л.Р.*

Проблема поддержания высокого качества продовольственного сырья всегда была одной из самых важных проблем, когда-то стоявших перед человеком. В пище зачастую имеются микрокомпоненты, которые в относительно повышенных количествах оказывают на организм вредное воздействие. К ним относят токсиканты – натуральные, присущие данному виду продукта биологически активные

вещества, которые могут при определенных условиях потребления вызвать токсический эффект и «загрязнители» – токсичные вещества, поступающие в пищу из окружающей среды вследствие нарушения технологии выращивания, производства или хранения продуктов [Хамидова, 2014, с. 174-176; Литвинова, Истомин, 2014, с. 9-12]. Альтернативные методы выявления токсичности продовольственного сырья является актуальной темой, что связано с высоким уровнем контаминации пищевых продуктов [Карпова, Фролова, 2014, с. 28-30; Фролова с соавт., 2014, с. 72-75].

Целью настоящей работы являлось проведение оценки общей токсичности продовольственного сырья из разных муниципальных районов Республики Татарстан. Были реализованы задачи касающиеся выявления общей токсичности методом биотестирования на простейших. Проведена оценка возможности применения дафний в качестве тест-объекта для выявления общей токсичности продовольственного сырья.

Материалы и методы. Было исследовано 15 образцов продовольственного сырья с различных районов РТ. Положительным контролем в экспериментальных исследованиях служил кристаллический Т-2 токсин, растворенный в 5% водно-спиртовом растворе. Методика биотестирования продовольственного сырья на стилонихиях (*Slylonychia mytilus*) основана на извлечении из исследуемых кормов различных фракций токсических веществ параллельно ацетоном и водой с последующим воздействием этих экстрактов на стилонихии. Вторая методика была разработана на основе определения смертности дафний (*Daphnia magna* Straus) при воздействии токсичных веществ, присутствующих в исследуемой пробе, по сравнению с контрольной культурой в пробах, не содержащих таковых веществ (контроль).

Результаты. Биотестированием на простейших было установлено, что выживаемость стилонихий при 30 мин экспозиции экстрактов различных образцов варьировала от 60 до 100%, при 45% в положительном контроле. При экспозиции 60 мин этот показатель составил 40-95%, а в контроле – 20%. После инкубации в течение 90 мин выживаемость простейших составляла 25-90%, а в контроле – 0%. Наибольшая токсичность продовольственного сырья выявлена в пробах из Сабинского, Арского, Ютазинского и Алексеевского районов.

В тесте на дафниях установлено, что концентрация Т-2 токсина 210 мкг/кг (ПДК) действует бицидно – 0% выживаемости тест-организмов при экспозиции 48 часов. Дальнейшей титрацией токсина выявлены следующие показатели выживаемости: 150 мкг/кг – 0%, 100 мкг/кг – 20%, 10 мкг/кг – 40%, 1 мкг/кг – 60%, 0,1 мкг/кг – 80%. Биотестированием на дафниях подтверждена выраженная токсичность продовольственного сырья из районов, где этот показатель был наибольшим при использовании стилонихий.

Заключение. Впервые была применена методика определения токсичности по смертности дафний в эксперименте с продовольственным сырьем. По результатам исследований было выявлено, что дафнии могут быть применены как тест-организмы для установления общей токсичности, однако они уступают стилонихиям по чувствительности. Дальнейшая оптимизация метода позволит использовать дафний в качестве тест-организмов для оценки уровня токсичности продовольственного сырья, что целесообразно в тех случаях, когда использование стилонихий не эффективно. По результатам исследований на простейших уровень общей токсичности продовольственного сырья был наиболее выраженным в пробах из Сабинского, Арского, Ютазинского и Алексеевского районов РТ.

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ И ТИПА БИОУГЛЯ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ КРЕСС-САЛАТА (*LEPIDIUM SATIVUM*) И РЕДЬКИ ПОСЕВНОЙ (*RAPHANUS SATIVUS*)

Шакирзянова Л.Р.

Научный руководитель – доц. Гиниятуллин К.Г.

В данной работе был проведен вегетационный опыт для оценки влияние биоугля на рост и развитие кресс-салата и редьки посевной.

Целью данной работы является – оценка влияние различных концентраций и типа биоугля на рост и развитие кресс-салата и редьки посевной.

Для выполнения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Подготовить и провести вегетационный опыт для оценки влияния различных концентраций и типа препарата биоугля на рост и развитие кресс-салата и редьки посевной.
2. Оценить всхожесть и прирост биомассы растений в различных вариантах вегетационного опыта.

3. Провести дисперсионный анализ полученных результатов.

4. Оценить статистически значимую разницу показателей роста и развития в различных вариантах опыта и в контроле.

В качестве объектов исследования использовали почву, отобранную из опытного поля ТатНИИ-ИСХ, а также биоуголь, приготовленный в КНИТУ из остатков липы в трех температурах пиролиза 250°C, 450°C и 650°C и тест-культуры: кресс-салат и редька посевная.

Для организации вегетационного опыта в образцах почвы в состоянии естественной влажности определяли водно-физические свойства: полевую влажность (14,3) и наименьшую влагоемкость (37,6).

Для полученных данных провели двухфакторный дисперсионный анализ. Анализ результатов показывает, что в поставленном вегетационном опыте не наблюдается существенного влияния на всхожесть семян редьки посевной ни типа биоугля, ни его концентрации, отсутствует также взаимовлияние данных факторов (фактор $Var2*Var3$). В случае оценки всхожести кресс-салата картина несколько иная, наблюдается статистически значимое влияние типа биоугля при отсутствии значимого влияния его концентрации и фактора взаимовлияния.

Для детализации оценки влияния типа биоугля также оценивали результаты вегетационного опыта с прорастанием семян кресс-салата как три независимых однофакторных дисперсионных комплекса. Однофакторные дисперсионные комплексы формировались отдельно для 3 типов биоуглей, полученных в разных температурах пиролиза. Анализ результатов показывает, что внесение биоуглей, полученных в низкотемпературных режимах пиролиза, оказывает негативное воздействие на всхожесть кресс-салата по сравнению с контролем (вариант вегетационного опыта без внесения биоугля). Внесение биоугля, приготовленного в высокотемпературном режиме пиролиза, оказывает слабое стимулирующее воздействие, но оно в вегетационном опыте статистически не значимо.

Таким образом, из выбранных тест-культур редьки посевной и кресс-салата, наиболее отзывчивой на внесение биоуглей оказывается культура кресс-салата.

ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И НЕФТЕГАЗОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

РУДНАЯ МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ЭФФУЗИВНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПЕРВОМАЙСКОЙ ПЛОЩАДИ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН

Бакиев А.Г.

Научный руководитель – доц. Ситдикова Л.М.

Целью проведенных исследований было изучение особенностей рудной минерализации габбро-диабазов Первомайской площади Республики Татарстан.

В процессе выполнения работ были использованы методы: макроизучение керн, изучение трещиноватости пород, оптико-микроскопический метод (микроскоп Leica), рентгенофазовый анализ (ДРОН-3М).

Известно, что коллекторские зоны кроме осадочных пород могут быть связаны с эффузивными породами. Такие типы коллекторских зон известны в бассейнах Австралии, Калифорнийского района США, на южном борту Суэцкого грабена, Западно-Сибирской НГП. В пределах Волго-Уральской НГП эффузивные образования известны в пределах Камско-Бельского, Серноводско-Абдуллинского и Камско-Кинельского авлакогенов. Эффузивные породы были вскрыты скв. 279 Первомайской площади.

Нами было изучено тело габбро-диабазов, вскрытых скв. 279 Первомайской площади в интервале глубин 1700-2160 м, мощностью 460 м.

Габбро-диабазы – это полнокристаллическая мелкозернистая вулканическая горная порода, химически и по минеральному составу близок к базальтам [Саранчина, 1972, с. 56-58]. Диабазы характеризуется сравнительно малым содержанием кремнезёма (45-52%). Окраска диабазов тёмно-серая или зеленовато-чёрная.

По результатам изучения керн было установлено развитие систем трещиноватости, связанных с более поздними тектоническими процессами. По их расположению относительно оси керн выделяются: *субвертикальные, субгоризонтальные, наклонные*. По типу заполнения трещин в породах габбро-диабазов выделены: открытые трещины и залеченные вторичными минералами.

По данным РФА-анализа глинистой корочки «зеркала скольжения» сложены железомagneзиальными хлоритами. В габбро-диабазе установлена специфическая рудная минерализация – образование *«скелетных» кристаллов магнетита*. Магнетит ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) – широко распространённый минерал чёрного цвета из класса оксидов, кристаллы кубической сингонии, имеют гексаоктаэдрический вид симметрии [Петров, 1981, 496 с.].

Габбро-диабазы относительно свежие. Породообразующие минералы пироксены практически не изменены, частично изменены только плагиоклазы. В этих породах установлено развитие рудной минерализации – это магнетит идиоморфной огранки. В интервалах развития диабазов более мелкозернистых, сильно хлоритизированных развиты более крупные выделения магнетита специфической формы – «скелетные» кристаллы, т.к. при кристаллизации магнетита в первую очередь формируются только грани магнетита. Это связано с недостатком железа в породах, формируются дефектные «скелетные» кристаллы, размеры которых могут быть различными: от более крупных до мелких. Другой тип рудной минерализации связан с трещиноватыми участками пород.

На поверхности трещин с «зеркалами скольжения» на глинистой корочке хлорита часты выделения кальцита и пятна пирита. Миграция флюидов приводит к образованию вторичных минералов на поверхности трещин: магнезиально-железистых хлоритов и образованию позднее кальцита и пирита.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ФЕРРОМАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ В ОВРАГЕ «МОНАСТЫРСКИЙ»

Боброва Е.Г., Гараев Д.В.

Научный руководитель – доц. Балабанов Ю.П.

Работа посвящена изучению характера изменения значений магнитной восприимчивости – одного из важных параметров физических свойств горных пород, по разрезу оврага Монастырский, отображающей условия формирования горных пород в Монастырском овраге.

Образцы были отобраны послойно из всех литологических разностей горных пород, включая известняки, мергели, доломиты, песчаники, глины. Из каждого образца были отобраны фракции объемом 2 см^3 . Производили измерение магнитной восприимчивости (каппы) английским прибором Баррингтон.

Величина каппы зависит от привноса обломочного железистого материала при осадконакоплении. Результатами предыдущих исследований (Буров Б.В. и Балабанов Ю.П.) в отложениях Татарского отдела железистый материал представлен главным образом гематитом с примесью магнетита и маггемита. Изменение величины каппы по разрезу зависит от количества этого материала в породе. Поэтому величина каппы определяет интенсивность привноса железистого материала в бассейн седиментации.

Перед нами была поставлена задача по определению характера изменения величин магнитной восприимчивости по данному разрезу.

В результате измерений, выполненных в палеомагнитной лаборатории, была получена кривая, которая показывает, что каппа меняется по разрезу: кривая закономерно сначала возрастает, затем уменьшается.

Рассмотрим, как меняется магнитная восприимчивость по свитам. В первой свите монастырского оврага магнитная восприимчивость меняется в пределах от 1,9 до $19,4 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ. Во второй свите минимальное значение магнитной восприимчивости уменьшилось до 0,4, а максимально увеличилось до 20,3; в третьей свите от 0,5 до 78,6; в четвертой от 2,1 до 89,1, в пятой от 9,6 до 38,5. Среднее значение магнитной восприимчивости увеличивается по мере омоложения пород. Для первой свиты среднее значение составляло $9,96 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ, для второй свиты 8,14, для третьей 12,13, для четвертой 17,98, для пятой 21,43. Можно отметить существование цикличности разного порядка.

АНАЛИЗ БЛОКОВОГО СТРОЕНИЯ ПЕРВОМАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ВЫРАБОТАННОСТИ ЗАПАСОВ, ЭФФЕКТИВНОСТИ ЗАВОДНЕНИЯ И ВЫЯВЛЕНИЯ ВОЗМОЖНЫХ ЗОН ВОСПОЛНЕНИЯ ЗАПАСОВ НЕФТИ

Гайфутдинов Р.Р.

Научный руководитель – зав. каф. Плотникова И.Н.

В основу работы положены результаты переинтерпретации данных ГИС всего фонда скважин Первомайского месторождения – около 450 скважин.

Первый этап – переинтерпретация данных ГИС и работа с архивами. Переинтерпретация включала отбивку границ следующих интервалов: Саргаевского горизонта, репера Аяксы, Муллинских глин, репера средний известняк, кровли кристаллического фундамента, а также пластов До1, До, Д11-2 и некоторых других показателей; все данные занесены в суммарную электронную таблицу.

Второй этап – построение ряда структурных карт, карт распределения и карт толщин. На основе массива чисел построен ряд структурных карт и карт распределения параметров по самым различным показателям. Так, построены карты распределения асфальтенов, смол и парафинов; уточнена (посл. Ред. 1986) и перестроена структурная карта по кровле кристаллического фундамента месторождения; уточнены карты суммарных толщин и др.

Третий этап – анализ построенных карт. В результате анализа получилась следующая картина: в большинстве случаев зоны с наибольшими накопленными отборами совпадают с зонами резких изменений толщин 5 и более метров – градиентными зонами. Резкое изменение толщин на весьма ма-

лом расстоянии можно объяснить движением блоков кристаллического фундамента. Такие резкие изменения – градиентные зоны предположительно могут являться границами блоков кристаллического фундамента в пределах месторождения. Некоторые блоки могли испытывать поднятие или опускание в разное время, вследствие этого возникают градиенты увеличения и уменьшения толщин. Увеличенные отборы можно объяснить тем, что на границах блоков (градиентных зонах) создаются собственные градиенты давлений и температур, в результате этого флюид более интенсивно движется к таким областям, а также возможно мигрирует вверх по разрезу в косьвинский горизонт. Вследствие большого количества мигрирующего флюида в такие зоны внутри пласта в скважинах, расположенных на градиентных зонах или в непосредственной близости к ним, наблюдаются стабильные дебиты и невысокая обводненность продукции. Возможно, такая картина может быть связана с процессом восполнения залежей и подтоком легких УВ в залежи. Геолого-геохимические обоснования данного процесса были неоднократно опубликованы.

В результате анализа построенных карт получены возможные уточненные границы блоков на месторождении, характеризующиеся своими изометричными границами, но всё же преимущественным субширотным простиранием. Также предположительно можно выделить зоны повышенной трещиноватости или зоны повышенной миграционной способности – так называемые градиентные зоны.

Выводы:

- Зоны с наибольшими накопленными отборами нефти совпадают с зонами резких изменений толщин 5 и более метров – градиентными зонами.
- К градиентным зонам приурочены резкие изменения содержания асфальтенов в нефтях.
- На основе выделенных градиентных зон выявлены границы зон повышенной трещиноватости.
- К выделенным зонам повышенной трещиноватости предположительно могут быть приурочены залежи в косьвинском горизонте.

МОДИФИКАЦИИ ПОЛИМЕРНОГО ЗАВОДНЕНИЯ

Жаксылыков Е.А.

Научный руководитель – асс. Абдрафикова И.М.

Заводнение нефтяных месторождений применяют с целью вытеснения нефти водой из пластов и поддержания при этом пластового давления на заданном уровне. В настоящее время заводнение – самый распространенный в мире вид воздействия на пласты разрабатываемых месторождений. В России свыше 90% всей нефти добывают из заводняемых месторождений.

Высокая вязкость нефти (более 50 мПа·с в пластовых условиях) создает трудности при разработке, которые усугубляются влиянием различных осложняющих физико-геологических факторов (неоднородность продуктивных пластов, наличие у нефти неньютоновских свойств, присутствие подошвенной воды).

Устойчивого, более равномерного продвижения водонефтяного контакта (ВНК) достигают за счет снижения отношения вязкости нефти и закачиваемого агента. Этого можно добиться уменьшением вязкости пластовой нефти или увеличением вязкости закачиваемой воды (загущением).

Очевидное техническое решение – увеличение вязкости вытесняющей нефть жидкости стало возможным в результате бурного развития химии высокомолекулярных соединений и связанного с этим появлением на рынке водорастворимых полимеров с уникальной загущающей способностью. Полимерное заводнение заключается в добавлении полимера в воду для уменьшения ее подвижности. Получаемое увеличение вязкости, а также уменьшение проницаемости по водной фазе, которое происходит при использовании некоторых полимеров, является причиной более низкого отношения подвижностей. Это уменьшение отношения подвижностей повышает эффективность заводнения за счет более высокого коэффициента охвата по объему и меньшей нефтенасыщенности в отмытой зоне.

Все промышленные полимеры попадают фактически в два класса: класс полиакриламидов и класс полисахаридов. Полиакриламиды – это полимеры, мономерное звено макромолекулы которых представлено молекулой акриламида. Полисахариды – это те полимеры, которые образуются в результате полимеризации молекул сахаридов в процессе бактериального брожения.

Горячий раствор полимера является более эффективным вытесняющим агентом, чем горячая вода и холодный полимерный раствор. В пласт нагнетают нагретый до 90-95⁰С водный раствор полиакриламида (ПАА), который не подвергается деструкции при данной температуре. Для разбавления полимера лучше использовать пресную воду, так как в этом случае полимеры в меньшей степени под-

вергнуты деструкции и вязкость их выше, чем при использовании минерализованной воды. Теплопроводность, теплоемкость и температуропроводность водных растворов полиакриламида в интервале температур 20-90⁰С ниже аналогичных свойств воды, поэтому при движении горячего раствора полимера по стволу скважины будет меньше потерь тепла, чем в случае нагнетания горячей воды. Прирост конечного нефтеизвлечения при ТПВ по сравнению с воздействием необработанной водой достигает 20-25 %.

Использование полимерных растворов для повышения нефтеизвлечения из пластов, содержащих нефть повышенной вязкости, даёт хорошие результаты.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ТЯЖЕЛЫХ НЕФТЕЙ И ПРИРОДНЫХ БИТУМОВ

Жаксылыков Е.А.

Научный руководитель – доц. Гайнуллин В.И.

В настоящее время общей тенденцией нефтяной отрасли является уменьшение разведанных запасов лёгкой нефти, практически весь прирост запасов происходит за счет тяжелой вязкой сернистой нефти. Запасы нефти, удобные для добычи и переработки, истощаются ускоренными темпами. В то же время, по данным экспертов, мировые запасы тяжелой нефти составляют более 810 миллиардов тонн. Геологические запасы высоковязкой и тяжелой нефти в России достигают 6-7 млрд. т.

Нефтепереработка в России на сегодняшний день – одна из ключевых отраслей промышленности. Страна занимает третье место в мире по объемам перерабатываемого сырья. Для сохранения ее роли необходимо учитывать указанные факторы. В 2012 г. в России было добыто около 518 млн т нефти, а переработано – 268,2 млн т. Несмотря на это, наблюдается существенное отставание по степени использования нефти, о чем свидетельствует низкий уровень конверсии нефтяного сырья в более ценные продукты переработки: средний показатель глубины переработки нефти на НПЗ России составляет около 71%. До начала программ модернизации на 11 предприятиях глубина переработки нефти составляла менее 65% и только на шести НПЗ превышала 80%, приближаясь к уровню современных зарубежных НПЗ (85-95%). Отставание отрасли от развитых стран связано, прежде всего, с крайне невысокой долей вторичных процессов – 17% (на европейских НПЗ – 45-50%, в США – 55%).

Преодоление этого отставания в настоящее время связывается с реализацией нефтяными компаниями программ модернизации НПЗ, обеспечивающих достижение показателей, заложенных в Энергетической стратегии России. Уже к 2020 г. предусматривается довести переработку нефти до 290 млн т/год, а глубину переработки – до 85%.

Увеличение глубины переработки нефти возможно только при условии внедрения новых технологий переработки тяжелых нефтяных остатков в синтетическую нефть или светлые нефтепродукты. Разработкой современных технологий переработки нефтяных остатков, в том числе технологий каталитического крекинга, гидрокрекинга (производство топлив и производство масел), коксования, производства битума занимаются ведущие российские и зарубежные компании.

Повышение рентабельности освоения и использования ресурсов тяжелой нефти и природного битума достигается за счёт суммарного экономического эффекта от:

- повышения степени извлечения ТН и ПБ из недр;
- увеличения глубины переработки ТН и ПБ;
- извлечения металлов и других ценных попутных компонентов;
- снижения затрат на подготовку и транспортировку ТН и ПБ;
- предотвращения части затрат на охрану окружающей среды в результате сокращения вредных выбросов.

Освоение месторождений тяжёлых нефтей и их дальнейшая комплексная переработка весьма перспективны в России, но следует отметить, что всё-таки лёгкой, обычной нефти в нашей стране по прогнозам экспертов «хватит» ещё на ближайшие 20-30 лет, поэтому, совершенно очевидно, что в эти 20-30 лет ажиотажа вокруг тяжёлых нефтей не будет, но немаловажно уже сейчас проводить исследовательские работы в этой области, искать рациональные решения, проектировать собственные новые технологии.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ УЧАСТКА МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОВОДА «СУРГУТ-ПОЛОЦК» В КИЛЕМАРСКОМ РАЙОНЕ РЕСПУБЛИКИ МАРИЙ ЭЛ

Зигангирова А.А.

Научный руководитель – доц. Латыпов А.И.

Цель исследования: изучение инженерно-геологических и гидрогеологических условий участка магистрального нефтепровода «Сургут-Полоцк» в Килемарском районе Республики Марий Эл.

1. По инженерно-геологическим и гидрогеологическим условиям участок изысканий относится ко II категории сложности [СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства, часть I, прил. Б].

2. На основании данных полевых и лабораторных исследований на исследуемой площадке выделено 7 инженерно-геологических элементов [ГОСТ 25100-95 «Классификация грунтов»].

3. В период изысканий (август-сентябрь 2014 г.) грунтовые воды были вскрыты на глубинах 0,7-3,5 м. Гидрогеологические условия района изысканий характеризуются наличием двух горизонтов подземных вод со свободным уровнем:

а) четвертичный, приуроченный к пойме и русловым участкам р. Большой Кундыш, сложенный аллювиальными, озёрно-аллювильными отложениями;

б) верхнепермский водоносный горизонт локального распространения в толще трещиноватых выветрелых верхнепермских пород.

По химическому составу подземные воды обоих горизонтов, преимущественно, гидрокарбонатно-сульфатные кальциево-натриевые, пресные с минерализацией 0,3-0,5 г/л, нейтральные (рН=6,4-7,3), с общей жёсткостью 1,5-3,4 мг-экв/л (мягкие).

В большинстве случаев подземные воды не обладают агрессивностью по отношению к бетону всех марок по водонепроницаемости [табл. Г.2 СП 28.13330.2012].

Степень агрессивного воздействия подземных вод на металлические конструкции оценивается как среднеагрессивная [табл. Х.3 СП 28.13330.2012].

Коррозионная агрессивность подземных вод по водородному показателю по отношению к свинцовой оболочке кабеля оценивается как низкая и средняя, по содержанию нитрат-ионов – низкая, по общей жёсткости – средняя и высокая; по отношению к алюминиевой оболочке кабеля по содержанию хлор-иона и водородному показателю – средняя [табл. 5 ГОСТ 9.602-2005].

4. Объект по наличию процесса подтопления расположен в подтопленной области, подтопление развивается по схеме 1, т.е. вследствие подъема уровня первого от поверхности безнапорного водоносного горизонта, который испытывает существенные сезонные и многолетние колебания [СП 11-105-97 п. 8.1.5, прил. И части II].

5. Негативными факторами являются:

- наличие на площадке грунтов глинистых грунтов текучепластичной консистенции, обладающих невысокими прочностными и деформационными характеристиками;
- повсеместное развитие процесса заболачивания, связанного с высоким уровнем грунтовых вод;
- средне- и сильнопучинистые свойства глинистых грунтов.

6. Положительными факторами являются:

- отсутствие грунтов со специфическими свойствами;
- низкая карстовая опасность территории.

ИЗУЧЕНИЕ АНИЗОТРОПНЫХ СВОЙСТВ ТОЛЩ ТУРНЕЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ПО ДАННЫМ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ МОВ ОГТ ЗД

Ибрагимов Р.Р.

Научный руководитель – проф. Борисов А.С.

Один из этажей нефтеносности Волго-Уральской нефтегазоносной провинции приурочен к турнейским отложениям нижнего карбона. Изучение анизотропных свойств толщ турнея является на современном этапе одной из актуальных задач разведочной геофизики.

Как известно [Гурвич И. И., 1980], амплитуды отраженных волн зависят от анизотропии геологической среды. В том случае, если направление преимущественной трещиноватости совпадает с направлением распространения волны, можно ожидать относительно большой коэффициент отражения по сравнению с ортогональным преимущественным простиранием трещин. Объектом нашего исследования являлась Новобарская площадь Оренбургской области. В качестве исходных данных были использованы полевые сейсмические данные, полученные по методике МОВ ОГТ 3D с проектной кратностью 60.

На первом этапе была произведена обработка сейсмического материала по графу стандартной обработки в пакете программ FOCUS.

На втором этапе осуществлено разделение исходных данных на четыре массива по азимуту источник\приемник (рис. 1а). Далее были получены кубы по выбранным азимутальным секторам. В полученных азимутальных кубах в программе Petrel был прокоррелирован отражающий горизонт "Т" (кровля турнейского яруса), и рассчитаны среднеквадратические амплитуды для каждого азимутального направления. В программе VectorVista произведено сравнение среднеквадратических амплитуд, взятых из разноазимутальных кубов. По полученным результатам построена карта кажущейся анизотропии по кровле турнейского горизонта (рис. 1б).

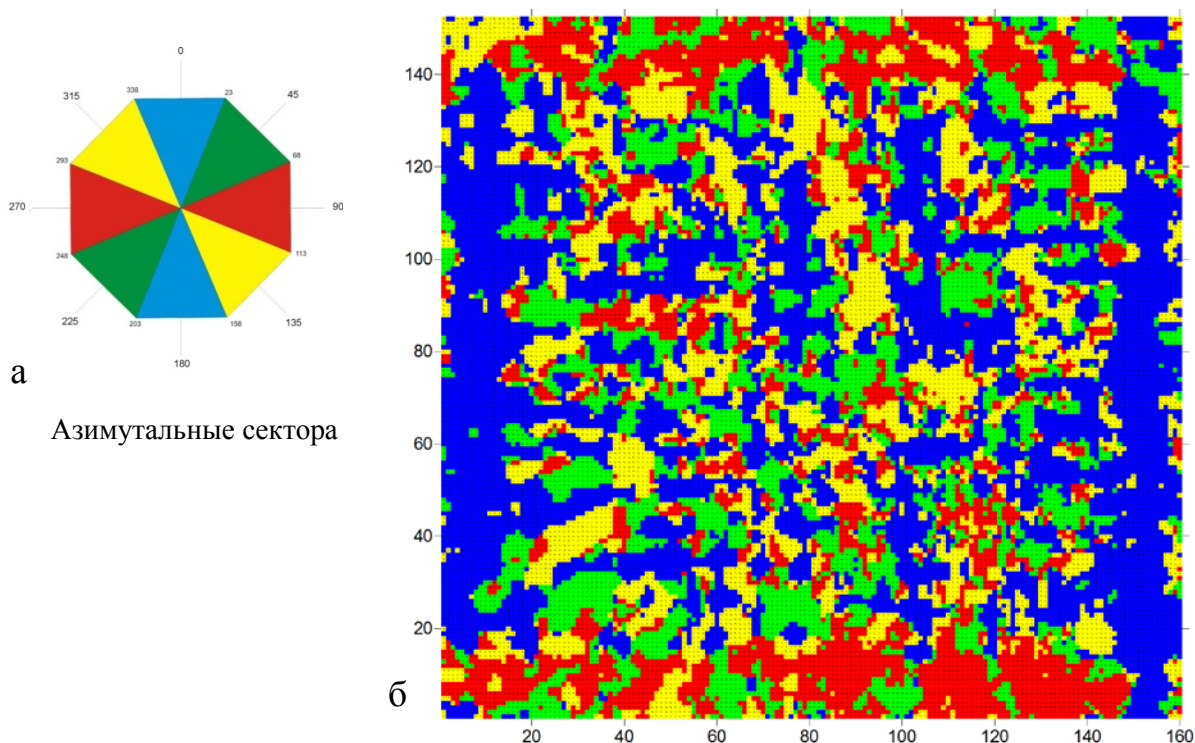


Рисунок 1. – Карта кажущейся анизотропии.

Для интерпретации использовалась центральная часть карты. В целом, картина мозаична, тем не менее можно констатировать наличие меридиональной направленности преимущественной трещиноватости.

СОСТАВ И СТРОЕНИЕ КРАСНОЦВЕТНЫХ АЛЕВРОПЕЛИТОВ СРЕДНЕЙ ПЕРМИ КАЗАНСКОГО ПОВОЛЖЬЯ

Ихматов И.Ф.

Научный руководитель – доц. Муравьев Ф.А.

В работе изучены красноцветные алеврито-глинистые породы опорного разреза уржумского и северодвинского ярусов в Монастырском овраге (Тетюшский район РТ) с помощью визуального описания, гранулометрического анализа, оптико-микроскопическими и спектроскопическими методами. Исследуемые породы доминируют в разрезе, составляя 62% от его объема, и по текстурным признакам группируются в два типа – слоистые и массивные. Алевропелиты первого типа обладают четко

выраженной горизонтальной, реже – слабо косою тонкой слоистостью, в которой чередуются слои преимущественно алевритового и преимущественно глинистого состава, иногда в породах встречаются раковины остракод. Массивные алевропелиты имеют комковатое строение и часто осложнены палеопочвенными процессами. По минералогическому составу все исследуемые породы относятся к кварцевым грауваккам с карбонатно-глинистым цементом, обломки пород составляют до 20-25% и представлены кварцитами. Алевритовые зерна слоистых пород в основном полуокатанные, массивных пород – полуугловатые, т.е. обладают меньшей степенью окатанности.

По результатам гранулометрического анализа, в исследуемых породах преобладает алевритовая фракция (62-87%), массивные алевропелиты характеризуются более однородным сложением (коэффициент неоднородности $K_n=4,5$), чем слоистые ($K_n=5,3$). Массивные алевропелиты отличаются более высоким содержанием глинистой компоненты по сравнению со слоистыми, что может быть связано с элювированием и глинизацией первых в процессе педогенеза.

Таким образом, проведенные исследования позволяют предположить, что слоистые алевропелиты формировались в обстановке мелководных, периодически усыхающих озер, в то время как массивные алевропелиты формировались при одновременном поступлении эоловой пыли и почвообразовании. Эти процессы, сменяющие друг друга, происходили в условиях полуаридного климата, о чем свидетельствует красноцветность пород, карбонатный цемент и карбонатные модули в палеопочвах, трещины усыхания и другие признаки.

СОСТАВ И КОЛЛЕКТОРСКИЕ СВОЙСТВА ПЕРМСКИХ БИТУМСОДЕРЖАЩИХ ПОРОД НА ЮГО-ВОСТОКЕ ТАТАРСТАНА

Кальметьева А.Р.

Научный руководитель – зав. каф. Хасанов Р.Р.

Территория Татарстана расположена в центральной части Волго-Уральской нефтегазоносной провинции, разработка нефтяных месторождений в пределах которой ведется в течение более 50 лет. Прогрессирующее истощение запасов нефти в ее ведущих добывающих районах, располагающих развитой инфраструктурой и квалифицированными кадрами, требует поиска новых источников углеводородного сырья. Одними из наиболее перспективных объектов являются пермские битумы, ресурсы которых превышают известные запасы нефти в девонских и каменноугольных отложениях.

Эксплуатация нефте-битумных месторождений требует применения нестандартных технологий, связанных с тепловым воздействием на нефтенасыщенные породы. Для этих целей применяется уникальная технология парогравитационного дренажа. В связи с этим большое значение имеет выяснение особенностей вещественного состава продуктивных горизонтов битумно насыщенных толщ. Основная цель работы – изучить петрографический состав, минералого-геохимические особенности и коллекторские свойства битумсодержащих пород в пределах Ашальчинской площади, отдельные участки которой разрабатываются для добычи сверхвязкой нефти. Фактическим материалом для исследований послужили образцы керн из скважин, пробуренных в пределах Больше-Каменского, Южно-Ашальчинского и Мельничного поднятий западного склона Южно-Татарского свода.

Битумные месторождения приурочены к песчаным пачкам пород шешминского горизонта уфимского яруса, который делится на два слоя: песчано-глинистых и глинистых песков. Битумно насыщенные породы представлены в основном косослоистыми мелко-, реже – среднезернистыми, полимиктовыми песками и песчаниками. Петрографические исследования показали, что по минеральному составу все исследованные песчаники делятся на две группы: 1) субграувакковые, которые встречаются в пределах Больше-Каменского и Южно-Ашальчинского поднятий и 2) граувакково кристаллолитокластовые в пределах Мельничного поднятия. Эти две группы отличаются по составу обломочного материала. В первой группе содержание кварца (~15%) и среднее содержание силикатных и темноцветных пород (~56%), во второй низкое содержание кварца (~7%) и высокое содержание силикатных и темноцветных пород (~85%). В обеих группах встречаются частицы пирита (~1%), а также обломки эффузивных пород (~30%), что связано с поступлением обломочного материала с разрушающихся древних Уральских гор. Наличие зерен пирита указывает на восстановительные условия формирования. Цемент в песчаниках по составу глинисто-карбонатный, иногда карбонатный, по характеру – поровый, пелитоморфный, базальный. Характер и состав цемента являются важными параметрами, характеризующими проницаемые свойства осадочных пород. Наличие карбонатного цемента, формирующегося на стадии диагенеза и заполняющего поровое пространство пород, негативно

отражается на их коллекторских и проницаемых свойствах. В то же время, исследованные образцы характеризуются высокой степенью коллекторских свойств. Данные рентгенофазового анализа позволили уточнить минеральный состав песчаников. В большей степени в их составе преобладает кварц, в меньшей – альбит, кальцит, хлорит и пирит. Геохимические особенности песчаников заключаются в том, что ряд элементов, например, ванадий, связаны в основном с битумным веществом. Присутствие ванадия в битумном веществе в виде ванадил-иона подтверждено данными электронного парамагнитного резонанса. Ванадий является характерным элементом для пермских битумов, а также для девонских и каменноугольных нефтей. По результатам исследований ЯМР определено, что содержание битума находится в прямой зависимости от пористости образца.

ЛИТОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВИЗЕЙСКОГО ЯРУСА ЧЕРНООЗЕРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ВОСТОЧНОГО СКЛОНА МЕЛЕКЕССКОЙ ВПАДИНЫ

Мансурова А.Р.

Научный руководитель – ст. преп. Зинатуллина И.П.

В административном отношении Черноозерское месторождение находится на территории Нурлатского района в южной части Республики Татарстан. Объект исследования стратиграфически приурочен к каменноугольной системе, визейскому ярусу, бобриковскому и тульскому горизонтам. Черноозерское поднятие приурочено к восточному борту Мелекесской впадины. В тульских отложениях по данным ГИС нефтеносность установлена по пласту Стл-4. В разрезе бобриковского горизонта выделены продуктивные пласты Сбр3+2 и Сбр-1, который является «врезовым».

В данной работе изучался керн из скважины № 1362 Черноозерского месторождения. Образцы, отобранные из аналога пласта Стл-2, представлены алевролитом песчаным, наблюдается трещиноватость и вкрапления угля и пирита. При описании их под бинокулярным микроскопом были выявлены зерна кварца, пирита, угля и полевого шпата. При изучении шлифов наблюдалось конформное и инконформное сочленение зерен, вкрапления пирита, а также кальцитовый цемент. Рентгеноструктурный анализ показал, что трещина в образце № 1 заполнена углисто-глинистым материалом, присутствием иллита и каолинита. Данные образцы изучались под растровым микроскопом, который показал отсутствие порового пространства вследствие наложения вторичных процессов, наличие фрамбOIDов пирита и углисто-глинистого материала. Благодаря данным исследованиям можно сделать вывод, что данные породы являются неколлекторами.

Бобриковский горизонт в скважине № 1362 охарактеризован керном в продуктивных пластах Сбр-3, Сбр-2 и Сбр-1. Пласт Сбр-3 представлен нефтенасыщенным, пористым песчаником с включениями пирита угля. Пласт Сбр-2 сложен нефтенасыщенным песчаником, с вкраплениями пирита и угля, наблюдается горизонтальная слоистость. Пласт Сбр-1, являющийся «врезовым», представлен интенсивно нефтенасыщенным песчаником, с вкраплениями пирита и прослоями угля. При исследовании под бинокулярным микроскопом были выявлены зерна коричневого кварца, угля, пирита и полевого шпата. Под поляризационным микроскопом наблюдались как полые, так и заполненные нефтью поры, пирит, корродирующий зерна кварца и карбонатный цемент, а в образце № 5 являющийся цементом. После проведения рентгено-фазового анализа были выявлены минералы пирита, кварца, доломита, каолинита. Под растровым микроскопом были выявлены сообщающиеся поры и трещины, а также фрамбOIDы пирита. В бобриковском горизонте вторичные процессы карбонатизации и пиритизации не повлияли на продуктивность пластов из-за их высоких емкостно-фильтрационных свойств.

Таким образом, первые два образца, вынесенные из аналога пласта Стл-2, являются неколлекторами, а образцы, отнесенные к пластам Сбр-3, Сбр-2 и Сбр-1 являются продуктивными. Изучение описания шлифов показало наличие кальцита и пирита, которые ухудшают пористо-проницаемые свойства. Также наличие пирита снижает сопротивление, поэтому ГИС скважины № 1362 показывает, что продуктивные пласты являются водоносными, а фактически они нефтенасыщенны.

ЛИТОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕВЕРО-АШАЛЬЧИНСКОГО И ЮЖНО-АШАЛЬЧИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПРИРОДНЫХ БИТУМОВ

Махмутов Б.И.

Научный руководитель – доц. Ситдикова Л.М.

Запасы нефти на балансе ОАО «Татнефть», сосредоточенные в слабопроницаемых коллекторах (менее 2мД) и вязкостью более 200сПз по состоянию на начало 2014 г. составляют 144,4 млн. тонн, или 17,8% от общих запасов нефти компании. Обеспечивается добыча более 544 тыс. т/год. К таким запасам относятся высоковязкие нефти и природные битумы [Нефтегазоносность Республики..., 2007, с. 25-200]. Одним из перспективных объектов нетрадиционных углеводородов, являются породы Ашальчинского месторождения (территории Черемшанского и Альметьевского районов РТ). Нетрадиционные типы месторождений природных битумов РТ интенсивно разрабатываются современными методами (паротепловые методы, термические и др.). Для успешного применения конкретных методов разработки необходимо детально изучать вещественный состав пород-коллекторов, особенности нефте- и битумонасыщения пород, связанные с особенностями формирования пород и структурой пустотного пространства и др.

Результаты литолого-минералогических исследований свидетельствуют, что флюидоупоры (лингуловые глины) различаются по степени плотности, например, на территории Южно-Ашальчинского месторождения характеризуются большей плотностью, слабо битуминизированные, с обилием выделений рудных минералов – пирита. Породы-коллекторы также различаются по структурно-текстурным особенностям: на территории южной части – это мелкозернистые песчаники, слабоцементированные, но с высокой степенью битумонасыщенности. Продуктивные горизонты Северо-Ашальчинской части месторождения представлены в основном песчаниками среднезернистыми, тип цементации пористый, участками базальным с глинисто-карбонатным цементом. Однако степень битумонасыщения меняется по разрезу изученных скважин: участками от сплошного типа нефтенасыщения до насыщения с преобладанием «пятнистого» типа.

В процессе анализа каменного материала скважин был установлен факт различного содержания радиоактивных изотопов в породах покрышках и коллекторах исследуемого месторождения. Основное внимание при исследованиях уделялось изучению радиоактивных изотопов химических элементов калия-40 (K^{40}), радия-226 (Ra^{226}) и тория-232 (Th^{232}) в образцах флюидоупоров, продуктивного и водоносного горизонтов месторождения.

Необходимо отметить, что калий (К) встречается в природе в виде двух стабильных нуклидов: K^{39} (93,10% по массе) и K^{41} (6,88%), а также одного радиоактивного K^{40} (0,02%) [Комплекс спектрометрический..., 1991, с. 50-65]. После проведенного радиометрического анализа были сопоставлены данные по покрышкам и породами продуктивного горизонта Южной и Северной частей Ашальчинского месторождения. Повышенное содержание радиоактивного изотопа K^{40} характерно для всех образцов флюидоупоров, которые представлены плотными лингуловыми глинами с отпечатками раковин «лингул». Повышенное содержание K^{40} в покрышках связано с составом глинистых минералов, в структуре которых содержится калий, в то же время K^{40} связан и с содержанием органического вещества угольного ряда. Степень насыщения пород битумом также коррелирует с интервалами интенсивной битумонасыщенности пород.

Однако на территории Южно-Ашальчинской части месторождения наблюдаются аномально высокие показатели радия-226 (Ra^{226}) чем в северной части, которые были зафиксированы как в породах-коллекторах, так и во флюидоупорах – лингуловых глинах. После проведенного анализа методом рентгеновской микротомографии в образцах контактовых зон флюидоупор – продуктивный горизонт были обнаружены зерна циркона, с чем возможно и связаны высокие показатели радия-226 [Махмутов, 2015, с. 194].

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ДЕТСКОГО САДА «УМКА» НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ ПР. АМИРХАНА И УЛ. ЧЕТАЕВА Г. КАЗАНИ

Петров Д.И.

Научный руководитель – доц. Королев Э.А.

Строительство детского сада «Умка» осуществляется на территории Ново-Савиновского района г. Казани на пересечении улиц Амирхана и Четаева. Участок строительства характеризуется выравненной поверхностью со слабым уклоном в сторону р. Казанки.

В геоморфологическом отношении участок изыскания приурочен к пойме р. Казанки. В его строение принимают участие верхнечетвертичные аллювиальные отложения (aQ_{III}), перекрытые сверху современными насыпными грунтами (tQ_{IV}). Анализ пространственной изменчивости показателей свойств грунтов по данным буровых работ и лабораторных методов исследований, позволил выделить 6 основных инженерно-геологических элементов (ИГЭ):

- ИГЭ 1. Намывной и насыпной грунт из песка средней крупности (2,0-3,6 м);
- ИГЭ 2. Глина тугопластичная с включениями гумуса (1,8-2,7 м);
- ИГЭ 3. Глина мягкопластичная с прослойками и линзами песка (0,2-3,8 м);
- ИГЭ 4. Суглинок мягкопластичный с включениями гумуса и прослойками и линзами песка (1,2-12,6 м);
- ИГЭ 5. Песок мелкий, водонасыщенный, с прослойками суглинков, средней плотности (0,3-4,6 м);
- ИГЭ 6. Песок средней крупности, водонасыщенный, с линзами суглинков, средней плотности и плотный (0,8-4,2 м).

Гидрогеологические условия строительного участка сложные. Подземные воды при бурении вскрыты во всех скважинах на глубинах 2,0-2,5 м (абсолютные отметки от 55,6 до 56,1 м), установившийся уровень зафиксирован на тех же глубинах и абсолютных отметках. Большинство горизонтов подземных вод имеет тесную гидравлическую связь с водами Куйбышевского водохранилища. Воды пресные, преимущественно гидрокарбонатно-кальциевые. По составу неагрессивные к железобетонным конструкциям, средне- и низко-агрессивные к алюминиевым и к свинцовым оболочкам кабеля.

Из геологических и инженерно-геологических процессов, отрицательно влияющих на условия строительства и эксплуатации сооружений, проявлены лишь процессы подтопления. В соответствии с приложением И к СП 11-105-97 (часть II) по критерию типизации территории по подтопляемости (I-A-1) участок относится к постоянно подтопленным в естественных условиях ($H_{кр}/H_{сп} \geq 1$).

Глубина сезонного промерзания для глинистых грунтов составляет 1,4 м, для песков – 1,8 м. По степени морозной пучинистости пески намывного и насыпного грунта до глубины сезонного промерзания в соответствии с СП 22.13330.2011 являются слабопучинистыми ($1 < D < 5$).

По совокупности природных факторов инженерно-геологические условия поймы р. Казанки соответствуют III категории сложности, поскольку подтопление оказывает решающее влияние на выбор проектных решений.

На основе анализа инженерно-геологических и гидрогеологических условий четвертичного инженерно-геологического комплекса рекомендуется:

1. При строительстве использовать преимущественно свайные фундаменты.
2. В случае проектирования подземных сооружений учитывать высокую естественную обводненность грунтов. Учесть необходимость гидроизоляции заглубленных частей здания.
3. Предусмотреть урегулирование поверхностного стока, путем создания кюветов и дождеприемных колодцев, соединенных подземными трубопроводами для отвода излишков дождевых и талых вод.

НЕМОРСКИЕ ДВУСТВОРЧАТЫЕ МОЛЛЮСКИ ИЗ ВЕРХНЕПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ РЕКИ МАЛАЯ СЕВЕРНАЯ ДВИНА

Усманова Р.Р.

Научный руководитель – асс. Уразаева М.Н.

Изучены комплексы неморских двустворчатых моллюсков из местонахождений Элеонора и Аристово, расположенных на правом берегу р. Малая Северная Двина.

Останки двустворчатых моллюсков из местонахождения Элеонора представлены деформированными композитными ядрами и отпечатками отдельных створок униовидных раковин, рассредоточенными в породе под разными углами к плоскостям наслоения. Вещество раковин преобразовано в тонкую глиноподобную пленку буровато-коричневого цвета. Установлено два морфологических типа: морфотип с удлинёнными раковинами отнесен к виду *Palaeomutela curiosa* Amalitzky, морфотип с укороченными субтреугольными раковинами отнесен к виду *P. golubevi* Silantiev. На ядрах и отпечатках, как больших, так и маленьких створок *P. golubevi*, наблюдается характерная для этого вида ребристость. На некоторых ядрах субтреугольных очертаний наблюдается резкий перегиб по линии килевого возвышения, что делает их похожими на представителей рода *Opokiella* Plotnikov, 1949. *Palaeomutela curiosa* и *P. golubevi* распространены в вятском ярусе Волго-Уральского и Двинско-Мезенского бассейнов. Зона *golubevi* выделена в верхней (терминальной) части вятского яруса [Силантьев, 2014].

В местонахождении Аристово имеется два уровня с двустворчатыми моллюсками.

Первый уровень встречен в нижней части песчаной линзы. Останки двустворчатых моллюсков представлены сомкнутыми раковинами и отдельными створками, рассредоточенными в породе под разными углами к плоскостям наслоения. Вещество раковин в большинстве случаев перекристаллизовано кристаллическим кальцитом. Ассоциация двустворок включает вид *Opokiella ignatjewi* Gusev, 1990 и два морфологических типа, относящихся к роду *Palaeomutela* Amalitzky, 1892. Морфотип с удлинёнными раковинами, четко выраженными линиями роста и расширяющимся задним концом отнесен к видам *Palaeomutela fisheri* (Amalitzky) и *P. aff. fisheri* (Amalitzky); морфотип с умеренно-удлинёнными раковинами и сужающимся задним концом отнесен к виду *P. keyserlingi* Amalitzky. Типовые экземпляры *Opokiella ignatjewi*, *Palaeomutela fisheri*, *P. keyserlingi* происходят из путятинских слоев северодвинского яруса. Встреченная ассоциация характерна для отложений верхней части северодвинского яруса (зона *keyserlingi*) Волго-Уральского бассейна Восточно-Европейской платформы [Гусев, 1990; Силантьев, 2014].

Второй уровень встречен в линзе глинистых пород, залегающей в средней части линзы. Останки двустворчатых моллюсков представлены деформированными композитными ядрами и отпечатками отдельных створок униовидных раковин, расположенными параллельно плоскостям наслоения. Вещество раковин не сохранилось. Установлены виды *Palaeomutela fisheri* Amalitzky, *P. sp.* и *Palaeoanodonta* ex gr. *verneuli* Amalitzky.

ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА УЧАСТКА ПОД ВОЗВЕДЕНИЕ КОТТЕДЖНОГО ПОСЕЛКА «МАЛЕНЬКАЯ СТРАНА»

Ханипова Р.Р.

Научный руководитель – доц. Королёв Э.А.

Сегодня в России одним из приоритетных направлений жилищного строительства является развитие коттеджных поселков [Файзуллин И.Э. Перспективы развития..., с. 44-48]. Заявленная правительством программа "Доступное и комфортное жилье – гражданам России" подтолкнула регионы к стимулированию малоэтажного строительства. На территории Республики Татарстан в рамках этого проекта осуществляется планировка целого ряда неосвоенных земель, расположенных в различных районах. Один из таких участков расположен вблизи поселка Малая Шильна, в северной части Тукаевского района РТ.

В геоморфологическом отношении участок приурочен к IV-V-ой надпойменной аккумулятивной террасе р. Кама. Абсолютные отметки поверхности колеблются в пределах от 94,18 до 109,25 м.

В геолого-литологическом строении площадки на глубину 15 м от дневной поверхности принимают участие аллювиально-делювиальные (adQ_{II-III}) средне-позднечетвертичные и плиоценовые (N₂) отложения со стратиграфическим несогласием залегающие на размытой поверхности среднепермских отложений (P₂kz₂). По результатам полевых и лабораторных исследований в соответствии с ГОСТ 25100-2011 и ГОСТ 20522-2012 в разрезе площадки изыскания были выделены следующие инженерно-геологические элементы (ИГЭ):

- ИГЭ 1. Почвенно-растительный слой (0,3-0,5 м);
- ИГЭ 2а. Суглинок коричневый, твердый-полутвердый, пылевато-песчанистый, фрагментарно ожелезненный (0,5-4,0 м);
- ИГЭ 2б. Суглинок коричневый, тугопластичный, пылеватый, фрагментарно ожелезненный, с известковистыми стяжениями и прослойками песка (0,3-8,0 м);
- ИГЭ 2в. Суглинок коричневый, мягкопластичный, известковистый, местами с прослойками песка водонасыщенного (0,3-6,5 м);
- ИГЭ 2г. Суглинок коричневый, текучепластичный, песчанистый, слабо ожелезненный, с гнездами и прослоями песка (0,7-3,5 м);
- ИГЭ 3б. Супесь коричневая, пластичная, песчанистая, с прослойками суглинков (2,0-3,2 м);
- ИГЭ 4п. Песок рыжевато-коричневый, пылеватый, средней плотности и плотный, в различной степени водонасыщенный, с редкими прослойками суглинка (1,4-4,0 м);
- ИГЭ 4м. Песок коричневый, мелкий, средней плотности и плотный, в различной степени водонасыщенный, с редким включением гравия (0,8-2,5 м);
- ИГЭ 6а. Глина серая, полутвердая, пылеватая, песчанистая (2,0-2,2 м);
- ИГЭ 7а. Глина красновато-коричневая, плотная, твердая, пылеватая, участками с прослоями водоносных алевролитов и песчаников (0,5-4,5 м);
- ИГЭ 7в. Песчаник табачно-коричневый, тонко-мелкозернистый, средней плотности, водоносный, местами с прослойками глины (0,6-1,4 м).

Грунтовые воды вскрыты всеми скважинами. Сезонное колебание уровня подземных вод составляет 1,5-2,0 м и может подняться на глубину 0,0-3,5 м, абс. отм. 94,28-107,25 м, т.е. до глубины заложения фундамента и коммуникаций.

Согласно СП 11-105-97 часть II (приложение И) [СП 11-105-97] территория относится к подтопленной области с сезонно и постоянно подтопленными участками.

Из опасных геологических и инженерно-геологических процессов и явлений следует обратить внимание на подмыв береговых уступов, углубление и расширение эрозионных врезов, в нижних пойменных частях склонов – на развитие оползней.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ МАЛКИНСКОГО МАССИВА УЛЬТРАМАФИТОВ (СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ КАВКАЗ)

Хуснуллин Н.С.

Научный руководитель – доц. Полянин В.С.

Малкинский ультрамафитовый массив входит в состав Лабино-Малкинского офиолитового пояса палеозойского возраста, находящегося в северной части Кавказской складчатой области – одного из сегментов Средиземноморского подвижного пояса.

Массив представляет собой сложное, амёбоподобное в плане тело длиной 17 км и шириной от 1 до 9 км. Форма залегания массива предположительно линзообразная. Малкинский массив в южной своей части имеет мощность около 1 км, расширяясь в северном направлении до 2 и более км. Тело массива вскрыто в широтной части долины р. Малки и ее боковых притоков.

Малкинский массив сложен серпентинитами лизардитового состава, возникшими в результате гидротации оливина (дуниты) и пироксен-оливиновых (гарцбургиты) пород. О первичном составе можно судить по реликтам минералов в структуре серпентинитов. Серпентиниты с остатками первичных минералов сохраняются в зависимости от глубины коры выветривания. Наличие бастита (псевдоморфозы серпентина по пироксену) указывает на первичную горную породу, называемую пе-

ридотитом (апогарцбургитовые серпентиниты), а его отсутствие указывает на изначально дунитовый состав (аподунитовые серпентиниты).

Аподунитовые лизардитовые серпентиниты состоят на 85-90% из лизардита, на 10% из хризотил-асбеста, на 2-3% магнетита. Структура серпентинитов петельчатая и мелкопетельчатая. Лизардит образует изометричные петли от 0,03 до 0,06 мм. Хризотил-асбест представлен в виде прожилков мощностью до 0,1 мм. Магнетит образует единичные зерна и их скопление.

Апогарцбургитовые лизардитовые серпентиниты состоят из лизардита, бастита (80-85%), карбоната (10-15%), магнетита и хромшпинеля (1-3%). Структура пород петельчатая. Лизардит образует петли шириной от 0,05 до 0,2 мм. Бастит представлен в виде изометричных, округлых зерен размером до 1 мм. Карбонаты формируют прожилки, с зернами изометричной формы, интенсивно корродированными, образуя мозаичную структуру.

Проведенные пересчеты данных химического анализа ультрамафитов Малкинского массива [Плошко, 1986, т. 1, с 31-36] показали, что ультрамафиты определенно принадлежат к дунит-гарцбургитовой формации. На это указывают величины петрохимических коэффициентов $M/F=9,8-10,8$ и $M/Si=1,5-1,6$.

В пределах Малкинского массива ультрамафитов наблюдается полный разрез коры выветривания химического типа зонального строения, залегающего на размытой поверхности серпентинитов. Кора выветривания образует пластообразное пологопадающее на север тело, согласно перекрывающееся карбонатными отложениями юрского возраста. Возраст процессов корообразования предположительно триасовые. С процессами корообразования связано формирование месторождения железных руд и проявления цветных халцедонов.

Полезные ископаемые Малкинского массива ультрамафитов представлены месторождением железных руд, проявлением цветных халцедонов Тазакол и Лахран, скоплением глыб декоративных серпентинитов в районе проявления цветных халцедонов Тазакол.

ХИМИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. А.М. БУТЛЕРОВА

СЕКЦИЯ ХИМИЯ

ПОЛИМЕРНЫЕ НАНОСФЕРЫ ДЛЯ УПРАВЛЯЕМОГО СВЯЗЫВАНИЯ/ВЫСВОБОЖДЕНИЯ СУБСТРАТА

Атландерова А.А.

Научный руководитель – к.х.н., с.н.с. Зиганишина А.Ю.

В последние годы полимерные наночастицы находят применение в различных областях науки и техники, например в качестве контейнеров в системах доставки лекарственных средств, как маркеры в биологических системах и строительные блоки в электронике и оптико-электронике. Мы использовали виологен-кавитанд (MVCA) для создания новых полимерных наносфер. Наносферы были получены методом эмульсионной полимеризацией MVCA, используя диаллилдисульфид в качестве сомономера (схема 1). $p(MVCA-co-SS)$ хорошо растворимы в воде, имеет сферическую форму размером около 140 нм. Показано, $p(MVCA-co-SS)$ являются редокс-управляемыми наносферами и могут быть разрушены действием биологически активного реагента – дитиотреитола. Связывание и высвобождение субстрата из полости $p(MVCA-co-SS)$ были исследованы методами динамического светорассеяния, УФ- и флуоресцентной спектроскопии.

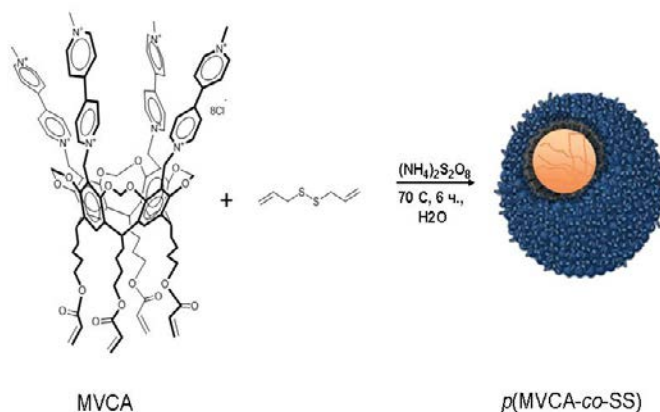


Схема 1.– Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 15-03-04999)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИКОТОКСИНА Т2 АМПЕРОМЕТРИЧЕСКИМИ БИОСЕНСОРАМИ НА ОСНОВЕ ЭЛЕКТРОДОВ МОДИФИЦИРОВАННЫХ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫМИ МАТЕРИАЛАМИ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ

Аюпова Н.Р.

Научные руководители – к.х.н., с.н.с. Варламова Р.М.; д.х.н., проф. Медянцева Э.П.

Микотоксины в настоящее время составляют одну из наиболее опасных групп токсичных соединений, представляющих угрозу здоровью населения. Поскольку эти соединения могут находиться во многих продуктах питания, вполне обоснован интерес исследователей к разработке различных современных методов их определения. Важность их контроля обусловлена высоким уровнем загрязнения, обнаружением новых микотоксинов, расширением групп продуктов питания, загрязненных микотоксинами.

В последнее время достаточно активно разрабатываются различные новые варианты определения микотоксинов. Среди них следует отметить работы по применению биосенсоров для решения данной аналитической задачи. Однако примеры таких работ пока немногочисленны.

Нами разработаны новые амперометрические биосенсоры на основе планарных электродов, модифицированных наноструктурированными материалами различной природы и иммобилизованного фермента – холинэстеразы (ХЭ) для определения Т2 токсина.

Т2 токсин – трихотеценовый микотоксин, продуцируемый плесневым грибом рода фузариум, высоко токсичен для эукариотических организмов. Этот токсин встречается в зерновых культурах и комбикормах.

Впервые установлено, что Т-2 токсин проявляет свойства обратимых ингибиторов ХЭ, в области концентраций 1×10^{-6} - 1×10^{-9} М.

В качестве модификаторов поверхности электродов использовали углеродные нанотрубки (УНТ), восстановленный оксид графена (ВГО) и наночастицы серебра (НЧ Ag).

Установлено, что ингибирующее действие Т2 токсина на данный фермент проявляется и для биосенсоров, модифицированных УНТ в областях концентраций от 1×10^{-6} - 5×10^{-11} М.

Использование восстановленного оксида графена (ВГО) в качестве модификатора позволило расширить диапазон рабочих концентраций по сравнению с немодифицированным аналогом от 1×10^{-6} - 1×10^{-10} М и снизить величину нижней границы определяемых содержаний до уровня 7×10^{-11} моль/л.

Получены наночастицы серебра различного размера и формы. Подобраны наилучшие условия получения наночастиц. Наличие наночастиц серебра подтверждено методами атомно-силовой микроскопии и спектрами оптического поглощения.

Для модификации поверхности сенсоров помимо УНТ, ВГО применяют нанокompозиты УНТ/НЧ металлов (УНТ/НЧ Ag), ВГО/НЧ Ag. Использование УНТ, ВГО и наночастиц дает возможность создать необходимую плотность заряда, что позволяет напрямую влиять на чувствительность сенсора и поддерживать его высокую электроактивность.

Использование наночастиц серебра в качестве модификатора позволило расширить диапазон определяемых концентраций по сравнению с немодифицированными аналогами, снизить нижнюю границу определяемых содержаний, улучшить коэффициент корреляции. Диапазон определяемых концентраций для нанокompозита ВГО/НЧ Ag составил 1×10^{-6} - 2×10^{-11} , $S_n=1 \times 10^{-11}$ М, для УНТ/НЧ Ag 1×10^{-6} - 1×10^{-11} , $S_n=5 \times 10^{-12}$ М.

Для холинэстеразного биосенсора, модифицированного УНТ, ВГО, НЧ Ag в присутствии соответствующих концентраций Т2 токсина наблюдается двупараметрически рассогласованное ингибирование т.е. бесконкурентное.

Показана возможность определения Т-2 токсина с помощью предлагаемых ферментных электродов на основе холинэстеразы в пищевых продуктах: гречневой, рисовой, кукурузных крупах разных производителей с S_r не более 0,05.

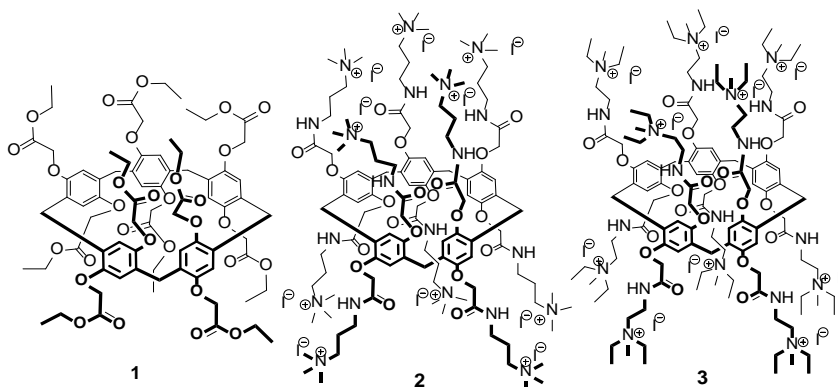
СИНТЕЗ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПИЛЛАР[5]АРЕНОВ И ИХ КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩИЕ СВОЙСТВА

Басимова Л.Т.

Научный руководитель – асп. Шуртик Д.Н.

Описанный недавно в литературе новый класс макроциклических структур – пиллар[n]арены могут выступать в качестве синтетических блоков для получения различных лигандов. Но наибольший интерес представляют водорастворимые пиллар[n]арены, так как большинство биологических объектов, которые могут выступать в качестве молекул-«гостей», растворимы в воде [1]. В связи с этим, целью настоящей работы является синтез водорастворимых пиллар[5]аренов и исследование способности к распознаванию различных субстратов. Первоначально аминолизом этоксикарбонил замещённого пиллар[5]арена 1 были получены макроциклы, содержащие по десять амидных фрагментов, последующим алкилированием которых метилйодидом были получены соединения 2 и 3. Структура и состав полученных соединений подтверждены методами ЯМР ^1H , ^{13}C , 2М ЯМР NOESY ^1H - ^1H , ИК спектроскопии, масс-спектрометрии (MALDI-TOF) и элементным анализом.

Методами ЯМР и УФ спектроскопии изучены комплексообразующие свойства синтезированных пиллар[5]аренов по отношению к п-толуолсульфокислоте и определена структура полученного комплекса.



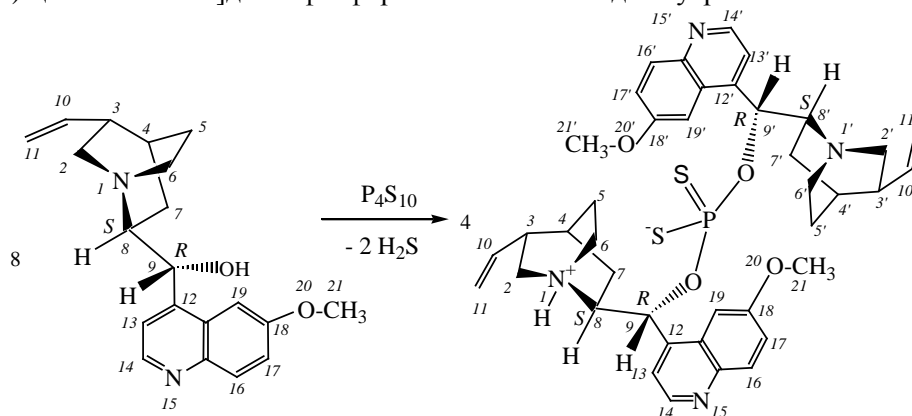
T. Ogoshi, T. Yamagishi. *Bull. Chem. Soc. Jpn.*, 2013, **86**, 312-332.

ХИРАЛЬНЫЕ ДИТИОФОСФАТЫ И ДИТИОФОСФОНАТЫ АММОНИЯ НА ОСНОВЕ ХИНИНА

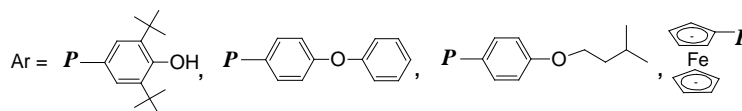
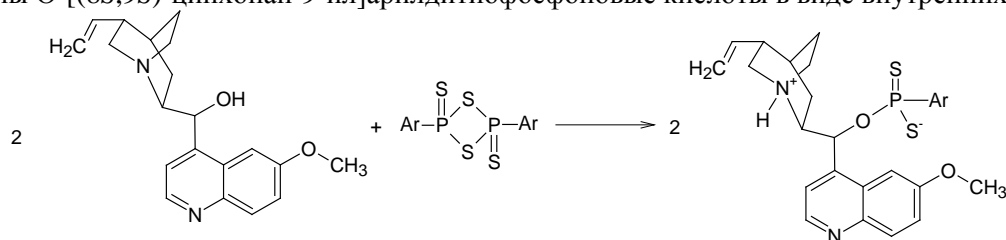
Белов Т.Г.

Научные руководители – проф. Низамов И.С.; к.х.н. Габдуллина Г.Т.

Среди природных органических соединений, содержащих гидроксильную группу, наиболее перспективными для создания биологически активных соединений являются гидроксилсодержащие хиральные алкалоиды (хинин и цинхонин). Доступность хинина и цинхонина, в молекулах которых имеются 4 хиральных атома углерода и один стереогенный атом азота, позволило использовать их в качестве хиральных лигандов для получения металлокомплексов, катализаторов для асимметрического синтеза и хиральных агентов для ЯМР спектроскопии. Установлено, что хинин реагирует с тетрафосфордекасульфидом в мольном соотношении 8:1 при 60°C в течение 10 ч в бензоле с образованием ди[(8*S*,9*S*)-цинхонан-9-ил]дитиофосфорной кислоты в виде внутренней аммониевой соли.



При использовании в качестве дитиофосфорилирующих агентов 2,4-диарил-1,3,2,4-дитиадифосфетан-2,4-дисульфидов в реакции с хинином при комнатной температуре в течении 1 ч в бензоле получены *O*-[(8*S*,9*S*)-цинхонан-9-ил]арилдитиофосфоновые кислоты в виде внутренних солей.



P - место присоединения атома фосфора

Таким образом, впервые разработаны методы введения дитиофосфорильных синтонов в молекулу хинина на основе сульфидов фосфора. Синтезированы новые оптически активные дитиофосфорные и дитиофосфоновые производные хинина.

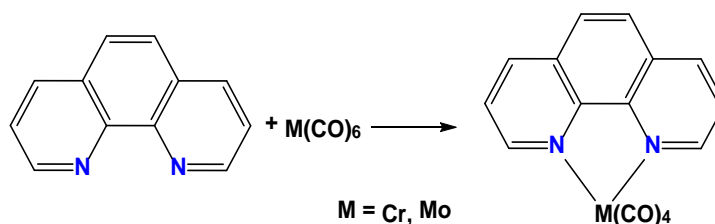
ТЕТРАКАРБОНИЛФЕНАНТРОЛИНОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ МЕТАЛЛОВ 6 ГРУППЫ В РЕАКЦИЯХ С ОКСОДИЕНАМИ: ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Васильев Е.В.

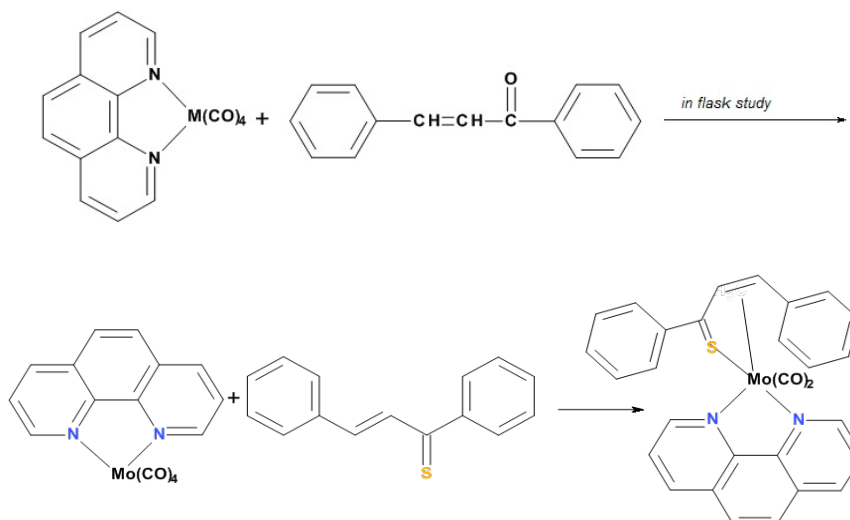
Научный руководитель – к.х.н., доц. Курамшин А.И.

Ранее было продемонстрировано, что использование металлоорганических соединений с карбонильными лигандами в реакциях с оксодиенами, не позволяет выделять и изучать получаемые соединения на препаративном уровне из-за их термодинамической неустойчивости и склонности к диспропорционированию [Курамшин А.И., Курамшина Е.А., Черкасов Р.А. Журн. орг. хим. 2004. Т.40. Вып. 9. С. 1315-1323].

В качестве устойчивой к диспропорционированию металлоорганической платформы для региоселективной функционализации элементоорганических соединений выгоднее использовать металлоорганические соединения, в которых для понижения вероятности диспропорционирования часть карбонильных лигандов замещена на полидентатный лиганд. В поисках подходящих лигандов мы изучили возможность стабилизации металлоорганических соединений с помощью о-фенантролина.



Мы осуществили синтез орто-фенантролинтетракарбонилметаллов(0), изучена их реакция с 1,3-дифенил-2-пропен-1-оном и 1,3-дифенил-2-пропен-1-тионом; изучение взаимодействия полученного комплекса с гетеродиенами проводили как экспериментально (*in flask*), так и теоретически (*in silica*).



В докладе обсуждаются структуры продуктов реакций и механизмы их образования.

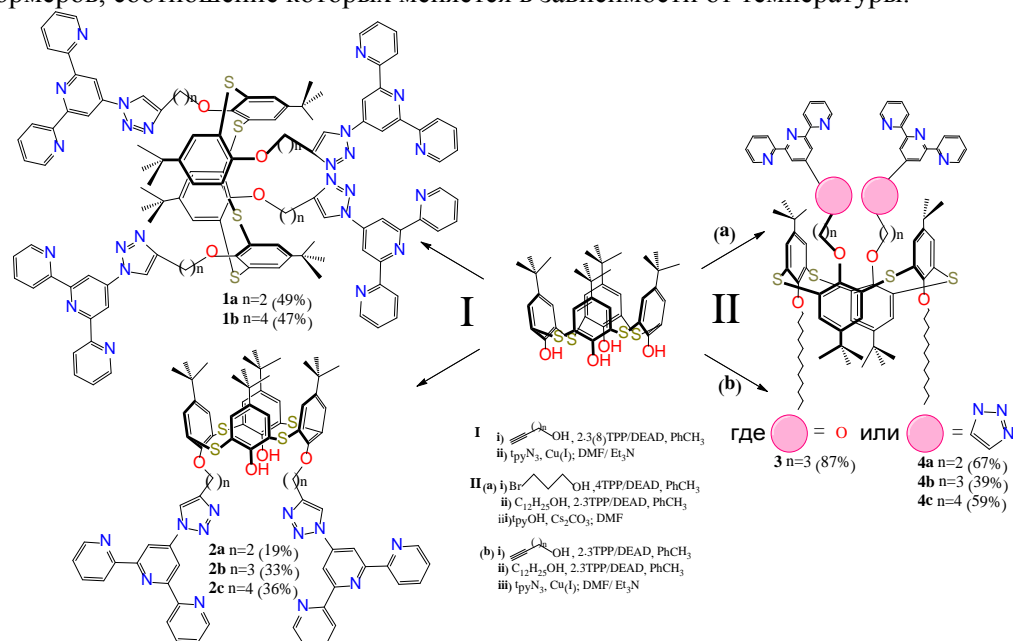
СТЕРЕОСЕЛЕКТИВНЫЙ СИНТЕЗ И ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫЕ СВОЙСТВА АМФИФИЛЬНЫХ ТИАКАЛИКС[4]АРЕНОВ В КОНФИГУРАЦИИ 1,3-АЛЬТЕРНАТ

Галиева Ф.Б.

Научный руководитель – к.х.н., н.с. Муравьев А.А.

Фундаментальной проблемой создания адаптивных биосенсоров является установление корреляции структура-свойство на “мягких” поверхностях (везикулах и мицелах). Удобной системой для изучения данной закономерности является платформа каликсарена, в которую легко ввести гидрофобные и гидрофильные фрагменты. В частности, особый интерес представляет введение терпиридиновых и триазольных групп, которые образуют прочные комплексы с люминесцентными катионами лантанидов. В литературе известны примеры получения амфифильных каликсаренов, где использовали модификацию нижнего и верхнего обода. В связи с этим интересным является подход, включающий в себя только функционализацию нижнего обода и позволяющим получить ди- и тетразамещенные производные в конфигурациях конус и 1,3-альтернат, соответственно.

Для синтеза амфифильных тиакаликсаренов, содержащих терпиридилные и триазольные фрагменты, мы использовали как введение алкинильных фрагментов-прекурсоров для азид-алкинового циклоприсоединения (**1a-c**, **2a-c**), так и последовательное введение гидрофобной части и функциональных заместителей с дальнейшим превращением в рецепторную группу (**3**, **4a-c**). Были выявлены структурные факторы, влияющие на стереоселективное замещение нижнего обода тиакаликсарена для дизамещенных производных: для тиакаликсаренов с пропиновыми фрагментами образуется смесь конформеров, соотношение которых меняется в зависимости от температуры.



Было показано, что интенсивность люминесценции лантанидов в составе комплекса с амфифильными тиакаликсаренами зависит как от присутствия посторонних металлов, длины спейсера, концентрации амфифильного тиакаликс[4]арена, так и от соотношения металл-лиганд.

Для установления структуры и индивидуальности полученных соединений использовались следующие физические методы: РСА, масс-спектрометрия MALDI, РФА, ИК-, одно- и двумерная ЯМР-спектроскопия.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 14-03-31909-мол_а).

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ НИКЕЛЬОРГАНИЧЕСКИХ СИГМА-КОМПЛЕКСОВ ТИПА $[NiBr(ARYL)(BPY)]$

Гафуров З.Н.

Научные руководители – в.н.с., д.х.н. доц. Яхваров Д.Г.; асп. Саханов И.Ф.

Комплексы переходных металлов являются активными катализаторами различных процессов кросс- и гомо-сочетания органических галогенидов, хлорфосфинов, а также получения линейных альфа-олефинов путем каталитической олигомеризации этилена. Ключевыми интермедиатами данных процессов являются катионные никельорганические сигма-комплексы, способные координировать молекулы субстрата с последующей его активацией и функционализацией. Однако, для получения активных форм никельорганических сигма-комплексов необходимо использование химических активаторов типа метилалюмоксана и ряда других пожароопасных и низкостабильных металлоорганических производных.

Целью настоящей работы является разработка новых методов активации никельорганических сигма-комплексов типа $[NiBr(aryl)(bpy)]$ при использовании электрохимических методов.

В ходе проведения работ были получены новые представители никельорганических сигма-комплексов. Впервые удалось синтезировать комплекс с сигма-связанным 2,4,6-трициклогексилфенильным заместителем при атоме никеля. Это первый пример никельорганического сигма-комплекса, в ароматическом фрагменте которого находятся циклические заместители. Полученный комплекс был охарактеризован всеми доступными спектральными методами, включая методы ядерного магнитного резонанса (ЯМР) на ядрах 1H и ^{13}C , масс-спектрометрии, а также рентгеноструктурного анализа (рисунок 1).

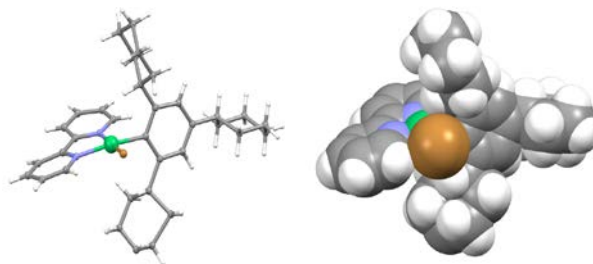


Рисунок 1 – Структура никельорганического сигма-комплекса 2,4,6-трициклогексилфенил-2,2'-бипиридил-никель (II) бромида в кристалле.

Установлено, что электрохимическое восстановление/окисление никельорганических сигма-комплексов приводит к образованию катионных координационно-ненасыщенных форм комплексов, способных вступать в реакции с органическими субстратами с образованием продуктов кросс-сочетания. Так реакция никельорганических сигма-комплексов с ацетонитрилом приводит к селективному образованию иминов в качестве конечных продуктов превращения.

РЕЦЕПТОРНЫЕ СВОЙСТВА И МОРФОЛОГИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК КОРОТКОЦЕПНЫХ ОЛИГОПЕПТИДОВ

Губина Н.С.

Научный руководитель – доц. Зиганшин М.А.

Короткоцепные олигопептиды в настоящее время активно исследуются благодаря своей способности к самоорганизации с образованием различных типов наноструктур. Материалы на основе олигопептидов имеют большое практическое значение: фибриллы могут быть использованы в биомедицине, нанотрубки при разработке селективных сенсоров и устройств для хранения энергии, наносферы, обладающие жесткостью, превосходящей жесткость стали, при создании новых биосовместимых материалов.

Олигопептиды относятся к классу «мягких материалов» (*soft materials*), поскольку способны изменять взаимное расположение молекул в твердой фазе под действием внешних факторов. Эта особенность ранее была использована при разработке технологии получения наноструктурированных материалов путем насыщения аморфного слоя олигопептида с различными парообразными соединениями [Ру, 2010, 105, с. 221].

Вместе с тем следует отметить, что систематических исследований взаимосвязи между свойствами растворителя, используемого для насыщения аморфных пленок олигопептидов, типом подложки, на которую наносится слой олигопептида, и формой образующихся наноструктур до сих пор не проводилось.

В настоящей работе изучено взаимодействие парообразных органических соединений, относящихся к различным классам, и воды с тонкими пленками олигопептидов. Для изучения процессов связывания паров использовалось сенсорное устройство типа кварцевых микровесов на основе пьезоэлектрических резонаторов. Морфология тонких пленок олигопептидов, нанесенных на различные подложки, до и после взаимодействия с парообразными соединениями исследовалась с помощью атомно-силового микроскопа. Термическая стабильность продуктов насыщения порошков олигопептидов парообразными соединениями была изучена с помощью совмещенного метода термогравиметрии и дифференциальной сканирующей калориметрии с масс-спектрометрическим анализом уходящих газов.

Было установлено, что для изученных олигопептидов в общем случае наблюдается уменьшение сорбционной емкости с увеличением размера молекул «гостей». Были определены интервалы термической стабильности олигопептидов и их продуктов насыщения органическими соединениями и водой. Было установлено, что в результате взаимодействия некоторых парообразных соединений с тонкими пленками олигопептидов происходит изменение их морфологии с образованием микро- и наноструктур различной формы и размеров.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

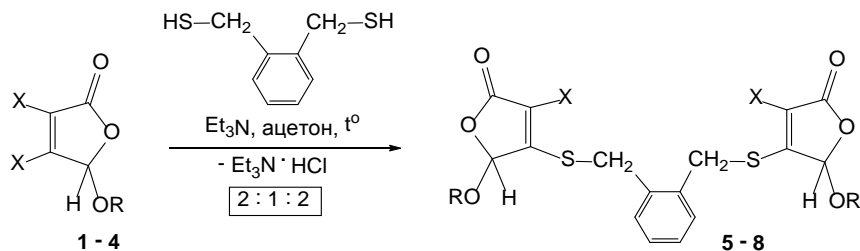
РЕДКИЙ СЛУЧАЙ СОКРИСТАЛЛИЗАЦИИ ДИАСТЕРЕОМЕРОВ В РЯДУ БИС-ТИОЭФИРОВ 2(5H)-ФУРАНОНА НА ОСНОВЕ 1,2-ФЕНИЛЕНДИМЕТАНТИОЛА

Зарипова А.Р.

Научные руководители – н.с. Лодочникова О.А., доц. Курбангалиева А.Р.

Относительно новой и привлекающей интерес областью структурных исследований является изучение кристаллизации стереоизомерных смесей. Диастереомерные смеси, как правило, кристаллизуются "конгломератоподобно" – с образованием кристаллов двух типов. В редких случаях смесь диастереомеров не делится при кристаллизации, а образует сокристалл двух форм – так называемое "рацематоподобное" поведение.

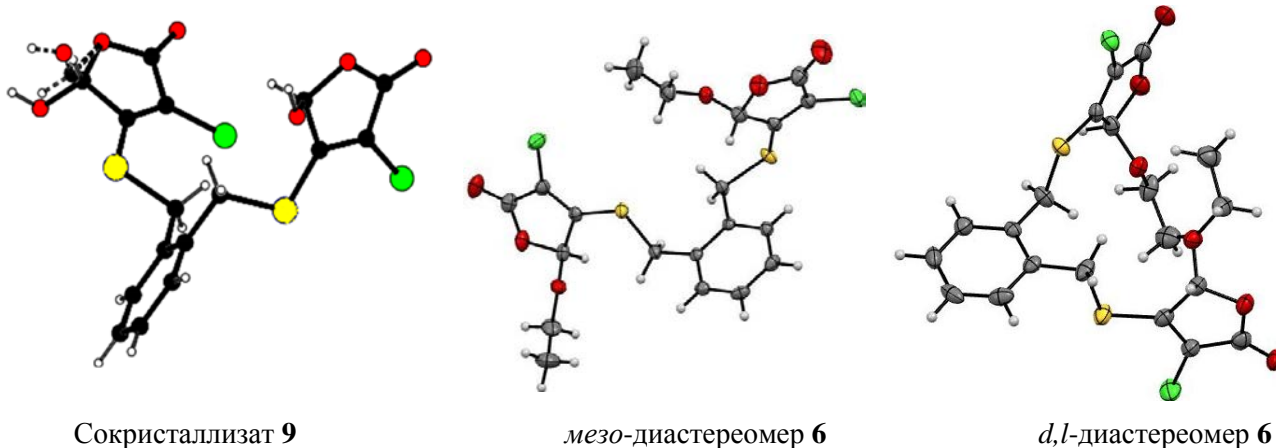
В рамках данной работы проведены синтез и исследование кристаллизации серии смесей мезо- и хиральных диастереомеров бис-тиоэфиров 2(5H)-фуранонового ряда с орто-замещенным бензольным кольцом в серосодержащем соединительном мостике 5-9. Бис-тиоэфиры 5-8 получали по общей схеме:



X=Cl R = CH_3 1, 5 (65 %); C_2H_5 2, 6 (46 %); $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ 3, 7 (51 %)
X=Br R = CH_3 4, 8 (70%)

Бис-тиоэфир **9** с гидроксильной группой в пятом положении лактонного цикла был получен при кислотном гидролизе метоксипроизводного **5**.

По данным РСА тип кристаллизации диастереомерных смесей зависит от объема заместителя при атоме углерода C⁵ фуранонового цикла. Так, для *бис*-тиоэфиров с гидрокси- и метоксигруппами **5**, **8**, **9** наблюдается сокристаллизация двух диастереомерных форм (вещество представлено одной независимой молекулой с разупорядоченностью у одного из хиральных центров). В случае *бис*-тиоэфиров с заместителями несколько большего размера при C⁵ (–OC₂H₅, –OCH₂CH₂Cl) обнаружена раздельная ("конгломератоподобная") кристаллизация диастереомеров.



РЕАКЦИИ ФЕНОЛЬНЫХ АНТИОКСИДАНТОВ С ЭЛЕКТРОГЕНЕРИРОВАННЫМ СУПЕРОКСИД АНИОН-РАДИКАЛОМ И ИХ АНАЛИТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Захарова С.П.

Научный руководитель – к.х.н., доц. Зиятдинова Г.К.

Супероксид анион-радикал является родоначальником всех активных форм кислорода *in vivo*. Он образуется в результате одноэлектронного восстановления кислорода. Одним из путей нейтрализации супероксид анион-радикала является его реакции с антиоксидантами. Поэтому исследование взаимодействия супероксид анион-радикала с антиоксидантами представляет теоретический и практический интерес. Для его генерации применяют электрохимические методы, характеризующиеся простотой и доступностью. В настоящее время в электроанализе активно применяются химически модифицированные электроды, позволяющие повысить аналитические и операционные характеристики методов. Широкое применение в качестве модификатора находят углеродные нанотрубки, благодаря их уникальному строению, физико-химическим свойствам и совместимости с биологическими молекулами. Настоящая работа посвящена электрохимической генерации супероксид анион-радикала на электродах, модифицированных углеродными нанотрубками, и его реакциям с антиоксидантами.

Кислород восстанавливается на стеклоуглеродном и модифицированном углеродными нанотрубками электродах с образованием супероксид анион-радикала. При этом на циклических вольтамперограммах наблюдаются пары катодно-анодных пиков. Восстановление на стеклоуглеродном электроде протекает необратимо. В случае модифицированного электрода форма и вольтамперные характеристики позволяют говорить об обратимости электродной реакции.

Изучены реакции широкого круга природных фенольных антиоксидантов (19 соединений) с электрогенерированным супероксид анион-радикалом. Форма циклической вольтамперограммы электровосстановления кислорода видоизменяется в присутствии антиоксидантов. Для всех исследованных антиоксидантов происходит увеличение катодного и уменьшение анодного пиков, а также незначительное смещение потенциалов пиков в анодную область. Это свидетельствует о том, что фенольные антиоксиданты в реакциях с супероксид анион-радикалом выступают в качестве доноров протонов. Образующийся гидропероксильный радикал принимает второй электрон и превращается в анион. Взаимодействие фенольных антиоксидантов с супероксид анион-радикалом описывается в рамках

ЕСЕ-механизма. Рассчитали константы скорости взаимодействия фенольных антиоксидантов с супероксид анион-радикалом.

На основе полученных данных разработан способ вольтамперометрической оценки антиоксидантной емкости на примере настоек лекарственного растительного сырья. Антиоксидантную емкость рассчитывали в эквивалентах галловой кислоты в пересчете на 1 мл настойки. Наибольшее значение антиоксидантной емкости получено для экстракта родиолы розовой и настойки аралии, что хорошо согласуется с высоким содержанием в них флавоноидов, антоцианов, фенольных кислот и их производных.

Для валидации разработанного подхода оценены антиоксидантная активность по реакции с 2,2'-дифенил-1-пикрилгидразилом, интегральная антиоксидантная емкость по реакции с электрогенерированным бромом и железовосстанавливающая способность настоек. Установлены положительные корреляции антиоксидантной емкости по реакции с супероксид анион-радикалом с вышеуказанными параметрами ($r=0,8547$; $0,8037$ и $0,7628$, соответственно). Разработанный подход можно применять для скрининга антиоксидантных свойств настоек лекарственного растительного сырья как альтернативный метод, характеризующийся простотой, доступностью и надежностью получаемых результатов.

2,2'-ОКСИДИЭТАНТИОЛ В СИНТЕЗЕ НОВЫХ ТИОЭФИРОВ, БИС-ТИОЭФИРОВ И ТИАМАКРОЦИКЛОВ НА ОСНОВЕ 2(5H)-ФУРАНОНА

Кузьмичева М.Ю.

Научные руководители – асп. Хоанг Тхи Лиен; к.х.н., доц. Курбангалиева А.Р.

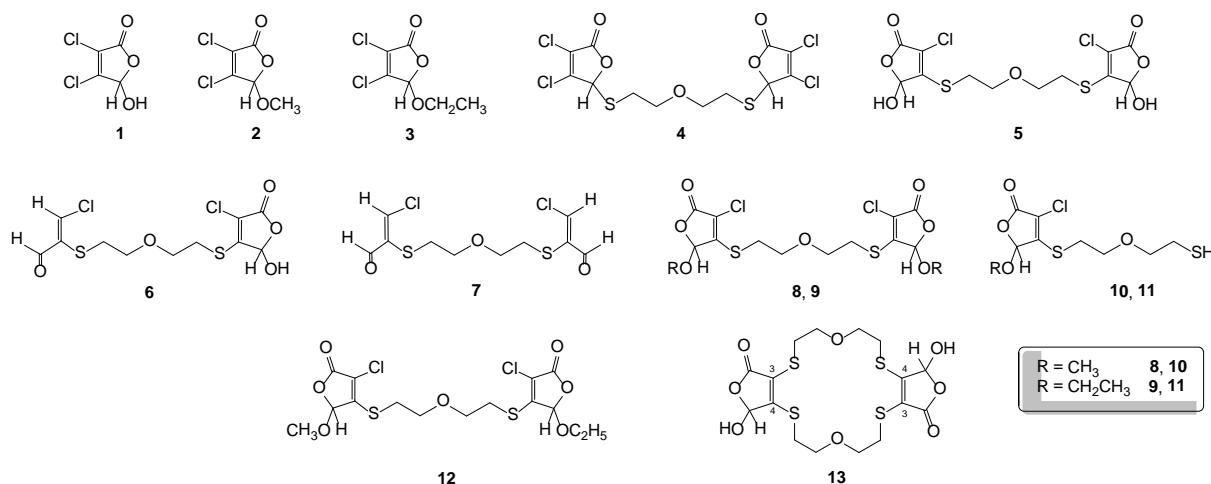
Данная работа выполнена в русле исследований в области синтеза, изучения строения и свойств серосодержащих производных ненасыщенных γ -лактонов. Целью работы явилось раскрытие синтетического потенциала фуранонов **1-3** в реакциях с таким серосодержащим бинуклеофильным реагентом, как 2,2'-оксидиэтанттиол. При взаимодействии мукохлорной кислоты **1** с метанолом и этанолом в условиях кислотного катализа получены исходные соединения – 5-метокси- и 5-этокси-3,4-дихлор-2(5H)-фураноны (**2**) и (**3**).

В условиях кислотного катализа мукохлорная кислота **1** реагирует с 2,2'-оксидиэтанттиолом с образованием единственного продукта – бис-тиоэфира **4**, в молекуле которого фрагмент дитиола связывает два γ -лактонных цикла по атомам углерода C^5 .

Изучена реакция мукохлорной кислоты **1** с 2,2'-оксидиэтанттиолом в присутствии триэтиламина с использованием различных соотношений реагентов. Преобладающим продуктом реакции явился бис-тиоэфир **5**, в молекуле которого два лактонных цикла соединены по атомам углерода C^4 с помощью фрагмента дитиола. Выделенные методом колоночной хроматографии минорные продукты реакции **6** и **7** содержат фрагменты пропеналя, что свидетельствует о протекании в условиях основного катализа побочных процессов, сопровождающихся раскрытием лактонного цикла и декарбоксилированием.

В двух экспериментах нами показано, что при взаимодействии 5-метокси- и 5-этокси-2(5H)-фуранонов **2** и **3** с 2,2'-оксидиэтанттиолом в присутствии триэтиламина как основания реакционные смеси содержат не только бис-тиоэфиры **8** и **9**, но и продукты монозамещения со свободной тиольной группой в боковой цепи – тиолы **10** и **11**. Последние могут играть роль *S*-нуклеофилов, и тиол **10** был вовлечен нами в реакцию с фураноном **3** для получения «смешанного» бис-тиоэфира **12** с фрагментами разных фуранонов.

Кроме того, обнаружено интересное превращение тиолов **10** и **11** в новый трициклический гетероцикл **13**, содержащий макроциклический фрагмент 1,7,10,16-тетратиа-18-крауна-6. Молекулярная и кристаллическая структура первого представителя тиамacroциклических соединений, несущих фрагмент 2(5H)-фуранона **13**, охарактеризована методами спектроскопии ЯМР и рентгеноструктурного анализа.



Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТВОРОВ УГЛЕВОДОРОДОВ В СМЕСЯХ ВОДЫ С ОРГАНИЧЕСКИМИ РАСТВОРИТЕЛЯМИ

Магсумов Т.И.

Научный руководитель – с.н.с. Седов И.А.

На основе экспериментальных данных изучена зависимость энергии Гиббса, энтальпии и энтропии растворения и сольватации в бинарных водно-органических растворителях (смеси ацетона и тетрагидрофурана с водой) от содержания воды. Экспериментально показано, что для предельных углеводородов в смесях с высоким содержанием воды наблюдаются аномально эндотермичное растворение, которое не может быть объяснено даже в рамках теории предпочтительной сольватации растворенного вещества молекулами органического соразтворителя.

Для теоретического объяснения наблюдаемого явления было проведено моделирование водно-органических смесей методом молекулярной динамики. Расчет энергий Гиббса и энтальпий образования полости в водно-органических смесях различного состава показывает, что вид их зависимости от состава смеси качественно воспроизводит все основные особенности, наблюдаемые для экспериментальных значений энергий Гиббса и энтальпий сольватации, в том числе максимум энтальпии в смесях с высоким содержанием воды. Таким образом, энергетические затраты на образование полости, не зависящие от природы растворенного вещества, определяют сольватационные свойства водно-органических смесей, приводя, в частности, к сильному изменению растворимости различных веществ и, в особенности, тепловых эффектов растворения при добавлении к воде даже небольшого количества органического соразтворителя.

ДЕФОРМАЦИЯ ГЕТЕРОДИЕНА МЕТАЛЛОЦЕНТРОМ – МЕРА ИЗМЕНЕНИЯ РЕАКЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ КООРДИНИРОВАННЫХ 1-ГЕТЕРО-1,3-ДИЕНОВ

Мирзаянов И.И.

Научный руководитель – к.х.н., доц. Курамшин А.И.

Проведенные ранее исследования [Курамшин А.И., Курамшина Е.А., Черкасов Р.А. Журн. орг. хим. 2004. Т. 40. Вып. 9. С. 1315-1323] позволили сделать предположение, что роль металлоцентра во внутрисферном региоселективном гидрофосфорилировании гетеродиенов более сложна, чем просто роль защитной группы.

Чтобы изучить причины изменений реакционной способности 1-гетеро-1,3-диенов, вызванных координацией с переходным металлом, мы провели квантово-химические расчеты свойств металлоорганических производных α -енонов с помощью DFT (BHandHLYP/LANL2DZ).

Результаты наших расчетов показали важность искажения геометрии оксодиена, координированного с металлоцентром. Мы наблюдали значительное удлинение связей C=C и C=O, а также искажение валентных и торсионных углов.

Изменение в геометрии приводит к утрате молекулой оксодиена планарного строения. Таким же образом изменяются геометрические параметры 1-аза-1,3-диенов и 1-тиоксо-1,3-диенов, координированных с металлоцентрами различного типа. Мы посчитали, что такое изменение геометрии координированных лигандов может привести к утрате сопряжения между связями C=C и C=X, которое и влияет на результат внутрисферной функционализации лиганда.

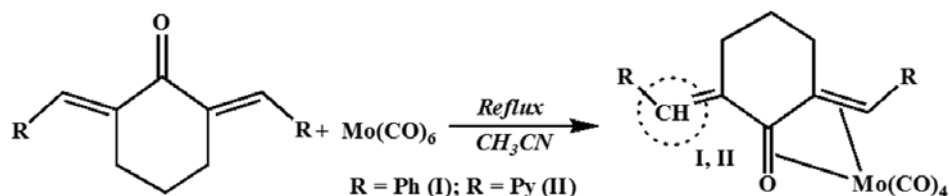
Для проверки этих предположений мы оценили значения «энергии деформации лиганда» в соответствии с уравнением:

$$E_{stress} = \Delta H_{SP} - \Delta H_{GO}, \text{ где:}$$

E_{stress} – энергия деформации лиганда, кДж/моль;

ΔH_{SP} – энергия лиганда в том геометрическом состоянии, которое он принимает в металлоорганическом соединении, кДж/моль;

ΔH_{GO} – энергия свободного гетеродиена в наиболее энергетически выгодной конформации, кДж/моль.



Наше теоретическое предположение было подтверждено 1H ЯМР – исследованиями металлоорганических производных подгруппы хрома с присоединенными диенами в качестве лигандов. Величины химических сдвигов атомов водорода 1H ЯМР некоординированного олефинового фрагмента (выделено на схеме), для примера, 6.75 и 6.98 ppm (для металлоорганических соединений I и II соответственно).

В докладе обсуждаются значения энергий деформации лиганда металлокомплексами и тенденции их изменения в комплексах различной гаптовости.

ТЕРМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И КАЛОРИМЕТРИЯ СГОРАНИЯ ГИДРОЛИЗНОГО ЛИГНИНА ДРЕВЕСИНЫ

Мусин Т.Р.

Научный руководитель – к.х.н., доц. Варфоломеев М.А.

Лигнин, наряду с целлюлозой, является одним из наиболее распространенных природных органических полимеров. Содержание лигнина в древесине составляет 20-30%, что делает его потенциальным источником для получения ряда органических соединений. Он содержит как гидрофильные, так и гидрофобные группы, из-за трехмерной химической структуры лигнин демонстрирует более высокую сопротивляемость, чем другие природные полимеры.

Ежегодно в мире перерабатывается несколько миллиардов тонн растительного сырья, в котором содержится до 20% лигнина, переходящего в отходы производства. Следовательно, он является перспективным ресурсом в качестве вторичного сырья для различных видов промышленности. В настоящей работе мы остановили свое внимание на гидролизном лигнине, который получается в качестве отхода при производстве биоэтанола. Ежедневно вырабатывается около 60-80 тонн данного продукта, а в год эти показатели составляют порядка 25 000 тонн. Основными путями его утилизации является использование в качестве вторичного топлива, проведение пиролиза с целью получения ценных продуктов.

С целью оценки термических свойств и теплотворной способности гидролизного лигнина и продуктов его переработки нами были изучены образцы лигнина кислотного гидролиза хвойной древе-

сины с Кировского биохимического завода. Исследовано термическое поведение лигнина с помощью метода совмещенного ТГ-ДСК анализа с масс-спектрометрическим детектором. Определена тепло-творная способность лигнина методом калориметрии сгорания и сравнение ее с другими видами топлива (вторичный источник энергии). Проведены эксперименты по термодеструкции лигнина в инертной среде с помощью совмещенного ТГ-ДСК-МС анализатора. Выявлено количество стадий процесса термического воздействия и определение температурных диапазонов каждой стадии этого процесса. Оценены термодинамические и кинетические параметры термодеструкции. Проведен анализ состава газообразных продуктов термодеструкции лигнина с помощью масс-спектрометрии.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ГИДРОТЕРМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ГИББСИТА НА СВОЙСТВА ФЛОКУЛЬБЕМИТНОГО НОСИТЕЛЯ

Мухамедьярова А.Н.

Научный руководитель – к.х.н., доц. Егорова С.Р.

Микросферические катализаторы используются в различных нефтехимических процессах. В качестве носителей в них применяются γ - Al_2O_3 . Его предшественником является моногидроксид алюминия бемит (AlOOH), который получают из тригидроксида алюминия гиббсита ($\text{Al}(\text{OH})_3$). Самым перспективным способом является метод гидротермальной обработки (ГТО). Свойства получаемого бемита напрямую зависят от условий ГТО. Вопросы о механизме превращения гиббсита в бемит в гидротермальных условиях в данный момент спорны. Целью работы явилось изучение механизма превращения гиббсита в бемит в гидротермальных условиях.

Расчеты размеров области когерентного рассеяния (ОКР) кристаллов образующегося бемита по результатам рентгенофазового анализа при разных условиях ГТО ($T=180\text{-}210^\circ\text{C}$, $\text{pH}=6\text{-}8$, $\tau=3\text{ч}$) варьируются от 60,5 до 82,7 нм и от 35,9 до 59,7 нм по плоскостям (020) и (120) соответственно. Уже при малых концентрациях (12-25%) бемита, размеры ОКР, его кристаллов очень близки размерам ОКР кристаллов предшественника гиббсита. Кинетические кривые кристаллизации бемита описываются с наибольшей достоверностью уравнением Авраами-Ерофеева-Колмогорова. В исследуемом процессе показатель степени n в уравнении равен 3, что указывает на рост преимущественно трехмерных зародышей гидроксида алюминия, и подтверждается методом сканирующей электронной спектроскопии (СЭМ). Кажущаяся энергия активации процесса составляет 173 кДж/моль, что не противоречит известным литературным данным.

Растворение подтверждается результатами анализа методом ЯМР Al^{27} образцов маточных растворов суспензии гидроксидов алюминия, выделенных после ГТО гиббсита. Анионы $[\text{Al}(\text{OH})_4]^-$ участвуют в кристаллизации бемита на поверхности тонких пластин гиббсита, образующихся после расщепления его кристаллов по плоскости (001) и ее последующего гидроксирования. Об интенсивном расщеплении кристаллов гиббсита по плоскости (001) и ее гидроксировании при ГТО свидетельствует анализ ИК спектров образцов в области валентных колебаний межслоевых ($(\text{OH})=3528\text{ см}^{-1}$) и терминальных ($(\text{OH})=3624\text{ см}^{-1}$), расположенных на плоскости (001), гидроксильных групп.

Расщепление кристаллов гиббсита и одновременное формирование кристаллов бемита в результате ГТО в количестве до 50% сопровождается незначительным увеличением удельной поверхности ($S_{\text{уд}}$) до 1,0 $\text{м}^2/\text{г}$, что обусловлено образованием новых тонких мезопор. По мере достижения в образцах концентрации бемита 70-100% $S_{\text{уд}}$ возрастает лишь до 1,3 $\text{м}^2/\text{г}$, т.к. происходит формирование тонких мезопор. Одновременное появление широких мезопор не оказывает заметного влияния на величину $S_{\text{уд}}$, т.к. обусловлено совершенствованием кристаллов бемита и укрупнением его частиц. Таким образом, процесс превращения гиббсита в бемит в гидротермальных условиях протекает по механизму растворение-осаждение.

СИНТЕЗ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ СОЛЕЙ АРСОНИЯ

Романов С.Р.

Научный руководитель – доц. Бахтиярова Ю.В.

Для синтеза арсенобетайнов мы выбрали известную методику, предложенную Августом Михаэлисом. На первой стадии синтеза в реакции с трифениларсином вовлекались ω -хлор- и бромкарбоновые

кислоты. В результате образовывались соответствующие арсониевые соли **1-7**. Строение, которых доказано различными спектральными методами, такими как: ИК и ЯМР ^1H , ^{13}C и ^{31}P спектроскопиями. В таблице 1 представлены характеристики солей **1-7**. Состав подтвержден элементным анализом. Все арсониевые соли давали положительный результат на пробу Бельштейна.

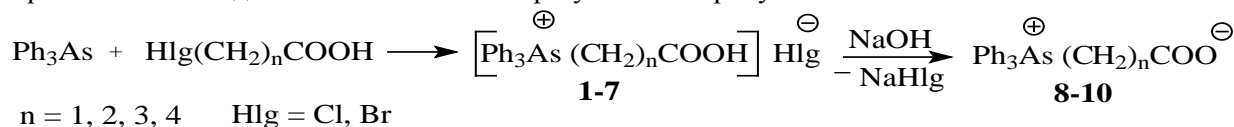


Таблица 1. – Характеристики галоидводородных солей арсония $[\text{Ph}_3\text{As}^+(\text{CH}_2)_n\text{COOH}]\text{Hlg}^-$

№	n	Hlg	$T_{\text{пл}}, ^\circ\text{C}$	Время синтеза, ч	Частоты, cm^{-1}			Выход, %
					$\nu(\text{C}=\text{O})$	$\nu(\text{C}-\text{O})$	$\beta(\text{COH})$	
1	1	Cl	134	25	1700	1160	1260, 1360	27,64
2	2	Cl	154-158	48	1710	1160	1260	29,78
3	3	Cl	156	41	1700	1170	1270	43,30
4	4	Cl	масло	31	1705	1150	1260	<30
5	1	Br	174-177	36	1730	1170	1255	89
6	2	Br	169-172	31	1700	1180	1220	39
7	3	Br	180-185	30	1705	1140	1310	40

Полученные арсониевые соли мы обработали 1 М раствором NaOH. В результате реакции были получены с количественным выходом соответствующие арсенобетаины. Характеристики полученных продуктов приведены в таблице 2.

Таблица 2. Характеристики арсенобетаинов $\text{Ph}_3\text{As}^+(\text{CH}_2)_n\text{COO}^-$

№	n	Hlg	$T_{\text{пл}}, ^\circ\text{C}$	$\nu\sigma \text{COO}^-, \text{cm}^{-1}$	$\nu\alpha\sigma \text{COO}^-, \text{cm}^{-1}$	$\nu(\text{OH}), \text{cm}^{-1}$	Выход, %
8 a	1	Cl	124-127*	1570	1360	3200-3400	80
8 b	1	Br	109	1610	1380	3200-3400	85
9 a	2	Cl	131**	1580	1370	3200-3400	83
9 b	2	Br	125-127	1620	1390	3200-3400	91
10 a	3	Cl	211	1605	1380	3300-3400	60
10 b	3	Br	200-202	1600	1370	3200-3400	65

* – Продукт **8a**, по данным PCA представляет собой смесь карбоксиметилтрифениларсония **1** хлорида и α -трифениларсенобетаина **8**. Значение $T_{\text{пл}}=124^\circ\text{C}$ относится к смеси.

** – Соединение **9a**, представляет собой кристаллогидрат. При $T=131^\circ\text{C}$ происходит дегидратирование.

Таким образом, в ходе исследования были синтезированы, выделены и охарактеризованы новые, не описанные ранее в литературе, карбоксилатные арсенобетаины, строение которых доказано комплексом современных физических, химических и физико-химических методов исследования, включая метод PCA.

НОВЫЕ ОПТИЧЕСКИ ЧИСТЫЕ ПРОИЗВОДНЫЕ 2(5H)-ФУРАНОНА, СОДЕРЖАЩИЕ ФРАГМЕНТЫ L-МЕНТОЛА И S-НАПРОКСЕНА

Сибгатуллина Р.Р.

Научные руководители – асс. Латыпова Л.З., доц. Курбангалиева А.Р.

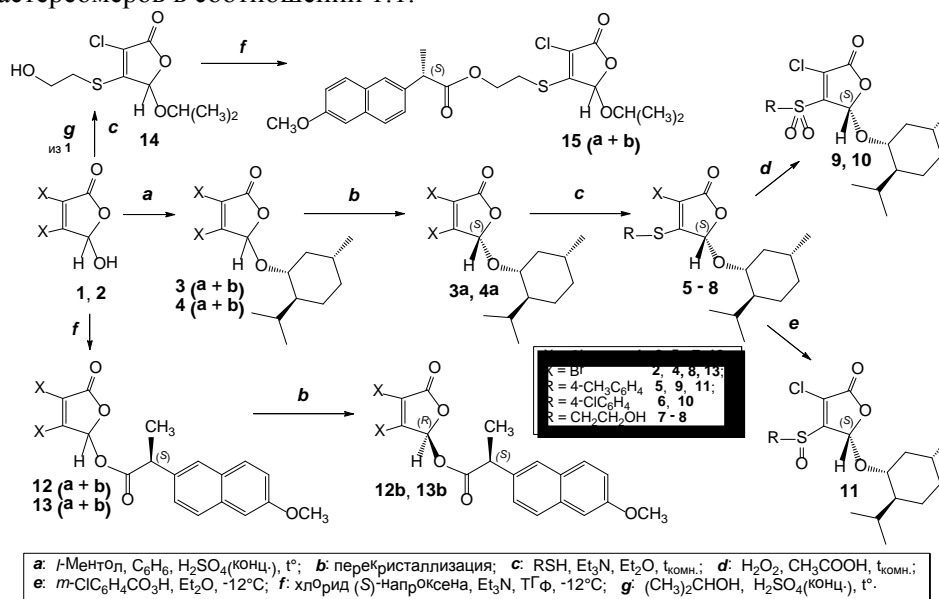
Синтез оптически активных соединений – одна из важнейших и бурно развивающихся областей органического синтеза, и его роль в получении физиологически активных веществ в последние десятилетия непрерывно возрастает. Среди веществ, ежегодно синтезируемых и проходящих биологические испытания, все большее место занимают энантиомерно чистые (а не рацемические) соединения, причем все чаще такие соединения используют в качестве лекарственных препаратов.

Данная работа посвящена синтезу оптически активных производных 2(5H)-фуранона, фрагмент которого встречается во многих природных объектах и привлекает большой интерес исследователей в связи с обнаружением противогрибковых, антибактериальных, противовоспалительных и противоопухолевых свойств. В данной работе в качестве хиральных реагентов, вводимых в молекулу фура-

нона с целью дальнейшего разделения образующихся диастереомеров, были использованы *l*-ментол и *S*-напроксен, которые, кроме того, сами являются биологически активными соединениями.

При взаимодействии фуранонов **1** и **2** с *l*-ментолом в условиях кислотного катализа были получены смеси диастереомеров, из которых в обоих случаях методом дробной кристаллизации были выделены индивидуальные стереоизомеры **3a** и **4a**. Тиолирование выделенных стереоизомеров в присутствии Et₃N привело к образованию новых соединений **5-8** с серосодержащими заместителями у атома углерода C⁴ лактонного цикла. В реакциях окисления тиоэфиров **5** и **6** 33%-ным раствором пероксида водорода и *m*-хлорнадбензойной кислотой выделены оптически чистые сульфоны **9** и **10** и сульфоксид **11**, соответственно.

При обработке мукохлорной и мукобромной кислот **1** и **2** хлорангидридом напроксена в присутствии Et₃N получены смеси диастереомерных продуктов, из которых в обоих случаях методом дробной кристаллизации были выделены индивидуальные стереоизомеры **12b** и **13b**, соответственно. Осуществлено введение фрагмента напроксена в молекулу тиоэфира **14** реакцией *O*-ацилирования по свободной гидроксильной группе в боковой цепи заместителя. В результате выделен продукт **15** в виде смеси двух диастереомеров в соотношении 1:1.



Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 15-14-00046)

НОВЫЕ ТИОЭФИРЫ И СУЛЬФОНЫ РЯДА 3-ПИРРОЛИН-2-ОНА

Смирнов И.С.

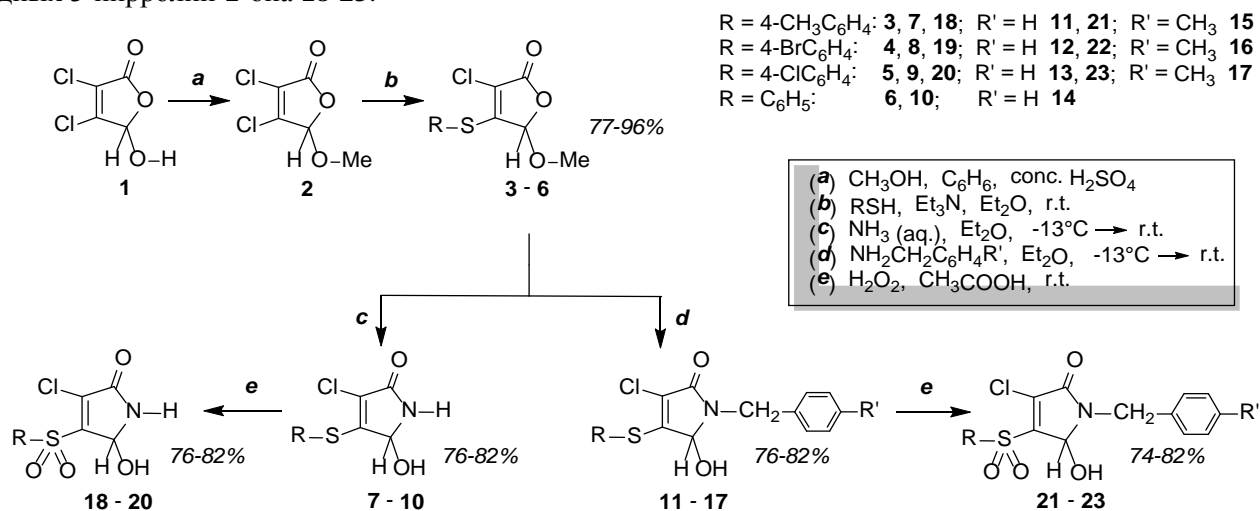
Научные руководители – асс. Латыпова Л.З., доц. Курбангалиева А.Р.

Центральное положение в современной синтетической органической химии занимают исследования, связанные с развитием методов направленного синтеза сложных органических молекул с целью получения физиологически активных веществ с избирательным действием. В наибольшей степени это касается химии азотсодержащих гетероциклов, которые играют значительную роль в процессах жизнедеятельности и находят широкое применение в тонком органическом синтезе.

Данная работа посвящена синтезу сульфанильных и сульфонильных производных 3-пирролин-2-она с целью дальнейшего изучения их способности ингибировать рост различных бактерий и процесс образования биопленок.

Использованный в работе синтетический подход позволил получить желаемые сульфоны 3-пирролин-2-она из коммерчески доступного 5-гидрокси-3,4-дихлор-2(5*H*)-фуранона (**1**) в 4 стадии. Первая стадия – синтез 5-метокси-2(5*H*)-фуранона **2** из мукохлорной кислоты **1** и метанола в кислой среде по известной методике. На следующей стадии получали ряд арилтиопроизводных 2(5*H*)-фуранона **3-6** в условиях основного катализа. Далее проводили реакции аммонолиза и аминирования, перемешивая эфирные растворы соединений **3-6** с водным раствором аммиака или эфирным раствором бензиламина. Реакционные смеси выдерживали сначала при охлаждении, а затем при комнатной

температуре. На последней стадии полученные тиоэффры пирролинона **7-17** были окислены 33% раствором пероксида водорода в уксусной кислоте до соответствующих новых сульфонильных производных 3-пирролин-2-она **18-23**.



В сотрудничестве с коллегами с кафедры генетики К(П)ФУ проведен скрининг всех полученных соединений **3-23** на способность подавлять рост различных бактерий, также оценена их способность ингибировать процесс образования биопленок. Это позволило выявить молекулы-лидеры в ряду изученных производных 2(5H)-фуранона, для которых были определены минимальные ингибирующие концентрации в отношении микроорганизмов и установлены концентрации, подавляющие образование биопленок этими бактериями. Наибольшую активность проявили сульфоны 3-пирролин-2-онового ряда, которые далее планируется исследовать более детально.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект № 15-14-00046)

ВОЛЬТАМПЕРОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АНТИОКСИДАНТНОЙ АКТИВНОСТИ ПРИРОДНЫХ ФЕНОЛОВ ПО РЕАКЦИИ С 2,2'-ДИФЕНИЛ-1-ПИКРИЛГИДРАЗИЛОМ

Снегурева Ю.В.

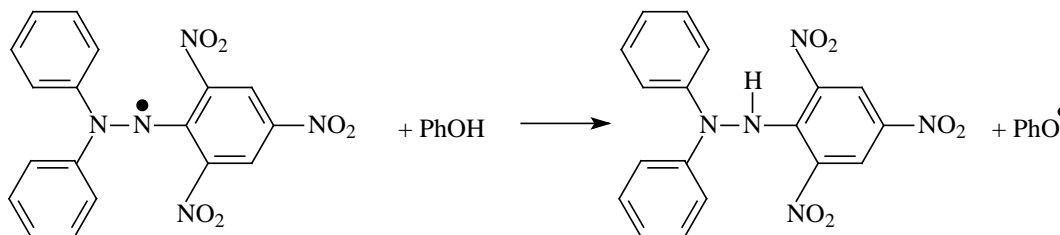
Научный руководитель – к.х.н., доц. Зиятдинова Г.К.

Фенольные антиоксиданты (АО) природного происхождения являются важнейшими компонентам пищевых продуктов, лекарственных препаратов и биологически активных добавок. Одним из общепринятых параметров, применяемых для оценки антиоксидантных свойств, является антиоксидантная активность, основанная на взаимодействии АО с активными радикалами, в частности, 2,2'-дифенил-1-пикрилгидразилом (ДФПГ). При этом обычно используют фотометрическое или ЭПР детектирование. Представляет интерес разработка вольтамперометрического подхода для оценки антирадикальной активности АО по реакции с ДФПГ.

Установлено, что на вольтамперограммах ДФПГ на фоне 0,1 М фосфатного буферного раствора (рН 7.4) на стеклоуглеродном электроде наблюдается пара катодно-анодных ступеней при 0,29 и 0,34 В, соответственно, однако лишь при высоких концентрациях. Кроме того, пики плохо воспроизводимы вследствие неустойчивости реагента под действием света, кислорода воздуха и ряда других факторов. Поэтому предложен способ иммобилизации ДФПГ на поверхности электрода, модифицированного наночастицами диоксида церия, диспергированными в цетилпиридиний бромиде. Поверхность электродов охарактеризована методом сканирующей электронной микроскопии. Оценено влияние концентрации наночастиц диоксида церия на аналитический сигнал ДФПГ, иммобилизованного на электроде. Установлено, что наилучшие параметры наблюдаются для концентрации 1 мг/мл.

Оценено влияние танина, кверцетина, катехина и феруловой кислоты на процесс электровосстановления ДФПГ в условиях дифференциально-импульсной вольтамперометрии. В присутствии фе-

нольных АО наблюдается значительное уменьшение токов восстановления ДФПГ за счет протекания реакции



При этом фенольный антиоксидант превращается в относительно стабильный феноксильный радикал. Оценена антиоксидантная активность фенольных АО как IC₅₀, который соответствует эффективной концентрации вещества, при которой восстанавливается 50% свободных радикалов ДФПГ. Данные вольтамперометрии хорошо согласуются с результатами стандартного фотометрического метода. Значения t- и F-критериев меньше, чем критические значения, что свидетельствует об однородности вариаций двух совокупностей и равнозначности методов вольтамперометрии и спектрофотометрии.

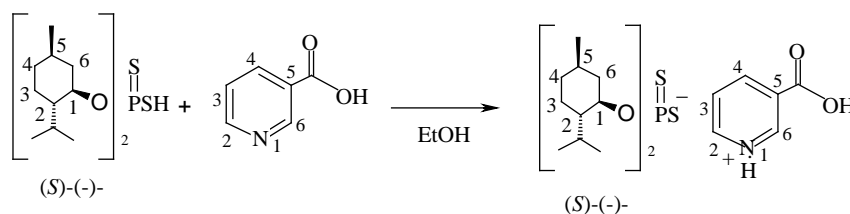
Предложенный способ оценки антиоксидантной активности характеризуется простотой и доступностью и исключает недостатки спектрофотометрического метода, связанного с неустойчивостью растворов реагента. Это позволяет рекомендовать разработанный способ в качестве альтернативы спектрофотометрическому.

АММОНИЕВЫЕ СОЛИ ДИТИОКИСЛОТ ФОСФОРА НА ОСНОВЕ ПИРИДОКСИНА, НИКОТИНОВОЙ КИСЛОТЫ И ИХ ПРОИЗВОДНЫХ

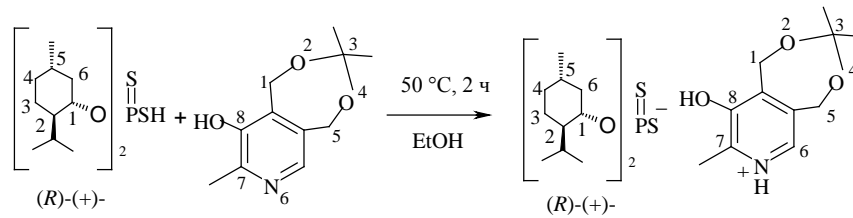
Фасхетдинов Р.Ф.

Научные руководители – проф. Низамов И.С., асп. Салихов Р.З.

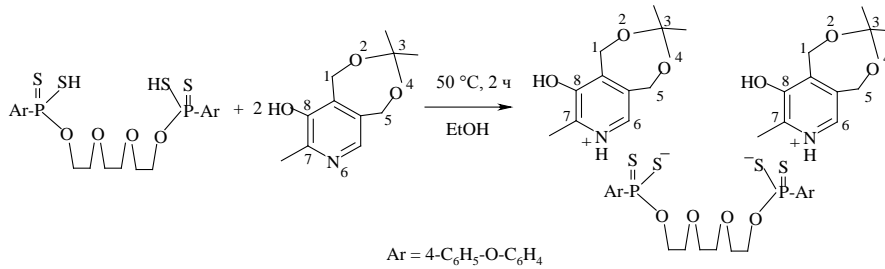
Среди фосфорорганических соединений особое место занимают аммониевые соли дитиокислот фосфора, что обусловлено, их большой практической значимостью в качестве пестицидов, ингибиторов коррозии, антиоксидантов, присадок к смазочным маслам, экстрагентов и комплексонов. Примером химической модификации веществ природного происхождения может служить синтез аммониевых солей дитиокислот фосфора на основе дитиофосфорилирования хиральными дитиокислотами фосфора производных пиридина – изомерных никотиновых кислот и пиридоксина – с целью получения новых биологически активных соединений. В качестве дитиофосфорилирующих агентов мы выбрали оптически активные дитиокислоты фосфора, синтезированные на основе энантимерно чистых монотерпеновых спиртов. Установлено, что оптически активные дитиофосфорные кислоты, полученные из (S)-(-)-ментола и (1R)-эндо-(+)-фенхилового спирта, гладко реагирует с никотиновой, пиколиновой и изоникотиновой кислотами в этаноле при небольшом нагревании с образованием соответствующих аммониевых солей. В ряду терпеновых спиртов одно из ключевых положений занимает тимол, содержащий фармакофорную ароматическую группу. Полученная из тимола дитиофосфорная кислота в реакции с пиколиновой кислотой образует аммониевую соль с тремя ароматическими группами.



Семичленный циклический ацетонид пиридоксина в реакциях с изомерными диментилдитиофосфорными кислотами в мягких условиях приводит к пиридоксониевым солям.



Наряду с дитиофосфорными кислотами важными дитиофосфорилирующими агентами являются бисдитиофосфоновые кислоты, содержащие две дитиофосфорильные группы. На их основе также синтезированы диаммониевые соли. Бисдитиофосфоновая кислота, полученная из триэтиленгликоля, в реакции с ацетонидом пиридоксина дает диаммониевую соль.



Таким образом, производные пиридина – изомеры пиколиновой кислоты и ацетонид пиридоксина – оказались удобными субстратами для получения солей дитиофосфорных кислот.

СИНТЕЗ БЕТА-ЗАМЕЩЕННЫХ СПИРТОВ НА ОСНОВЕ АЦЕТАЛЕЙ 6-(ГИДРОКСИМЕТИЛ) ПИРИДОКСИНА

Хайруллина Р.Р.

Научный руководитель – к.х.н. Павелъев Р.С.

Функционализация природных соединений является одним из важнейших подходов при создании новых лекарственных средств. К числу таких соединений относится пиридоксин.

На основе кетала и ацетала 6-(гидроксиметил)пиридоксина 1, были получены эпоксипроизводные 2 (а, б), которые подвергли реакциям раскрытия оксиранового цикла нуклеофилами. С использованием алифатических и ароматических азот-, кислород- и серосодержащих нуклеофилов было получено 29 новых соединений.

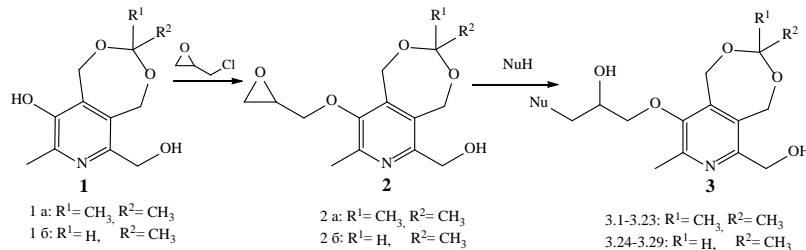


Схема 1. – Получение эпоксидов 2 и их раскрытие различными нуклеофилами.

Некоторые из полученных соединений подвергли биологическим испытаниям. Цитотоксичность определялась на культуре клеток НЕК-293 (препарат сравнения метопролол), кардиодепрессивное действие (снижение частоты сердечных сокращений – ЧСС) исследовали в опытах на наркотизированных изофлураном мышях. Биологические исследования показали, что некоторые из полученных рацемических бета-замещенных спиртов 3 представляют интерес с точки зрения поиска новых антиадренергических лекарственных средств. Впервые показано наличие существенной антиадренергической активности не только у бета-аминоспиртов (все известные адреноблокаторы), но и у бета-алкоксиспиртов. Данный факт очень важен с точки зрения разработки новых адреноблокаторов, т.к. позволяет значительно расширить их арсенал. Следует отметить, что использование тиолов вместо спиртов или аминов в синтезе целевых структур приводит к неактивным соединениям.

Таблица 1. – Антиадренергическая активность некоторых синтезированных соединений.

Соединение	R ¹	R ²	NuH	Снижение ЧСС (%)	Время наступления максимального эффекта (мин)	Длительность действия (мин)
метопролол				35±3	44±2	76±5
	CH ₃	CH ₃	NH(CH ₂ CH ₂) ₂ CH ₂	53±3	67±2	79±3
	CH ₃	CH ₃	EtOH	29±4	30±7	70±7
	CH ₃	H	NH(CH ₂ CH ₂) ₂ O	30±6	32±4	82±9

Биологические испытания были проведены сотрудниками отдела фармакологии и отдела биотехнологии и биоинженерии НОЦ фармацевтики КФУ.

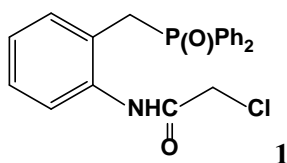
ПОЛЯРНОСТЬ И СТРОЕНИЕ ФОСФОРИЛИРОВАННЫХ АЦЕТАМИДОВ

Ханафиева Р.Р.

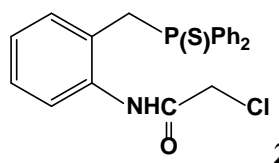
Научный руководитель – д.х.н., проф. Верещагина Я.А.

Ацетамиды **1-4** представляют интерес как прекурсоры эффективных комплексообразователей и фоточувствительных материалов. Соединения **1-3** также являются потенциальными комплексообразователями благодаря наличию в них связи P=X (X=O, S) [V.Yu. Aleksenko et al. Polyhedron. 2013, **51**(4), 168].

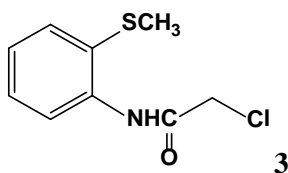
Впервые определена полярность и осуществлен экспериментальный и теоретический конформационный анализ ацетамидов **1-4** методами дипольных моментов (ДМ) и квантовой химии [DFTB3PW91/6-311++G(df,p), wB97XD/6-311++G(df,p)].



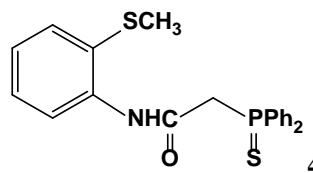
2-хлор-N-(2-((дифенилфосфорил)метил)-фенил)ацетамид



2-хлор-N-(2-((дифенилфосфотиол)-метил)фенил)ацетамид



2-хлор-N-(2-(метилтио)фенил)ацетамид



2-(дифенилфосфотиол)-N-(2-(метилтио)фенил)ацетамид

По данным расчетов, в каждом из соединений **1-3** реализуется один предпочтительный конформер с нулевым значением энергии. В соединении **4** осуществляется конформационное равновесие *син*- и *анти*-клинальных форм **4А** и **4Б** [Я.А. Верещагина и др. Журн. Орг. химии. 2014, **50**, 814-817].

Группа P=X (X=O,S) и фенильные кольца имеют *цис*- и *гош*- ориентации в соединениях **2**, **4** и взаимную *цис*-ориентацию в соединении **1**. По отношению к (тио)фосфорильной группе связь C_{sp3}-C_{sp2} ориентирована *гош* в ацетамидах **1**, **2**, а также в конформере **4А** и практически *транс* в конформере **4Б**. Фрагмент C_{sp2}-NH расположен *син* по отношению к (тио)фосфорильной группе в ацетамидах **1**, **2**. В соединениях **3** и **4** связь S-CH₃ перпендикулярна плоскости фенильного кольца. Фрагмент HN-C(O)-CH₂ лежит в плоскости кольца в конформерах **3А** и **4Б** и отклоняется на 19° в конформере **4А**.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 13-03-00067).

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ГЕНЕРИРОВАНИЕ НАНОРАЗМЕРНОГО КОБАЛЬТА (0)

Хуснуриялова А.Ф.

Научный руководитель – в.н.с., д.х.н. Яхваров Д.Г.

Развитие современной химии на настоящий момент протекает в нескольких приоритетных направлениях, одним из которых является разработка и использование технологий на основе наноразмерных частиц переходных металлов. Данные производные широко используются в современной промышленности. Это обусловлено специфическими свойствами как самих наночастиц, так и модифицированных ими материалов. Эти системы позволяют формировать наноматериалы, которые используются в различных технологиях, применяются для создания элементов микроэлектронных, сенсорных и оптических устройств, синтеза новых материалов с заданными свойствами. Среди огромного массива известных наночастиц металлов особое место занимают наночастицы кобальта, которые используются для создания катализаторов, магнитных устройств записи, композитов.

Получение наночастиц является сложной задачей. Известно, что большинство методов получения наночастиц, особенно физические, энергоёмки и требуют наличия специального оборудования. Ограничение методов связаны с трудностями контроля химического состава конечного продукта, загрязнением наночастиц исходными реагентами. Разработанные на настоящий момент физические и химические методы получения наночастиц являются энергоёмкими и экологически небезопасными. Таким образом, разработка новых методов получения наночастиц является актуальной научно-практической задачей. Одним из перспективных направлений в этой области служит электрохимический способ получения наноразмерного кобальта. Мягкие условия процесса, одностадийность и использование удобного и относительно недорогого вида энергии – электричества, служат несомненными преимуществами электрохимических методов.

Целью настоящей работы является разработка новых методов генерирования наноразмерных частиц кобальта (0) путём электрохимического восстановления комплексов кобальта (II). Исследования процесса образования наночастиц кобальта и установления их размера проводится с помощью методов: циклическая вольтамперометрия, препаративный электролиз, электронный парамагнитный резонанс и малоугловое рентгеновское рассеяние.

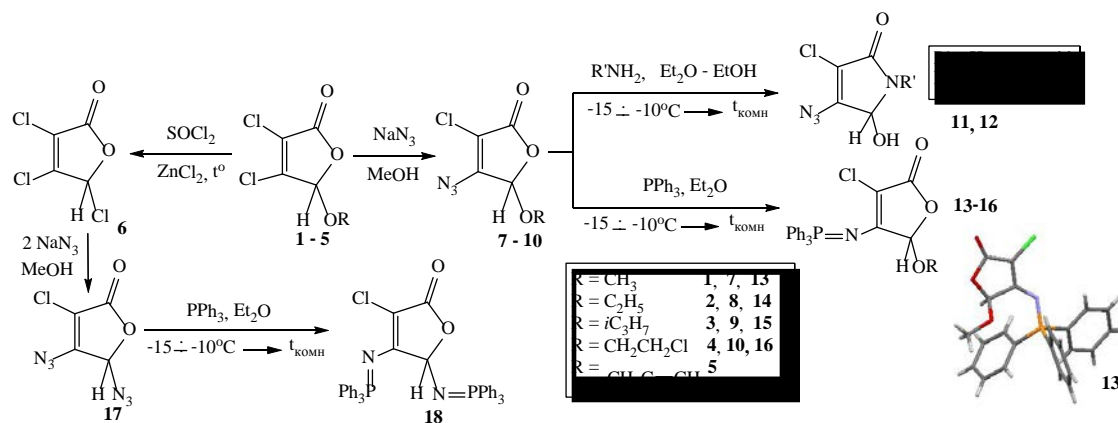
СИНТЕЗ И ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АЗИДОВ 2(5H)-ФУРАНОНОВОГО РЯДА

Чулакова Д.Р.

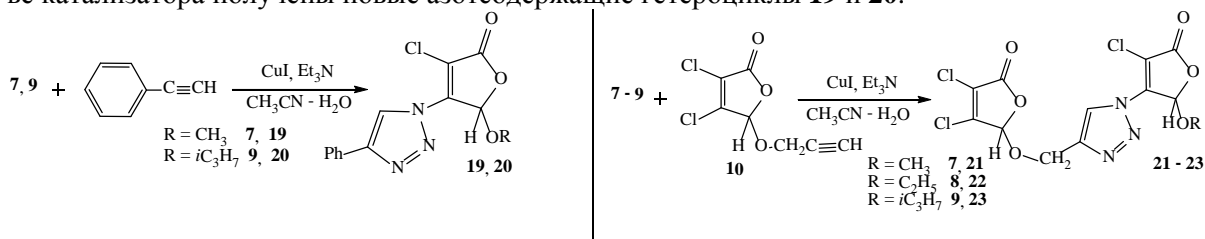
Научные руководители – асп. Сайгитбаталова Е.Ш., к.х.н., доц. Курбангалиева А.Р.

Органические азиды представляют собой ценные интермедиаты в синтезе широкого класса новых азотсодержащих молекул, обладающих потенциальной биологической активностью. В данной работе изучены реакции азидопроизводных 2(5H)-фуранового ряда и изучен их химический потенциал по отношению к азот- и фосфорсодержащим нуклеофилам. Кроме того, нами изучены реакции соответствующих азидов в реакциях [3+2]-циклоприсоединения с терминальными алкинами.

Азидопроизводные **7–10**, синтезированные при взаимодействии азиды натрия с 5-алкокси-2(5H)-фуранонами, вовлекались в реакции с азот- и фосфорсодержащими нуклеофильными реагентами. При действии аммиака и бензиламина на 4-азидо-5-метоксифуранон **7** образуются пирролины **11** и **12**, содержащие азидную группу в 4 положении лактамного цикла. При перемешивании азидов с эквивалентным количеством трифенилфосфина в диэтиловом эфире с хорошими выходами выделены иминофосфораны **13–16**, а в случае диазидофуранона **17** с двукратным избытком реагента синтезирован дииминофосфоран **18**.



В реакциях [3+2]-циклоприсоединения азидов **7** и **9** с фенилацетиленом в среде ацетонитрил – вода в присутствии эквимолярного количества триэтиламина и использовании иодида меди (I) в качестве катализатора получены новые азотсодержащие гетероциклы **19** и **20**.



В аналогичных условиях при участии 5-пропаргилокси-2(5H)-фуранона **10** синтезированы соединения **21–23**, которые содержат два γ -лактонных цикла и фрагмент 1,2,3-триазола.

Строение всех новых соединений охарактеризовано данными методов спектроскопии ИК, ЯМР ¹H, ¹³C.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

ОСОБЕННОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ КОМПЛЕКСОВ ЖЕЛЕЗА(III) С 2,6-ДИОКСИБЕНЗОЙНОЙ КИСЛОТОЙ В ОРГАНИЗОВАННЫХ СРЕДАХ НА ОСНОВЕ КАТИОННЫХ ПАВ

Шайымова Ю.Р.

Научные руководители – к.х.н., доц. Зиятдинова А.Б.; д.х.н., проф. Амиров Р.Р.

Ионы железа играют важную роль в функционировании многих биологических систем, поэтому актуальной задачей является разработка и усовершенствование методов мониторинга этого металла *in vitro*. Одни из наиболее прочных комплексов железа (III) образуют окси-производные бензойной кислоты. Комплексы с такими лигандами водорастворимы и имеют окраску, зависящую от pH среды, что до сих пор используется в аналитической практике.

В данной работе в качестве объектов исследования были выбраны комплексы Fe (III) с 2,6-диоксибензойной кислотой (ДНВ). Для моделирования состояния комплексов в биосистемах особый интерес представляло изучить процесс комплексообразования в организованных средах - мицеллообразующих катионных ПАВ (ДРyВ, СТАВ).

Спектрофотометрически было установлено, что в системе Fe(III) – ДНВ в воде последовательно образуются моно-, бис- и трис-лигандные комплексы. Для выявления влияния организованных сред на равновесия комплексообразования железа с ДНВ были выбраны две концентрации лиганда: высокая (10 мМ), которая обеспечивает образование всех трех комплексов железа и низкая (1 мМ), при которой полностью образуется только монолигандный комплекс. При высоком содержании лиганда

добавки ПАВ могут сместить рН начала образования комплексов. В то же время при малом содержании лиганда организованность среды может стимулировать образование высших комплексов, которые отсутствуют при данных условиях в воде.

Установлено, что в условиях избытка лиганда (10 мМ) в присутствии мицелл ДРyВ образование трис-комплекса заметно сдвигается в кислую область. Интересно отметить, что наличие ПАВ в растворе не оказывало влияния на диапазон существования бис-комплекса, но препятствовало образованию моно-комплекса в кислой среде.

В условиях недостатка лиганда (1 мМ) небольшие добавки ДРyВ в систему Fe (III) – ДНВ приводили к образованию осадков, и только при содержании ПАВ выше 10 мМ растворы становились прозрачными. Максимальные значения оптической плотности растворов, соответствующие накоплению высших комплексов железа (III), наблюдались при содержании ПАВ 10 мМ. Таким образом, в мицеллярных растворах ДРyВ наблюдалось формирование трис-комплексов Fe (III) с ДНВ, которые отсутствовали в воде при данных концентрационных условиях и рН. Дальнейшее повышение содержания ДРyВ приводило к разрушению комплексов железа вследствие конкурентного связывания лиганда мицеллами ПАВ.

Замена ДРyВ на СТАВ привела к формированию вязкоупругих смесей, сильно рассеивающих свет. Систему Fe (III) – ДНВ – СТАВ спектрофотометрически изучить не удалось из-за большого фонового поглощения.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенных Казанскому федеральному университету для выполнения проектной части государственного задания в сфере научной деятельности.

ТРЕТИЧНЫЕ ФОСФИНЫ КАК КАТАЛИЗАТОРЫ В РЕАКЦИЯХ ФОСФОРИЛОВАНИЯ АКТИВИРОВАННЫХ АЛКЕНОВ И АЛКИНОВ

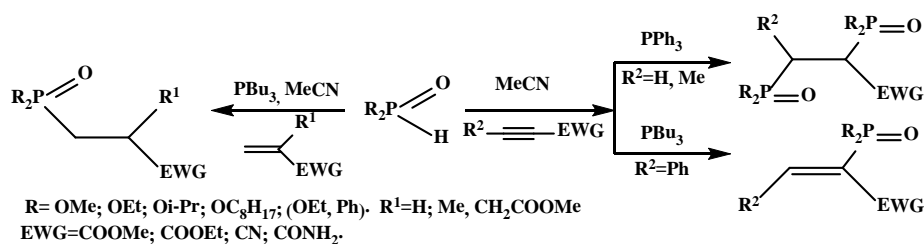
Шамсутдинова Ф.Г.

Научный руководитель – к.х.н., доц. Салин А.В.

Третичные фосфины в настоящее время находят все большее применение в органокатализе. В данной работе изучена возможность катализа реакции Пудовика третичными фосфинами. Продуктами являются соединения с новой связью фосфор-углерод. Интерес к соединениям, содержащим Р-С связи, связан с их устойчивостью в различных реакциях. И они входят в состав инсектицидов, фунгицидов, лекарственных препаратов, экстрагентов, различных присадок к маслам и топливу.

В настоящей работе были изучены реакции диалкилфосфитов и фосфонитов с различными активированными алкенами, катализируемые третичными фосфинами. Показано, что каталитическая активность третичных фосфинов значительно превышает таковую для нуклеофильных третичных аминов, таких как DABCO и DBU. В ацетонитриле в присутствии трибутилфосфина данные реакции протекают гладко при комнатной температуре с образованием единственного продукта присоединения с высокими выходами. Оптимизированы условия проведения реакций, изучено влияние заместителей при атоме фосфора и кратной связи активированного алкена. Так, менее кислый диизопропилфосфит уступает по реакционной способности диметил- и диэтилфосфитам. В случае бис(2-этилгексил)фосфита, содержащего длинные алкоксильные заместители у атома фосфора, существенного снижения реакционной способности не наблюдалось. Это указывает на то, что на протекание реакции большее влияние оказывает кислотность Р-Н протона, чем стерический эффект заместителей при атоме фосфора. Предложенный подход может применяться для синтеза диметил-3-амино-3-оксопропилфосфоната, прекурсора антипирена Pygotatex CP.

При использовании этилового эфира фенилпропиоловой кислоты в качестве субстрата в присутствии трибутилфосфина был получен продукт α -присоединения гидрофосфорильных соединений по $C\equiv C$ связи, свидетельствуя об изменении региоселективности фосфорилирования по сравнению с классическими реакциями Михаэля. Данная реакция явилась первым примером подобного присоединения в ряду производных непредельных карбоновых кислот.



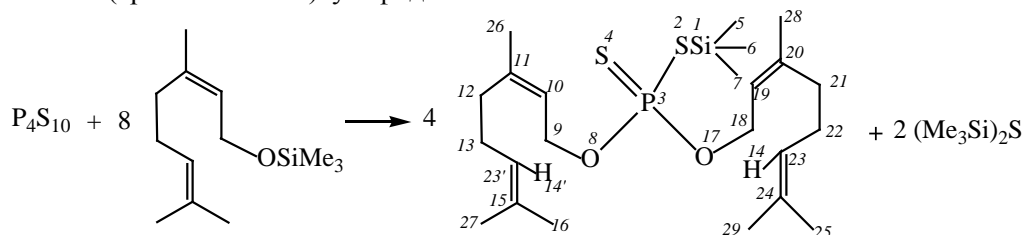
При проведении реакций диэтилфосфита с метилпропиолатом и метилтетролатом в присутствии трифенилфосфина оказалось, что независимо от молярного соотношения реагентов всегда образуется продукт вицинального присоединения двух молекул диалкилфосфита. Вероятнее всего, в этих случаях присоединение первой молекулы диалкилфосфита происходит по α -положению алкина, аналогичное реакции с участием эфира фенилпропиоловой кислоты. Образовавшийся бис-активированный алкен затем быстро присоединяет вторую молекулу фосфита. Данный механизм объясняет, почему бис-фосфорилирование протекает с образованием продукта вицинального присоединения, а не геминального.

СИЛИЛОВЫЕ ЭФИРЫ ДИТИОКИСЛОТ ФОСФОРА НА ОСНОВЕ ДИПРЕНОИДОВ

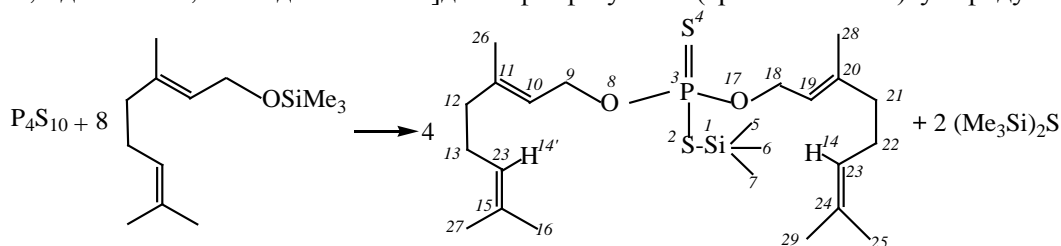
Шуматбаев Г.Г.

Научные руководители – проф. Низамов И.С., асп. Теренжев Д.А.

Одной из фундаментальных проблем химии природных соединений является создание новых типов фосформодифицированных производных изопреноидов. Ветеринария и медицина испытывают потребность в новых лекарственных средствах биорегуляторного типа. Введение дитиофосфорильных синтонов в молекулы изопреноидов может привести к созданию биологически активных веществ. В качестве субстратов мы выбрали такие открыто цепные непредельные дипреноидные спирты, как гераниол, нерол и рацемический линалоол. Поскольку реакции спиртов с тетрафосфордекасульфидом сопровождаются выделением токсичного газообразного сероводорода, мы применили метод силильной защиты гидроксильной группы дипреноидных спиртов. Особенность структуры гераниола и нерола состоит в том, что они представляют собой *E*- и *Z*-изомеры и поэтому могут привести к индивидуальным соединениям в реакциях дитиофосфорилирования. Установлено, что в мягких условиях реакция триметилсилилового производного нерола с тетрафосфордекасульфидом гладко проходит в бензоле с образованием *S*-триметилсиллил-*O,O*-бис[*цис*-3,7-диметил-2,6-октадиенил-1-ил]-дитиофосфата и бис(триметилсиллил)сульфида.

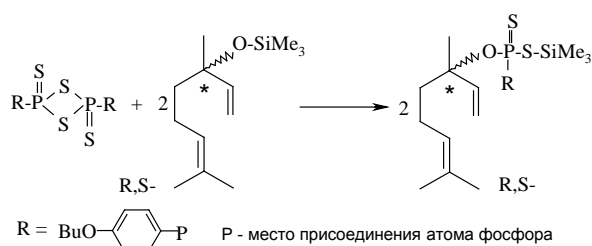


Изомерный неролу его *транс*-изомер – гераниол – в виде триметилсилилового производного в реакции с тетрафосфордекасульфидом в мягких условиях приводит к *S*-триметилсиллил-*O,O*-бис[*транс*-3,7-диметил-2,6-октадиенил-1-ил]дитиофосфату и бис(триметилсиллил)сульфиду.



При замене тетрафосфордекасульфида на 1,3,2,4-дитиадифосфетан-2,4-дисульфиды в реакциях с триметилсилиловыми производными гераниола и нерола, получены индивидуальные дипреноидные

S-силилдитиофосфонаты. Среди непредельных дипреноидных спиртов особое место принадлежит линалоолу, молекуле которого имеется асимметрический атом углерода между двумя ненасыщенными связями.



В реакции триметилсилилового производного (*R,S*)-линалоола с 1,3,2,4-дителиодифосфетан-2,4-дисульфидами в мягких условиях образуются дипреноидные S-силилдитиофосфонаты в виде смеси диастереомеров.

СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ «УХОДЯЩИХ ГОСТЕЙ» ПРИ ТВЕРДОФАЗНОМ ЗАМЕЩЕНИИ «ГОСТЯ» В КЛАТРАТАХ БЕТА-ЦИКЛОДЕКСТРИНА

Юмаева Г.Ф.

Научный руководитель – к.х.н. Гатиатулин А.К.

Циклодекстрины широко применяются в различных областях. Основным методом получения клатратов бета-циклодекстрина (бЦД) является последовательное или одновременное добавление воды и гостя к циклодекстрину. Однако данный метод зачастую требует тщательной оптимизации условий и соотношений компонентов индивидуально в случае каждого гостя. Даже при этом не всегда удаётся получить клатрат с удовлетворительным содержанием гостя, поскольку вода способна конкурировать с органическим гостем, а осушение клатрата от избытка воды приводит также к улетучиванию части гостя. Было показано, что эту проблему удастся решить, используя метод твердофазного замещения уходящего органического гостя в безводном клатрате бЦД [V.V. Gorbachuk, A. K. Gatiatulin, M. A. Ziganshin, A.T. Gubaidullin, L.S. Yakimova // J. Phys. Chem. B – 2013. – V.117. – PP. 14544-14556]. Наилучшие результаты были получены при замещении бензола, в то время как способные к образованию водородной связи ТГФ и этанол позволили получить клатраты с меньшим содержанием гостя [А.К. Gatiatulin, М.А. Ziganshin, V.V. Gorbachuk // J. Therm. Anal. Calorim. – 2014. – V.118. — PP. 987-992]. Однако, бензол является токсичным и не удобным для практического применения.

Для дальнейшего изучения влияния уходящего гостя на эффективность приготовления клатратов бЦД были выбраны более гидрофобный циклогексан и летучий гидрофильный ацетонитрил. Целью данной работы являлось сравнение эффективности «уходящих гостей» при твердофазном замещении «гостя» в клатратах бета-циклодекстрина. Исследование замещения в клатратах бЦД проводилось в системах твёрдый хозяин – паробразный гость, в отсутствие жидкой фазы и воды. Термическая стабильность и состав полученных клатратов были определены с помощью метода совмещённой ТГ и ДСК. Клатраты с гостями промежуточного размера и гидрофобности, не связывающиеся бета-циклодекстрином без замещения, обычными методами, или требующие сложной оптимизации условий, при замещении ацетонитрила и циклогексана связываются в значительном количестве.

Полученные данные показывают, что наименьшая селективность и наиболее высокие значения содержания замещающего гостя наблюдаются для уходящего гостя бензола. Традиционный метод с замещением воды даёт худшие результаты для всех изученных гостей кроме гидрофобных бензола и алканов. В целом, можно сказать, что результаты твердофазного замещения гостя согласуются представлением о том, что гидрофобные гости предпочтительно связываются во внутреннюю гидрофобную полость, а гидрофильные гости связываются в гидрофильное пространство между молекулами бЦД. При этом гости схожей природы конкурируют между собой, что приводит к уменьшению содержания каждого из конкурирующих гостей.

ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ПРИМЕСЕЙ В АЛКАНЕ С ПОМОЩЬЮ СТЕКЛООБРАЗНОГО ПРОИЗВОДНОГО ТИАКАЛИКС[4]АРЕНА

Якунов И.Р.

Научный руководитель – асп. Гатауллина К.В.

Каликсарены в виде молекулярных стекол и аморфных препаратов могут быть использованы в качестве фоторезистов в литографии, лекарственных препаратов или материалов с нелинейными оптическими свойствами с генерацией второй гармоники. Цель работы: Изучение влияния фазового состояния производного трет-бутилтиакаликс[4]арена на сорбционную емкость.

Выяснение способности производного трет-бутилтиакаликс[4]арена к запоминанию органических гостей после их удаления из клатрата.

В качестве объектов исследования был выбран трет-бутилтиакаликс[4]арен тетразамещенный по нижнему ободу ацетооксиэтилкарбомоилметоксильными группами в конфигурации «1,3-альтернат». В качестве гостей были выбраны летучие соединения различной структуры.

Экспериментальными методами для анализа клатратов и исходных фаз каликсарена в нашей работе являются ДСК и совмещенный метод ТГ/ДСК/МС анализа. Для оценки кинетики кристаллизации молекулярного стекла использовался визуальный метод.

Совмещенным методом ТГ\ДСК\МС анализа летучих продуктов разложения была изучена термостабильность и фазовые переходы каликсарена при нагревании. На ДСК кривой наблюдаются четыре эндотермических пика, соответствующих одному стеклообразному и трем фазовым переходам. О природе этих переходов можно судить по изменению внешнего вида образца. Стеклообразный переход для кристаллической и стеклообразной форм каликсарена **1** изучен в отдельном ДСК эксперименте. При этом установлено, что для обоих образцов на ДСК кривой присутствует стеклообразный переход при 65°C, сопровождающийся изменением теплоемкости. Отношение этой величины для кристаллической и стеклообразной форм позволяет рассчитать долю аморфной фазы в кристаллическом образце, которая равна примерно 29%. При термическом анализе клатрата с ацетонитрилом, обнаружено, что каликсарен способен запоминать некоторые органические соединения. Эффект памяти выражается в образовании метастабильной β_0 -фазы после ухода гостя из клатрата.

Была изучена селективность кристаллизации стеклообразного каликсарена **1** при насыщении парами органических соединений и воды. Установлено, что g-форма каликсарена **1** кристаллизуется при насыщении бензолом и ацетонитрилом и образует раствор с последующей кристаллизацией при насыщении метанолом. При насыщении водой и циклогексаном кристаллизации стеклообразной g-формы не происходит.

При насыщении стеклообразного каликсарена **1** парами циклогексана с примесью бензола наблюдается начало кристаллизации при содержании бензола 4%. Ниже этого содержания бензола кристаллизации нет. На основании полученных данных возможно создание сенсора для визуального определения примесей бензола в его смеси с ц-гексаном.

Выводы: Производное трет-бутилтиакаликс[4]арена способно существовать в четырех полиморфных и стеклообразной формах, а также запоминать отдельные органические соединения. Метастабильная полиморфная форма каликсарена обладает наибольшей сорбционной емкостью для воды по сравнению с другими формами этого хозяина. Наблюдается селективная кристаллизация стеклообразного производного трет-бутилтиакаликс[4]арена при его насыщении парообразными гостями.

СЕКЦИЯ ХИМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

КЕЙС-МЕТОД В ПРЕПОДАВАНИИ ХИМИИ

Бурлакова В.С.

Научный руководитель – проф. Гильманишина С.И.

В последнее время среди современных технологий и методов обучения особое место в профессиональном образовании занимает кейс-метод.

Согласно литературным данным, кейс-метод позволяет сформировать профессиональные умения и навыки, соответствующие компетенции в результате интеграции элементов реальной профессио-

нальной деятельности в учебный процесс. Кроме того, кейс-метод позволяет организовать перенос учебных знаний в область профессиональной деятельности.

Основное назначение кейс-метода – это организация самостоятельной индивидуальной или групповой деятельности студентов с целью развития у них мыслительных умений в ходе решения учебно-профессиональных задач и упражнений. Например, на занятиях по общепрофессиональным дисциплинам кейс-метод позволяет реализовать эффективное сотрудничество студентов, способствующее осмыслению проблемной ситуации и ее разрешению.

В целом, под кейсом понимается задание, представляющее собой описание конкретной практической ситуации. При этом описание ситуации должно быть достаточным для понимания и разрешения заложенной в ней явной или скрытой проблемы. Таким образом, сущность данного метода состоит в том, что учебный материал подается студентам в виде проблем (кейсов), а знания приобретаются в результате активной творческой работы. Другими словами, кейс-метод является активным методом обучения.

Кейсы могут быть представлены в различной форме – от нескольких предложений на одной странице до большого количества страниц. Однако, большие по объему кейсы, как правило, создают определенные трудности для анализа заложенной проблемной ситуации. Определенного стандарта представления кейсов в настоящее время в литературе не встречается.

Вместо обычных тривиальных практических работ по химии можно использовать практические кейсы и тогда, вместо простого сливания веществ в пробирках, учащиеся получают хороший тренинг по закреплению знаний, умений, навыков, и принятия конкретных решений в данной ситуации. Практические кейсы являются максимально наглядными и детальными, и это как нельзя лучше может быть отражено при исполнении практического кейса.

ПАСПОРТ КАБИНЕТА ХИМИИ

Вагизова И.Ф.

Научный руководитель – проф. Гильманишина С.И.

Школьный химический кабинет – это специальное помещение с рационально размещенным комплектом учебного оборудования, мебелью, реактивов и дополнительных средств, обеспечивающих эффективное преподавание предмета.

Одной из особенностей Федерального государственного образовательного стандарта нового поколения является требования к новой школьной образовательной среде. Меняются требования и к школьным кабинетам химии. Следовательно, исследование паспорта кабинета химии в условиях внедрения образовательного стандарта нового поколения весьма актуально.

В исследовании проведен анализ исторических и социальных предпосылок, влияющих на формирование требований к паспорту школьного кабинета химии. История развития требований к кабинету химии является отражением духовного и материального развития общества. Значение требований к школьному кабинету химии определяется заинтересованностью общества в качестве обучения, повышении мотивации к изучению химии учащимися и сознательном выборе ими дальнейшей профессионально-образовательной траектории.

Так на современном этапе развития общества все большее значение приобретает осознание ответственностью эколого-химической ситуации в мире. Это стимулирует развитие исследовательских работ учащихся по эколого-химической тематике, что, в свою очередь, отражается в требованиях к оснащению кабинета химии соответствующими реактивами и оборудованием. Вторым фактором, влияющим на оснащение современного кабинета химии, служит заложенное в образовательном стандарте второго поколения требование к формированию новой информационно-образовательной среды. Иначе, паспорт современного кабинета химии должен включать мультимедийное оборудование, интерактивную доску, комплекты мультимедийных средств обучения по неорганической и органической химии, а также обучающих и контролирующих программ по химии на CD-дисках.

БУДУЩИЕ УЧИТЕЛЯ ХИМИИ И ИНКЛЮЗИВНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Валиева Ч.Д.

Научный руководитель – доц. Космодемьянская С.С.

В настоящее время вопросы введения инклюзивного образования в массовую школу являются определенным акцентом современного школьного химического образования. Инклюзивное образование рассматривается сейчас как включенное, используемое для описания процесса обучения детей с особыми потребностями в массовых школах. После теоретического анализа современного рассмотрения данной проблемы мы провели педагогическое исследование, в котором участвовали учащиеся 11-х классов города Нижнекамска и Казани, а также студенты 1-3-х курсов по направлению «Педагогическое образование. Химия» Химического института им. А.М. Бутлерова Казанского (Приволжского) федерального университета (78 человек). Одной из интегрирующих возможностей детей с ОВЗ является инклюзивное образование, которое предполагает доступность образования для всех, так как для этого нужны условия: перепланировка школ, соответствующие учебно-методические комплексы, кадры – учителя, тьюторы и т.д. В настоящее время недостаточно вузов, которые готовят специалистов в области инклюзивного образования. Это университеты в Астрахани (АГУ), Москве (МГПУ, МГППУ, МИОО, МГГУ им. М.А. Шолохова), Казани (Университет управления ТИСБИ), Рязани (РГУ им. С.А. Есенина) и др. На 1-ом этапе результаты исследования студенты и школьники проанализировали готовность своей школы к инклюзивному образованию таковы: неудовлетворительную оценку архитектуре школы дали 21% (1 балл) и 47% (2 балла) опрошенных. Девятая часть опрошенных студентов и школьников (11%) определила готовность здания школы на 4 балла. Практически большая часть респондентов оценила готовность своих учителей работать в инклюзивном классе на 3 и 2 балла из 5-ти возможных – соответственно, 52% и 29%. Лишь седьмая часть респондентов (12%) отметила практически полную готовность своего учителя (4 балла). Анализируя прогнозируемую работу своего учителя химии с детьми с ОВЗ, студенты педагогического вуза и ученики выпускных классов определили ведущие качества своих учителей: терпение, толерантность, хороший методический уровень, умение находить контакт с детьми любого возраста и т.д.

В ходе аудиторных занятий по методике химии мы моделируем ситуации для проведения студентами фрагментов уроков для детей с ограниченными возможностями здоровья. Студенты на личном опыте определяют характерные особенности для подготовки учителя химии к занятиям и их проведению. Мы предложили студентам проанализировать существующую проблему и высказать свои пути из ее выхода. Половина студентов (51%) отметила необходимость психолого-педагогических и специфических методических курсов для учителей, а также корректирование архитектуры школы и снабжение специальными учебно-методическими комплексами и комплектами (30%).

Кроме такого явного решения вопроса студенты и школьники обратили внимание и на актуальность введения изменений в профессиональное образование в высшей школе: проведение педагогической практики (по выбору самих студентов) по химии с детьми с ограниченными возможностями здоровья (14%); введение изучения специальных дисциплин в вузах (8%); быть психологически устойчивыми и толерантными по отношению к детям (17%); изучать болезни и психологическое состояние людей при заболеваниях с позиций выбора правильного методического подхода в их обучении (11%) и т.д.

Таким образом, решение вопроса готовности учителей химии к инклюзивному образованию решается не в пределах одного учебного года, поэтому мы продолжим изучение данного вопроса.

ВОПРОСЫ ГОТОВНОСТИ УЧИТЕЛЕЙ ХИМИИ К РАБОТЕ С ДЕТЬМИ МИГРАНТОВ

Дарземанова Д.Л.

Научный руководитель – доц. Космодемьянская С.С.

Миграционный процесс в наше время рассматривается как массовое перемещение населения из одного региона в другой или из одной страны в другую. Сейчас Российская Федерация – это крупный принимающий центр во всем мире. Практика показывает, что выходцы из бывших союзных республик часто встречаются за школьными партами в России, особенно это заметно в последнее время. В

настоящее время формируются новые образовательные стандарты, включающие в себя умение работать с данной группой лиц.

Целью нашего исследования явилось выявление проблем, которые возникают у учителя химии при работе с детьми мигрантов, а также пути их решения. В нашем анкетировании участвовало 140 человек: студенты Казанского федерального университета (40 чел.) и учителя (100 чел.) школ г. Альметьевска, Пестречинского и Рыбно-Слободского районов Республики Татарстан.

Перед нами были поставлены несколько задач: 1) анкетирование студентов педагогического вуза и практикующих учителей (и химии, в том числе) по вопросу их готовности к работе с детьми мигрантов; 2) анкетирование студентов по моделируемой ситуации оценивания деятельности учителя химии той школы, которую они окончили. На втором этапе исследования мы анализировали ответы учителей общеобразовательных школ и лицеев. Мы выяснили, что учителям часто приходится работать с данной группой лиц, при этом основными проблемами, возникающими при работе с детьми мигрантов, являются языковой барьер и психологические проблемы. Но больше половины учителей отметили желание работать с данными детьми. Стоит отметить, что при самооценке учителями РТ уровня готовности к работе с детьми мигрантов разница небольшая: средний балл поставили 29% респондентов, «4» и «5» баллов, соответственно, 24% и 23%. Есть и неудовлетворительные отметки. Студенты педагогических направлений отметили свою неготовность к работе с детьми мигрантов, указывая те же причины, что и учителя химии, а студенты, которые давали оценку деятельности своего учителя химии, отмечали, что только 9% учителей способны без проблем работать с детьми из эмигрирующих семей. В результате проведенного анкетирования было выявлено, что работа с детьми мигрантов в настоящее время представляет определенные сложности в деятельности как для учителей со стажем, так и для молодых специалистов и, тем более, для студентов педагогических вузов. Мы же в свою очередь предлагаем разработать комплекс дальнейших действий для того, чтобы дети мигрантов комфортно чувствовали себя во время образовательного процесса. В первую очередь, необходимо начинать с самого социума.

Мы предполагаем, что данную работу можно проводить в виде урока-дискуссии, урока-игры, показа и анализа видеofilmа и т.д. Также следует уделить внимание специальной подготовке учителей химии к работе с детьми мигрантов. Для учителей со стажем следует вводить методические курсы повышения квалификации по работе с детьми из других стран. Особую значимость имеет психолого-педагогическая и методическая подготовка в рамках вузовского обучения, которая не должна ограничиваться только теоретическим изучением материала. Внеклассные мероприятия, проводимые для учащихся школ г. Казани в рамках традиционного Фестиваля химии кафедры химического образования Химического института им. А.М. Бутлерова КФУ, способствуют развитию коммуникативных компетенций, как у будущих учителей химии, так и среди ученического коллектива школ.

ЭСТЕТИЧЕСКОЕ ВОСПИТАНИЕ НА УРОКАХ ХИМИИ

Дацив М.А.

Научный руководитель – доц. Низамов И.Д.

Уровень знаний у учащихся во многом зависит от их интереса к предмету обучения. Использование эстетических элементов помогает создать на уроке особую эмоциональную атмосферу, способствующую не только повышению усвоения изучаемого материала, но и возбуждает интерес к жизни, увеличивает любознательность, а также даёт учителю обширные возможности для эстетического воспитания школьников.

Проблема: потеря интереса учащихся старших классов к урокам химии.

Цель: представление принципов и подходов эстетического воспитания школьников с помощью уроков химии.

Объектом исследования является эстетическое воспитание.

Предметом исследования – процесс формирования эстетической культуры на уроках химии.

Задачи:

1. Рассмотреть имеющиеся подходы к эстетическому воспитанию ведущих исследователей, отмечая актуальность на сегодняшний день.

2. Предложить средства и методы для эстетического воспитания учащихся на уроках химии.

Материалы и методы: В ходе исследования применялся метод анкетирования учителей старших классов. Анкета включала в себя перечень доступных элементов эстетического воспитания. Результа-

ты исследования: Было выявлено, что 80% учителей не используют какие-либо дополнительные приемы для поддержания эстетического воспитания. 15% используют в своей работе метод визуализации. 5% дают школьникам творческие задания. 100% учителей используют наглядные эксперименты для демонстрации химических реакций.

Результаты исследования показали, что тенденция к упадку интереса у учеников старших классов к урокам химии во многом обусловлена тем, что большинство учителей не считают нужным вводить в учебный процесс элементы эстетического воспитания.

СИСТЕМА ВНЕКЛАСНОЙ РАБОТЫ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧИТЕЛЯ ХИМИИ

Ершова А.В.

Научный руководитель – доц. Космодемьянская С.С.

Приоритетной задачей современной школы является создание нужных и полноценных условий для личностного развития каждого из учащихся, формирование активной жизненной позиции. Поэтому внедрение активных форм обучения и воспитания является основой формирования компетентностей учащихся. Таким образом, была разработана система организации и проведения внеурочной работы. Важной задачей внеклассных занятий по химии является развитие у учащихся умения самостоятельно работать с литературой и навыков экспериментальной работы в лаборатории. Внеурочная работа по химии обязана быть частью общешкольной системы внеурочных мероприятий, гармонично смешивается с аналогичной работой по смежным предметам. Таким образом, внеклассная работа по химии – это особая организуемая форма занятий с учащимися, обладающая сильным эмоциональным воздействием. Такая работа требует тщательной организации, как со стороны учителя, так и со стороны учащихся.

После теоретического анализа существующей проблемы, на первом этапе исследования мы разработали анкету по определению уровня проведения вариативных форм и методов внеклассной (внеурочной) работы учителя химии. Анкетирование было проведено в рамках производственной (концентрической педагогической) практики, которая проходила с 9 марта по 7 марта 2015 г. Нами было проведено анкетирование учащихся 9-х классов в МАОУ "СОШ № 165" г. Казани, в анкетировании участвовали 46 школьников. Проанализировав данные анкетирования можно сделать сказать:

1. Внеклассная работа в данных классах не отличается разнообразием и регулярностью.
2. Большинство внеклассных мероприятий проводятся за пределами школы, что является большим плюсом в обогащении коммуникативных навыков учащихся.
3. Хорошей тенденцией является тот факт, что большинство учащихся предпочитают проводить свободное от учебы время со своими одноклассниками, что говорит о дружеской атмосфере в классе.
4. Большая часть респондентов (9-е классы) утверждает, что в их классе нет необходимости проводить воспитательные мероприятия, так как нет самих проблемных вопросов. Это означает, что внеклассные мероприятия по химии учениками воспринимаются только с нравоучительных позиций.

Система организации и проведения внеурочной работы по химии помогает расширить кругозор и воображение школьников, стимулирует их к самообразованию, способствует развитию изобретательности и творчества. Эта работа очень разнообразна, носит оттенок занимательности, формирует интерес к предмету и дает учащимся раскрыть себя и свой потенциал. По итогам анкетирования мы разработали учебно-тематическое планирование по системе организации и проведения внеклассных мероприятий по химии: традиционная Неделя химии и программа химического кружка на 2014-2015 учебный год для студентов в ходе педагогической практике по химии в образовательных учреждениях г. Казани. Данную работу по апробации разработанных нами организационных форм воспитательной работы по химии мы планируем продолжить в ходе дальнейшей педагогической практики.

ГЕНДЕРНО ОРИЕНТИРОВАННОЕ ОБУЧЕНИЕ В ШКОЛЬНОМ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Лемехова В.П.

Научный руководитель – проф. Гильманишина С.И.

В современном мире этап развития образования характеризуется интенсивностью преобразований, которые затрагивают в равной мере управленческие и организационные структуры образования. Их цель и содержание, различные методы и технологии обучения, источники финансирования, а главное формы и условия обусловлены международным сотрудничеством в образовании. Следствием глобализации и интернационализации образования является его интеграция, которая интенсивно происходит между странами, имеющими общее социально-экономическое развитие. Для системы образования Российской Федерации имеет особую значимость ее участие в интеграционных и региональных процессах которые происходят в Сотрудничестве Независимых Государств и в масштабах Европы. Оба интеграционных процесса в СНГ и Европе различаются исходными предпосылками и определенными механизмами, но всё-таки имеют общие базовые признаки.

Одной из главных задач интеграции является задача создания единого (общего) образования (образовательного пространства), в котором сопоставимость образовательных стандартов, поддержание его высокого качества, мобильности, упрощения процедур признания. Европейская интеграция резко усилилась в результате Болонского процесса, который направлен на выполнение странами – участниками совместных обязательств по редактированию систем образования в соответствии с положением Болонской декларации. Модернизация в сфере образования происходит не только на европейском континенте, а также в крупнейших странах мира, таких как Япония, Китай, США. Исследования развитых стран, формирующие свои системы образования, которые соответствуют требованиям их адаптации к новым условиям конкурентного мира, изучение мировых тенденций образования является успешным для формирования образования в России.

В настоящее время в нашем государстве огромное внимание уделяется образованию, как дошкольному, школьному и образованию высших учебных заведений. Внедряются новые образовательные стандарты, целью которых является улучшения качества образования в России.

Одним из важных компонентов является внедрение и освоение в систему образования понятие о гендере, гендерном равенстве, гендерной педагогике. Однако гендерное образование не должно строиться на позициях противопоставления «мальчик-девочка», необходимо искать, как пишет С. Шаронова, новые возможности для развития личности ребенка.

Гендерная педагогика основывается на применении гендерного подхода, предполагающего гармонизацию полоролевого взаимодействия на основе эгалитаризма как принципа равных прав человека, независимо от пола. Ценность гендерного подхода заключается в том, что он являет собой индивидуальный подход к проявлению ребенком гендерной идентичности, полагающий, что различия в поведении мужчин и женщин определяются не столько их биологическими особенностями, сколько социально-культурными факторами.

В настоящее время в нашей стране наблюдается достаточно активный процесс интеграции гендерных курсов в систему высшего образования, однако в среднем школьном образовании их преподавание является еще большей редкостью. На Западе же гендерное образование и воспитание начинается с детского сада и школы. И это не случайно, так как только воспитание, ориентированное на равноправие полов, способно формировать эгалитарное сознание у подрастающего поколения.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРЕПОДАВАНИИ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Михайлова Е.О.

Научный руководитель – проф. Ямбушев Ф.Д.

В образовательных учреждениях учителя творчески подходят к становлению и реализации личности учащегося. Для решения этой непростой задачи образовательный процесс связывают с личностно-развивающим и компетентностным подходом.

Инновационная педагогическая технология – это сложный процесс реализации методов, процедур, средств, направленный на достижение заданных целей.

В изучении любых предметов естественно-научного цикла учителями используются многие инновационные педагогические технологии.

Для преподавателя преобладающим методом обучения является активное экспериментирование через самостоятельную деятельность учащихся. Поэтому кредо педагога – «Я рядом, Я с вами», стиль взаимодействия – диалог, позиция ученика – активно-инициативная, и мотивация – активная, целенаправленная. Идет осмысление нового материала, понимание практической значимости изучаемого материала

Обучение в сотрудничестве – это совместное обучение, оно показывает, что учиться вместе не только легче и интереснее, но и значительно эффективнее. У обучающихся формируются такие личностно-развивающие качества, как: достижение успехов через совместный труд, интеллектуальное развитие, нравственное развитие.

После выполнения задания учащемуся дается тест на проверку понимания и усвоения нового материала. Над заданиями – тестами учащиеся работают индивидуально. Тесты даются разноуровневые – для сильных и слабых учащихся. Слабые ученики, стараясь выполнить свои задания, как бы соревнуются со своим ранее достигнутым результатом. Для усвоения нового материала каждым учащимся это – очень эффективный метод работы.

Учебный материал предлагается учащимся с использованием схем, таблиц, компьютера, а показателями выполнения дидактической задачи урока является стимуляция интереса к четко поставленной проблеме. Важным является обеспечение должного научного уровня преподавания, полное и точное определение изучаемых объектов и явлений, запись химических формул и уравнений реакций, а также фиксация в тетрадях опорных пунктов плана урока, законов химии, формулировок и понятий.

Одной из инновационных технологий в педагогической теории и практике принято считать технологию обучения на основе междисциплинарных связей. Например, при изучении разделов органической химии велика роль таких связей в темах: алканы, алкены, карбоновые кислоты, спирты, белки и другие, связанные со знаниями, полученными по другим предметам.

Особенности инновационного обучения – это внесение нового, усовершенствованного в уже существующее. Результативность инновационного метода заключается в творческой деятельности учащихся под руководством учителя.

ИЗУЧЕНИЕ ПСИХОЛОГО-МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ В ПОДГОТОВКЕ УЧИТЕЛЯ ХИМИИ К УРОКУ

Петрова Э.И.

Научный руководитель – доц. Космодемьянская С.С.

Личностная готовность будущих учителей к профессиональной деятельности, включающая развитое педагогическое целеполагание, педагогическое мышление и педагогическую рефлексию (А.К. Маркова), может быть сформирована при условии преодоления зачастую имеющей место в вузовском образовании дилеммы "академизм знаний-практика" и пересмотра концептуальных схем обучения, нацеленных на развитие у студентов отдельных профессионально необходимых умений и способностей. Формированию указанных интегративных качеств, характеризующих готовность будущих специалистов к педагогическому труду, лишь отчасти способствует повышение доли педагогической практики и усиление практической ориентации в преподавании учебных дисциплин. Одним из возможных подходов, определяющих, на наш взгляд, качественно более высокий уровень, как теоретической подготовки специалистов, так и в целом – формирования их готовности к профессиональному труду, является моделирование в учебном процессе целостной структуры педагогической деятельности, реализуемое на уровне преподавания отдельных тем, курсов, предметных циклов и междисциплинарных связей с выходом на каждом уровне на творческое решение студентами профессиональных задач в ходе педпрактики. Предлагаемый подход отличают от традиционно используемых в обучении практически ориентированных моделей системность, минимизация условных практических ситуаций (педагогические задачи, тренинг, деловые игры) и переход к комплексному практическому решению студентами в ходе освоения учебных дисциплин реальных проблем школы, отработка усваиваемых знаний и умений через включение студентов не только в традиционные формы деятельности, но и в

преобразовательную педагогическую деятельность, направленную на творческое переосмысление негативных сторон существующей практики работы школы.

Исследование по определению психолого-педагогических подходов в подготовке учителя химии к уроку мы начали в рамках изучения методического курса «Методика обучения и воспитания (в области химии)». Продолжили эту работу в ходе производственных практик, концентрированной педагогической (февраль-март 2015 г.) и распределенной (март-май 2015 г.).

В исследовании мы определили следующие диагностируемые этапы: теоретический и экспериментальный этап, который проходил по следующим шагам: 1) мы провели педагогическое анкетирование (анкета 1) среди студентов 1-х, 3-4-х курсов Химического института им. А.М. Бутлерова и Института фундаментальной медицины и биологии КФУ (46 респондентов); 2) в анкетировании (анкета 3) участвовали студенты 4-го курса Института фундаментальной медицины и биологии (17 человек). Основная цель исследования заключалась в определении уровня использования учителями-химиками педагогических технологий и их готовность работать со студентами-практикантами в ходе педагогических практик. На этом этапе исследования участвовало 46 человек 1-х, 3-х и 4-х курсов.

Мы выявили, что в числе определенных новообразований личности молодого специалиста выступают установка на преодоление недостатков работы современной школы, на экспериментирование, потребность в изучении педагогических инноваций. В ходе педпрактики, а затем – на занятиях по методике обучения химии определяется система практических целей, которые необходимо решить учителю химии с опорой на знания, умения и навыки по данному предмету, и осуществляется проблематизация отдельного занятия (или цикла, занятий) с нацеливанием на реальное решение в процессе непрерывной педпрактики этих проблем. Данное исследование не заканчивается и будет продолжено далее.

ОБУЧЕНИЕ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИМ МЕРОПРИЯТИЯМ В ШКОЛЕ В УСЛОВИЯХ ФГОС НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

Рахимова Р.И.

Научный руководитель – проф. Гильманшина С.И.

Согласно ФГОС нового поколения, введение инклюзивного обучения рассматривается как высшая форма развития образовательной системы в направлении реализации права человека на получение качественного образования в соответствии с его познавательными возможностями и адекватной его здоровью среде по месту жительства. В разрабатываемой Стратегии развития инклюзивного образования данный период определён как переходный, формирующий экологически безопасное поведение учащихся в природной и образовательной среде с учетом энергосберегающих мероприятий.

Обучение основам энергосбережения в школьном образовательном пространстве направлено на привлечение учащихся к осознанной деятельности по охране природы и энергосбережению, экологической безопасности в школе и быту.

В ходе энергосберегающих мероприятий нами проведены следующие исследования.

На I этапе до осуществления энергосберегающих мероприятий был проведен тест в 10-х классах МБОУ «Гимназия» п.г.т. Богатые Сабы Сабинского муниципального района РТ и лицее № 115 г. Казани.

На II этапе после проведения энергосберегающих мероприятий на базе этих же образовательных учреждений прошло тестирование в 10-х классах.

III этап был связан с анализом полученных результатов.

Данные о состоянии изучаемой проблемы были получены методом анкетирования, вопросы которого взяты из сборника «Энергия и окружающая среда».

Результаты исследования на первом этапе показали, что ученики не умеют беречь электроэнергию.

Работа по привитию навыков экономного расходования электроэнергии включала проведение следующих мероприятий:

- 1) школьный конкурс рисунков на тему «энергосбережение»;
- 2) лекции, практические и лабораторные работы;
- 3) фестиваль школьных рефератов «Альтернативные виды энергии»;
- 4) учебно-методическая игра.

Анализируя полученные результаты, мы пришли к выводу, что проведенные мероприятия содействовали как формированию культуры использования энергии, так и появлению интереса к практическому применению знаний, полученных в школе.

Таким образом, работа по воспитанию бережного отношения к потреблению электроэнергии начинается со школы, и охватывают всех учащихся, формируя экологической культуру и стремления к рациональному природопользованию.

КОМПЬЮТЕРНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ КАК ЭЛЕМЕНТ КОНТРОЛЯ УЧЕБНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ УЧАЩИХСЯ

Спирина К.Н.

Научный руководитель – доц. Сагитова Р.Н.

Важной и необходимой частью процесса обучения является контроль результатов обучения, и тестирование – один из методов контроля учебных достижений учащихся. Целью данной работы является подготовка компьютерных тестовых заданий по теме «Основные понятия неорганической химии», и формирование из разработанных заданий теста, который позволяет проверять умения и навыки составления простейших неорганических реакций и формул неорганических соединений. Для решения поставленной задачи были разработаны тестовые задания, позволяющие диагностировать:

1. знание тестируемых основных классов неорганических соединений (кислоты, основания, соли, оксиды) и умение определять класс соединения по его формуле (или формульной единице);
2. знание тестируемых основ химической номенклатуры неорганических соединений и составлять формулы неорганических соединений по их названию;
3. знание признаков необратимости химических реакций в растворах и умение прогнозировать в ходе реакции образование слабого электролита, выделение осадка или газа;
4. умение предсказывать состав образующихся продуктов при реакциях обмена в растворах и умение составлять уравнения этих реакций в молекулярной форме.

Подготовленные тестовые задания послужили основой для теста, который сформировали по принципу системности и нарастания трудности:

1. Задания 1-4. Проверяется знание классификации неорганических соединений. Не требуется расчётов, составления формул, уравнений реакций.
2. Задания 5-8. Проверяется умение составлять формулы неорганических соединений. Необходимо составить формулы соединений и провести несложные арифметические вычисления.
3. Задание 9: проверяется знание на определение признаков необратимости реакций в растворах, знание химических свойств соединений.
4. Задание 10: проверяется умение составлять уравнения химических реакций, знание химических свойств соединений.

Для апробации теста в компьютерной форме использовалось программное обеспечение AIST-1W. Время, необходимое для выполнения теста – 20-30 минут. Ограничение времени испытания позволяет выявить наличие навыков и умений. Оценивать результаты тестирования рекомендуется по системе: зачтено – не зачтено. Анализ результатов тестирования может выявить пробелы в изучении отдельных разделов химии (классификация неорганических соединений, умение составлять формулы химических соединений и уравнений реакций, знание химических свойств основных классов соединений). Разработанный тест можно легко конвертировать в письменную контрольную работу и использовать для письменного тестирования.

Следует отметить, что использование компьютерно-информационных технологий, и компьютерного тестирования в частности, является основой перспективного направления в педагогических технологиях – дистанционно-адаптивного обучения.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЦИФРОВЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НА УРОКАХ ХИМИИ И ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Стешов Ф.В.

Научный руководитель – ст. преп. Халикова Ф.Д.

В данной работе мы рассмотрим вопросы развития современного общества и системы образования, которая предъявляет все более высокие требования к качеству подготовки выпускников школ. В связи с этим должен расти уровень подготовленности педагога. Но как подготовить квалифицированного преподавателя в XXI веке, веке абсолютной информатизации, когда всем так привычный мел остается все чаще, как реактив в реакции.

На сегодняшний день более 45% преподавателей в школах России мало используют цифровые образовательные ресурсы с целью улучшения качества образования школьников. А это значит, что мы потенциал каждого индивида будем раскрыт не полностью. Когда же наступит переломный момент в образовании и умы Великой страны будут трудиться во благо нам?! Ответ прост: при максимальном развитии на каждой ступени обучения.

Таким образом, в данной работе мы собрали и проанализировали список самых перспективных помощников учителю и на практике опробовали каждое из них. В качестве эксперимента были проведены уроки по одной теме в 9 классах, разработанные в двух вариантах: в одном – с применением ИКТ, в другом использовались традиционные методы обучения. Учёт результатов уроков осуществлялся на основе наблюдений за обучающимися и на основе анализа карт отслеживания эффективности урока. Наблюдения за процессом обучения показали, что на уроках с использованием ИКТ даже слабоподготовленные обучающиеся работают более активно, не отвлекаются, заинтересованно выполняют задания. Благодаря анкетированию узнали, что лучше, а что хуже помогает учащимся. Выступления самих учащихся с использованием ЦОР проходили намного живее, увереннее, нежели без.

В заключение хотелось бы отметить, что, на наш взгляд, эффективное внедрение ЭУК и ЦОР в учебный процесс возможно при сочетании их с традиционными методами преподавания. Использование цифровых образовательных ресурсов в учебном процессе повышает результативность деятельности не только обучающихся, но и учителя, помогает расширить кругозор, как педагогов, так и учеников, способствует обмену мнениями и опытом с коллегами.

ПРОБЛЕМЫ ШКОЛЬНОГО ХИМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Хаметова Г.И.

Научный руководитель – доц. Низамов И.Д.

В современном школьном химическом образовании существуют много проблем. Мы решили выделить некоторые из них и изучить пути их решения. Проблемы имеются в проведении экспериментов, в структуре и изложении теоретического материала, в интеграции с другими предметами, в выпускных экзаменах, в часах, отводимых на изучение материала и др.

Во-первых, современная средняя школа зачастую из-за недостатка материальных ресурсов не может должным образом обеспечить проведение лабораторных работ. Для того чтобы исправить эту ситуацию необходимо улучшить оснащение учебных химических кабинетов. Каждая школа должна быть оборудована кабинетом химии с минимально необходимым набором реактивов и приборов. Ещё одна проблема экспериментальной химии заключается в том, что из перечня допустимых в школе реактивов изъято большинство соединений, которыми до настоящего времени могут оперировать учащиеся стран Западной Европы, и США.

Во-вторых, терминология, структура и теоретические модели химии с течением времени изменяются, улучшаются и усложняются. Эти изменения должны отражаться в учебных материалах и в самом построении процесса преподавания химии. Существует большое количество учебников и школьных программ по химии разных авторов и для разного уровня обученности, однако создать учебный материал с четко изложенным теоретическим материалом никому ещё не удалось.

В-третьих, интеграция химии с физикой, биологией, географией, математикой не сводит её к этим наукам. Одни и те же объекты изучаются разными науками по-разному. Поэтому химию нельзя включать в один общий предмет «Естествознание», она должна сохранить свою индивидуальную

черту. В то же время, учебные планы по химии, физике, математике и биологии должны быть согласованы. Например, периодический закон удобно изучать после того, как в физике будет пройдено строение атома, а нуклеиновые кислоты – после того, как в биологии пройдена тема о ДНК.

Следующей проблемой является подготовка учеников к поступлению в вуз. Введение с 2005 г. единого государственного экзамена затронуло всех участников образовательного процесса: учителей, корректирующих планирование под подготовку к ЕГЭ, учеников, перешедших на развитие тестового мышления, родителей, вынужденных определяться с репетиторством для своих детей. Таким образом, не смотря на определенные положительные качества проведения ЕГЭ, полный переход на тестовую аттестацию учащихся не совсем целесообразен, особенно по химии.

Резкое сокращение числа учебных часов на изучении химии, особенно в старшем звене, также заставляет задуматься. В настоящее время основной курс рассчитан на 2 года (8-9 классы) по 2 часа в неделю. Включение в программу 10-11 классов химии как учебного предмета планируется только в ограниченном числе школ, там, где будут выбраны так называемые «профили», в которых сохранится более или менее серьезное изучение химии.

Падение интереса к химии среди молодежи связано не только с уровнем преподавания химии в школе, но и с низкой заработной платой инженеров-химиков, работающих на химических производствах, научных сотрудников в институтах РАН и в университетах. Кроме того, неуклонно падает престиж профессии учителя, и дело не только в низкой оплате труда, но и в организации, и в обеспечении учебного процесса.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИГРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В КУРСЕ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Хусаинова Д.М.

Научный руководитель – проф. Ямбушев Ф.Д.

Неотъемлемой частью жизни современного человека являются продукты химического производства, но именно в последнее время наблюдается повышение негативного отношения к данной сфере производства. Свидетельством этого является и то, что люди перестают интересоваться химической наукой еще в школьном возрасте. Все это привело к тому, что у выпускников школ имеется низкий объем знаний по химии и дефицит мотивации по ее овладению в школе. Отсюда вытекает, что актуальной проблемой является улучшение имеющихся педагогических технологий для того, чтобы активизировать познавательную деятельность школьников при изучении химии.

Чтобы решить данную проблему, необходимо проводить занятия в виде игр, которые способствуют заинтересованности и являются наиболее доступной формой обучения.

Игра – есть некая форма деятельности школьников, в ходе которой активизируются познавательные механизмы, а также приходит понимание того, что стать победителем можно только при наличии детерминированного объема знаний.

Целью нашего исследования стало выявление доступных игровых методов обучения, необходимых для наилучшего усвоения и активизации познавательного мышления у школьников при изучении курса органической химии.

Задачами нашего исследования стали:

1. Анализ литературы.
2. Выявление дидактической значимости игровых методов.
3. Разработка методики организации игровых методов.

В практической деятельности учителя применимы различные игровые методики. Далее мы приведем свои варианты игровых методик, которые можно использовать на уроках органической химии.

Урок-игра «Брейн-Батл» направлена на повторение изученных тем по органической химии и на то, чтобы систематизировать основные положения темы, повысить интерес школьников в изучении химической науки. В процессе этой игры школьники могут раскрыть не только свой творческий потенциал, но также приобрести навык коллективной работы.

Ход игры заключается в следующем: ведущий читает вопрос игры, у которого временной лимит обдумывания ответа равняется 1 минуте. Какая из команд первой оповестит ведущего о наличии ответа, то с разрешения может дать ответ. При неверном ответе и при наличии не истекшего времени, у других команд имеется возможность предложить более правильный ответ. При отсутствии правиль-

ного ответа данный вопрос снимается. Правильный ответ приносит команде 1 балл. Последним этапом игры является подведение итогов и вручение призов.

Также очень эффективными можно считать задания: «Закончите предложение». Такое задание служит средством контроля знаний, дает учителю объективную оценку о степени усвоения материала учениками.

Кроссворды являются своего рода мотивационным средством обучения, которые можно использовать на уроках, чтобы дать небольшую разрядку при усвоении какой-либо темы. Их можно применять на этапе закрепления материала.

Выводы:

1. Проведен анализ литературных источников.
2. Выявлено дидактическое значение игровых методик.
3. Разработан методический материал с упором на игровую форму организации деятельности на уроке.

ИЗУЧЕНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ НАГЛЯДНОСТИ В РАБОТЕ СОВРЕМЕННОГО УЧИТЕЛЯ ХИМИИ

Хуснутдинов А.М.

Научный руководитель – доц. Космодемьянская С.С.

Освоение учебного материала и усвоение полученных знаний многим ученикам дается нелегко. В связи с этим у многих школьников снижается интерес к изучению химии. Задачей педагога же является повышение интереса к своему предмету и успешное усвоение полученных знаний его подопечными. На наш взгляд огромную роль в решение данного вопроса играет применение наглядности в работе учителя.

Наглядность определяется как дидактический принцип, согласно которому обучение строится на конкретных образах, непосредственно воспринимаемых учащимися [Э. Азимов, 2009, с. 152].

Начало нашего исследования было проведено среди учащихся МБОУ «СОШ № 86» г. Казани. Важность наглядности для процесса обучения химии отмечают опрошенные нами в ходе анкетирования школьники. Так из 155 человек 57 считает, что наглядные примеры тех или иных явлений, значительно облегчают процесс обучения. При этом мнение о важности наглядности снижается с увеличением возраста респондентов.

Методисты различают множество видов наглядности: динамическую и статическую, внешнюю и внутреннюю. По форме применяемых средств наглядность бывает: экспериментальная, звуковая, изобразительная, естественная, условно-графическая и т.д.

В настоящее время наглядность в обучении химии проявляется через наглядные методы обучения и наглядные средства обучения или средства наглядности. Среди наглядных методов обычно выделяют методы иллюстраций и демонстраций.

Мы пришли к выводу, что среди средств наглядности не теряют актуальность следующие виды: мультимедийные презентации, средства условно-графической наглядности (таблицы и схемы), видеоматериалы и видеозаписи, учебные фильмы, модели атомов и молекул (3D-моделирование), виртуальные лаборатории и другие цифровые образовательные ресурсы.

Мультимедийная презентация представляет собой серию тематических слайдов, которые могут включать себя видео и аудио материалы, текстовую информацию, средства условно-графической наглядности, анимации и многое другое. И поэтому сегодня презентация считается очень эффективным и многофункциональным средством наглядности, повсеместно применяющиеся учителями. Использование презентации повышает интерес учащихся к предмету и ускоряет процесс обучения. Так 105 из 155 опрошенных школьников, нравится просматривать тематические мультимедийные презентации на уроках химии. При 93 респондента отмечает что, просмотр тематических презентаций, облегчает процесс получения и усвоения ЗУН в области химии. При этом эффективность презентации зависит от ее правильного подбора и умения работать. Подбирать или создавать презентации следует с предварительным анализом.

Одной из наиболее эффективных форм наглядности является экспериментальная наглядность, которая выражается через химические опыты и эксперименты. Эксперимент является важнейшим и обязательным компонентом в процессе обучения химии. А также заметно повышают интерес школьников к уроку. Так 117 из 155 респондентов, ответили, что им нравится проводить на уроках химиче-

ские эксперименты. При этом, чем младше школьник, тем больший интерес проявляется экспериментам.

Можно сделать вывод, что с точки зрения повышения интереса к изучению химии, применение различных форм наглядности является важным компонентом урока химии.

РАЗВИТИЕ ВЫСШЕГО ХИМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РТ И ЕГО ВЗАИМОСВЯЗЬ С СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИМИ ПОТРЕБНОСТЯМИ РЕГИОНА

Чепелева С.Е.

Научный руководитель – асс. Валитова Г.Ф.

Развитие высшего химического образования является очень актуальной проблемой общества. Институты и университеты химического образования зависят от социально-экономических потребностей региона. Так как в зависимости от потребностей и возможностей региона, возникает необходимость в квалифицированных специалистах, в нехватке кадров той или иной химической отрасли.

Основные отрасли промышленности региона Татарстан и социально-экономические потребности это – производство и обрабатывающая промышленность. Промышленное производство составляет основу экономики Татарстана. Обрабатывающая промышленность: электроэнергетика, нефтепереработка, химия и нефтехимия, машиностроение и металлообработка, легкая, пищевая, лесная и деревообрабатывающая промышленность. Нефтехимическая промышленность является одной из основных в РТ.

На сегодняшний день мы наблюдаем большое количество развивающихся тенденций химической сферы. Наличие перспектив развития новых химических отраслей ведёт за собой спрос квалифицированных кадров на предприятия.

Из представленных в общем счёте востребованных профессий высшего химического образования в РТ за 2013-2014 гг. (в количестве 62 химических профессий) испытывает дефицит кадров – промышленное химическое производство. Данные предоставлены Министерством труда, занятости и социальной защиты Республики Татарстан.

По данным опроса студентов третьего курса мы так же можем наблюдать заинтересованность и желание работать в химической промышленности у большинства опрошенных.

Таким образом, мы видим, что химическая и нефтехимическая промышленность является одной из основных ведущих отраслей Республики Татарстан. Социально-экономические потребности региона в данном случае выражаются в развитии химической промышленности и в появлении новых тенденций химической отрасли, что влечёт за собой потребность в квалифицированных специалистах.

Дальнейшее развитие взаимосвязи высшего химического образования с потребностями региона должно заключаться во взаимной работе университет-предприятие, где со стороны университета будет обеспечиваться подготовка кадров, а со стороны предприятия – прохождение практики и дальнейшее трудоустройство студентов.

МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ В КУРСЕ ИЗУЧЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ

Шайхразиева Л.А.

Научный руководитель – проф. Ямбушев Ф.Д.

Межпредметные связи в изучении органической химии в школе играют большую роль в учебной практике учащихся. С помощью разносторонних межпредметных связей закладывается база комплексного взгляда на жизнь, который необходим в различных ситуациях и при рассмотрении частных вопросов, а также для подхода к решению сложных проблем реальной действительности [Гурьев А. И., Межпредметные связи – теория и практика, 1998-204 с.]

Органическая химия тесно связана со многими предметами, особенно с наукой, объектами изучения которой являются живые существа и их взаимодействия с окружающей средой – биологией.

Химия и биология в течение долгого времени шли порознь, однако взаимодействие двух этих наук заметно углубилось в результате разработки А.М. Бутлеровым теории химического строения органических соединений. Если взглянуть с позиции химии на реакции, протекающие в природе, мы увидим, что все они связаны между собой и идут в определенной очередности. В итоге образуются многостадийные реакции, которые направлены на непрерывное самосохранение и репродукцию всей живой системы в целом [Ильченко В. Р. Перекрестки физики, химии и биологии, 1986, с. 221-243].

Взаимодействие физики с химией полно множеством примеров заимствования понятиями, объектами и методами изучения. Физика и химия исследуют почти одни и те же объекты, но каждая наука видит их с разных сторон. В точке соприкосновения этих предметов возник молодой и относительно успешный раздел – физическая химия.

Координированное ознакомление раздела органической химии и курса основ безопасной жизнедеятельности (ОБЖ) выявляет важность химии как предмета, имеющего ценное практическое использование во всех отраслях человеческой деятельности, преимущественно относящихся к усилению безопасности на производстве, в быту и в условиях возможных техногенных катастроф [Зуев А. Роль межпредметных связей в учебном процессе // ОБЖ. Основы Безопасности Жизни, 2003. № 4, с. 37-39].

Во время прохождения педагогической практики в IT-лицее КФУ мною было проведено внеклассное мероприятие – интеллектуальная игра на тему «Интересные факты о Ломоносове Михаиле Васильевиче».

Великий ученый М.В. Ломоносов сделал огромный вклад в развитие органической химии, в связи с чем я посчитала целесообразным провести мероприятие, демонстрирующее его многогранную деятельность в разных научных направлениях. Вместе с тем, одной из главных задач мероприятия являлась реализация межпредметной связи между историей, физикой, химией, астрономией и литературой с единственным героем мероприятия – М.В. Ломоносовым.

Часть интеллектуальной игры была организована в виде разгадывания кроссворда. На мультимедийной доске был изображен кроссворд, на горизонтали которого написана фамилия гениального ученого. По вертикали было загадано девять слов, так или иначе связанных с М.В. Ломоносовым.

По мере разгадывания каждого слова, учащихся знакомила с интересным фактом, связанным с ученым. Ученики с большим интересом принимали участие в интеллектуальной игре. Они отметили, что некоторые факты им были знакомы, и при разгадывании кроссворда они смогли применить знания, полученные за рамками школьной программы.

При проведении мероприятия межпредметного характера ученики учатся проводить параллели между разными дисциплинами. Именно к такой цели стремилась и я при организации интеллектуальной игры.

Считаю, что поставленная цель была успешно достигнута при активном участии учеников и их любознательности.

ОРГАНИЗАЦИИ ПРОПЕДЕВТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ ПО ХИМИИ

Ярмухаметова Д.С.

Научный руководитель – доц. Космодемьянская С.С.

Образование представляет собой область общественной жизни, где главным образом переплетаются интересы общества и государства. Именно поэтому образовательная политика и масштабная модернизация в этой сфере, проводимые правительством в данное время представляют большой интерес для всех граждан Российской Федерации разных профессий и возрастных категорий. Преобразования затрагивают практически все ступени образования, однако положительные изменения не всегда приносят качественные результаты. Примером такой отрицательной модификации является сокращение учебного плана по химии – предмет, который требует не только формирования основных знаний и умений, но и расширения кругозора учащихся, развитие умений творческой мысли и способности видеть предметы глобально, однако перегруженность курса не позволяет создать условия для развития познавательной активности учащихся к предмету.

Одним из решений разгрузки школьной программы по химии и повышения интереса учащихся является введение пропедевтической работы по химии с учащимися средних классов.

Проанализировав теоретические аспекты и научно – методическую литературу по данной вопросу, нами был разработан пропедевтический комплекс, включающий:

– анкетирование учащихся средних классов и студентов КФУ, опрос позволил выявить начальные представления учащихся о химии, заинтересованность школьников к предмету ($\approx 80\%$) и способ изучения в виде опытов ($\approx 90,6\%$), готовность студентов педагогического направления КФУ к введению и проведению пропедевтической работы с учащимися средних классов;

– блок увлекательных химических экспериментов (исследование пищевых продуктов; резиновое яйцо, углекислый шар, скорость химических реакции), где учитель выступает в роли координатора, а не как источник информации, стремясь к повышению познавательной активности учащихся, что в свою очередь обеспечивает достижения целей химического образования.

Исследование проводилось с осени 2003 г. на территории г. Казани Республики Татарстан и Уфимского района Республики Башкортостан. Педагогический эксперимент проводился в базовых учреждениях: общеобразовательная школа-интернат «Лицей имени Н.И. Лобачевского» (16 человек); МБОУ «Гимназия № 126» г. Казани (36 человек); МБОУ СОШ д. Шамонино Уфимского района Республики Башкортостан (30 человек); КФУ с участием студентов 1-2-х курсов ИФМиБ (32 человека), и студентов 3-4-х курсов ИФМиБ (44 человека).

Пропедевтическая программа была успешно апробирована на территории Российской Федерации Республики Татарстан и Республики Башкортостан в базовых учреждениях: 1) общеобразовательная школа-интернат «Лицей имени Н.И. Лобачевского» Вахитовского района г. Казани Республики Татарстан, 2) МБОУ «Гимназия № 126» Советского района г. Казани Республики Татарстан, 3) МБОУ СОШ д. Шамонино Уфимского района Республики Башкортостан.

По результатам методико-педагогического исследования нами была разработана модель формирования познавательной активности учащихся по химии в результате реализации системы пропедевтических мероприятий для учащихся 7-х классов. Основными компонентами данной модели являются: формирование универсальных учебных действий (УДД), познавательный интерес, проблемное обучение и познавательный интерес учащихся. При этом учитывается взаимодействие следующих элементов: условия формирования познавательной активности, деятельность учителя и учащихся, методы обучения, средства обучения и т.д.

ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И МЕХАНИКИ им. Н.И. ЛОБАЧЕВСКОГО

СВОЙСТВА ТЕНЗОРНОГО РАНГА МАТРИЦ

Видунов С.И.

Научный руководитель – доц. Гумеров Р.Н.

В докладе обсуждаются алгебраические и топологические свойства функции кронекерова (тензорного) ранга на пространстве матриц над полем \mathbb{F} , где \mathbb{F} – поле действительных или комплексных чисел. Мотивацией к нашей работе послужили некоторые задачи теории возмущений конечномерных операторов и тензоров, а также вопросы, вставшие перед нами при изучении статьи [J. Comput. Appl. Math., 2010, 234, 11, 3170]. Эти задачи тесно связаны с интересными вопросами линейной алгебры, функционального анализа, алгебраической геометрии и топологии.

Пусть A и B матрицы из $M_{kl}(\mathbb{F})$ и $M_{mn}(\mathbb{F})$ соответственно. Напомним, что кронекеровым произведением A и B называется матрица из $M_{km, ln}(\mathbb{F})$, которая имеет следующий вид:

$$A \otimes B = \begin{pmatrix} a_{11}B & \dots & a_{1l}B \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{kl}B & \dots & a_{kl}B \end{pmatrix}$$

Кронекеровым рангом матрицы называется наименьшее натуральное число r , такое, что данная матрица представляется в виде суммы r кронекеровых произведений.

Отметим, что, вообще говоря, нахождение тензорного ранга элемента тензорного произведения линейных пространств является непростой задачей. В случае кронекерова произведения такую задачу можно свести к нахождению ранга некоторой матрицы, явный вид которой мы можем указать. Это нам позволяет сделать следующее утверждение:

*Существует отображение **reshape**, действующее из $M_{km, ln}(\mathbb{F})$ в $M_{kl, mn}(\mathbb{F})$, являющееся изоморфизмом векторных пространств. При этом кронекеров ранг элемента $A \in M_{km, ln}(\mathbb{F})$ совпадает с рангом матрицы $\mathbf{reshape}(A) \in M_{kl, mn}(\mathbb{F})$.*

Далее в докладе обсуждается вопрос о полунепрерывности снизу функции кронекерова ранга. Хорошо известно, что на пространстве матриц с топологией, порождаемой нормой, функция обычного ранга матрицы является полунепрерывной снизу. Используя этот факт и утверждение об изоморфизме, сформулированное выше, делается вывод о том, что функция кронекерова ранга также полунепрерывна снизу.

В заключение автор выражает глубокую благодарность своему научному руководителю за постановку задач и постоянную помощь в работе.

ПРОЦЕДУРЫ ОСНАЩЕННОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ТЕОРИИ ФУНКЦИИ ОДНОГО ПЕРЕМЕННОГО В ПАКЕТЕ MAPLE XVII

Газизянова Д.Р.

Научный руководитель – проф. Игнатъев Ю.Г.

Под оснащенной динамической визуализацией мы понимаем визуализацию многопараметрической математической модели, изменение свойств которой можно наблюдать во временной последовательности в графической форме, сопровождаемой изменяющейся со временем числовой или графической информацией, с возможностью изменения пользователем параметров модели.

В работе продемонстрированы примеры оснащенной динамической визуализации в СКМ Maple произвольной функции одного переменного. При этом интервалы, на которых функция принимает положительные и отрицательные значения, отображаются графически красным и синим цветами, соответственно [Игнатъев, Математическое и компьютерное... Казань: Казанский университет. - 2014. - 298 с.]. На рисунке 1 показано окно Maple с кадром анимации функции $x(x^2 - 1)(x^2 - 4)(x^2 - 9)$.

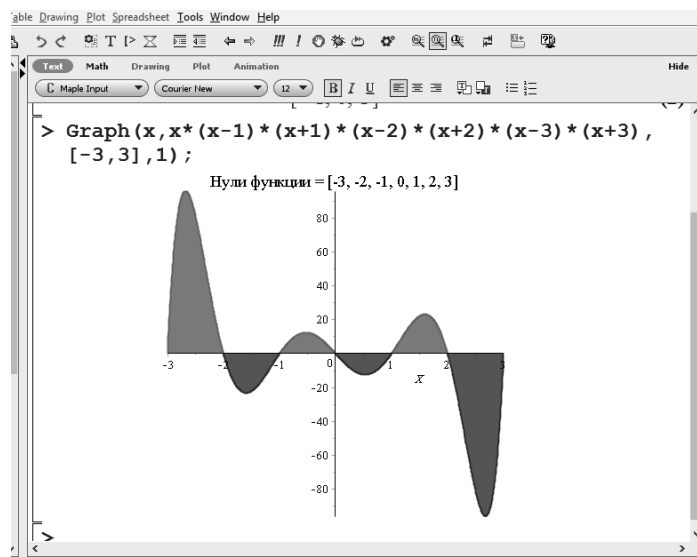


Рисунок 1. – Окно Maple кадром анимации функции $x(x^2 - 1)(x^2 - 4)(x^2 - 9)$.

ОЦЕНКА ЖЕСТКОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОРТОПЕДИЧЕСКОГО АППАРАТА ВНЕШНЕЙ ФИКСАЦИИ

Галиуллин Р.Р.

Научный руководитель – асс. Саченков О.А.

В работе рассмотрена конструкция аппарата внешней фиксации для проведения ротационной остеотомии проксимального участка бедренной кости. Аппарат представляет собой металлические сектора, на который крепятся стержни, проходящие через костную ткань. Сектора соединены шпильками, позволяющие менять их ориентацию со скоростью порядка одного миллиметра в день.

Модель аппарата была построена в программе Siemens NX. Построенная модель позволяет моделировать различные положения конструкции и производить расчеты. Для конечно-элементной модели были использованы два типа конечных элементов (КЭ): 4-х узловой тетраэдральный КЭ с линейной аппроксимацией и 4-х узловой гексагональный с линейно аппроксимацией. Тетраэдральный конечный элемент применялся для деталей с нерегулярной геометрией. В местах соединения деталей накладывались условия совместности конечно-элементной сетки.

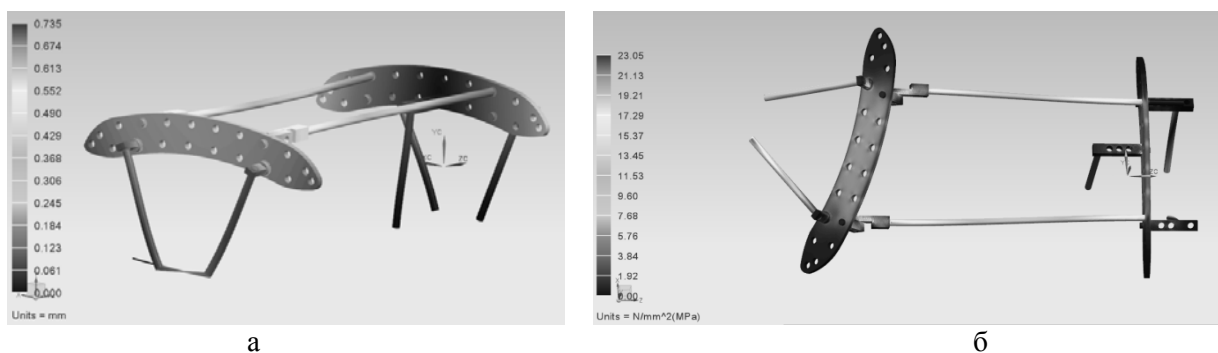


Рисунок 1а – поле перемещений (мм) конструкции под действием нагрузок, б – поле напряжений (МПа) конструкции под действием нагрузок.

В работе были проведены расчеты на прочность и жесткость. Прочностная оценка производилась согласно теории Мизеса-Генки. Для оценки жесткости ограничивались максимальные перемещения.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ

Гантєрахимова Т.Т.

Научный руководитель – доц. Фазлеева Э.И.

Элективный курс предназначен для учащихся IX или XI классов предпрофильной подготовки. На его прохождение предусмотрено 10 часов. Элективный курс рекомендован для учеников, проявивших желание сдать основной или единый государственный экзамен по информатике.

Главной целью курса является в краткие сроки вспомнить, обобщить, закрепить и углубить знания учеников в решении задач, предлагаемых в государственных экзаменах, т.к. данные темы ученики изучают в 7 и 8 классах. Это поможет оставить больше времени на изучение таких основных тем информатики как алгоритмизация, программирование.

В основной государственной экзамен включены 4 типа заданий по теме информационные процессы и системы счисления. Это 20% из всех заданий. А в едином государственном экзамене 6 типов заданий и они занимают 22%. На первый взгляд это не так много. Но неправильные ответы на вопросы заметно снизят итоговый балл, так как на их долю выходит 17-18 баллов по вторичной системе оценивания ОГЭ и ЕГЭ.

Элективный курс включает в себя 5 тем. Это:

1. Перевод чисел в разные системы счисления.
2. Количественные параметры информации.
3. Кодирование и декодирование информации.
4. Скорость передачи информации.
5. Позиционные системы счисления.

Тема «Позиционные системы счисления» рекомендована учащимся XI класса.

Для учащихся предлагаются следующие виды деятельности:

- ✓ анализ задач по определенным темам;
- ✓ самостоятельная работа.

На первых уроках каждой темы предполагается решение задач разных типов с подробным разбором. А в начале следующего урока учащимся предлагается самостоятельная работа в одном варианте. Это поможет осуществить первичную проверку результатов и еще раз разобрать те задачи, которые вызвали у учеников затруднения. Во время обучения необходимо обращать внимание не только на правильность решаемых задач, но и на время, отведенное на их выполнение.

Задачи для самостоятельной работы можно взять со списка, приведенного в конце элективного курса для итогового тестирования.

При проведении данного элективного курса учитель должен обратить внимание на следующие методические рекомендации:

1. В первой теме для проверки результатов перевода чисел с десятичной системы на двоичную, восьмеричную или шестнадцатеричную можно использовать пакет символьной математики Maple. Это с одной стороны облегчит работу учителей, а с другой, ученики и сами смогут проверить правильность решения.

2. При изучении темы № 2 необходимо повторить основные формулы комбинаторики.

3. В четвертой теме актуализировать знания по решению текстовых задач на скорость.

4. При изучении темы № 5 актуализировать знания решения квадратных уравнений, делимость чисел.

Формой итоговой отчетности являются результаты итогового тестирования. Ученики за отведенное время должны выполнить определенное число заданий. Каждая задача оценивается 1 баллом. Тест считается пройденным, если набрано 75% из 100. Данную работу ученики выполняют за компьютерами.

Для создания электронного тестирования использовалась программа easyQuizzy, т.к. после прохождения теста можно получить отчет, в котором показываются как правильные, так и неправильные ответы на вопросы.

При повторном прохождении тестирования будут меняться как вопросы, так и последовательность вариантов ответов.

На наш взгляд, данный элективный курс поможет при подготовке учащихся к экзаменам, а возможность использовать один материал для двух классов одновременно облегчит работу учителям.

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ КРИВЫЕ В ГЕОМЕТРИИ ЛОБАЧЕВСКОГО

Гизятова Л.А.

Научный руководитель – доц. Сосов Е.Н.

В работе исследуются пространственные кривые в модели Бельтрами-Клейна пространства Лобачевского. При построении графиков используется система компьютерной алгебры *Maxima*.

Найдены формулы кривизны и кручения кривой в произвольной параметризации в пространстве Лобачевского. Вычислены кривизны и кручения винтовой линии, кривой на торе, цилиндрической винтовой линии в модели Бельтрами-Клейна пространства Лобачевского. Построены носители кривых и графики их кривизны и кручений в пакете *Maxima*.

ГРУППЫ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ, ДОПУСКАЕМЫЕ УРАВНЕНИЯМИ АБЕЛЯ

Елисеева В.В.

Научный руководитель – доц. Шурыгин В.В.

Уравнением Абеля называется обыкновенное дифференциальное уравнение первого порядка, кубическое по зависимой переменной: $y' = a(x)y^3 + b(x)y^2 + c(x)y + d(x)$.

Целью настоящей работы является построение классов уравнений Абеля, допускающих группы преобразований с оператором заданного вида. Каждое такое уравнение может быть проинтегрировано в квадратурах.

1. Пусть оператор группы имеет вид $X = f(x)\partial/\partial x + g(x)\partial/\partial y$.

Теорема. Равенства $3a(ca' - c'a) + 2b(b'a - ba') = 0$ и $(ab' - a'b)(3a' + ca) + a(a''b - ab'') + 3a^2(da' - ad') = 0$ будут необходимыми и достаточными условиями для существования у уравнения Абеля оператора такого вида. При этом $f(x) = 1/a$, $g(x) = (a'b - ab')/(3a^3)$.

2. Пусть оператор группы имеет вид $X = f(x)\partial/\partial x + yg(x)\partial/\partial y$. В этом случае функции f и g будут иметь вид $g(x) = (ab' - a'b)/(a'b - b'a + abc)$, $f(x) = ab/(a'b - b'a + abc)$, при условии, что $a'b - b'a + abc \neq 0$.

Теорема. При условии выполнения неравенств $a'b - b'a \neq 0$ и $a'b - b'a + abc \neq 0$, уравнения $c'aa'b^2 - c'bb'a^2 + ca^2b^2 - cb^2a^2 - caa'b^2 + ca^2bb + a^2b^2 - 2a'b'ab + a'cab^2 + b^2a^2 - cbb'a^2 = 0$ и $abd'a^2 - d'b'a^2 + bcd'a^2 + 2dba'^2 - abda'' + da^2b'' - dba^2c' - 2daa'b' + dbcaa' - dcb'a^2 = 0$ являются необходимыми и достаточными условиями для существования у уравнения Абеля допускаемого оператора такого вида.

Если $ab' - a'b = 0$, то $b = ka$, где $k = \text{const}$. Если $k \neq 0$, то такое уравнение не допускает операторов рассматриваемого вида. Если $b = 0$, то $f(x) = -3ab/(d'a - a'd - 3adc)$, $g(x) = (a'd - d'a)/(d'a - a'd - 3adc)$, где $d'a - a'd - 3adc \neq 0$.

Теорема. а) Уравнение Абеля $y' = a(x)y^3 + c(x)y + d(x)$, коэффициенты которого удовлетворяют неравенствам $a'd - d'a \neq 0$ и $d'a - a'd - 3adc \neq 0$, допускает оператор вида $X = f(x)\partial/\partial x + yg(x)\partial/\partial y$ тогда и только тогда, когда выполняется соотношение $4d^2a'^2 - 5a^2d'^2 + ada'd' + 6a^2cdd' + 3da^2d'' - 3ad^2a'' - 9c'a^2d^2 + 3acd^2a' = 0$; б) уравнение Абеля $y' = a(x)y^3 + c(x)y$ всегда допускает оператор рассматриваемого вида.

НЕРАВЕНСТВА ТИПА ХАРДИ В ВЫПУКЛЫХ ОБЛАСТЯХ С КОНЕЧНЫМ ВНУТРЕННИМ РАДИУСОМ

Загитова И.Р.

Научный руководитель – асс. Насибуллин Р.Г.

Данная работа посвящена неравенствам типа Харди в выпуклых областях с конечным внутренним радиусом. Неравенства этого типа широко применяются в разных областях математики и математической физики. Широкое развитие теория неравенств типа Харди получили лишь во второй половине 20 века. Помимо самого Харди, рядом других авторов были получены значительные результаты. Неравенства типа Харди получили развитие от одномерных неравенств до многомерных неравенств в произвольных открытых областях. Отметим лишь результат Ф.Г. Авхадиева.

Пусть Ω – открытое собственное подмножество \mathbb{R}^n , $\delta = \delta(x) = \text{dist}(x, \partial\Omega)$ – функция расстояния до границы области, $C_0^1(\Omega)$ – семейство непрерывно-дифференцируемых функций с компактным носителем в Ω . Справедлива следующая теорема.

Теорема А: Пусть Ω – открытое собственное подмножество \mathbb{R}^n и пусть $1 \leq p < \infty$ и $n < s < \infty$. Тогда для любой функции $f \in C_0^1(\Omega)$ выполнено следующее неравенство:

$$\int_{\Omega} \frac{|f|^p}{\delta^s} dx \leq \left(\frac{p}{s-n}\right)^p \int_{\Omega} \frac{|\nabla f|^p}{\delta^{s-p}} dx,$$

причем константу $p^p(s-n)^{-p}$ нельзя улучшить.

Так же известны результаты при $s = n$. В случае $s = n$, например, Ф.Г. Авхадиев использовал веса с логарифмическими особенностями. Для произвольной области Ω он показал выполнение соответствующего неравенства.

При $s < n$ для произвольной области $\Omega \in \mathbb{R}^n$ с конечным внутренним радиусом:

$$\delta_0(\Omega) := \sup\{\delta(x, \partial\Omega) : x \in \Omega\}$$

Ф.Г. Авхадиев и Р.Г. Насибуллин показали, что имеет место утверждение:

$$\int_{\Omega} \frac{|f|^p}{\delta^s} dx \leq \left(\frac{p}{n-s}\right)^p \delta_0(\Omega)^{p(n-s)} \int_{\Omega} \frac{|\nabla f|^p}{\delta^{s-p+(n-s)p}} dx, \quad f \in C_0^1(\Omega) \quad (1).$$

Используя подход Ф.Г. Авхадиева и Р.Г. Насибуллина, мы получили неравенство типа Харди в произвольной выпуклой области Ω с конечным внутренним радиусом Верна.

Теорема 1: Пусть Ω – произвольное выпуклое открытое множество \mathbb{R}^n , причем $\delta_0(\Omega) < \infty$ и пусть $n \geq 1$. При $1 \leq p < \infty$ для любой функции $f \in C_0^1(\Omega)$ справедливо следующее неравенство:

$$\int_{\Omega} \frac{|f|^p}{\delta(x)} dx \leq \left(\frac{\delta_0^{4p}}{4e}\right)^p \int_{\Omega} \frac{|\nabla f|^p}{\delta^{3p+1}} dx,$$

где $\delta = \delta_0(\Omega) := \sup\{\text{dist}(x, \partial\Omega) : x \in \Omega\}$, $\partial\Omega$ – граница Ω .

Отметим, что неравенство теоремы 1 является аналогом неравенства теоремы А при $s < n$. Мы воспользовались соответствующим одномерным случаем неравенства (1).

СОЗДАНИЕ КОМПЛЕКСА АНИМАЦИОННЫХ ДЕМОНСТРАЦИЙ ВЫЧИСЛЕНИЯ ПРЕДЕЛОВ

Замалиев М.Р.

Научный руководитель – доц. Москалёв Н.А.

Разработан комплекс анимационных процедур вычисления различных пределов с целью более полного и наглядного восприятия предельных переходов студентами, изучающими раздел “Теория пределов” курса математического анализа.

Теория пределов является традиционной и устоявшейся частью курса математического анализа. А умение вычислять пределы последовательностей и функций, есть тот навык, который в наибольшей степени востребован, как в остальной части математического анализа (дифференциальное исчисление функций одной и нескольких переменных, интегральное исчисление и др.), так и в различных курсах высшей математики, а также механики, физики и других точных дисциплин.

Компьютерная математика дала новый импульс в методике преподавания этого раздела. На взгляд авторов визуализация в виде анимации вычислительных процедур, позволяет представить процесс вычисления предела более зримо, что как следствие ведет к более полному и глубокому пониманию, изучающими этот раздел, сути и тонкостей предельных переходов. Рассмотрен ряд характерных пределов, играющих ключевое значение для этого курса.

Создание анимационных процедур является одной из сложных частей программирования в СКМ Maple. К числу наиболее удачных публикаций по этой тематике относится книга Ю.Г. Игнатьева [Игнатьев Ю.Г. Математическое и компьютерное моделирование фундаментальных объектов и явлений в системе компьютерной математики Maple. Лекции для школы по математическому моделированию / Игнатьев Ю.Г. – Казань: Казанский университет, 2014. – 298 с]. В нашей работе

предпринята попытка применить процедуры анимации, описанные в этой книге, и к другим пределам последовательностей и функций.

Разработанные анимационные процедуры могут быть использованы преподавателями в виде иллюстрирующих компьютерных демонстраций, как на лекционных, так и на практических занятиях.

ЗАДАЧА РИМАНА В СЛУЧАЕ ПОСТОЯННОГО КОЭФФИЦИЕНТА

Исмагилов А.А.

Научный руководитель – доц. Салехова И.Г.

Было рассмотрено решение задачи Римана:

$$\Phi^+(t) = G(t)\Phi^-(t) + g(t), t \in L.$$

В случае, когда $g(t) \in H(A, \lambda), t \in \bar{L}, G(t) \equiv G_0, G_0 \in \mathbb{C}$, а L – есть объединение конечного или счетного числа отрезков, с точкой сгущения на бесконечности.

В первой части рассматривался случай, когда L – объединение конечного числа дуг. Решение получено в классах $h(b_k), h(a_k), h(a_k b_k), h_0, h(c_q)$. Под классом $h(c_q)$ понимается класс функций, ограниченных в некоторых заранее заданных концах $c_1, c_2 \dots c_q$.

Во второй части рассмотрен случай, произвольного расположения счетного множества дуг, с точкой сгущения на бесконечности. Получена структура решения в классах $c_1, c_2 \dots c_q$.

В частности рассмотрен случай двоякопериодического расположения дуг. В случае, когда свободный член удовлетворяет условию:

$$g_0(t) = g_k(t + \omega), t \in \bar{L}_0$$

Задача эквивалентна задачи отыскания двоякопериодической функции, если свободный член неэллиптическая функция, к задаче осуществлен подход как к задаче для счетного множества контуров.

В заключение автор выражает глубокую благодарность своему научному руководителю за постановку задач, ряд полезных замечаний и постоянную помощь в работе.

НАТЕКАНИЕ ПОТОКА НА ЦИЛИНДР, ЛЕЖАЩИЙ НА ГОРИЗОНТАЛЬНОМ ДНЕ

Камалетдинов Р.Р.

Научный руководитель – проф. Маклаков Д.В.

На плоскости покоится легкий шарик, на который вертикально натекает струя жидкости. Эксперимент показывает, что при сдвиге оси струи шарик стремится остаться в потоке и движется к оси струи. Найти силы, действующие на шарик. Жидкость можно считать идеальной, а шарик заменить бесконечным цилиндром. Таким образом, можно воспользоваться развитым аппаратом конформных отображений. Подсчет действующих сил сведется к подсчету контурных интегралов. Течение можно разбить на 3 подслучая:

1. Горизонтальное обтекание цилиндра.

2. Вертикальное натекание на него по некоторой оси.

3. Чтобы смоделировать циркуляцию вокруг цилиндра, поставим источник и сток в единственной точке касания цилиндра и дна, меняя его расход, получим возможность регулировать циркуляцию вокруг цилиндра.

В результате суммирования всех трех потенциалов и определения возникающих констант получим общую картину течения. Если не учитывать третий пункт, шарик выбрасывает из потока, при чем пропорционально сдвигу оси. Но, если добавить «подтекание» жидкости под шариком, такое решение основывалось на расчете подъемной силы, действующей на шарик, в формуле для определения силы появлялось слагаемое, обратное по знаку имеющейся силе:

$$F = 2 \frac{3rq - 2sh}{3\pi r^2}$$

где r – радиус цилиндра, q – расход под шариком.

Таким образом, решение вставить источник и сток под шариком полностью обосновывается сходством с экспериментом: наличием поправочного слагаемого в формуле, полученной для силы. Легко

проанализировать имеющееся соотношение и предположить что при расходе, пропорциональном сдвигу, получаем силу, которая возвращает шарик в струю.

ИНВАРИАНТЫ КОНЕЧНЫХ ГРУПП, ПОРОЖДЕННЫХ ОТРАЖЕНИЯМИ

Огай Л.И.

Научный руководитель – доц. Абызов А.Н.

Пусть $G \subset GL(n, k)$ – конечная матричная группа. Полином $f(x) \in k[x_1, \dots, x_n]$ называется *инвариантным* относительно группы G (или ее *инвариантом*), если

$$f(x) = f(A \cdot x),$$

для всех $A \in G$. Множество всех инвариантных относительно G полиномов обозначается через $k[x_1, \dots, x_n]^G$.

Согласно теореме Шевалле-Шефарда-Тодда алгебра инвариантов конечной группы, порожденной отражениями, порождается однородными алгебраически независимыми многочленами. Алгебра инвариантов подгруппы конечной группы, порожденной отражениями, является целым расширением этой алгебры. В данной работе на основе проведенных вычислений выявлены некоторые свойства целых расширений, возникающие при изучении алгебр инвариантов группы симметрий и ее подгрупп, имеющие геометрические интерпретации.

Пусть G – группа симметрий правильного n -угольника. Тогда алгебра инвариантов этой группы имеет вид:

$$C[x_1, x_2]^G = C[g_1, g_2]$$

При этом многочлены g_1, g_2 алгебраически независимы и $\deg g_1 = 2, \deg g_2 = n$. Если G – группа вращений правильного n -угольника, то алгебра инвариантов этой группы имеет вид:

$$C[x_1, x_2]^G = C[g_1, g_2, g_3]$$

При этом $C[g_1, g_2] \subset C[g_1, g_2, g_3]$ целое расширение и имеет место соотношение $g_3^2 + f(g_1, g_2) = 0$, где $f \in C[x, y]$.

Пусть G – группа симметрий правильного многогранника. Тогда алгебра инвариантов этой группы имеет вид:

$$C[x, y, z]^G = C[g_1, g_2, g_3]$$

Если G – группа вращений правильного многогранника, то алгебра инвариантов этой группы имеет вид:

$$C[x, y, z]^G = C[g_1, g_2, g_3, g_4]$$

При этом $C[g_1, g_2, g_3] \subset C[g_1, g_2, g_3, g_4]$ целое расширение и имеет место равенство $g_4^2 = g_4 f_1(g_1, g_2, g_3) + f_2(g_1, g_2, g_3)$, где $f_1, f_2 \in C[x, y, z]$.

Например, алгебра инвариантов группы симметрий куба имеет вид: $C[x^2+y^2+z^2, x^2y^2+x^2z^2+y^2z^2, x^2y^2z^2]$, а алгебра инвариантов группы вращений куба представима в виде: $C[x^2+y^2+z^2, x^2y^2+x^2z^2+y^2z^2, x^2y^2z^2, (xyz)(x^2-y^2)(x^2-z^2)(y^2-z^2)]$. При этом многочлены $g_1 := x^2+y^2+z^2, g_2 := x^2y^2+x^2z^2+y^2z^2, g_3 := x^2y^2z^2$ алгебраически независимы, и если $g_4 = (xyz)(x^2-y^2)(x^2-z^2)(y^2-z^2)$, то имеет место соотношение $-g_4^2 + g_1^2 g_3 + 4g_1^3 g_3 + 4g_1^2 g_3^2 + 4g_1^3 g_3^2 - 18g_1 g_2 g_3^2 + 27g_1^3 g_3^2 + g_2^2 = 0$.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА ПО ИНФОРМАТИКЕ И ИКТ НА ТЕМУ ПРОГРАММА ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА ПО ТЕМЕ «АЛГОРИТМИЗАЦИЯ И ПРОГРАММИРОВАНИЕ»

Ризванов З.З.

Научный руководитель – доц. Фазлеева Э.И.

Цель курса – систематизировать и углубить знания по теме «Алгоритмизация и программирование».

Данный курс предлагается обучающимся 11-х классов школы, сдающих ЕГЭ по информатике.

Курс рассчитан на 36 часов практических занятий и проводится в течение учебного года по 1 часу в неделю. Формы организации занятий – практикумы по решению задач. Результатом изучения явля-

ется освоение учащимися содержания курса: овладение умениями и навыками решения задач, связанных с программированием.

Каждое занятие тематических блоков может быть построено по следующему алгоритму:

1. Повторение основных методов решения заданий по теме.
2. Совместное решение заданий ЕГЭ.
3. Самостоятельная работа обучающихся по решению задач.

Курс завершается тестированием в форме ЕГЭ.

Ниже предложен учебно-тематический план элективного курса (в названиях тем в скобках приведены соответствующие по типу номера заданий из ЕГЭ).

Наименование разделов и тем	Количество часов	Формы организации на занятии
Раздел 1. «Элементы теории алгоритмов»		
1.1. Выполнение и анализ простых алгоритмов (6-1 (A5)) или Поиск алгоритма минимальной длины для исполнителя (6-2(B1)).	1	Индивидуальная работа
1.2. Рекурсивные алгоритмы (11 (B6))	1	Индивидуальная работа
1.3. Выполнение алгоритмов для исполнителя (14 (A13))	2	Работа в парах
1.4. Работа с массивами и матрицами в языке программирования (19 (A12))	2	Фронтальная работа
1.5. Анализ программы, содержащей подпрограммы, циклы и ветвления (20 (B8))	2	Фронтальная работа
1.6. Динамическое программирование (22 (B13))	2	Фронтальная работа
1.7. Обработка массива (25 (C2))	3	Работа в парах
1.8. Дерево игры. Поиск выигрышной стратегии (26 (C3))	6	Работа в парах
Раздел 2. «Программирование»		
2.1. Анализ программы (8 (B5)).	1	Индивидуальная работа
2.2. Анализ программы с подпрограммами (21 (B14)).	2	Фронтальная работа
2.3. Исправление ошибок в простой программе с условными операторами (24 (C1))	4	Работа в парах
2.4. Обработка данных, вводимых в виде символьных строк или последовательности чисел (27 (C4))	8	Работа в парах
Раздел 3. «Тестирование по вариантам»		
3.1. Алгоритмизация и программирование	2	Индивидуальная работа
ВСЕГО:	36	

ДВУСТОРОННИЕ ОЦЕНКИ ЕВКЛИДОВЫХ ГРАНИЧНЫХ МОМЕНТОВ ВЫПУКЛЫХ ОБЛАСТЕЙ В ТРЕХМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ

Салахова Л.А.

Научный руководитель – доц. Салахудинов Р.Г.

Пусть Ω – односвязная область на плоскости, $\rho(z, \Omega)$ – функция расстояния от точки z до границы области Ω . Рассмотрим геометрический функционал

$$I_p(\Omega) := \int_{\Omega} \rho(z, \Omega)^p dA,$$

называемый евклидовым моментом области относительно границы порядка $p \geq 0$.

В 1995 г. Авхадиев Ф.Г. получил двустороннюю оценку [Авхадиев 1998: 3-12]:

$$I_2(\Omega) \leq P(\Omega) \leq 64I_2(\Omega),$$

для жесткости кручения

$$P(\Omega) := 2 \int_{\Omega} u(x, y) dA,$$

где $u = u(x, y)$ – решение уравнения Пуассона $\Delta u = -2$ с граничным условием $u = 0$.

Некоторое обобщение этого неравенства на многомерный случай было доказано в работе Т. Кэрролла, М. ван ден Берга для областей, удовлетворяющих строгому условию Харди.

Помимо неравенства Авхадиева, далее было установлено, что евклидовы моменты области и жесткость кручения обладают схожими изопериметрическими свойствами. В данной работе получены двусторонние оценки евклидовых граничных моментов выпуклых областей в трехмерном пространстве через различные комбинации геометрических характеристик области. Основные результаты приведены в виде теорем.

Теорема 1. Пусть G – выпуклое тело конечного объема и $p \geq 0$. Тогда справедливы следующие неравенства:

$$I_p(G) \leq \frac{\rho(G)^p V(G)}{p+1} - \frac{4}{3} \frac{p(p+5)\pi\rho(G)^{p+3}}{(p+1)(p+2)(p+3)}$$

$$I_p(G) \geq \frac{S(\rho(G))\rho(G)^{p+1}}{p+1} + \frac{8\pi\rho(G)^{p+3}}{(p+1)(p+2)(p+3)},$$

где $\rho(G) := \sup_{z \in G} \rho(z, G)$, $V(G)$ – объем тела, $S(\rho(G))$ – площадь поверхности множества уровня, расположенного на расстоянии $\rho(G)$ от границы тела G . Равенство возможно только в случае шара.

Теорема 2. Пусть G – выпуклое тело конечного объема и $p \geq 1$, $I_1(G) < \infty$. Тогда справедливы следующие неравенства:

$$I_p(G) \leq \frac{2\rho(G)^{p-1}}{(p+1)(p+2)(p+3)} \left((p+2)(p+3)I_1(G) - \frac{\pi(p-1)(p+6)\rho(G)^4}{3} \right),$$

$$I_p(G) \geq \frac{2\rho(G)^{p-1}}{(p+1)(p+2)(p+3)} (12I_1(G) + (p-1)(p+6)\rho(G)^2 S(\rho(G))).$$

Равенство в первом неравенстве возможно в случае шара. Во втором неравенстве равенство возможно в случае шара и описанного многогранника.

ПОВЕРХНОСТИ В ГЕОМЕТРИИ ЛОБАЧЕВСКОГО

Семенова Н.С.

Научный руководитель – доц. Сосов Е.Н.

В работе рассматриваются поверхности в модели Бельтрами-Клейна трехмерного пространства Лобачевского.

Найдены гауссова и эйлерова кривизны для следующих поверхностей: круговой конус, круговой цилиндр, параболоид вращения, гиперболический параболоид, геликоид, тор и эквидистантная поверхность прямой. Кроме того, в работе приводится вывод специальной нормальной деформации поверхности.

Для вычисления гауссовой и эйлеровой кривизн и получения нормальной деформации поверхности,

а также для построения их графиков используется СКМ Maxima.

Создан программный код для нахождения кривизн и нормальной деформации поверхности в пакете Maxima.

Кроме того, в работе было получено уравнение специальной нормальной деформации геликоида.

$$\bar{\xi} = \bar{e}(v) \left(u - bvu^2 \sqrt{\frac{b^2v^2 + u^2 - 1}{b^2v^2u^2 - u^2 - b^2}} \right) - \bar{g}(v)b\lambda \sqrt{\frac{b^2v^2 + u^2 - 1}{b^2v^2u^2 - u^2 - b^2}}$$

$$+ \bar{k} \left(bv + u\lambda(1 - b^2v^2) \sqrt{\frac{b^2v^2 + u^2 - 1}{b^2v^2u^2 - u^2 - b^2}} \right),$$

где $\lambda = const$, $\bar{e}(v)$, $\bar{g}(v)$ – круговые векторные функции, $\bar{\xi}^2 < 1$.

МОДИФИКАЦИИ КВАНТОВЫХ ГРУПП СЕРИИ $GL(2)$

Сергеев К.М.

Научный руководитель – проф. Скрябин С.М.

Алгебры Хопфа – это относительно новое направление в современной алгебре, их начали изучать в конце XX века. Термин «квантовая группа» впервые появился в теории квантовых интегрируемых систем, который затем был формализован Владимиром Дринфельдом и Мичио Джимбо, как особый класс алгебр Хопфа. Тот же термин также используется для других алгебр Хопфа, которые деформируются или близки к классическим группам Ли или алгебрам Ли.

Рассматривается тензорный квадрат двумерного векторного пространства V . Подпространство симметрических тензоров на $V \otimes V$ имеет размерность три, а подпространство альтернирующих тензоров имеет размерность один. В данной статье решается следующая задача:

Задача: описать все разложения $V \otimes V = U \oplus U'$, где $\dim V = 2, \dim U = 3, \dim U' = 1$ такие, что существует структура H – комодуля на V для некоторой алгебры Хопфа H причем V был бы простым комодулем, а U, U' – подкомодулями в $V \otimes V$.

Предпосылками к постановке данной задачи были симметрические алгебры и алгебры Грассмана.

Определение 1. Симметрической алгеброй $S(V)$ векторного пространства V над полем K называется свободная коммутативная ассоциативная алгебра над K с единицей, содержащая V .

Определение 2. Грассманианом векторного пространства V называется многообразие линейных подпространств размерности d в векторном пространстве V . Обозначается $G_d(V)$. В частности, $P(V) = G_1(V)$, есть проективное пространство, ассоциированное с векторным пространством V .

Выделим некоторые подмножества «невыврожденных» подпространств в $V \otimes V$.

Определение 3. $G_3^{\text{невывр}}(V \otimes V) = \{U \in G_3(V \otimes V) \mid V \otimes L \not\subseteq U, \forall L \in G_1(V)\}$

Определение 4. $G_1^{\text{невывр}}(V \otimes V) = \{U' \in G_3(V \otimes V) \mid V \otimes L \not\subseteq U', \forall L \in G_1(V)\}$

Показывается, что трехмерное подпространство U можно параметризовать с помощью некоторых линейных операторов A и A^* по формулам $U = (A \otimes Id)^{-1}(Symm)$ и $U = (Id \otimes A^*)^{-1}(Symm)$. В частности, показывается, что $U = \ker f$, где f некоторая выделенная форма, действующая из $V \otimes V$ в K .

Определение 5. Внешней (грассмановой) алгеброй на векторном пространстве V называется фактор алгебра тензорной алгебры $T(V)$ по некоторому двустороннему идеалу I , порожденному всеми элементами вида $x \otimes x$ такими, что $x \in V$. Обозначается $\Lambda(V) = T(V)/I$.

Внешнее произведение \wedge двух элементов из $\Lambda(V)$ определяется по формуле $\alpha \wedge \beta = \alpha \otimes \beta \pmod{I}$. Из определения следует, что $x \wedge y = -y \wedge x \forall x, y \in V$.

Показывается, что одномерное подпространство U можно параметризовать с помощью некоторых линейных операторов B и B^* по формулам $U = (B \otimes Id)(Alt)$ и $U = (Id \otimes B^*)(Alt)$. В данном случае в силу того, что рассматривается векторное пространство V размерности два, то при фиксированном базисе пространства V подпространство альтернирующих тензоров будет состоять из тензоров, пропорциональных некоторому выделенному.

Операторы A и B существенны только с точностью до пропорциональности. При этом невырожденным подпространствам соответствуют обратимые операторы. Поэтому элементы множеств $G_3^{\text{невывр}}(V \otimes V)$ и $G_1^{\text{невывр}}(V \otimes V)$ параметризуются элементами проективной линейной группы $PGL(V) = GL(V)/K^* Id$.

Основным результатом работы можно считать следующую теорему.

Теорема. Пусть V – векторное пространство размерности 2, $V \otimes V = U \oplus U'$, где $\dim U = 3, \dim U' = 1$. Структура простого H -комодуля на V для некоторой алгебры Хопфа H такая, что подпространства U и U' инвариантны относительно действия H на $V \otimes V$, существует тогда и только тогда, когда U и U' будут невырожденными и классы операторов $a, b \in PGL(V)$, соответствующие подпространствам U и U' , коммутируют.

ОЦЕНКА СПЕКТРА ИНТЕГРАЛЬНЫХ СРЕДНИХ

Шакиров Н.З.

Научный руководитель – доц. Каюмов И.Р.

В докладе обсуждается проблема оценки одной из важнейших характеристик границы произвольной области, а именно оценки спектра интегральных средних:

$$\beta_f(t) = \limsup_{r \rightarrow 1} \frac{\log \int_0^{2\pi} |f'(re^{i\theta})|^t d\theta}{\log [1/(1-r)]}.$$

Здесь $f(z)$ – конформное отображение единичного круга на эту область. Рассмотрим среднее интегральное значение производной.

$$\int_0^{2\pi} |f'(re^{i\theta})|^t d\theta \quad \text{при } r \rightarrow 1-$$

Пусть $t_0 \in \mathbb{R}$ и $\beta_f(t_0)$ такие, что

$$\int_0^{2\pi} |f'(re^{i\theta})|^t d\theta = O((1-r)^{-\beta_f(p)-\epsilon}) \quad \text{при } r \rightarrow 1-$$

Величина $\beta_f(t_0)$ была введена Н.Г. Макаровым, которая фактически является порядком роста интегральной средней производной.

Следует отметить, что для областей с хорошими границами этот спектр является кусочно линейной функцией от t , для областей же с фрактальными границами спектр является нелинейной функцией, оценка которой является задачей нетривиальной. Работа посвящена разработке нового способа аппроксимации.

В работе И.Р. Каюмова, Д.В. Маклакова установлен эффективный алгоритм, позволяющий вычислить этот спектр с очень большой точностью для лакунарных рядов Адамара с показателем 2:

$$\log f'(z) = \sum_{n=0}^{\infty} z^{2^n}.$$

В нашей же работе разработан алгоритм для случая с произвольным натуральным показателем p :

$$\log f'(z) = \sum_{n=0}^{\infty} z^{p^n}, \quad \text{где } p \in \mathbb{N}$$

В заключение автор выражает глубокую благодарность своему научному руководителю за постановку задач, ряд полезных замечаний и постоянную помощь в работе.

НЕРАВЕНСТВА ТИПА ХАРДИ НА СОСТАВНЫХ ФИГУРАХ ВРАЩЕНИЯ

Шарафутдинова А.Р.

Научный руководитель – асс. Шафигуллин И.К.

Рассмотрим неравенство типа Харди для выпуклых областей. Пусть Ω_1 – произвольное открытое множество в \mathbb{R}^2 , $\Omega_1 \neq \mathbb{R}^2$ и для любой функции $f \in C_0^1(\Omega_1)$ справедливо неравенство:

$$\int_{\Omega_1} \varphi(\delta_1) |f|^p dx \leq c_1 \int_{\Omega_1} \psi(\delta_1) |\nabla f|^p dx,$$

где φ и ψ – некоторые весовые функции, δ_1 – функция расстояния до границы области Ω_1 , c_1 – константа.

Пусть Ω_1 – круг, тогда при вращении его вокруг некоторой внешней прямой l , лежащей в той же плоскости, получим множество $\Omega \in \mathbb{R}^3$, которое представляет собой тор. В зависимости от положения оси вращения можем получить как вырожденный тор, так и тор с большим расстоянием от границы

до оси вращения. Определим эти параметры следующим образом: впишем в Ω цилиндр с радиусом основания r_1 , ось которого совпадает с прямой l , но при этом цилиндр не имеет общих точек с множеством Ω . Вторым цилиндр опишем вокруг тора, ось которого также совпадет с прямой. Обозначим радиус основания этого цилиндра через R_1 . Тогда для $\Omega \in \mathbb{R}^3$ справедлива следующая оценка [Шафигуллин И.К., 2014, с. 27-28]:

$$\int_{\Omega} \varphi(\delta) |f|^p dx \leq c_1 \frac{R_1}{r_1} \int_{\Omega} \psi(\delta) |\nabla f|^p dx, (1)$$

где δ – функция расстояния до границы области Ω , константа зависит от соотношения радиусов оснований цилиндров.

Рассмотрим поведение константы Харди на множестве, полученном путем произвольного количества вращений области Ω_1 . Такое множество можно представить в виде "трубы", которая должна через некоторое количество вращений сомкнуться (т.е. соединится с началом), либо следует устремить фигуру с обоих концов в бесконечность. При вращениях не должно возникать самопересечений и все граничные точки новой трехмерной фигуры будут получаться путем переноса граничных точек изначальной двумерной фигуры.

В дипломной работе, оценка (1) обобщена на случай фигуры, полученной произвольным количеством вращений.

$$\int_{\Omega} \varphi(\delta) |f|^p dx \leq C(\Omega) \int_{\Omega} \psi(\delta) |\nabla f|^p dx,$$

где δ – функция расстояние до границы области Ω и константа определяется как:

$$C(\Omega) = \max c_1 \frac{R_i}{r_i}, \quad i = 0, \dots, m,$$

где R_i и r_i – соответствующие параметры, характеризующие i -й элемент вращения.

Полученный результат дает оценку констант Харди для тел, полученных при соответствующем преобразовании произвольной ограниченной области из \mathbb{R}^2 , а не только в том случае, когда Ω_1 является кругом.

ИНСТИТУТ ФИЗИКИ

ЛОКАЛЬНЫЕ ДЕФОРМАЦИИ, ИНДУЦИРОВАННЫЕ ТОЧЕЧНЫМИ ДЕФЕКТАМИ В РЕАЛЬНЫХ КРИСТАЛЛАХ

Абишев Н.М.

Научный руководитель – проф. Малкин Б.З.

Оптические спектры редкоземельных ионов в кристаллах неоднородно уширены. Это уширение обусловлено в основном взаимодействием ионов с деформациями кристаллической решетки. Исследование деформаций, индуцируемых точечными дефектами (примесные атомы, вакансии) в реальных кристаллах, является целью данной работы. Задача решается в рамках теории упругости с учетом анизотропии кристаллической решетки [Л.Д. Ландау, Е.М. Лифшиц. – М.: Наука, 1987; И.М. Лифшиц, Л.Н. Розенцвейг, ЖЭТФ, 1947, Т. 17, С. 783-791] с использованием методов, описанных в работе [D.M. Barnett, Phys. Stat. Sol. (b), 1972, V. 49, P. 741-748].

Разработанная программа в математическом пакете MatLab позволяет вычислять обусловленные точечным дефектом, расположенным в начале системы координат, смещения атомов кристаллической решетки в зависимости от их координат при заданных величинах упругих постоянных. С целью аналитического описания численного массива результатов вычислений компоненты тензора неоднородной деформации упруго-анизотропного континуума представлены в виде разложений по сферическим гармоникам, зависящим от сферических координат соответствующей точки относительно дефекта. Эффективность развитой методики продемонстрирована на примере рассмотрения температурной зависимости компонент тензора деформации, создаваемой точечным дефектом в кубическом кристалле $Tb_2Ti_2O_7$, упругая анизотропия которого существенно возрастает при низких температурах. Результаты компьютерного моделирования показывают, что для достаточно точного описания деформации, создаваемой точечным дефектом, можно ограничиться сферическими функциями второго, четвертого и шестого порядков. Полученные нами данные дают возможность определить параметры плотности распределения случайных деформаций в упруго-анизотропных кристаллах с малой концентрацией точечных дефектов и связать наблюдаемые спектральные эффекты с характеристиками дефектов.

ТЕПЛОЕМКОСТЬ ОДНОМАСШТАБНОГО КАНТОРОВСКОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СПЕКТРА. ТОЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Грошев Д.Е.

Научный руководитель – доц. Хамзин А.А.

Большой интерес к квазипериодическим структурам возник после открытия Шехтманом квазикристаллов [D. Shechtman, Phys. Rev. Lett., 1984, V. 53, P. 1951]. В общем случае, квазикристаллы проявляют промежуточные свойства между чистыми периодическими структурами (системы Блоха) и случайными материалами, несмотря на детерминированные правила, используемые для их создания. Эти материалы весьма привлекательны для изучения, потому что их макроскопические свойства можно моделировать и контролировать путем изменения толщины и состава образующей их пленки. В самом деле, некоторые из этих свойств являются уникальными в многослойных структурах и обеспечивают возможность их применения в различных устройствах. Для того чтобы получить понимание физики общих свойств этих материалов, подробно изучаются одномерные последовательности, такие как Фибоначчи, Туэ-Морза и многие другие. Они известны как квазипериодические последовательности и реализованы экспериментально на сверхрешетках [R. Merlin et al, 1985, V. 55, P. 1768]. Привлекательность изучения таких структур заключается в том, что они обладают сильно фрагментированным энергетическим спектром, который проявляет свойства самоподобия. Именно изучению влияния самоподобия энергетического спектра на термодинамику и посвящена данная работа.

В данной работе автором для новой модели спектра в виде обобщенного одномасштабного множества Кантора проводится точный аналитический расчет теплоемкости, используя современный метод математической физики, основанный на применении преобразования Меллина. В результате ана-

литических вычислений показано, что теплоемкость проявляет аномальное поведение – логопериодические осцилляции около фрактальной размерности спектра в зависимости от температуры в низкотемпературном регионе (область колебательного режима). Найдено значение граничной температуры, которая зависит от структурных параметров спектра, а также явное выражение для теплоемкости вне области колебательного режима, которая проявляет монотонное или немонотонное поведение в зависимости от структуры спектра. Полученные результаты обобщают ранее известные результаты [P. Carpena et al, Phys. Rev. E, 2000, V. 61, P. 2281].

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПОЗИТНЫХ ИМПУЛЬСОВ ВВ1 И CORPSE В ЭПР РЕАЛЬНЫХ КРИСТАЛЛОВ

Ишмуратов И.К.

Научный руководитель – асс. Байбеков Э.И.

Использование состояний ядерного или электронного спина является одним из способов реализации квантовых вычислений в рамках стандартных техник ЯМР и ЭПР. Электронные состояния обладают рядом преимуществ в сравнении с ядерными, а именно большей амплитудой сигнала и большей величиной расщепления спинового дублета в магнитном поле. В случае реализации квантовых расчетов с использованием ионных кристаллов с парамагнитными центрами параметром эффективности выступает время затухания сигнала спиновых нутаций (осцилляций Раби). Существенное уширение линии резонанса и неоднородность СВЧ поля в пределах парамагнитного кристаллического образца неминуемо ведет к быстрому затуханию осцилляций суммарного магнитного момента. Для реализации точной адресации состояний в экспериментах ЯМР были предложены импульсные последовательности, среди которых наиболее эффективными оказались: ВВ1, для устранения ошибок длительности импульса [S. Wimperis, J. Magn. Res., 1994, V. 109, P. 221-231; J.J.L. Morton et al, Phys. Rev. Lett., 2005, V. 95, P. 200501(1-4)] и CORPSE, корректирующая расстройку частоты импульса [W.G. Alway, J. Jones, J. Magn. Res., 2007, V. 189, P. 114-120].

Основными целями данной работы являлись, во-первых, численная проверка применимости данных последовательностей в случае использования реальных магниторазбавленных кристаллов в ЭПР экспериментах, во-вторых, теоретическая оценка величин итоговых отклонений от идеальных поворотов, реализованных различными сочетаниями операторов эволюции. Моделирование затуханий осцилляций Раби проводилось в среде MATLAB. Рассматривались кристаллы $\text{CaWO}_4:\text{Er}^{3+}$ (малая ширина линии ЭПР) [S. Bertaina et al, Nature Nanotech., 2007, V. 2, P. 39-42] и $\text{CaWO}_4:\text{Cr}^{5+}$ (ширина линии порядка частоты Раби). Результаты расчетов показали, что одновременное использование обеих последовательностей существенно уменьшает спад амплитуды осцилляций за счет паразитных эффектов, обеспечивая таким образом более длительную когерентность в спиновой системе.

Автор благодарит фонд некоммерческих программ «Династия» и проект РФФИ 14-02-00826 за финансовую поддержку.

НЕЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ СИЛЫ СОПРОТИВЛЕНИЯ, ДЕЙСТВУЮЩЕЙ НА ВЕРТИКАЛЬНО ПАДАЮЩЕЕ ТЕЛО

Шакиров М.А.

Научный руководитель – проф. Прошин Ю.Н.

В отсутствии сопротивления воздуха все тела независимо от массы, формы и состава имеют одинаковое ускорение на равном расстоянии от земной поверхности. Такое идеализированное движение называют свободным падением. При реальном движении, конечно, необходимо учитывать силу сопротивления, действующую противоположно скорости движения тела. Общеизвестно, что сила сопротивления увеличивается с ростом скорости. При малых скоростях сила линейна по скорости, при больших скоростях сила пропорциональна квадрату скорости. Важной характеристикой для выбора типа зависимости является соответствующее число Рейнольдса [Ландау, Лифшиц, 2000, т. 6, с. 86-89]. Однако если в процессе движения скорости объекта меняются так, что в различные моменты времени на тело должны действовать разные по зависимости от скорости силы сопротивления, воз-

никает проблема выбора адекватной модели движения. Меняется ли закон движения скачкообразно или существует непрерывный переход от одной модели к другой?

Цель работы – исследовать более общую модель зависимости сил сопротивления от скорости. Модель будет учитывать оба характера зависимости (и линейную, и квадратичную).

В настоящей работе были предложены две модели, описывающие силу сопротивления, действующую на тело сферической формы, падающего вертикально в воздушной среде. Каждая из моделей характеризуется своей функцией зависимости степени скорости от самой скорости. В одном случае это непрерывная функция арктангенса (f_{arc}), в другом ступенчатая функция по типу функции Хевисайда (f_{H}).

Основным этапом работы было описание при помощи предложенных моделей реальные экспериментальные данные [M. Greenwood, C. Hanna, J. Milton, Air resistance acting on a sphere: numerical analysis, strobe photographs, and videotapes, Phys. Teacher 24, 153 (1986)]. Путем численного интегрирования уравнений и подбора соответствующих коэффициентов удалось очень точно описать существующие экспериментальные данные обеими моделями.

Далее мы исследовали поведение системы при высоких скоростях или скоростях, близких к предельным. Предельными скоростями называются скорости, при которых сила сопротивления уравновешивает силу тяжести. Оказалось, что при скоростях, близких к предельным, модель с f_{H} демонстрирует сложные колебания с высокой частотой и заметной амплитудой, что говорит о физической несостоятельности модели. Другая модель с непрерывной функцией f_{arc} , напротив, очень гладко переходит к предельной скорости, что несомненно более привычно с физической точки зрения.

В заключении заметим, что на текущий момент для описания движения тел в воздушных средах исследователи вынуждены обращаться к феноменологическим таблицам. Поэтому результаты данной работы представляются достаточно актуальными.

КОСМОЛОГИЧЕСКИЕ ВОЗМУЩЕНИЯ В ТЕОРИИ ГРАВИТАЦИИ С НЕМИНИМАЛЬНОЙ КИНЕТИЧЕСКОЙ СВЯЗЬЮ

Абзалов Р.А.

Научный руководитель – проф. Сушков С.В.

Мы рассматриваем космологические возмущения в скалярно-тензорной теории гравитации с неминимальной кинетической связью скалярного поля с кривизной. Лагранжиан теории содержит слагаемое вида $\zeta G^{ij} \phi_{,i} \phi_{,j}$ и представляет собой частный случай общего лагранжиана Хорндески, приводящего к уравнениям движения второго порядка. Известно, что неминимальная связь такого рода приводит к существенно новому инфляционному механизму [Sushkov, 2009, D 80], [Saridakis, 2010, D 81], [Sushkov, 2012, D 85], [Skugoreva, 2013, D 88]. А именно, на ранней стадии слагаемые, содержащие параметр связи ζ , доминируют в уравнениях поля, обеспечивая квази-де-ситтеровский характер космологической эволюции с масштабным фактором $a(t) \propto \exp(H_{\zeta} t)$, где $H_{\zeta} = 1/\sqrt{9\zeta}$ (кинетическая инфляция). При этом стоит особо подчеркнуть, что данный механизм инфляции не нуждается в специальном подборе потенциала скалярного поля, как это требуется в большинстве скалярно-тензорных моделей. В нашей работе мы строим в линейном приближении уравнения для скалярных векторных и тензорных возмущений, которые развиваются на фоне однородной и изотропной Вселенной, описываемой плоской моделью Фридмана. Детальный анализ возмущений проводится на стадии кинетической инфляции.

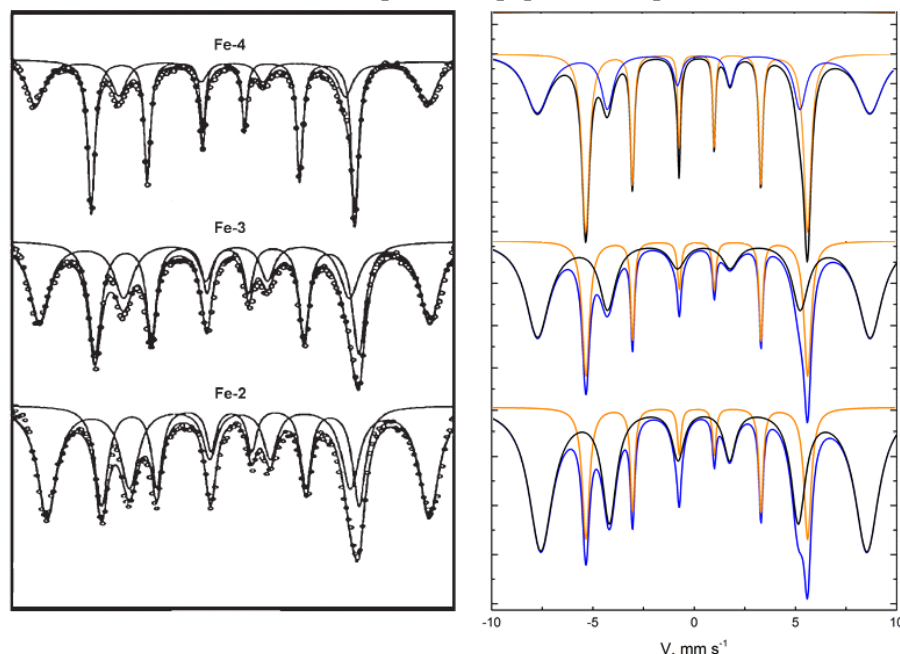
МОДЕЛИРОВАНИЕ МЁССБАУЭРОВСКИХ СПЕКТРОВ МАГНИТНЫХ НАНОЧАСТИЦ CORE-SHELL ТИПА

Абдуллин А.Ф.

Научный руководитель – асс. Пятаев А.В.

Разработан и реализован модельно-зависимый подход для анализа и математической обработки спектров наночастиц core-shell типа. Расчеты проведены исходя из core-shell организации таких час-

тиц и в предположении пропорциональной зависимости площади парциальных компонент под спектром от объема соответствующей части образца, содержащего резонансные ядра: $S = \alpha K(C_a)f$, где S – площадь под соответствующей компонентой в спектре, $K(C_a)$ – функция эффективной толщины поглотителя, f – фактор Мёссбауэра-Лэмба. Поскольку все части наночастицы находятся в идентичных условиях в эксперименте данную формулу для i -ой части можно переписать в виде: $S_i = af_i V_i$, где V_i – объем соответствующей части наночастицы, a – неизвестный, но одинаковый для всех частей коэффициент. Для апробации разработанного модельнозависимого подхода были выполнены расчеты спектров наночастиц core-shell типа проявляющих магнитную сверхтонкую структуру. Спектры объектов в магнитноупорядоченном состоянии более информативны и являются дополнительной проверкой выбранного подхода к описанию интегральной формы спектра.



Авторами статьи [Small, 2006. Т. 2, № 12, Р. 1476] были получены мёссбауэровские спектры наночастиц трёх видов (левая часть рисунка), имеющих схожий химический состав (core-железо shell-оксид) и строение, отличающихся только размерами ядра и оболочки. Применяя описанный выше модельно-зависимый метод с использованием данных о геометрических размерах ядер и оболочек наночастиц, приведённых в статье [Small, 2006. Т. 2, № 12, Р. 1476], был смоделирован спектр таких наночастиц (правая часть рисунка). Единственной переменной величиной во всех трёх спектрах были линейные размеры соответствующих частей частиц. Полученные расчетные спектры свидетельствуют о хорошем согласии экспериментальных данных и расчетных кривых для наночастиц core-shell.

МАГНИТНЫЙ ДЕНДРИМЕРНЫЙ ЖЕЛЕЗО (III)-СОДЕРЖАЩИЙ КОМПЛЕКС СО СМЕШАННОЙ СПИНОВОЙ СТРУКТУРОЙ

Иванова А.Г.

Научный руководитель – асс. Пятаев А.В.

Уникальные особенности комплексных соединений, включающих атом переходного металла, стимулировали идею объединения целевых функциональных и многофункциональных свойств на базе спин переменных систем: как потенциальной основы для создания из них датчиков, преобразователей, устройств переключения базирующихся, в перспективе, на одной молекуле.

Методом мёссбауэровской спектроскопии был исследован бисхелатный железо (III)-содержащий комплекс с бис-3,4,5-три(тетрадецилокси)бензоил-4-окси-2-гидрокси-салицилиден-N'-этил-N-этилендиаминном с внешнесферным анионом NO_3^- . Мёссбауэровские исследования комплекса, обогащенного по ^{57}Fe изотопу до $\approx 6\%$, были выполнены в температурном диапазоне 5-285 К. Спектр, полученный при температуре образца $T=285$ К, со средними параметрами: $\delta_{\text{Fe}}=0,37$ мм/с и $\Delta E_Q=0,73$ мм/с, демонстрирует ВС состояние ($S=5/2$) парамагнитных центров Fe^{3+} в комплексе. С понижением температуры, начиная с 235 К, в спектре появляется дублетная компонента с параметрами: $\delta_{\text{Fe}}=0,12$

мм/с и $\Delta E_Q=2,89$ мм/с, которая соответствует низкоспиновому (НС) с $S=1/2$ состоянию парамагнитных ионов Fe^{3+} . Этот факт свидетельствует о начале термостимулированного спин-кроссовер перехода в комплексе. В спектре полученном при 80 К парциальная площадь ВС центров ($\delta_{Fe}=0,47$ мм/с и $\Delta E_Q=0,81$ мм/с) составляет 91,1%. Дальнейшее понижение температуры не обнаруживает температуры спинового равновесия, что, вероятно, свидетельствует о только частичном участии ВС центров в спиновом переходе. При температурах ниже 70 К наблюдается фазовый переход парамагнетик-антиферромагнитный тип упорядочения в котором участвуют ВС центры. При 5 К наблюдается асимметричный спектр со средним значением сверхтонкого магнитного поля 479 кЭ и дублет соответствующий НС центрам с параметрами $\delta_{Fe}=0,25$ мм/с и $\Delta E_Q=2,8$ мм/с и парциальной площадью $S\sim 3\%$.

Обнаружено совместное проявление магнитных и спин-переменных свойств в одном температурном диапазоне в новом представителе железосодержащих дендримерных комплексов. Показано, что ионы железа (III) в комплексе находятся в HS ($S=5/2$) состоянии и, вероятно, образуют димерную структуру. С понижением температуры в системе происходит частичный спин-кроссовер-переход. При дальнейшем понижении температуры в системе HS центров железа (III) начинают проявляться магнитные спиновые корреляции с последующим упорядочением антиферромагнитного типа.

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 24 "Фундаментальные основы технологий наноструктур и материалов", рук. Домрачева Н.Е., образец синтезирован Груздевым М.С. ИХР РАН, г. Иваново.

ГАММА-РЕЗОНАНСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭФФЕКТА ЗАМЕЩЕНИЯ В СВЕРХПРОВОДЯЩЕЙ СИСТЕМЕ FESE1-XTEX

Зиннатуллин А.Л., Мубаракшин Ш.И.

Научный руководитель – доц. Вагизов Ф.Г.

Недавнее открытие сверхпроводимости в железосодержащих пниктидах $La[O_{1-x}F]FeAs$ [J. Am. Chem. Soc., 2008, 130, p. 3296] с критической температурой $T_c = 26$ К и наблюдение сверхпроводимости при $T_c=8$ К в халькогениде железа FeSe [Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A., 2008, 105 p. 14262], обладающем достаточно простой кристаллической структурой, вызвало значительный интерес к исследованию природы высокотемпературной сверхпроводимости в родственных халькогенидных системах. Интерес к этим исследованиям обусловлен не только меньшей токсичностью халькогенидов по сравнению с пниктидами, но и возможностью исследования роли магнитных флуктуаций в формировании сверхпроводящих свойств этих материалов и изучения механизма повышения критической температуры FeSe до 27 К при воздействии высоких давлений [Appl. Phys. Lett., 2008, 93, p. 152505].

Замещение селена теллуром в FeSe может приводить из-за «chemical pressure» к таким же изменениям плотности электронных состояний в тройных соединениях $Fe(Se_{1-x}Te_x)$, как и в случае наложения механического давления. Так, например, в $Fe(Se_{0.5}Te_{0.5})$ критическая температура сверхпроводящего перехода повышается уже до 14 К.

В данной работе приведены результаты мессбауэровских исследований пластинчатых кристаллов $Fe(Se_{1-x}Te_x)$ состава $x=0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9$ и бинарного соединения $Fe_{1.052}Te$, отражающие систематические изменения структурных, электронных и спиновых состояний ионов железа по мере замещения ионов селена теллуром. Обнаружено, что замещение ионов селена теллуром приводит к увеличению объема элементарной ячейки и параметров кристаллической решетки. При комнатной температуре мессбауэровские спектры изученных образцов представляют асимметричный квадрупольный дублет, обусловленный наличием неэквивалентных позиций ионов железа в структуре. Приводится концентрационная зависимость сверхтонких параметров спектров (IS, QS).

Мессбауэровские спектры сверхпроводящего состава с эквивалентным содержанием ионов селена и теллура, $Fe(Se_{0.5}Te_{0.5})$, показывают существенное уширение при низких температурах (15К), что может быть обусловлено начинающимся магнитным упорядочением ионов железа (замедлением флуктуаций сверхтонкого поля на ядре железа) или фазовым расслоением.

ИК-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ РАЗВЕТВЛЕННОГО ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТА И ЕГО ФУЛЛЕРЕНСОДЕРЖАЩЕГО АНАЛОГА

Абдразакова Л.Р.

Научный руководитель – д.ф.-м.н., проф. Камалова Д.И.

Линейный (неразветвленный) полиметилметакрилат широко применяется в машиностроении, приборостроении, медицинской промышленности, бытовых изделиях. Разветвленные полимеры используются в качестве носителей фармакологических наноконтейнеров в медицине и наноконтейнеров функциональных добавок при синтезе полимеров с новыми свойствами. Поэтому изучение строения и внутренней динамики разветвленных полимеров является актуальным.

В работе с помощью метода конформационных зондов были изучены вторичные релаксационные процессы, которые наблюдаются при температурах ниже температуры стеклования в разветвленных сополимерах метилметакрилата. Исследовался разветвленный сополимер метилметакрилата (ММА) с аллилметакрилатом (АМА), полученный в условиях передачи цепи (агент передачи цепи – 1-декантиол, ДТ), состав исходной мономерной смеси ММА/АМА/ДТ равен 100:5:5 мол.%, а также сополимер метилметакрилата того же состава, но содержащий фуллерен C_{60} .

Зонды были выбраны таким образом, чтобы область ИК-спектра зонда приходилась на область прозрачности данного полимера. Исследовано конформационное равновесие трех низкомолекулярных соединений, внедренных в качестве зондов (1,2-дифенилэтан (ДФЭ); 1,2-дихлорэтан (ДХЭ); 1,1,2,2-тетрабромэтан (ТБЭ)) в разветвленный полиметилметакрилат и его фуллеренсодержащий аналог. В качестве исследуемых полос поглощения были выбраны полосы, соответствующие транс- и гош-конформациям. Образцы готовили в виде полимерных пленок толщиной 100-150 мкм, которые наносились на пластинки КВг. Концентрация зондов в образцах была 1-4%. Работа выполнялась на фурье-спектрометре Frontier фирмы Perkin Elmer.

По полосам поглощения зондов в ИК-Фурье спектрах в интервале температур 100-300 К были построены графики зависимости логарифма отношения интенсивностей полос поглощения двух конформаций (транс- и гош-) от обратной температуры. Эти зависимости для всех исследованных зондов в разветвленном полиметилметакрилате и его аналоге состояли из двух ветвей, которые пересекались при температуре замораживания конформационного равновесия зонда в полимере T_f . Температура замораживания конформационного равновесия зонда в полимере отражает вторичный релаксационный переход в полимере. Замораживание конформационной подвижности зонда связано со средним размером полости в полимере, который близок к размеру вращающегося фрагмента зонда. Температуры замораживания оказались ниже, чем у линейного полиметилметакрилата, а именно, для зонда ДХЭ $T_f = 190$ К в обоих сополимерах (с фуллереном и без него), для зонда ТБЭ $T_f = 230$ К (в сополимере без фуллерена) и 190 К (в сополимере с фуллереном) и для зонда ДФЭ $T_f = 225$ К (в сополимере без фуллерена) и 205 К (в сополимере с фуллереном).

Таким образом, в исследованных полимерах наблюдаются следующие низкотемпературные вторичные релаксационные переходы: в разветвленном сополимере метилметакрилата без фуллерена имеют место два релаксационных перехода при температурах 190 и 225 К, в то время как в сополимере, содержащем фуллерен C_{60} , наблюдается один релаксационный переход при температуре 190 К. В работе проведено отнесение наблюдаемых релаксационных переходов к типам локальной молекулярной подвижности исследуемых полимеров.

РАЗДЕЛЕНИЕ МОДЕЛЬНЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ КОНТУРОВ МЕТОДОМ АЛГОРИТМА ПЧЕЛИНОЙ КОЛОНИИ

Ягфаров Р.Р.

Научный руководитель – доц. Сибгатуллин М.Э.

При спектроскопических исследованиях часто имеют дело со сложными спектральными контурами, имеющими неразрешенную структуру, в частности с ИК-фурье спектрами поглощения много-

атомных органических соединений [Камалова, 2004, с. 205]. Для получения полной и достоверной информации о составе и свойствах вещества, необходимо применять математические методы по разделению спектральных контуров на элементарные составляющие. Элементарными составляющими называют либо спектры, принадлежащие отдельному химическому соединению, либо спектральные контура, возникающие при квантовых переходах, уширенные различными механизмами. Фактически, решение задачи разделения сводится к нахождению параметров составляющих контуров, приводящих к минимальной ошибке между экспериментальным и восстановленным контуром. Одним из методов, широко применяемым для решения данного класса задач, является метод наименьших квадратов [Журнал прикладной спектроскопии, 1979, т. 31, в. 6, с. 1017]. Однако данный подход обладает рядом недостатков. Подбор компонентов контуров, составляющих неразрешенный контур путем обычного перебора, является неэффективным и вычислительно сложным решением данной проблемы. Некоторые из методов, как например метод градиентного спуска, позволяет найти экстремум, но не гарантирует, что экстремум является глобальным [Корн, 1970, с. 575-576]. Одним из подходов, позволяющим обойти описанные трудности, является применение методов, основанных на поведении самоорганизующихся биологических систем [Миллер, 2007, в. 8, с. 88-107].

В данной работе для решения задачи разделения контура на составляющие компоненты был использован алгоритм пчелиной колонии. Алгоритм представляет собой модель поведения пчел, а именно поиск мест, где как можно больше нектара. [Карабога, 2005] Сначала из улья вылетают в случайном направлении пчелы-разведчики, затем они возвращаются и особым образом сообщают всем, сколько они нашли нектара. После этого, в область лучших участков вылетают пчелы-фуражиры, а пчелы-разведчики опять улетают в случайные направления, после чего процесс повторяется.

В данной работе алгоритм был адаптирован для решения задачи разделения спектральных контуров. В качестве «пчел-фуражиров» выступают решения с наименьшими среднеквадратичными ошибками, а в качестве «пчел-разведчиков» выступают случайно сгенерированные решения на каждой итерации.

Для оценки эффективности применения пчелиного алгоритма для решения задачи разделения были проведены модельные эксперименты. В качестве модельного спектра выступала сумма двух Лоренцовых контуров. Были проведены исследования качества разделения спектра в зависимости от различных соотношений полуширины, интенсивности и положения компонент. Было показано, что алгоритм хорошо подходит для решения данной задачи.

УПРАВЛЕНИЕ СПЕКТРОМ СПОНТАННОГО ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО РАССЕЯНИЯ В НЕЛИНЕЙНЫХ КРИСТАЛЛАХ С ПОМОЩЬЮ ВНЕШНЕГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

Акатьев Д.О.

Научный руководитель – проф. Калачев А.А.

Явление спонтанного параметрического рассеяния (СПР) широко применяется в современной квантовой оптике и информатике для создания различных неклассических состояний электромагнитного поля и проведения корреляционных измерений. В частности, актуальной и практически значимой задачей является разработка эффективных источников однофотонных состояний [Eisaman, 2011, 81, p. 071101]. Явление СПР позволяет генерировать фотоны в широком спектральном интервале и получать чистые однофотонные состояния при комнатной температуре. Для решения ряда задач квантовой информатики существенным является взаимодействие фотонов с резонансными атомными системами (устройствами квантовой памяти). Если спектр фотонов имеет ширину порядка ширины линии поглощения, то существенным становятся вопросы частотной стабилизации однофотонного источника при варьировании внешних условий (нестабильность длины волны лазера накачки, нестабильность температуры нелинейного кристалла).

В данной работе разрабатывается метод управления спектром параметрического рассеяния света с помощью внешнего однородного электрического поля, действующего на нелинейный кристалл. Метод основан на электрооптическом эффекте (эффекте Покельса), состоящем в том, что под действием электрического поля происходит изменение индикатрис показателей преломления нелинейного кристалла, что приводит к частотному сдвигу СПР [Катамадзе, 2011, 94, с. 284]. Отслеживание изменение индикатрис показателей преломления позволяет оценить величину смещения спектра параметрического рассеяния, необходимую для компенсации нестабильности лазера накачки и т.п. В ходе вы-

полнения работы основное внимание уделено исследованию нового перспективного режима СПР с противоположным направлением испускания фотонов, который возможен в нелинейных кристаллах и волноводах с периодической доменной структурой.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ В ФОТОННЫХ КРИСТАЛЛАХ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА ПЛОСКИХ ВОЛН

Гарифуллин А.И.

Научный руководитель – проф. Гайнутдинов Р.Х.

Фотонные кристаллы (ФК) – пространственно-периодические твердотельные структуры, диэлектрическая проницаемость которых промодулирована с периодом, сравнимым с длиной волны света [Astratov, 1995, 17, p. 1349; John, 1987, 58, p. 2486]. Их важной особенностью является то, что такая периодичность приводит к отличию дисперсионных соотношений для фотона от случая вакуума и, как следствие, к возникновению зонной структуры с фотонными запрещенными зонами. Запрещенные зоны фотонного кристалла представляют собой спектральные области, в пределах которой распространение света в фотонном кристалле подавлено во всех или в некоторых избранных направлениях. Интерес к фотонным кристаллам обусловлен широкой перспективой их использования. Благодаря зонной структуре энергетического спектра, фотонные кристаллы часто рассматриваются в качестве оптических аналогов электронных полупроводников [Lopez, 2003, 46, p. 1679-1704]. Возможным применением фотонных кристаллов является их использование в волоконной оптике, в создании источников света с высоким КПД, электрооптических или полностью оптических интегральных схем, низкопороговых лазеров и т.д.

Однако, помимо интереса к фотонным кристаллам с практической точки зрения, существует интерес к их изучению для понимания таких важных свойств фотонных кристаллов, как возможность управления частотой спонтанного излучения и скоростью его испускания [Quang, 1997, 79, p. 5238-5241], фотон-атомное связанное состояние [John, 1990, 64, p. 2418-2421], спектральное расщепление линий [John, 1994, 50, p. 1764-1769], даже для управления массой электрона [Gainutdinov, 2012, 85, 053836]. Для изучения этих квантовоэлектродинамических явлений требуется знание структуры поля, поскольку пространственно-периодическая модуляция диэлектрической проницаемости оказывает огромное влияние на волновые функции фотонов.

В данной работе эта проблема исследуется с помощью метода плоских волн. Метод плоских волн – это решение системы уравнений Максвелла и периодических граничных условий путем разложения электромагнитного поля по плоским волнам. Начиная анализ с одномерного случая, были получены такие важные характеристики как дисперсионные соотношения, графическое представление изменения компонент блоховских функций в зависимости от волнового вектора. Преимуществом метода плоских волн является его высокая производительность, возможность вычисления зонной структуры не только для самого простого фотонного кристалла с бесконечной периодической структурой, но и для более сложных структур, такие как точечные дефекты, волноводы, волоконные фотонные кристаллы. Данный метод также позволяет вычислять распределение поля для каждого из собственных состояний фотонного кристалла. Использование этих результатов позволит следить за распределением энергии фотона по различным компонентам для разных состояний, что может быть необходимо для теоретических расчетов.

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОДОЛЬНЫХ И ПОПЕРЕЧНЫХ КОМПОНЕНТ СИЛЬНО-СФОКУСИРОВАННОГО ОПТИЧЕСКОГО ПОЛЯ С ПОМОЩЬЮ ФОТОРЕАКТИВНЫХ АЗОПОЛИМЕРОВ

Харитонов А.В.

Научный руководитель – доц. Харинцев С.С.

За последние несколько лет достигнут значительный успех в области создания современных фотонных материалов и метаматериалов [Optical metamaterials: fundamentals and applications, 2009]. Это привело к появлению новых направлений исследований в фотонике, таких как дизайн и управление

пространственной структурой оптического поля [J.V. Pendry, 2006, с. 1780]. Пространственная структура электромагнитной волны полностью характеризуется распределением амплитуды, фазы и поляризации. До недавнего времени выделяли лишь три типа поляризации волн: линейная, эллиптическая и круговая. Создание таких поляризаций легко осуществляется с помощью стандартных оптических инструментов, а именно поляризатора, четверть- и полуволновых пластин. Реализация новых поляризационных состояний стала возможной благодаря разработке поляризационных конвертеров, основанных на многоэлементных волновых пластинах [R. Dorn, 2003, с. 1], метаматериалах [M. Veresna, 2011, с. 783] и плазмонных метаповерхностях [N.Yu, 2011, с. 333].

В данной работе исследуется радиально и азимутально поляризованный лазерный свет. Согласно аналитическому решению [Principles of nano-optics, 2006], при сильной фокусировке (числовая апертура $N.A. > 1$) радиальной/азимутальной моды в области перетяжки возникает большая продольная (направленная вдоль волнового вектора) компонента электрического/магнитного поля (до 5 раз больше по сравнению с поперечной компонентой). Напротив, стандартно поляризованный свет остается преимущественно поперечным при сильной фокусировке [Principles of nano-optics, 2006]. Это уникальное свойство радиальной и азимутальной мод делает их перспективными для применения во многих прикладных задачах, начиная от спектроскопии одиночных молекул [X.S. Xie, 1998, с. 441] и оптической плазмонной микроскопии высокого разрешения [L. Novotny, 1998, с. 21], заканчивая записью и кодированием информации [P. Rochon, 1992, с. 4]. На практике, радиальная и азимутальная мода может быть сгенерирована путем трансформации линейно поляризованного света конвертером поляризации. Целью работы является визуализация распределения поперечных и продольных компонент электрического поля сильно сфокусированной радиальной/азимутальной моды, созданной двумя способами: с помощью поляризатора, состоящего из четырех ориентированных фазовых пластинок $\lambda/2$ [R. Dorn, 2003, с. 1], и преобразователя на основе метаматериала [M. Veresna, 2011, с. 783]. Для этого использовалось явление деформации поверхности тонких азополимерных пленок, зависящей от поляризации падающего излучения. Информация о структуре поля была получена по данным атомно-силовой микроскопии о морфологии поверхности пленки применяя модель градиентных сил [S. Vian, 1999, с. 4497].

МОЛЕКУЛЯРНАЯ ДИНАМИКА РЯДА ГЕТЕРОЦИКЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

Гатауллин А.Р.

Научный руководитель – проф. Аминова Р.М.

Изучение влияния динамических процессов на физико-химические свойства органических соединений – одна из важнейших задач современной физики. С целью изучения влияния молекулярной динамики на структуру и константы ядерного магнитного экранирования проведено моделирование динамических процессов методами неэмпирической молекулярной динамики [R. Car and M. Parrinello, Phys. Rev. Lett. 55, 2471, 1985] ряда гетероциклических соединений – 2,9,10-триметил-1,3-дитиа-5,6-бензоциклопентен, 2-фенилэтинил-5,5-диметил-1,3-диоксан, 5-(*p*-метилбензол)1,3-диоксан [Юльметов, дис... канд. физ.-мат. наук. -. 2006. – 175 с.] в кристаллическом окружении.

Моделирование динамических процессов проведено в кристаллической ячейке (например, для 2-фенилэтинил-5,5-диметил-1,3-диоксана размеры ячейки были $22 \times 22 \times 22 \text{ \AA}$) с использованием программы VASP (Vienna Ab initio Simulation Package) [S. Plimpton, J. Comput. Phys. 117, 1, 1995], которая входит в пакет программного обеспечения MedeA [Materials Design 2014 MedeA Version 2.14, Angel Fire, NM: Materials Design].

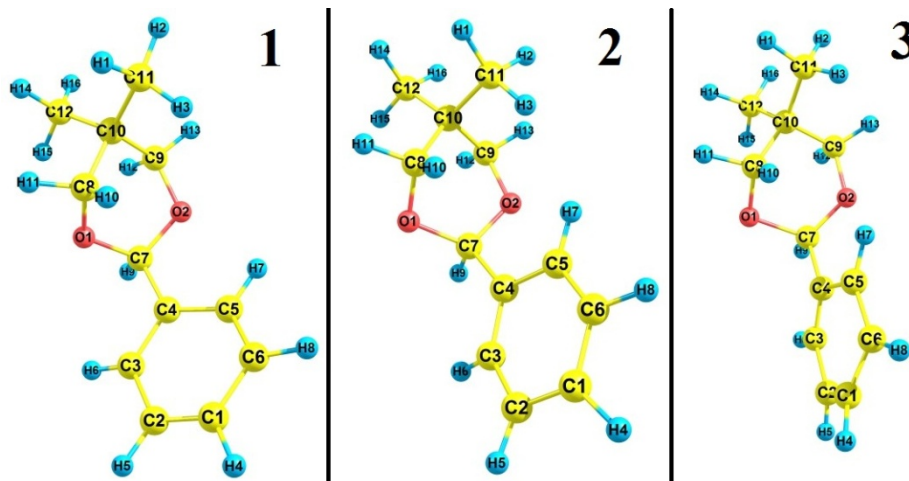


Рисунок. Конфигурации 2-фенилэтинил-5,5-диметил-1,3-диоксана, полученные в процессе моделирования молекулярной динамики

Таблица. Некоторые значения констант ядерного магнитного экранирования (в м.д.)

Атом	Конфигурация 1	Конфигурация 2	Конфигурация 3
C1	75,0293	66,5613	59,9304
C7	91,4678	83,9848	84,4117
H3	29,0462	27,6147	30,0652
H7	23,3179	24,1249	22,9056

Расчеты показали, что в процессе молекулярной динамики длины связей меняются незначительно. Валентные углы изменяются в пределах от $1,39^\circ$ до $28,03^\circ$. Двугранные углы изменяются в пределах от $2,83^\circ$ до $61,80^\circ$. Для выделенных в процессе динамики ряда конфигураций (1, 2 и 3 на рисунке) были рассчитаны константы магнитного экранирования ядер ^{13}C и протонов (некоторые значения приведены в таблице) с использованием метода калибровочно-инвариантных атомных орбиталей. Анализ показал, что константы магнитного экранирования для протонов изменяются в пределах 1,02 – 2,45 м.д., для ядер углерода-13 – в пределах 0,43 – 15,1 м.д. Такие изменения химических сдвигов можно объяснить изменениями валентных и двугранных углов в процессе молекулярной динамики.

НАБЛЮДЕНИЕ БЫСТРОГО ВРАЩЕНИЯ МЕТИЛЬНЫХ ГРУПП НИТРОКСИЛЬНОГО РАДИКАЛА МЕТОДОМ ЭПР

Григорьев И.С.

Научный руководитель – н.с. КФТИ КазНЦ РАН Суханов А.А.

Использование методов импульсной ЭПР спектроскопии позволяет исследовать структуру и динамику парамагнитных частиц. Данные методы основаны на явлении модуляции электронного спинового эха (ESEEM). Явление ESEEM возникает из-за одновременного возбуждения разрешенных и запрещенных спиновых переходов СВЧ-импульсом.

В работе были использованы методики двухимпульсного и трехимпульсного ESEEM в X, Q, W – диапазонах СВЧ. Объектом исследования являлся радикал 2,2,6,6-тетраметил-1-пиперидинилокси (TEMPO), растворенный в ортоторфениле в концентрации 10^{-3} моль/литр.

Метод трехимпульсного ESEEM заключался в наблюдении изменения интенсивности стимулированного эха при изменении времени между первым и вторым импульсами τ при фиксированном значении времени между вторым и третьим импульсами T [Kulik L. V. Chemical physics letters, 2001, T. 343, C. 315-324]. Данной методикой были получены спектры зависимости от времени T и от температуры. В спектрах наблюдалось две частоты 15 и 2,47 МГц и 12 и 2,46 МГц в X-и Q-диапазоне, соответственно. Видно, что частота 2,46 МГц не зависит от величины приложенного постоянного магнитного поля, что доказывает не магнитную природу ее происхождения. Данная частота является результатом спонтанной флуктуации сверхтонкого взаимодействия с протонами метильных групп радикала, индуцированной ядерной спиновой релаксацией [Kulik L. V., Salnikov E. S., Dzuba S. A. Nuclear spin relaxation//Applied Magnetic Resonance, 2005, T. 28, C. 1-11].

Описание полученных данных производился функцией [Salikhov K. M., Dzuba S. A //Journal of Magnetic Resonance (1969), 1981, T. 42, C. 255-276]:

$$V(2\tau + T) \sim \exp(-2W\tau) \left\{ \left(\operatorname{ch} R\tau + \frac{W}{R} \operatorname{sh} R\tau \right)^2 + \frac{A^2}{4R^2} \operatorname{sh}^2 R\tau \exp(-2WT) \right\}$$

Здесь W – скорость релаксации на ядрах, A – константа сверхтонкого взаимодействия.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПИНА СИСТЕМЫ МЕТОДОМ НЕСТАЦИОНАРНОЙ НУТАЦИИ

Кусова А.М., Скворцова П.В.

Научный руководитель – с.н.с. КФТИ КазНЦ РАН Зарипов Р.Б.

Известно, что вращение намагниченности в эффективном магнитном поле описывается сложным поведением, которое называется нутацией. Причем данное явление зависит как от многих факторов: величины переменного магнитного поля, фактора спектроскопического расщепления, величины спина и др. В простейшей ситуации, зная некоторые из этих параметров можно определить другие неизвестные, а также разделить перекрывающиеся спектры.

В данной работе методом нестационарной ЭПР-нутации были изучены несколько модельных систем. Мы использовали два метода регистрации нестационарной нутации с помощью индукции и эха. Целью данной работы было научиться определять величину спина исследуемой системы, а также сравнить результаты обоих методов между собой.

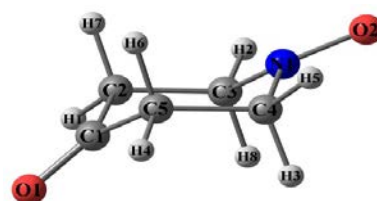
КВАНТОВО-ХИМИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ НИТРОКСИЛЬНЫХ РАДИКАЛОВ

Маматова А.А.

Научный руководитель – с.н.с. КФТИ КазНЦ РАН Савостина Л.И.

Широко известно применение молекул нитроксильных радикалов в методе спиновых меток для идентификации свободных радикалов и определения расстояний в больших молекулах. Соединения, содержащие группу NO, обладают парамагнитными свойствами и являются стабильными и долгоживущими.

Объектом данного исследования стала модельная молекула нитроксильного радикала 1-oxido piperidin-4-one, содержащая шестичленный гетероцикл. Данная молекула может иметь различные конформации: «ванна», «твист», «кресло». Правильное определение ЭПР параметров (g -фактора, констант сверхтонкого взаимодействия) этих молекул в зависимости от конформации является важной задачей. Методом функционала плотности DFT с использованием функционала BP86 и ряда базисных наборов: SVP, TZVP, EPRII и EPRIII были найдены равновесные структуры модельных молекул для конформаций «твист» и «кресло». Было показано, что энергетически более выгодной является конформация «кресло». Для всех полученных конформаций были проведены расчеты изотропной и анизотропной величины g -фактора и констант сверхтонкого взаимодействия (СТВ). Было показано, что эти величины зависят от выбора конформации молекулы.



МОЛЕКУЛЯРНАЯ ДИНАМИКА ПОЛИБУТАДИЕНОВ

Миннегалиев М.М.

Научный руководитель – проф. Аминова Р.М.

Хорошо известно [Physical properties of polymers handbook, 2007, 1061 p.], что многие практически важные свойства полимеров определяются локальной (в пределах сегмента Куна) конформационной структурой макромолекулы. В этом смысле не являются исключением и полибутадиены (ПБ), среди которых особое значение – как эластомеры – представляют ПБ с высоким (не менее 95% мольн.) содержанием *цис*-1,4-звеньев. С другой стороны, структурные факторы на локальном уровне решающим образом определяют величины таких спектральных параметров магнитного резонанса как химический сдвиг и КССВ. Поэтому в представленной работе нами предпринята попытка использования такой зависимости для исследования пространственной структуры ПБ с помощью квантовохимических методов в рамках теории функционала плотности, а также методов молекулярной динамики (классической и неэмпирической).

Расчеты структур проводили для участков цепи ПБ как в газовой фазе, так и в конденсированной среде с периодическими граничными условиями. Вычисления для молекулярной системы в газовой фазе осуществлялись с использованием функционала PBE в базисе 3z. Константы магнитного экранирования ядер ^1H и ^{13}C были рассчитаны в рамках связанного метода Хартри-Фока-Рутана (CHF) с использованием калибровочно-инвариантных атомных орбиталей (Gauge Invariant Atomic Orbital – GIAO) [Ditchfield, Mol.Phys., 1974, v.27, Pp.789] для функционалов PBE, wB97XD, V3LYP. Кроме того, расчеты констант экранирования проводили также для фрагментов кристаллических структур ПБ, пространственная геометрия которых была построена по известным данным рентгеноструктурного анализа. Для динамических симуляций использовались методы как классической молекулярной динамики LAMMPS [S. Plimpton, J. Comput. Phys, 1995, Vol. 117,1], так и неэмпирической молекулярной динамики, реализованной в программе VASP [G. Kresse and J. Furthmuller, Phys. Rev., 1996, B 54, 11169]. Моделирование было проведено для цепей ПБ, составленных из 27 мономерных звеньев (276 атомов) и 56 мономерных звеньев (566 атомов). Размеры ячеек выбирались в зависимости от рассматриваемой задачи. Учитывая, что величины констант магнитного экранирования определяются ближайшим окружением, представляло интерес выяснить, каким размером участка цепи макромолекулы можно ограничиться, чтобы получить хорошую сходимость расчетных и экспериментальных данных. Как показали результаты расчетов с использованием молекулярной динамики, химические сдвиги атомов рассматриваемого звена практически не изменяются при превышении длины анализируемого участка цепи ПБ значения в 20 Å. Таким образом, при расчёте химических сдвигов достаточно рассматривать участок макромолекулы такого же масштаба. При этом продолжительность расчета существенно сокращается. Так, например, замена рассматриваемого участка цепи, содержащего 566 атомов, на фрагмент, содержащий 92 атома, позволило сократить время расчёта более чем на порядок; при этом изменение значений химических сдвигов не превышало 0,5% (относ.).

ИМПУЛЬСНЫЕ МЕТОДЫ ЭПР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАССТОЯНИЙ МЕЖДУ РАДИКАЛЬНЫМИ ЦЕНТРАМИ

Нуреева Г.Р.

Научный руководитель – с.н.с. КФТИ КазНЦ РАН Зарипов Р.Б.

Методы импульсного ЭПР находят все большее применение в биохимии. Наряду с рентгеноструктурным анализом является мощным методом для определения локальной структуры веществ. Получение информации о локальной структуре методом импульсного ЭПР основано на определении диполь-дипольного взаимодействия. Как известно, диполь-дипольное взаимодействие зависит от ориентации и расстояния двух взаимодействующих частиц.

В данной работе были исследованы модельные бирадикалы. С помощью протоколов первичного эха и двойного электрон-электронного резонанса были определены расстояния между радикальными фрагментами.

КВАНТОВОХИМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАКЦИЙ ЦИКЛОГЕКСИЛ ФЕНИЛ СУЛЬФИДА С ВОДОЙ

Андреев А.О.

Научный руководитель – к. ф.-м. н. асс. Лысогорский Ю.В.

Акватермолиз – это совокупность реакций термического крекинга в присутствии воды. Акватермолиз используется при добыче тяжелой нефти и ее транспортировке для ее расщепления и понижения вязкости. В процессе акватермолиза пар переносит тепловую энергию к углеводородам в скважину, за счет этой энергии происходит разрыв больших и тяжелых молекул, и таким образом улучшаются реологические свойства нефти. В статье [A.R. Katritzky et al. 1994, 8, №. 2., 498-506] серосодержащие соединения были выбраны в качестве моделей для серосодержащих примесей в тяжелых нефтях и рассмотрены реакции их расщепления в воде при температуре 460^oC. Основная особенность этих реакций состоит в том, что C-S гетеросвязь разрывается. Разрыв этой связи приводит к снижению вязкости в случае сырой тяжелой нефти. В ходе акватермолиза могут образовываться свободные радикалы. Они способны участвовать в реакциях полимеризации и образования больших молекул, что приводит к негативному эффекту увеличения вязкости нефти. Использование различных минералов и катализаторов может упростить разрыв гетеросвязей и замедлить процесс образования свободных радикалов, т.е. усилить эффект понижения вязкости. Представляет значительный интерес выбор таких катализаторов. Для простоты исследования вместо молекул тяжелых нефтей (асфальтены и смолы) удобно рассматривать молекулы с небольшой массой, но обладающие ключевыми особенностями – наличие гетеросвязи, например, циклогексил фенил сульфид (ЦФС) [Siskin M. 1990, 4, №. 5., 482-488].

В данной работе мы рассматривали реакцию акватермолиза ЦФС с помощью *ab initio* методов, в рамках теории функционала плотности, в программе VASP, интегрированной в программный пакет MedeA [MedeA® and MaterialsDesign® 2013, www.materialsdesign.com], а также PRIRODA [Laikov, Ustynyuk. 2005, 54, 820-826] и GAUSSIAN [Gaussian 09, Revision D.01, M.J. Frisch, G.W. Trucks, H.V. Schlegel, et al. Gaussian, Inc., 2009. Wallingford CT]. Были рассмотрены несколько возможных путей реакции, как одностадийные, так и многостадийные, и вычислены барьеры и разницы свободных энергий Гиббса продуктов и реагентов этих реакций при различных температурах. Учет влияния температуры осуществлялся в квазигармоническом приближении. Для этого были вычислены частоты собственных колебаний молекул, которые использовались в расчете энтропийного вклада в свободную энергию. Полученные высоты барьеров реакции находятся в качественном согласии с результатами экспериментов, указанных в статье [A.R. Katritzky et al. 1994, 8, №. 2., 498-506].

В дальнейшем планируется изучить влияние присутствия различных каталитических ионов на высоту барьера реакции.

ЭЛЕКТРОННЫЕ СВОЙСТВА ГРАФЕНОВЫХ СТРУКТУР

Валишина А.А.

Научный руководитель – проф. Таюрский Д.А.

В последнее время все большее внимание направлено на изучение электронных, механических и физико-химических свойств графена. Данный материал представляет собой слой атомов углерода, образующих гексагональную двумерную кристаллическую решетку. Существует ряд экспериментальных работ, в которых авторы наблюдают такие удивительные электронные свойства, как возможная гранулярная сверхпроводимость при высокой температуре [P. Esquinazi 2014, Pis'ma v ZhETF, 100:374-378], [Anna Ballestar 2015, Phys. Rev. B, 91]. В теоретических работах [Heikkilä 2011, Pis'ma v ZhETF, 94: 252-258], [Volovok 2011, Pis'ma v ZhETF, 93: 69-72] утверждается, что сверхпроводимость графеновых образцов может быть объяснена наличием, так называемых, плоских электронных зон – энергетических уровней с расходящейся плотностью состояний на уровне Ферми. Источником таких зон могут служить как одномерные дефекты, например, межзеренные границы [LeiFeng 2012, App. Phys. Lett., 101], так и интерфейсы между повернутыми друг относительно друга

на малые углы слоями графена [Trambly de Laissardie`re 2010, Nano Lett., 10: 804-808], [Lopes dos Santos 2007, Phys. Rev. Lett., 99].

В данной работе исследовались электронные свойства графена методом *ab initio* моделирования в рамках теории функционала плотности (код VASP, интегрированный в программный пакет MedeA) [MedeA® and Materials Design® 2013, www.materialsdesign.com]. Были рассчитаны зонные структуры одно- и двуслойного графена с дефектами вдоль межзеренной границы и обнаружено возникновение плоской зоны вблизи уровня Ферми. Кроме того, был исследован вопрос о влиянии деформаций типа сжатие/растяжение на плоскую зону. Установлено, что сжатие *поперек* межзеренной границы приводит к ее исчезновению, в то время как растяжение вдоль этого направления существенно не меняет характер зонной структуры. Однако ни сжатие, ни растяжение *вдоль* межзеренной границы не влияет на наличие плоской зоны. Полученные результаты коррелируют с теоретическими результатами, упомянутыми в работе [Tang 2014, Nature Phys., 10: 964-969].

AB INITIO МОДЕЛИРОВАНИЕ ОКСИДНЫХ ГЕТЕРОСТРУКТУР

Варламова И.И.

Научный руководитель – доц. Недопёкин О.В.

С момента открытия высокотемпературной сверхпроводимости большие усилия были потрачены на изучение поведения сильно коррелированных электронов в оксидах переходных металлов. Для того, чтобы использовать данные соединения в качестве структурных компонентов электронных устройств нового поколения, необходимо научиться управлять их свойствами извне. Данная проблема решается при использовании контакта оксидов переходных металлов различного химического состава, на границе которых может образовываться двумерный электронный газ, и, т.к. электроны уже менее подвержены спиновой или зарядовой нестабильности, его поведением можно управлять при помощи структурной надстройки (изменения количества слоёв, дефектов, примесей), изменении условий роста гетероструктуры. В таких соединениях оксидов переходных металлов возникают интересные многочастичные явления. К примеру, в 2001 г. был обнаружен фазовый переход второго рода из ферромагнитного состояния в состояние с отрицательным магнетосопротивлением в структуре $\text{CaMnO}_3\text{-CaRuO}_3$ [K.Takahashi, M. Kawasaki. Appl. Phys. Lett., 2001, 9, с. 1324-1326]. В 2004 г. обнаружили проводимость в гетероинтерфейсе, состоящем из двух изоляторов LaAlO_3 и SrTiO_3 (LAO/STO) [A. Ohtomo, H. Y. Hwang. Nature, 2004, **427**, с. 423-426].

В рамках настоящей работы с помощью *ab-initio* расчетов методом теории функционала плотности [P. Hohenberg, W. Kohn, Phys. Rev. B, 1964, **136**, с. 864; W. Kohn, L.J. Sham, Phys. Rev. A, 1965, **140**, с. 1133], реализованного в программе MedeA-VASP 5.3 [MedeA® and Materials Design®, 2013. www.materialsdesign.com], решалась задача исследования электронных свойств гетероинтерфейса LAO/STO. Рассматриваемые структуры представляли собой ограниченную с двух сторон разным количеством слоев LaAlO_3 центральную область SrTiO_3 (5,5 слоёв) при различных типах контакта ($\text{TiO}_2 - (\text{LaO})^+$; $\text{SrO}-(\text{AlO}_2)^-$). Изучалось влияние количества слоев LaAlO_3 на вид зонной структуры и плотности состояния. Полученные результаты согласуются с ранее известными [A. Ohtomo, H.Y. Hwang. Nature, 2004, **427**, с. 423-426; F. Cossu, U. Schwingenschlögl, V. Eyert. Phys. Rev. B, 2013, **88**, 045119; R. Pentcheva, W.E. Pickett. Phys. Rev. B, 2008, **78**, 205106]. Используя данные результаты, мы выделили в структурах, проявляющих проводящие свойства, слои, отвечающие за проводимость.

AB INITIO МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ, ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ И КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ РЯДА СОЕДИНЕНИЙ SrR_2O_4 (R=Y, SM, GD, DY, ND)

Вильф Я.З.

Научный руководитель – к. ф.-м. н. асс. Лысогорский Ю.В.

Соединения класса SrR_2O_4 (R=Y, Nd, Sm, Gd, Dy) широко используются как люминесцентные материалы [M. Taibi et al, 1993, 5, 5201]. Кроме того, они служат в качестве модельных систем для изучения фрустрированного магнетизма [O. Young, 2013]. Поэтому представляет интерес выделение магнитного вклада в такие экспериментально измеряемые величины, как, например, теплоемкость.

В данной работе методами *ab initio* моделирования, с использованием метода теории функционала плотности [M. Petersen, J. Hafner, M. Marsman, 2006, 18, 7021], исследуются соединения типа SrR_2O_4 , где $R=\text{Y, Nd, Sm, Gd, Dy}$. Все расчеты проводились в программе VASP, интегрированной в программный комплекс MedeA® [MedeA® and Materials Design®. 2013. www.materialsdesign.com].

На начальном этапе мы выполнили расчет кристаллической структуры, используя различные функционалы (GGA-PBE, GGA-AM05, GGA-PBEsol, GGA-BLYP, GGA-rPBE и LDA) и выбрали наиболее оптимальный из них, ориентируясь на совпадения параметров решетки с экспериментальными данными [L.M. Lopato, 1976, 2, 18-32]. Следующим этапом был расчет колебательных свойств кристаллической решетки этих соединений. Были получены инфракрасные и рамановские спектры, а также зависимость решеточного вклада в теплоемкость от температуры. Сравнив экспериментально измеренную теплоемкость для SrY_2O_4 и SrDy_2O_4 и рассчитанный решеточный вклад в нее, мы увидели различие, которое позволяет судить о величине магнитной составляющей теплоемкости и сможет помочь в теоретических исследованиях магнитных свойств этих соединений. Ожидается, что у остальных соединений этого класса магнитные свойства будут схожими со SrY_2O_4 и SrDy_2O_4 .

Кроме того, мы сравнили ширину запрещенной зоны указанных соединений, измеренной методом ультрафиолетовой спектроскопии, со значениями, полученными *ab initio* методами с использованием современных metaGGA функционалов и увидели лучшее согласие, чем для методов GGA+U и GGA.

СИМУЛЯЦИЯ ДВУХМЕРНОГО ЭЛЕКТРОННОГО ГАЗА В ПАРАБОЛИЧЕСКОМ ПОТЕНЦИАЛЕ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО

Галиуллин Н.К., Вазюков А.С.

Научный руководитель – к.ф.-м.н. асс. Лысогоорский Ю.В.

В последнее время наблюдается большой интерес к исследованию двухмерного электронного газа (ДЭГ), например, в квантовых проволоках, или на поверхности жидкого гелия [J.S. Meyer, K.A. Matveev. *Journal of Physics: Condensed Matter*, 2009, **21**, 023203; Z. Kovdria. *Low Temperature Physics*, 2003, **29**, 77-104]. Одной из причин является то, что в направлении плоскости электроны ведут себя как классическая частица (из-за довольно большого расстояния между частицами) и, как квантовые частицы в перпендикулярном направлении, так что они могут рассматриваться в качестве кубитов. Возникает естественный вопрос – как манипулировать отдельным электроном в ДЭГ. В работе [J.S. Meyer, K.A. Matveev. *Journal of Physics: Condensed Matter*, 2009, **21**, 023203] рассматриваются процессы перемещения электронов на поверхности жидкого гелия через узкий канал, которые можно рассматривать как ДЭГ в параболическом ограничивающем потенциале. При низких температурах может произойти вигнеровская кристаллизация. Этот фазовый переход может быть обнаружен путем измерения транспортных свойств. С другой стороны, компьютерное моделирование может рассматриваться как очень мощный инструмент для изучения этой системы, т.к. оно позволяет нам наблюдать структуру ДЭГ на микроскопическом уровне и изучить его поведение в различных условиях [Piacente G. et al. *Physical Review B*, 2004, **69** (4), 045324].

Для исследования упорядочения двухмерной системы электронов в параболическом ограничивающем потенциале был выбран метод Монте-Карло (МК), который был реализован в виде программы на языке C/C++. Для оптимизации процесса поиска глобального минимума энергии системы методом МК, был также использован метод параллельного темпериования [D.J. Earl, M.W. Deem. *Physical Chemistry Chemical Physics*, 2005, **7**, 3910-3916]. Представлена вигнеровская кристаллизация и плавление ДЭГ (рис. 1). Были изучены структурные переходы (СП) при увеличении линейной плотности (рис. 2), при которых происходит увеличение числа электронных рядов.

Было обнаружено, что при СП в ДЭГ межэлектронное расстояние уменьшается для того, чтобы уменьшить потенциальную энергию. Дальнейшее изучение СП в ДЭГ может помочь понять и дополнить экспериментальные данные по измерениям транспортных свойств.

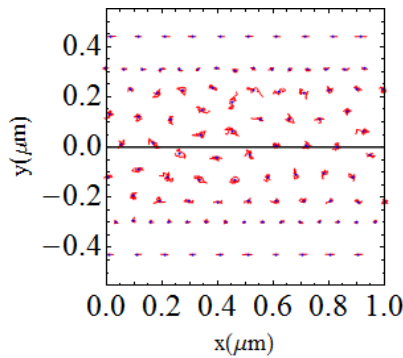


Рис. 1. – Тепловое движение электронов при $N_{\text{elec}}=100$ и $T=1.4$ К.

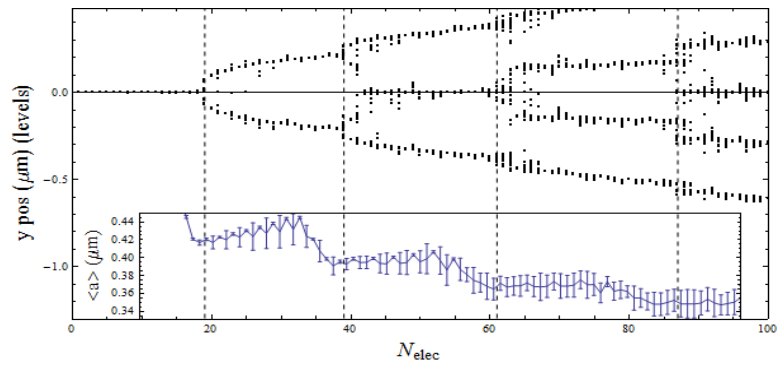


Рис. 2. – Структурные фазовые переходы в ДЭГ при увеличении числа электронов в симуляции ячейки фиксированной длины $L=1$ мкм. Вставка – среднее расстояние от электрона до ближайшего соседа.

ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ КРИСТАЛЛОВ $\text{SrY}_{2-x}\text{Yb}_x\text{O}_4$

Запивахин А.А.

Научные руководители - проф. Таюрский Д.А., техник-проектировщик Гильмутдинов И.Ф., техник-проектировщик Киямов А.Г.

Фрустрированные магнетики являются одними из ключевых объектов исследования магнетизма на протяжении последних двадцати лет. Одним из примеров таких веществ является класс соединений SrLn_2O_4 (где Ln – редкоземельные ионы). Соединения данного класса имеют структуру феррита кальция с пространственной группой $Pn3m$ и обладают характерными чертами фрустрированного магнетизма, такими как значительное понижение температур магнитного упорядочения.

Несмотря на несколько лет активных исследований этого класса соединений, они никогда ранее не исследовались методами электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). Для изучения свойств соединения SrYb_2O_4 ($a=9,99$ А, $b=11,97$ А, $c=3,35$ А) с помощью спектроскопии ЭПР в лаборатории сильно-коррелированных электронных систем Института физики Казанского Федерального Университета были синтезированы кристаллы $\text{SrY}_2\text{O}_4:\text{Yb}$ (0,5%). Результаты ЭПР измерений разбавленного соединения показали различие g-факторов вдоль всех трех кристаллографических осей. В то же время, из прошлых работ известно, что в концентрированном соединении наблюдается совпадение магнитной восприимчивости вдоль двух кристаллографических осей (a и b) [Physical Review B, 2012, v. 86, 064203]. Таким образом, возникла задача определения концентрации перехода из конфигурации с двумя различными g-факторами к анизотропии по трем кристаллографическим осям. Для решения данной задачи будут исследованы магнитные свойства концентрационной серии образцов $\text{SrY}_{2-x}\text{Yb}_x\text{O}_4$. На сегодняшний день в лаборатории сильно-коррелированных электронных систем Института физики Казанского федерального университета были подготовлены ориентированные кристаллы $\text{SrY}_2\text{O}_4:\text{Yb}$, с содержанием Yb 5 и 10%. Результаты измерений говорят о сохранении магнитной анизотропии по всем трем кристаллографическим осям. В дальнейшем мы планируем исследовать всю концентрационную серию образцов и объяснить причины различия магнитных свойств разбавленных и концентрированных образцов.

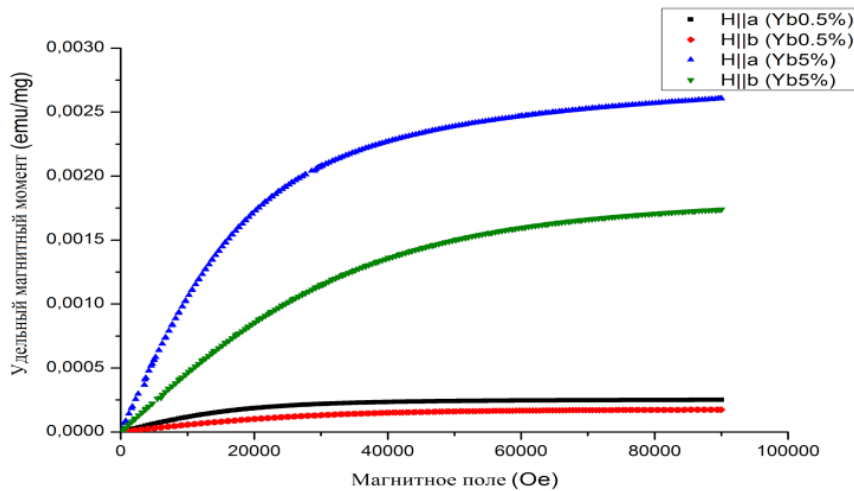


Рис. 1. – Полевая зависимость намагниченности вдоль кристаллографических осей при температуре 2К

ПОИСК ВОЗМОЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ С ОТРИЦАТЕЛЬНЫМ КОЭФФИЦИЕНТОМ ТЕПЛООВОГО РАСШИРЕНИЯ

Зимин Т.М.

Научный руководитель – к.ф.-м.н асс. Лысогорский Ю.В.

Почти все материалы расширяются при нагревании, поэтому исключения вызывают неподдельный интерес научного сообщества. В последнее время наблюдается рост популярности исследований отрицательного теплового расширения (ОТР), например, в таких соединениях как ScF_3 и ему подобных [Chen W. Li, PhysRevLett., 2011, 107, 195504]. Перспектива данного соединения в том, что ОТР у него наблюдается в широком интервале температур, если быть точнее, в диапазоне 7 – 750 К [Cody R. Morelock, Journal of Applied Physics, 2013, 114, 213501]. Компьютерное моделирование в данном случае является очень мощным инструментом, так как позволяет рассчитать параметр Грюнайзена:

$$\gamma = \frac{\sum_i \gamma_i c_{V,i}}{\sum_i c_{V,i}}, \quad (1)$$

который рассчитывается через параметры Грюнайзена отдельных колебательных мод:

$$\gamma_i = -\frac{V}{\omega_i} \frac{\partial \omega_i}{\partial V}. \quad (2)$$

Этот параметр связан с коэффициентом теплового расширения α как:

$$\gamma = \frac{\alpha K_T}{C_V \rho}, \quad (3)$$

и определяет его величину и знак. В данной работе были рассмотрены соединения с группой симметрии, аналогичной группе симметрии ScF_3 (Pm-3m), как бинарные (например, TaF_3 , NbF_3 , MoF_3), так и тернарные (например, AgZnF_3 , LiBaF_3 , RbCaF_3). Для данных соединений были рассчитаны (с помощью пакета программного обеспечения Medea [Medea®, 2013, www.materialsdesign.com]) фоновые спектры и вычислены спектры параметров Грюнайзена по формуле (2). Основываясь на полученных спектрах, были выделены соединения, теоретически способные продемонстрировать эффект ОТР, которые будут более подробно изучены в дальнейшем.

Соединениями, демонстрирующими отрицательный параметр Грюнайзена (соответственно, и возможный отрицательный коэффициент теплового расширения α), оказались TaF_3 и NbF_3 .

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ РЕНТГЕНОСТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА ОСОБЕННОСТЕЙ ДОПИРОВАНИЯ КРИСТАЛЛОВ РУТИЛА ИОНАМИ КОБАЛЬТА

Касимов Д.З.

Научные руководители – проф. Таюрский Д.А., техник-проектировщик Киямов А.Г.

Кристаллы рутила TiO_2 , допированные ионами кобальта, относятся к классу магнитных полупроводников - материалов, обладающих как свойствами ферромагнетика, так и свойствами полупроводника. Столь высокий интерес к магнитным полупроводникам обусловлен широкими перспективами их использования в спинтронике [Journal of the Korean Physical Society, 2004, Vol. 44 (2), P. 360]. Сам по себе рутил является немагнитным материалом, однако, например, имплантированные кобальтом тонкие пленки TiO_2 демонстрировали ферромагнетизм при температурах до 400 К. На сегодняшний день доподлинно неизвестно, является ли существование магнитного порядка результатом особенностей структуры рутила, либо магнитное упорядочение есть следствие ограниченной геометрии образца [Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 2008, Vol. 320, P. 888]. Исследование свойств объемного образца рутила, допированного ионами кобальта, может пролить свет на данный вопрос.

Попытки синтеза кристаллов рутила с высоким содержанием кобальта (более 1%) методом оптической зонной плавки не давали положительных результатов – кристаллы получались неоднородными по цвету, что могло свидетельствовать о различном содержании кобальта в образцах, либо кристаллы не росли вовсе. Мы предполагаем, что причиной неудачи является двух компонентный (порошков TiO_2 и Co_3O_4) состав исходной смеси и, соответственно, поликристаллической заготовки. Мы считаем, что использование однокомпонентной поликристаллической заготовки, изготовленной из порошка рутила допированного ионами кобальта, позволит вырастить однородный кристалл. Одним из способов осуществить данную идею является механоактивированное легирование. Для подтверждения факта легирования нами была подготовлена и исследована серия образцов. Порошки TiO_2 и Co_3O_4 перемешивались в ступке в течение 2, 4 и 6 часов, кроме того часть порошка после 4-часового перемешивания была подвергнута обжигу в печи при $800^\circ C$ в течение 8 часов. Таким образом, методом рентгеноструктурного анализа (РСА) исследовалось 4 порошка. На основании результатов обработки порошковых дифрактограмм для различного времени перемешивания и расчета влияния дефектов на отношения интенсивностей дифракционных рефлексов можно утверждать, что содержание вакансий титана растет со временем перемешивания, а сравнение порошков до и после обжига свидетельствует о допировании рутила ионами кобальта, причем кобальт преимущественно занимает позицию титана.

Следующим этапом работы было приготовление однокомпонентной смеси для изготовления керамической заготовки и последующего роста кристалла. Т.к. механоактивированное легирование проходит эффективнее при небольших количествах порошка, весь процесс перемешивания был разбит на шесть этапов по три часа каждый. В итоге после 18-ти часового перемешивания закладываемое содержание кобальта в ат. % равнялось 1,5. Кристалл получился однородным по цвету. Ориентированный монокристалл исследовался методом спектроскопии ЭПР. Результатам спектроскопии ЭПР подтверждают содержание в структуре рутила ионов Co^{2+} (в позиции титана) с концентрацией порядка 1%.

РОСТ КРИСТАЛЛОВ ИТТРАТА СТРОНЦИЯ ДОПИРОВАННЫХ РЕЗДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ МЕТОДОМ БЕЗТИГЕЛЬНОЙ ЗОННОЙ ПЛАВКИ С ОПТИЧЕСКИМ НАГРЕВОМ

Хасанов Р.Н.

Научные руководители – проф. Таюрский Д.А., техник-проектировщик Гильмутдинов И.Ф., техник-проектировщик Киямов А.Г.

Монокристаллы допированные рездкоземельными элементами (РЗЭ) широко применяются в качестве оптически активных и нелинейных сред в оптоэлектронике. Иттрат стронция SrY_2O_4 является

перспективной матрицей для допирования РЗЭ. В данной работе представлен синтез монокристаллов иттрата стронция допированных ионами Yb^{3+} .

Иттрат стронция $\text{SrY}_{1,9}\text{Yb}_{0,1}\text{O}_4$ в поликристаллическом виде был приготовлен методом твердофазного синтеза. В качестве исходных реагентов использовались: SrCO_3 (Alfa Aesar, 99,99%), Y_2O_3 (Alfa Aesar, 99,99%), Yb_2O_3 (Alfa Aesar, 99,99%). Стехиометрическая смесь выдерживалась при температуре 1100°C 24 часа, с промежуточными перетирами каждые 8 часов. Заготовка для роста отжигалась при температуре 1500°C в течение 2 часов. Для роста кристалла использовался метод зонной плавки с оптическим нагревом. Рост кристалла проходил в атмосфере воздуха; поток воздуха составлял 0,5 л/мин; верхний и нижний вал вращались в противоположных направлениях со скоростями 15 об/мин; скорость роста варьировалась от 2 до 4 мм/ч. На рис. 1 приведена фотография выращенного кристалла $\text{SrY}_2\text{O}_4:\text{Yb}$ 5%. Кристалл оптически однороден. Согласно результатам рентгеноструктурного анализа структура кристалла совпадает со структурой SrY_2O_4 и не содержит посторонних фаз. Соединение принадлежит ромбо-дипирамидальному классу симметрии (PNMA, $a=10,08 \text{ \AA}$; $b=11,91 \text{ \AA}$; $c=3,40 \text{ \AA}$) [H. Müller-Buschbaum, 1968, 358, 138-146].

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности.

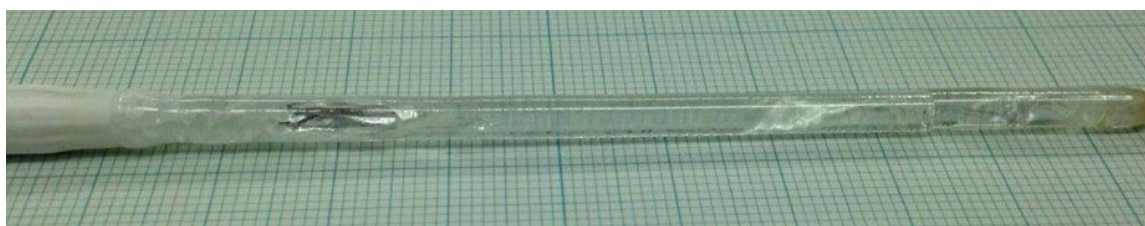


Рис. 1. – Фотография выращенного кристалла иттрата стронция $\text{SrY}_{1,9}\text{Yb}_{0,1}\text{O}_4$.

ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ОБМЕНА В РАСТВОРЕ ЦИКЛОСПОРИНА МЕТОДАМИ СПЕКТРОСКОПИИ ЯМР

Згадзай Ю.О.

Научные руководители – с.н.с. Ефимов С.В., проф. Клочков В.В.

Исследование структуры пептидов в растворе представляет большой интерес, поскольку знание правильной конфигурации позволяет понять закономерности протекания биохимических реакций. Метод спектроскопии ЯМР является одним из основных для установления структуры молекул и изучения конформационного обмена.

В качестве объекта исследования был выбран циклоспорин А – мощный иммунодепрессант. Он состоит из 11 гидрофобных кислот, плохо растворим в воде; известен изменением структуры и динамических свойств при растворении в различных растворителях. В неполярных растворителях имеет форму сплюснутого кольца с двумя β -изгибами [Bernardi, 2008, V. 112, P. 828]. Образец представляет собой раствор циклоспорина А в смеси хлороформа и диметилсульфоксида в различных концентрациях.

Целью нашего исследования является нахождение изменений в спектрах ЯМР циклоспорина в произвольных пропорциях растворителей (от чистого хлороформа до 1:1 хлороформ-ДМСО) и оценка термодинамических параметров конформационного обмена.

Спектры ЯМР циклоспорина были зарегистрированы на спектрометре Bruker Avance II на частоте протонного канала 500 МГц. Образец представляет собой раствор циклоспорина в смеси хлороформа и диметилсульфоксида в различных пропорциях. Для соотнесения сигналов использованы двумерные эксперименты NOESY и TOCSY, обработка спектров произведена в программе SPARKY.

В работе были вычислены скорости химического обмена, энергетические барьеры в различных пропорциях растворителя и температурные зависимости химических сдвигов. По сигналам остатка Ala7 было обнаружено 4 конформера. Такие же конформеры наблюдались и в растворе, содержащем LiCl. Из анализа температурных зависимостей было установлено, что в некоторых конформерах

остаток Ala7 участвует в образовании водородной связи, а в других – нет. Аналогичное наблюдение верно и для Ala8.

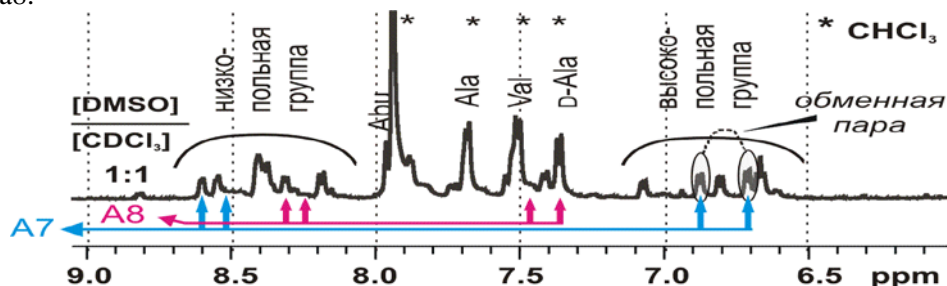


Рис. 1. – Одномерный спектр ЯМР ^1H CsA в смеси ДМСО-хлороформ в мольной пропорции 1:1 при 33°C.

При увеличении концентрации ДМСО химические сдвиги конформеров менялись слабо, но значительно увеличивалась населённость минорных конформеров, из чего мы установили, что минорные формы становятся не менее энергетически выгодными, чем основные. Предположительно, это происходит вследствие связывания ДМСО с циклоспорином. Для разных конформеров результаты были разными, некоторые сдвиги смещались в низкополярную область, а некоторые – в высокополярную. Это может являться свидетельством либо утери водородной связи с участием рассматриваемого амидного протона, либо изменения ориентации $\text{C}=\text{O}$ соседней связи. Из рассмотрения двумерных спектров NOESY видно, что в нашем растворе происходит медленный химический обмен. Значения величины барьера порядка 80 кДж/моль вместе со значительным изменением химических сдвигов NH-групп свидетельствует о цис-транс изомеризации пептидной связи.

СОЗДАНИЕ МОДЕЛЬНОГО ОБРАЗЦА НЕФТИ НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ЯМР РЕЛАКСАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК И РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НЕФТИ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Иванов Д.С.

Научный руководитель – проф. Скирда В.Д.

На данный момент основной вклад в энергетику вносит нефтяная отрасль. По мнению экспертов, уже через 20-30 лет произойдёт существенный спад добычи легкой нефти, в то время как ресурсы тяжелой нефти ещё не исчерпаны. Из этого следует логичный вывод: необходимо разрабатывать эффективные способы добычи тяжелой нефти.

При этом стоит отметить, что до сих пор не существует однозначной методики, которая могла бы связать качественно фракционный состав нефти, ее реологические и физические свойства.

В данном исследовании было поставлено две цели:

- Получить корреляционную зависимость между ЯМР характеристиками и вязкостью.
- Проанализировать возможность создания «модельной нефти», как объекта для изучения.

Изучался ряд образцов нефти, которые по плотности ρ были разделены на две группы: лёгкие нефти ($\rho \leq 0,84 \text{ г/см}^3$) и тяжёлые нефти ($\rho > 0,84 \text{ г/см}^3$), взятых с различных месторождений Республики Татарстан [ГОСТ Р 51858–2002, М., Госстандарт России, 2002, 7 с].

Для получения значений времён ядерной спин-спиновой релаксации T_2 был использован ЯМР спектрометр Testmag Apollo с частотой резонанса на протонах ^1H 300 МН с применением импульсной последовательности КМПГ [CARR H. Y, Phys. Rev. – 1954–Vol. 94.–P. 630, MEIBOOM S., Rev. Sci. Instrum.–1958–Vol. 29–P. 688]. Коэффициент вязкости η был измерен на ротационном вискозиметре Fungilab V.1.0 EXPERT SERIES (диапазон вязкостей: 0,001-1500 сП). Температура исследования: 40°C.

Результаты.

Релаксационные затухания для всех образцов нефти имели мульти-экспоненциальный характер.

Т.к. ядерная спин-спиновая релаксация в изучаемых образцах характеризовалась спектром времён T_2 , то проведение корреляционных зависимостей между коэффициентом вязкостью η и данными по спин-спиновой релаксации требовало выбора некоторой усредненной числовой характеристики спектра времён T_2 . В работе были вычислены коэффициенты корреляции вязкости η со средними скоростями релаксации $\langle 1/T_2 \rangle$, средними временами релаксации $\langle T_2 \rangle$, а так же средним от логарифма времён релаксации $\langle \ln T_2 \rangle$.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ И СТРУКТУРЫ ПРЯМОЙ МИКРОЭМУЛЬСИИ МЕТОДАМИ ЯДЕРНОГО МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА

Карчевский М.А.

Научный руководитель – проф. Скирда В.Д.

Путем исследования методами ЯМР спектроскопии и ЯМР с импульсным градиентом магнитного поля, была исследована прямая *микроэмульсия* на основе промышленно изготавливаемого концентрата смазочно охлаждающей жидкости Милс-11, который имеет сложный состав, включающий в себя помимо воды, масла и смеси ПАВ, технологические добавки, обеспечивающие необходимые антифрикционные, бактериостатические и антикоррозионные свойства продукта. Концентрат представляет собой обратную микроэмульсию [Ланге, 2007, с. 183]. В технологических процессах используется смесь относительно малых концентраций Милс-11 с водой.

Исследования проведены на ЯМР спектрометре «AVANCE III 400» фирмы «Bruker» с датчиком, оптимизированным для диффузионных исследований. Исследованы три образца с концентрациями Милс-11 в воде 5, 10 и 15%. Температура исследования – 296 К.

Путем сравнения спектров ЯМР высокого разрешения смеси Милс-11 со спектрами основных компонент системы – минерального масла и ПАВ, было установлено, какие из областей спектра относятся к тому или иному компоненту системы. Использование этой информации позволило в дальнейшем исследовать самодиффузию молекул компонент системы по отдельности.

Форма диффузионных затуханий, связанных с подвижностью молекул минерального масла не зависит от времени диффузии при временах диффузии от 37 до 1000 мс. Сравнивая компоненту спада, относящуюся к молекулам ПАВ, с компонентой минерального масла, мы можем наблюдать одинаковый наклон спадов. Это свидетельствует о том, что молекулы масла и молекулы ПАВ характеризуются одинаковым коэффициентом самодиффузии.

Таким образом, совокупность этих данных, позволила нам заключить, что в исследуемых образцах молекулы масла и молекулы ПАВ движутся вместе как единое целое. Таким образом, надмолекулярные образования дисперсной фазы представляют собой капли масла стабилизированные оболочкой из молекул ПАВ, а измеряемый нами коэффициент самодиффузии – есть коэффициент самодиффузии целых капель в воде.

Слабая неэкспоненциальность диффузионных спадов трактуется нами, как факт узкого распределения по размерам диффундирующих капель. Используя формулу Стокса-Эйнштейна, позволяющую вычислить гидродинамический радиус броуновской частицы, коей и является капля масла в воде [Magnetic Resonance in Chemistry, 2013, V. 51, № 4. с. 424–430], можно вычислить гидродинамический радиус капель, зная их коэффициент самодиффузии. Вычисленный гидродинамический радиус капель масла со стабилизирующей оболочкой из молекул ПАВ при концентрациях Милс-11 в воде 5, 10 и 15% составил соответственно 11, 13 и 15 нм.

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ СТРОЕНИЕ АНТИМИКРОБНОГО ПЕПТИДА PG-2 В РАСТВОРЕ С МИЦЕЛЛАМИ ПО ДАННЫМ СПЕКТРОСКОПИИ ЯМР ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ

Колосова О.А.

Научные руководители – проф. Клочков В.В., с.н.с. Усачев К.С.

Антимикробные пептиды – небольшие пептиды, обладающие антибактериальной активностью, которая играет важную роль в иммунной системе многих животных. Цитотоксичность антимикробных пептидов проявляется в их способности к проникновению в клеточную мембрану и образованию трансмембранных пор, что приводит к нарушению клеточного гомеостаза и гибели клеток. Одним из наиболее ярких представителей антимикробных пептидов являются небольшие пептиды протегрины [Usachev, 2015].

Протегрины – антимикробные пептиды, структура которых представляет собой β -складку, стабилизированную двумя дисульфидными связями. В качестве объекта исследования был выбран PG-2, состоящий из 16 аминокислот (рис. 1).

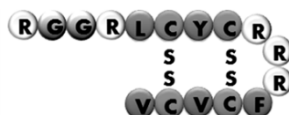


Рисунок 1. – Аминокислотная последовательность PG-2.

Регистрацию одномерных и двумерных (^1H - ^1H) спектров ЯМР в растворе проводили на ЯМР-спектрометре AVANCE II-500 (Bruker Biospin, Faellanden, Швейцария) (500 МГц (^1H)) при температуре 293 К. Для отнесения сигналов в спектрах ЯМР ^1H использовали подход, основанный на совместном применении TOCSY и NOESY экспериментов [Blokhin, 2011, v. 41, p. 267]. Также используя метод определения типа вторичной структуры – индекса химического сдвига (CSI, chemical shift index), были обнаружены две группы трех и более низкопольных сдвигов, что подтверждает наличие β -складчатой структуры в исследуемом пептиде.

На основе экспериментов по ядерному эффекту Оверхаузера ^1H - ^1H NOESY ЯМР были установлены межпротонные расстояния PG-2 с мицеллами додецилфосфохолина (ДФХ), с помощью которых была рассчитана структура пептида (PDB ID: 2MUH) методом молекулярной динамики [Usachev, 2013, v. 42, p. 803]. Структура комплекса пептида с мицеллой была построена исходя из анализа гидрофобных областей пептида, которые взаимодействовали с заряженной поверхностью мицеллы (рис. 2).



Рисунок 2. – Структура PG-2 с мицеллой ДФХ.

Установлено, что взаимодействие пептида PG-2 с заряженной поверхностью мицеллы ДФХ происходит посредством гидрофобного кластера из аминокислотных остатков Leu5, Phe12, Val14 и Val16.

ВЕРИФИКАЦИЯ ДАННЫХ АКСОНАЛЬНОЙ ТРАКТОГРАФИИ IN VIVO

Коноплева Л.В.

Научный руководитель – проф. Ильясов К.А.

Измерение диффузии при помощи магнитно-резонансной томографии дает большие возможности для исследования биологических тканей in vivo [Технологии живых систем, 2012, т. 9, № 6]. Диффузия молекул воды в белом веществе головного мозга и мускулах анизотропна – она более выражена в направлении в направлении волокон, чем поперек, что дает возможность определить локальные направления аксональных и мышечных волокон. Алгоритмы Аксональной Трактографии (Fiber Tracking) используют эту информацию, чтобы найти пути прохождения нервных волокон и, таким образом, неинвазивно обнаружить связи между различными участками головного мозга [Ann. Neurol., 1999, т. 45, с. 265-269]. Однако пространственное разрешение МРТ ограничено несколькими миллиметрами, что на порядки больше диаметра нервных волокон. Такое усреднение по вокселу дает верную информацию о нервных пучках диаметром порядка миллиметра, а для путей разных направлений могут быть найдены только усредненные направления в пределах воксела. Недостаток информации в области пересечения путей может привести к неверным трактовке результатов, что в свою очередь приведет к ошибочному определению связей в головном мозге.

Ранее нами были предложены параметры (коэффициент вероятности и информационная энтропия), позволяющие оценивать результаты аксональной трактографии. В представленной работе проанализированы данные измеренные на человеке, включая пациентов с ишемическими поражениями головного мозга. Было выявлено, что предложенный метод позволяет четко выделять области с плотной упаковкой тракта, а также области, где происходит пересечение или разветвление трактов. Кроме того, исследования МРТ данных пациентов с поражениями, показали, что в области поражения происходит увеличение энтропии.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КУРКУМИНА С ЛИПИДНЫМ БИСЛОЕМ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА МОЛЕКУЛЯРНОЙ ДИНАМИКИ

Кравченко Р.И.

Научные руководители – проф. Филиппов А.В., с.н.с. Халиуллина А.В.

Существует ряд низкомолекулярных биологически активных веществ растительного происхождения, обладающих рядом полезных фармакологических свойств. Одним из таких веществ является куркумин. Современная научная медицина активно изучает возможность применения куркумина для борьбы со злокачественными новообразованиями [Plummer, 1999, Oncogene, с. 6013] и лечения болезни Альцгеймера [Ringman, 2005, Curr. Alzheimer Res., с. 131]. Поскольку большинство лекарственных препаратов взаимодействуют с биологической мембраной, изучение взаимодействия таких молекул как куркумин с биомембраной представляет собой одну из актуальных задач современной биомедицины.

В данной работе проводилось исследование влияния куркумина на структурно-динамические свойства модельной мембраны при его связывании с липидными бислоями методом молекулярной динамики (МД). В расчетах использовался программный пакет GROMACS [Lindahl, 2001, J. Mol., с. 306] с применением силового поля GROMOS96 53a6 [Oostenbrink, 2004, J. Comput. Chem., с. 1656]. Расчетная ячейка содержала 128 липидных молекул дипальмитоилфосфотидилхолина (ДПФХ), 5072 молекул воды и 1 молекулу куркумина. Расчет МД системы был проведен с длительностью 30 нс, при периодических граничных условиях, при постоянном давлении 1 бар и температуре 320 К.

Согласно данным расчета МД было выявлено, что в течение 30 нс молекула куркумина связывается с поверхностью бислоя. При этом куркумин конформационно менее подвижен на границе раздела фаз вода/бислой, чем в водной среде. Взаимодействие куркумина с областью гидрофильных головок липидов приводит к упорядочиванию углеводородных хвостов липидов.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТОДОМ ЯМР КОЭФФИЦИЕНТА САМОДИФФУЗИИ АВ-ПЕПТИДА В РАСТВОРАХ ТРИФТОРЭТАНОЛ-ВОДА

Лазарева Н.В.

Научные руководители – проф. Филиппов А.В., асс. Мунавиров Б.В.

Согласно одной из наиболее распространённых гипотез, описывающих молекулярный механизм возникновения болезни Альцгеймера, возникновение болезни связано с аномальным поведением мембранного белка APP (amyloid precursor protein). Одним из этапов жизни APP является взаимодействие с ферментами α -, β -, γ -секретазами с последующим выделением А β -пептида. Данный пептид выделяется в мономерном, водорастворимом виде и по неизвестным причинам начинает образовывать нерастворимые агрегаты, которые в дальнейшем откладываются в виде амилоидных бляшек в мозговой ткани, приводя тем самым к гибели нейронов [Iversen, 1995, Biochem. J., P. 1-16].

Целью работы является исследование процесса агрегации А β -пептида и определение влияния параметров окружения на данный процесс, путем определения коэффициента самодиффузии А β -пептида в растворе трифторэтанол-вода методом ЯМР с ИГМП (ядерный магнитный резонанс с импульсным градиентным магнитным полем).

В качестве исследуемого образца был выбран мутант А β -пептида D23 Δ (DAEFRHDSGYEVNHQKLVFFAE-VGSNKGAIIGLMVGGVVV). Подготовка образца представляла собой смешивание пептида с ТФЭ и последующем ступенчатым добавлением дейтрированной воды (0-80%). Измерения проводились на спектрометре Bruker Avance 400 WB. Для анализа диффузионных затуханий используется метод покомпонентного разложения диффузионных затуханий CORE, предложенный Питером Стилбсом [Stilbs, 1996, J. Phys. Chem., P. 8180-8189].

Первые же результаты продемонстрировали наличие технических сложностей, связанных в первую очередь с необходимостью получения разрешенных спектров ЯМР, а также ДЗ при малом количестве образца. На данном этапе работы происходит устранение недочетов и подбор оптимальных условий постановки эксперимента.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЯДЕРНОЙ МАГНИТНОЙ РЕЛАКСАЦИИ СМЕСЕЙ НЕФТИ

Макаров М.Н.

Научные руководители – доц. Савинков А.В., к.ф.-м.н. Гизатуллин Б.И.

Нефть является самым ценным и востребованным ресурсом на планете на сегодняшний день. По мнению экспертов, через пару десятков лет добыча легкой нефти существенно спадет вследствие исчерпания ресурса. Решением проблемы является поиски эффективных способов добычи и транспортировки более тяжелой нефти и ее смесей, как с другими нефтями, так и веществами, используемыми при добыче вязкой нефти (ПАВ, растворители и т.д.). Следовательно, необходимо исследовать смеси нефти в зависимости от состава, происхождения и физико-химических свойств исходных нефтей.

Целью данной работы являлось исследование образования смесей нефтей различной вязкости и состава. В качестве «легкой» использовалась нефть Бавлинского месторождения с вязкостью 38 сПз, «тяжелой» – нефть Мордово-Кармальского месторождения (содержание асфальтенов до 10%) с вязкостью 612 сПз. Из данных объектов был приготовлен и изучен ряд образцов с разной концентрацией по массе тяжелой нефти в легкой. Для получения значений времен спин-спиновой релаксации T_2 был использован ЯМР-анализатор Протон 20М (Хроматэк) с частотой резонанса на протонах 1Н 20 МГц с применением импульсной последовательности Карра-Парселла-Мейбума-Гилла.

Спектр времен релаксации, изображенный на рис. 1 вычислялся из мульти-экспоненциального релаксационного затухания в программе Mathcad. На основе спектров были получены концентрационные зависимости времени спин-спиновой релаксации и долей различных компонент смесей нефтей.

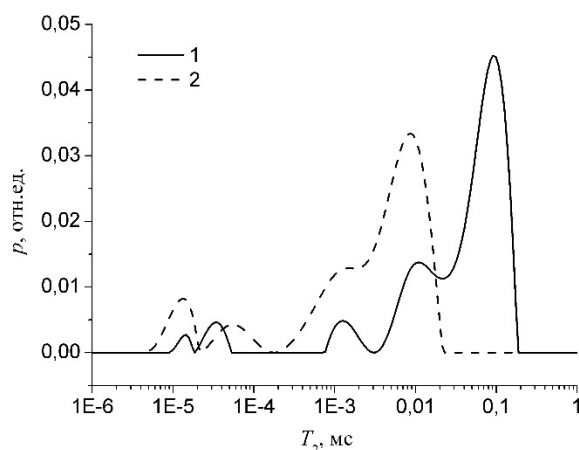


Рисунок 1. – Спектр времен спин-спиновой релаксации легкой (1) и тяжелой нефти (2) нефти.

На основании полученных данных показано, что для компонент нефти со временами релаксации более 10 мс, относящихся к низкомолекулярным частям нефти, выполняется закон аддитивности, что подразумевает растворение данных компонент при добавлении тяжелой нефти в легкую. Однако, быстрорелаксирующие компоненты ($T_2 < 1$ мс) проявляют аномальную концентрационную зависимость времен релаксации, что может быть связано со структурой высокомолекулярных агрегатов нефти и низкой растворяющей способностью полученных смесей нефти.

Работа выполнена в рамках договора на оборудовании ФЦКП ФХИ при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (проект № 02.G25.31.0029).

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДИКИ 2D РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕН ЯДЕРНОЙ МАГНИТНОЙ РЕЛАКСАЦИИ T_1 И T_2 НА ПРИМЕРЕ СЛОЖНЫХ МОЛЕКУЛЯРНЫХ СИСТЕМ

Мельникова Д.Л.

Научный руководитель – проф. Скирда В.Д.

Одним из современных и информативных методов изучения сложных молекулярных систем является метод ядерного магнитного резонанса (ЯМР). На основе анализа получаемых методом ЯМР информации могут быть определены физико-химические свойства исследуемых систем.

В представленной работе применялся метод исследования свойств различных систем на основе явления ЯМР релаксации. Для проведения измерений магнитной релаксации используются импульсные последовательности радиочастотных импульсов: последовательность «инверсия-восстановления» (ИВ) для измерения времён спин-решеточной релаксации T_1 , последовательность Карра-Парселла-Мейбума-Гилла (КПМГ) для измерения времён спин-спиновой релаксации T_2 , а также другие последовательности. В результате таких экспериментов получают и анализируют одномерные (1D) распределения времён T_2 или T_1 . В последнее время исследователи начали применять методику получения совместного распределения времён магнитной релаксации времён T_2 и T_1 , которая даёт более информативное представление об исследуемых системах [Yu-Q. Song, J. Magn. Reson., 2002, n.154, p. 261-268].

На кафедре физики молекулярных систем КФУ была разработана оригинальная методика получения совместного распределения времён магнитной релаксации T_2 и T_1 , заключающееся в автоматизированном получении экспериментальных данных, применения регуляризационных алгоритмов [Зотьев Д.В. Вычислительные методы и программирование, 2005, № 6, с. 249-252] с использованием параллельных вычислений на многопроцессорных системах, и представлении и анализе результатов в виде двумерных (2D) карт [Yu-Q. Song, J. Magn. Reson., 2002, n. 154, pp. 261-268]. Цель настоящего исследования заключается в применении этой методики для изучения многокомпонентных молекулярных систем, таких как нефть и микроэмульсии на основе смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ).

2D-измерения времён ядерной магнитной релаксации производились на ЯМР-анализаторе «Протон 20М» фирмы Хроматек на кафедре физики молекулярных систем Института физики КФУ. Объектами исследования являлись: нефть из различных месторождений Республики Татарстана, микроэмульсии на основе концентрата СОЖ Л-62 имеющий сложный состав, включающий в себя минеральные масла, ПАВ и воду. Результаты измерений были представлены в виде 2D-карт совместных распределений времён магнитной релаксации T_2 и T_1 .

Анализ полученных данных позволил сделать вывод о том, что для сложных молекулярных систем двумерные измерения времен ядерной магнитной релаксации существенным образом повышают достоверность соотнесения определяемых характеристик к отдельным компонентам системы, что, в свою очередь, обеспечивает получение более корректной информации о состав, структура и динамике исследуемого объекта.

ОСОБЕННОСТИ ЯДЕРНОЙ МАГНИТНОЙ РЕЛАКСАЦИИ В ТЯЖЕЛЫХ ФРАКЦИЯХ НЕФТИ (АСФАЛЬТЕНЫ)

Никифорова Т.В.

Научный руководитель – доц. Савинков А.В.

На сегодняшний день, одним из важнейших видов органического сырья, определяющих развитие современного научно – технического прогресса и современных технологий, является нефть. Среди различных методов, применяемых для изучения структурного состава и свойств разнообразных молекулярных систем, метод Ядерного Магнитного Резонанса (ЯМР) занимает особое место. Задачей данного исследования являлось изучение особенностей поведения ядерной магнитной релаксации ^1H в гептан-нерастворимых асфальтенах, полученных нами из тяжелой нефти Мордово-Кармальского месторождения Республики Татарстан. Все измерения ЯМР выполнялись на импульсном ЯМР-релаксметре «Протон-20М» на частоте резонанса 19.8 МГц в диапазоне температур 25-50 $^{\circ}\text{C}$. Измерения времён спин-спиновой ядерной магнитной релаксации ядер ^1H были выполнены при помощи импульсной последовательности « $90^{\circ}_x - t - 90^{\circ}_y$ », а также определялись из анализа сигнала ССИ. Времена спин-решеточной релаксации измерялись при помощи импульсной последовательности « $180^{\circ} - t - 90^{\circ}$ ».

В ходе исследования было выяснено, что в данном образце во всем диапазоне измеряемых температур имеется два вклада в ядерную спин-спиновую релаксацию: первый с малыми временами T_2 характеризуется Гауссовой формой спада поперечной намагниченности, второй – с большими временами T_2 характеризуется Лоренцевой формой спада поперечной намагниченности. Времена T_2 обоих компонент во всем температурном диапазоне измерений не показывают никакой выраженной зависимости от температуры, тогда как измеренное время T_1 резко растет с ростом температуры.

ИССЛЕДОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ПОДВИЖНОСТИ ГЕКСАНА В ПОРИСТОЙ СРЕДЕ СИЛИКАЛИТА-1

Ожиганова Н.Н.

Научные руководители – доц. Савинков А.В., н.с. Гизатуллин Б.И.

Постоянный научный интерес к исследованию молекулярной подвижности жидкости в пористых средах обусловлен возможностью применения пористых материалов в качестве высокоэффективных катализаторов, молекулярных сит и адсорбентов. Исследования динамических характеристик жидкости в пористых системах позволяют получать данные о структуре, состоянии и свойствах молекул внутри пор.

Цель работы заключалась в экспериментальном исследовании методом ЯМР особенностей молекулярной подвижности гексана в силикалите-1 в широком диапазоне температур. В качестве объекта исследования выбран силикалит-1, который представляет собой порошок, состоящий из кристаллов одинаковой формы. В качестве адсорбирующей жидкости используется гексан.

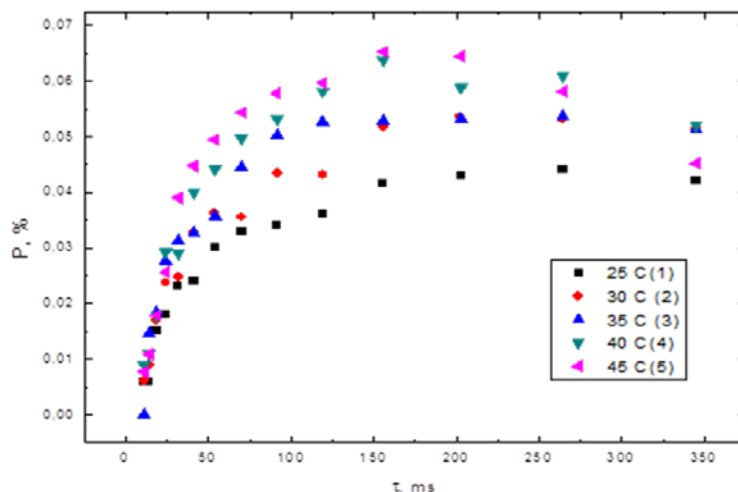


Рисунок 1. – График зависимости населённости фазы жидкости, находящейся внутри кристаллита (фаза «А»), от времени t (последовательность Гольдмана-Шена), при различной температуре.

Анализ зависимостей населённости фазы жидкости, находящейся внутри кристаллита от времени t дает принципиальную возможность определения вида функции – плотности вероятности перехода из фазы «а» в фазу «с»:

$$\omega(t) = P * (1 - \exp(-t/\tau)),$$

где τ – это среднее время жизни молекул гексана в кристаллите. По формуле:

$$\tau = \frac{R^2}{15 * D},$$

где $R=5$ мкм, можно определить коэффициент самодиффузии.

Методом ЯМР в широком диапазоне температур проведено комплексное экспериментальное исследование ядерной магнитной релаксации, а также было оценено время жизни молекул гексана в порах силикалита-1 для различных температур и произведена оценка КСД молекул гексана в порах силикалита-1.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ЯМР ИГМП РАСТВОРОВ ФРАГМЕНТА ОБМ S72-R103

Рощина А.И.

Научный руководитель – доц. Рудакова М.А.

В данной работе исследовалась степень влияния различных растворителей на состояние фрагмента основного белка миеллина (ОБМ) при помощи изучения трансляционной подвижности методом ЯМР с импульсным градиентом магнитного поля (ЯМР ИГМП), для определения растворителя, подходящего для приготовления модельных липидных ориентированных образцов с участием ОБМ. В качестве объекта исследования был выбран центральный фрагмент ОБМ изоформы 18,5 кДа, включающий в себя амфипатическую альфа-спираль и отвечающий за «слипание» цитоплазматических поверхностей мембраны [Ahmed, 2012, pp. 7575–7578]. Данный фрагмент ОБМ в концентрации 1,2мМ был исследован в 5 растворителях, представлявших собой водные растворы с различной концентрацией трифторэтанола (ТФЭ).

Исследование образцов проведено на спектрометре «AVANCE 400 III TM» при температуре 300 К и временах диффузии от 30 до 60 мс. Из эксперимента были получены диффузионные затухания (ДЗ) для каждого образца. Типичный вид ДЗ можно описать суммой как минимум двух экспонент с различными коэффициентами. На основе полученных данных оценено [Халиуллина, 2013, с. 10] значение гидродинамического радиуса пептида во всех 5 растворителях, как параметра, дающего оценку степени влияния растворителя на состояние фрагмента ОБМ [Халиуллина, 2013, с. 10]. И на основании анализа данных сделано заключение, что в качестве растворителя при приготовлении модельных

ориентированных мембран можно использовать буферный раствор, как минимально влияющий на состояние фрагмента ОБМ. При этом необходимо внести изменения в процедуру приготовления таких мембран, связанные с использованием данного растворителя.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КУРКУМИНА С ЛИПИДАМИ МЕТОДОМ ^31P И ^2H ЯМР СПЕКТРОСКОПИИ

Тарасов Р.В.

Научные руководители – проф. Филиппов А.В., асп. Котенков С.А.

Куркумин является природным соединением извлекается из корневищ куркумы (Куркума Лонга). Куркумин является биологически активным, противовоспалительным, антиангиогенным, антиоксидантным, ранозаживляющим веществом. Из литературных источников известно, что существует взаимодействие куркумина с клеточными мембранами. Научный интерес представляет исследование взаимодействия куркумина с липидами в присутствии холестерина, т.к. сведения об этом весьма ограничены.

Целью работы является исследование взаимодействия куркумина с везикулами, образованными фосфолипидами ДМФХ (диметилфосфатидилхолин) в присутствии холестерина.

Используя ЯМР спектроскопию, нами изучалось поведение гидрофильной части молекулы фосфолипида на ядрах ^31P , а гидрофобной части – на ядрах ^2H .

В результате были отдельно получены спектры ЯМР везикул с куркумином в водном растворе без холестерина, спектры ДМФХ в присутствии куркумина и холестерина для различных концентраций.

^2H ЯМР спектры липида ДМФХ в присутствии куркумина и холестерина в водном растворе показывают увеличение значения квадрупольного расщепления спектров. Наибольшее расщепление наблюдается в присутствии холестерина, в присутствии куркумина этот эффект усиливается. Результаты ^31P ЯМР спектроскопии показали снижение интенсивности сигнала при увеличении концентрации холестерина. Также было замечено, что при добавлении куркумина в раствор наблюдается увеличение интенсивности спектров.

САМОДИФФУЗИЯ ИОННОЙ ЖИДКОСТИ В ПОРИСТОМ СТЕКЛЕ

Хафизова О.С.

Научный руководитель – доц. Азанчеев Н.М.

В последние годы значительно возрос интерес к такому классу соединений, как ионные жидкости (ИЖ). Ионные жидкости – это соли, находящиеся в жидком состоянии при комнатной или близкой к ней температуре. В отличие от большинства обычных жидкостей ИЖ имеют низкое давление насыщенных паров и хорошо растворяют различные вещества, причём, как полярные, так и неполярные. Кроме того, имеются возможности получения ИЖ с нужными свойствами, путем комбинации различных пар катион-анион. При этом механизмы подвижности ионов и ионной проводимости чистых ИЖ остаются до конца не выясненными. Метод ЯМР с импульсным градиентом магнитного поля (ИГМП) может обеспечить дополнительную информацию относительно этих механизмов, позволяя регистрировать в ряде случаев подвижность (коэффициент самодиффузии, КСД) аниона и катиона в отдельности. Одна из возможных областей применения ИЖ – это их использование как электролитов в суперконденсаторах. В таких устройствах, в частности, может происходить проникновение ИЖ в поры материала электрода, имеющих нанометровый диапазон. В связи с этим в данной работе регистрируется и анализируется форма диффузионного спада сигнала спинового эха протонов ИЖ в пористой среде. Образец представлял собой стекло Vycor (средний размер пор 4 нм), частично насыщенное (степень заполнения объема пор $\sim 70\%$) ионной жидкостью: тригексилтетрадецилфосфоний (катион) и бис-салицилатоборат (анион). Измерения проводили при комнатной температуре на приборе ЯМР AVANCE III (“Bruker”) с частотой протонного резонанса 400 МГц.

Форма диффузионного спада протонов катиона в стекле при всех временах диффузии в диапазоне $t_d=17-600$ мс может быть приближенно представлена суммой 2-х компонент, одна из которых соответствует значению КСД $D_b \approx 4 \cdot 10^{-13}$ м²/с, что близко к КСД катиона в чистой ИЖ. Второй компонент

характеризуется значением $D_a \approx 1 \cdot 10^{-11} \text{ м}^2/\text{с}$, почти на 2 порядка превышающим КСД катиона в исходной ИЖ. При этом обе компоненты имеют приблизительно одинаковые амплитуды при $td=17 \text{ мс}$. Это соотношение (1:1) меняется до 1:1,5 в пользу D_a по мере роста td .

Прогревание образца при 330 К в течение нескольких часов существенно меняет форму спада: она становится в целом многокомпонентной. При этом минимальный КСД, регистрируемый в эксперименте при $td=17 \text{ мс}$, имеет значение $\sim 8 \cdot 10^{-13} \text{ м}^2/\text{с}$, что несколько выше, чем до прогрева (D_b), а его амплитуда уменьшается от $\sim 50\%$ до $\sim 10\%$. Наибольший КСД, оцененный по начальному участку диффузионного спада, возрастает до $\sim 2 \cdot 10^{-11} \text{ м}^2/\text{с}$. Общая форма диффузионного спада с ростом времени диффузии приближается к экспоненциальной, что соответствует сужению спектра КСД в образце после его прогрева. Анализируются возможные причины такого поведения экспериментальных параметров диффузионного эксперимента

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КУРКУМИНА С ЛИПИДАМИ РАЗЛИЧНОЙ СТРУКТУРЫ

Шуганова А.М.

Научные руководители – проф. Филиппов А.В., асп. Котенков С.А.

Куркумин – естественный полифенол, происходящий из травяного средства – куркумы лонги. Научный интерес к куркумину вызван его антиоксидантными, противовоспалительными, противораковыми свойствами. Как предполагается, способность куркумина встраиваться в мембрану клеток и взаимодействовать с липидным бислоем, и обуславливают весь этот широкий круг полезных фармакологических свойств куркумина.

Эксперименты проводились на плоских ориентированных бислоях с фиксированной массой липида и изменяемой концентрацией куркумина (0, 5, 10, 20, 40 моль %).

Определение размеров агрегатов куркумина проводилось на микроскопе Микромед-3. Данные эксперимента показали, что с увеличением концентрации куркумина размеры агрегатов куркумина увеличиваются для яичного фосфатидилхолина (до 5 мкм), для диолеил фосфоглицерол размеры агрегатов сохраняются (около 2 мкм).

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЯДА ПРОТЕГРИНОВ (I-V) НА ФАЗОВОЕ СОСТОЯНИЕ И УПОРЯДОЧЕННОСТЬ ЛИПИДНЫХ МЕМБРАН МЕТОДОМ ЯМР

Гибайдуллин А.Н.

Научный руководитель – доц. Рудакова М.А.

Интерес к изучению свойств антимикробных пептидов (АМП), который не угасает на протяжении последних лет, обусловлен тем, что АМП обладают антибактериальной, противогрибковой и противовирусной активностью [Paragianni, 2003, P. 465–499]. Если говорить непосредственно о Протегринах (П), то они, являясь представителем катионных антимикробных пептидов, обладают активностью в отношении грамм-отрицательных и положительных бактерий, грибов, HIV-1 вирусов [Paragianni, 2003, P. 465–499, Yount, 2005, P. 4967, Haney, 2009, P. 1639]. При этом в основе действия АМП на мембраны бактерий, грибов и т.п. лежит механизм неспецифического липид-пептидного взаимодействия, благодаря чему АМП рассматриваются как класс новых антибиотиков естественного происхождения с отсутствием эффекта выработки резистентности бактерий. Последние исследования П позволяют утверждать, что, несмотря на различия в строении, обладают сходным амфипатическим «мотивом» [Haney, 2009, P. 1639]. Они формируют структуры, одновременно содержащие положительно заряженные (или гидрофильные) и гидрофобные области [Haney, 2009, P. 1639], причем формирование таких структур может быть как следствием пептид-пептидного взаимодействия, так и мембранно-ассоциированной олигомеризации [Yount, 2005, P. 49]. Именно взаимодействие таких амфипатических образований П с мембраной, в конечном счете, приводит к структурным изменениям в мембране, включающим в себя: нарушения упорядоченности мембраны, формирование неламмеллярных включений, мицелл, образование тороидальных пор [Paragianni, 2003, P. 465]. Таким образом, под-

ход, реализуемый в данной работе и подразумевающий исследование ряда П (I-V), может предоставить информацию о деталях описанного липид-пептидного взаимодействия и установить факторы, определяющие изменения в липидной компоненте мембраны при таком взаимодействии.

В данной работе при помощи методов ³¹P и ²H ЯМР спектроскопии исследуется влияние П на фазовое состояние и упорядоченность липидных мембран на примере суспензии липосом димристоилфосфотидилхолина и ²H-меченного димристоилфосфотидилхолина. Сочетание этих двух методов дает возможность отслеживать структурные и динамические характеристики как гидрофильной («головной»), так и гидрофобной («хвостовой») части липидов. Спектры были получены без вращения образцов, при температурах 293, 303 и 313 К. Таким образом, изучаемые системы находились как в фазе геля, так и в жидкокристаллической. В ходе исследования фазового состояния однокомпонентных незаряженных липидных систем в присутствии ряда П методом ³¹P-спектроскопии установлено, что концентрация всех типов П играет существенную роль в характере влияния данных антимикробных пептидов на фазовое состояние липидной мембраны. Сам факт такой зависимости говорит о наличии в системе как липид-пептидных, так и пептид-пептидных взаимодействий. Установлено, что максимальное влияние на фазовое состояние незаряженной липидной мембраны оказывает П 1. При том, что для всех типов П характер во влиянии на фазовое состояние принципиально не отличается и состоит в образовании неламеллярной изотропной фазы. Для ряда П 2-5 установлено, что концентрацией выше которой влияние на фазовое состояние липидной мембраны становится существенным, является концентрация выше 3% мол. В ходе исследований упорядоченности липидного бислоя на примере ²H-меченного димристоил фосфотидилхолина при помощи метода ²H-спектроскопии установлено, что присутствие ряда П (1-5) оказывает влияние на упорядоченность гидрофобной части липидного бислоя, при этом наиболее существенное П типа 1. При этом обнаружено, что выше и ниже точки фазового перехода гель-жидкий кристалл характер такого влияния меняется от упорядочивающего к разупорядочивающему.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ НЕЙРОННЫХ ЦЕПЕЙ В ПРОЦЕССЕ ЭЛЕКТРОСТИМУЛЯЦИИ

Латфуллин А.Р.

Научный руководитель – доц. Рудакова М.А.

Многие жизненно важные биологические функции организма, такие как дыхание, сердечная деятельность, электрическая активность мозга, локомоторная активность (передвижение тела в пространстве) представляют собой ритмические процессы. За работу этих процессов отвечают нейронные сети в спинном мозге и в первую очередь центральный генератор упорядоченной активности (ЦГУА) – нейронная цепь, подающая ритмически упорядоченные сигналы. Существует несколько характеристик, которые воздействуют на передачу нервных импульсов, а именно: биологические, химические, физические. Менее изученной является физическая характеристика, например, физические параметры объектов, влияющие на характер «обратной тактильной связи». Поэтому моделирование механизмов нейронной цепи с учетом влияния «физических констант» представляется актуальным для углубления понимания функционирования таких нейрональных цепей.

На данный момент существует несколько моделей, в той или иной степени описывающих поведение таких нейрональных цепей при воздействии электрическим импульсом и активации мышц сгибания и разгибания в ЦГУА, но при этом не учитывающих «физические константы» в явном виде. В данной работе приведена попытка при помощи компьютерного моделирования, в рамках специально разработанной для этой цели программы и сравнения с результатами нейрофизиологических экспериментов определить модель, наиболее оптимально описывающую поведение ЦГУА в условиях электростимуляции. Еще одной целью данной работы является внесение «физических параметров» в явном виде в выбранную на предыдущем этапе модель.

ТРАНСПОРТНЫЕ СВОЙСТВА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ AL_xME_(1-x) [ME={NI, CU}]

Бурганов Т.Ю.

Научный руководитель – доц. Хуснутдинов Р.М.

Методом атомарной/молекулярной динамики на основе модели потенциала «погруженного» атома (EAM-потенциала, эффективным образом учитывающего многочастичные взаимодействия) исследуется коллективная динамика атомов металлических сплавов. Выполнено масштабное молекулярно-динамическое исследование сплавов: Al_xCu_(1-x), Al_xNi_(1-x). Исследованы структурные особенности сплавов при различных концентрациях x . Рассчитаны транспортные свойства (диффузия, вязкость) металлических сплавов при низких концентрациях алюминия.

СТРУКТУРНЫЕ ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ В ВОДЕ

Гимадиева И.М.

Научный руководитель – доц. Хуснутдинов Р.М.

Вода является самой распространенной жидкостью на Земле. Она играет важную роль в функционировании живых организмов и многих химических реакциях. Несмотря на свое широкое распространение, многие свойства этой жидкости являются до сих пор мало изученными. Вода, как известно, имеет сложную фазовую диаграмму, содержащую: две жидкие фазы с низкой (LDW) и высокой (HDW) плотностями; 15 кристаллических фаз льда (Ih, Ic, II, III и т.д.); три аморфные фазы – аморфной лед с низкой (LDA) и высокой (HDA) плотностями, а также аморфный лед сверхвысокой плотности (VHDA). Причем переходы между различными фазами могут сопровождаться как скачкообразными, так и непрерывными изменениями в параметрах порядка (плотности, энтропии и др.). В данной работе исследуются структурные фазовые переходы в воде на основе моделирования молекулярной динамики. Модельная система состояла из $N=13\ 500$ частиц, взаимодействующих посредством эффективного потенциала межмолекулярного взаимодействия. Расчет температурной зависимости структурных характеристик системы (радиальной функции распределения частиц и статического структурного фактора) показал наличие структурного перехода в исследуемой модельной системе. На основе анализа параметров порядка (параметра Вендта-Абрахама и двухчастичной конфигурационной энтропии) установлена критическая температура структурного перехода «жидкость-аморфное тело». Показано, что представленная модель потенциала не предсказывает тетраэдрически-упорядоченных структур в широкой термодинамической области. Следовательно, данная модель потенциала не способна к формированию водородных связей в системе. В аморфной фазе модель потенциала предсказывает сложную вибрационную динамику частиц. В плотности вибрационных состояний отчетливо наблюдаются два вибрационных режима.

АНАЛИЗ ПЕРЕКРЕСТНЫХ КОРРЕЛЯЦИЙ И ЭФФЕКТОВ СИНХРОНИЗАЦИИ ДИНАМИКИ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ КВАЗАРОВ

Заббаров А.Ф.

Научный руководитель – ст. преп. Дёмин С.А.

Важнейшими факторами, определяющими эволюцию аккрецирующих астрофизических систем, являются нелинейность, нестационарность, перемежаемость динамики, а также коллективные эффекты. Дисковая аккреция астрофизических объектов во многом определяется процессами в горячей плазме. Разнообразие аккрецирующих объектов и существенное количество эффектов, реализующихся в плазме диска, приводят к необходимости использования всех доступных методов анализа для более глубокого понимания особенностей эволюции подобных систем.

В настоящей работе используется фликкер-шумовая спектроскопия (ФШС) – феноменологический подход к изучению динамики авто- и кросс-корреляций временных сигналов. Мы исследуем изменение во времени спектральной плотности потока радиоизлучения квазаров, фиксируемого одновре-

менно на частотах 2,7 ГГц и 8,1 ГГц. Экспериментальные данные по радиоизлучению квазаров были любезно предоставлены Dr. N. Tanizuka (Laboratory for Complex Systems Analysis, Osaka Prefecture University). Регистрация данных осуществлялась в период с 1979 г. по 1988 г. (всего 3 309 дней).

Квазары – это мощные компактные источники электромагнитного излучения, открытые в 60-х гг. XX века, как источники радиоизлучения с очень малыми угловыми размерами, а затем отождествленные со звездообразными объектами. Согласно наиболее распространенным представлениям квазары являются активными ядрами далеких галактик, находящихся на стадии формирования, в которых сверхмассивная черная дыра поглощает вещество из газопылевого диска. При движении слоев падающего вещества возникают коллективные эффекты и резонансные явления.

Представлены результаты анализа активности квазизвездных радиоисточников. Основой ФШС подхода является введение соотношений для описания различных типов нерегулярностей, отражающих резонансные и хаотические вклады анализируемой динамики. Это позволяет провести параметризацию – количественное и качественное «описание» эволюции аккрецирующих объектов на основе извлечения информации из сигналов с помощью небольшого набора параметров. Вводимые в ФШС двухпараметрические кросс-корреляторы отражают эффекты частотно-фазовой синхронизации и перекрестные взаимосвязи в сигналах радиоактивности квазаров на разных частотах.

ИССЛЕДОВАНИЕ АВТО- И КРОСС-КОРРЕЛЯЦИЙ ВО ВЗАИМНОЙ ДИНАМИКЕ ИНТЕРИКТАЛЬНЫХ ЭЭГ-СИГНАЛОВ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ЭПИЛЕПСИИ

Ибрагимова Р.Р.

Научный руководитель – ст. преп. Дёмин С.А.

В работе продемонстрирована роль эффектов статистической памяти и частотно-фазовой синхронизации в патологической деятельности головного мозга человека при эпилепсии. Фактически представленный метод анализа временных серий определяет простой путь для поиска диагностических критериев эпилепсии. Он основан на исследовании авто- и кросс-корреляций в биоэлектрической активности коры головного мозга разных групп людей.

Для анализа экспериментальных данных в работе использованы фазовые портреты различных комбинаций ортогональных динамических переменных, спектры мощности исходных временной корреляционной и кросс-корреляционной функций и соответствующих функций памяти, частотные зависимости мер памяти $\varepsilon_i(\nu)$, $\delta_i(\nu)$, а также значения статистических кванторов памяти $\varepsilon_1(0)$, $\delta_1(0)$. Указанные параметры и характеристики были определены на основе формализма функций памяти. Вычисления выполнялись для двух групп людей (здоровые испытуемые – контрольная группа и пациенты с патологией), состоящие из 9 человек.

Полученные результаты отражают некоторые физические аспекты патологического функционирования головного мозга человека при эпилепсии. Нарушение деятельности мозга при указанном заболевании приводит к существенному изменению количественных и качественных показателей и характеристик ЭЭГ-сигналов. В частности, в рамках авто- и кросс-корреляционного анализа было обнаружено существенное расслоение фазовых портретов ЭЭГ-сигналов пациентов; изменение мозговых ритмов при патологии; динамика ЭЭГ-сигналов пациентов отличалась более случайным характером, связанным с наличием большого числа дополнительных «перекрывающихся» периодических процессов.

ПРОЦЕССЫ ВИТРИФИКАЦИИ В ФУЛЛЕРЕНОВЫХ СМЕСЯХ

Кашанова З.К.

Научный руководитель – доц. Хуснутдинов Р.М.

В настоящей работе представлены результаты молекулярно-динамических исследований структурных и динамических свойств аморфной фуллереновой смеси $C_{60x}/C_{70(1-x)}$ при эквимольной концентрации ($x=0,5$) для широкой области значений температур и давлений. Молекулярно-динамическое моделирование смеси $C_{60x}/C_{70(1-x)}$ было выполнено в изотермически-изобарическом

NpT-ансамбле в программном комплексе LAMMPS. Исследуемая система состояла из $N=19\ 652$ молекул, расположенных в кубической ячейке с периодическими граничными условиями. Взаимодействие между молекулами осуществлялось через эффективный потенциал межмолекулярного взаимодействия Жирифалько. Для приведения системы в состояние термодинамического равновесия применялся баростат и термостат Нозе-Гувера с параметром взаимодействия $\tau=100$ пс. Интегрирование уравнений движений молекул выполнялось с помощью алгоритма Верлэ в скоростной форме с временным шагом $dt=5,0$ фс. Быстрым охлаждением система из высокотемпературного состояния ($T=2091$ K), минуя кристаллизацию, была приведена в метастабильное аморфное состояние ($T=1100$ K). Скорость охлаждения системы составила $\gamma=10^{12}$ K/c. Для усреднения временных корреляционных функций и спектральных характеристик программой было выполнено 10^6 временных шагов. На основе анализа параметров порядка (параметра Вендта-Абрахама, параметра трансляционного порядка и двухчастичной конфигурационной энтропии) определена критическая температура T_c перехода «жидкость-стекло» для смеси фуллеренов $C_{60x}/C_{70(1-x)}$, которая составила $T_c=1548$ K.

ИЗОТРОПНЫЕ ЭФФЕКТИВНЫЕ ПОТЕНЦИАЛЫ, ПРЕДСКАЗЫВАЮЩИЕ НЕТРИВИАЛЬНЫЕ ФАЗОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ

Каюмова А.И.

Научный руководитель – д.ф.-м.н., зав. каф. Мокшин А.В.

Изотропные потенциалы с мягкой сердцевиной, имеющие две корреляционные длины и аномальное поведение, используются уже более 40 лет для описания систем с полиаморфностью. Исследования, проводимые в этой области в последние годы, показывают, что такие потенциалы проявляют полиаморфность и несколько аномалий, которые подобны аномалиям жидкости. Это структурная аномалия, аномалия диффузии, аномалия плотности и другие. Данные потенциалы в отличие от жидкости не имеют направленной связи. Другие системы, такие как коллоидные суспензии, растворы белков и жидкие металлы, которые могут быть описаны этим видом потенциалов, открыли возможность изучения механизма генерации полиаморфности и аномалий в этих сложных жидкостях.

Были исследованы свойства отдельных систем, предсказывающих аномалии в различных характеристиках. Получено уравнение состояния для модельного потенциала. В результате установлена зависимость давления от плотности.

ПОСТРОЕНИЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ МАКРОФИГУРЫ ЛУНЫ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ КОСМИЧЕСКИХ МИССИЙ

Набиуллина Д.И.

Научный руководитель – проф. Нефедьев Ю.А.

В работе были рассмотрены современные модели макрофигуры Луны, изучены методы построения моделей макрофигуры Луны и задачи лунной астрометрии, проанализированы результаты построения модели макрофигуры Луны по данным каталога селеноцентрических опорных точек («КСОТ»).

Для решения задач построения моделей макрофигуры Луны был использован метод, основанный на регрессионном моделировании, заключающийся в разложении каталожных данных в гармонические ряды по сферическим функциям. В результате на основе данных каталога селеноцентрических опорных точек была построена модель до восьмой степени разложения. Для анализа были использованы изгибы сечений макрофигуры Луны, построенные по материалам миссии *Clementine*, каталогов *Казань-1162*, *Киев*, и модель, построенная на основании данных полученных из каталога селеноцентрических опорных точек.

В целом, формы гипсометрических кривых изгиба «КСОТ», *Казань-1162* и миссии *Clementine* близки и это подтверждает заключение о том, что имеется понижение средней высоты макрорельефа в северном полушарии видимой стороны Луны в среднем на 2 км, если отсчитывать высоты от лунного центра масс.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ЛУЧЕВОЙ СКОРОСТИ ПЕРЕМЕННОЙ ЗВЕЗДЫ V921 ЕДИНОРОГА ПО НАБЛЮДЕНИЯМ НА ТЕЛЕСКОПЕ РТТ-150

Нурыев Н.Н.

Научный руководитель – доц. Галеев А.И.

В данной работе представлены результаты исследований переменной звезды типа δ Щита V921 Единорога, которые наблюдались на телескопе РТТ-150 23 января и 22 февраля 2014 г. с помощью спектрографа TFOSC. Обработка оптических спектров проводилась посредством программ MaxIm DL, DECH 95 и DECH20T. С помощью программ были выполнены первичная обработка, преобразование изображений в векторный вид, очистка от космических частиц, построение континуума, создание глобальной дисперсионной кривой, используя спектр *Fe-Ar* лампы, отождествление спектральных линий и измерение лучевых скоростей звезды.

Исходя из ранее полученных спектроскопических наблюдений этой звезды в янв. 2004 г. на телескопе Цейсс-1000 САО РАН предполагалось, что V921 Единорога имеет массивный спутник. Для проверки этой гипотезы были измерены лучевые скорости звезды с учетом гелиоцентрической поправки по линиям бальмеровской серии водорода, а также линий MgI 4481, CaII 3933 и межзвездного дублета NaI 5889, 5895 для каждой ночи. Анализ спектров демонстрирует изменения лучевой скорости звездных линий из-за пульсационных эффектов, а также подтверждает существование тренда в кривой лучевых скоростей, обусловленного влиянием спутника.

ПАРАМЕТРЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МЕТЕОРНЫХ ПОТОКОВ ДЛЯ ПЛАНИРОВАНИЯ МЕЖПЛАНЕТНЫХ ПЕРЕЛЕТОВ С УЧЕТОМ НАБЛЮДЕНИЙ НА ММТ

Салимова З.В.

Научный руководитель – проф. Нефедьев Ю.А.

В данной работе представлены результаты исследования параметров распределения метеорных потоков. Наблюдения метеорных потоков проводились различными методами как менее точными – визуальными, так и высокоточными – радиолокационными и телевизионными с помощью ММТ. ММТ – многопрофильная широкоугольная мониторинговая система Mini-MegaTORTORA, которая состоит из девяти отдельных каналов-объективов, установленных попарно на экваториальных монтировках.

Из имеющихся параметров распределения мы воспользовались параметрами распределения по скорости и массе. Далее используя данные наблюдений и подставляя их в формулы, были получены результаты, на основе которых в программе ORIGIN 8 был построен график распределения плотности потока метеорных тел по углу элонгации от апекса Земли.

ЛОКАЛЬНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ И МИКРОСКОПИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА ЖИДКОГО ГАЛЛИЯ

Тахавиев И.Д.

Научный руководитель – доц. Хуснутдинов Р.М.

Методом атомарной/молекулярной динамики на основе модели потенциала «погруженного» атома (EAM-потенциала, эффективным образом учитывающего многочастичные взаимодействия) исследуется коллективная динамика атомов расплава галлия вблизи и выше температуры плавления. На основе анализа спектра динамического структурного фактора $S(k, \omega)$ и спектральных плотностей временной корреляционной функции продольного $\tilde{C}_L(k, \omega)$ и поперечного $\tilde{C}_T(k, \omega)$ потоков установлено, что динамика флуктуаций плотности характеризуется двумя дисперсионными акустико-

подобными ветвями продольной и поперечной поляризации. Показано, влияние многочастичных корреляций на высокочастотную динамику атомов галлия. Установлено, что увеличение валентности системы приводит к изменению закона дисперсии. Показано, что электронные особенности системы помимо оптических свойств, определяют также и акустические свойства вещества.

ОСОБЕННОСТИ В ТЕМПЕРАТУРНОМ ПОВЕДЕНИИ ХАРАКТЕРИСТИК КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ НУКЛЕАЦИИ

Файзерахманова Д.М.

Научный руководитель – д.ф.-м.н., зав. каф. Мокшин А.В.

В работе показано как различные характеристики кристаллической нуклеации ведут себя в зависимости от температуры. При оценке единых температурных зависимостей характеристик зарождения ядра, ученые сталкиваются с такой проблемой, что диапазон температур $0 \leq T \leq T_m$ содержит три контрольные точки, которые связаны с $T = 0\text{ K}$, температурой стеклования T_g и температурой плавления T_m . Следовательно приведенная температура T_g/T_m зависит от системы (материала) и может быть различной даже для систем того же типа. Таким образом, отношение T_g/T_m не может рассматриваться в качестве удобного параметра, с помощью которого можно выполнить оценку универсальных закономерностей. В связи с этим мы вводим безразмерную температурную шкалу \tilde{T} .

В работе было выполнено исследование характеристик кристаллической нуклеации (стационарная скорость нуклеации, вязкость систем, термодинамический нуклеационный барьер) в силикатных стеклах на основе безразмерной температурной шкалы. Проведен анализ температурной зависимости скорости стационарной нуклеации и исследована температурная зависимость вязкости для выявления сильных и хрупких стекол.

ЛОКАЛЬНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ СВОЙСТВА В МОДЕЛЬНЫХ ПЕРЕОХЛАЖДЕННЫХ ЖИДКОСТЯХ

Хайрутдинова А.Ф.

Научный руководитель – д.ф.-м.н., зав. каф. Мокшин А.В.

Исследование структурных особенностей веществ, в частности, выявление ближнего (аморфные тела, жидкости) и дальнего (твердые тела, кристаллы) порядков, осуществляется через рассмотрение особенностей в радиальной функции распределения частиц $g(r)$. В случае жидкости в $g(r)$ появляются несколько пиков, которые соответствуют ближнему порядку. Расстояние до первого пика примерно сопоставимо с размером атома или молекулы. Тем не менее, функцию радиального распределения экспериментально измерить невозможно. Поэтому парную функцию распределения частиц $g(r)$ получают на основе экспериментальных данных для статического структурного фактора $S(k)$.

При исследовании локальных структурных свойств воды при различных температурах и давлениях определялась радиальная функция распределения частиц $g(r)$ и рассчитывались равновесные характеристики. На основе этого был произведен анализ локальных структурных особенностей воды. На рис. 1 представлены радиальные функции распределения частиц $g(r)$ при различных температурах и фиксированном давлении $p \approx 20 \text{ МПа}$. Радиальная функция распределения частиц $g(r)$ имеет осциллирующий характер с ярко выраженными первым максимумом и первым минимумом. Показано, что чем ниже температура воды, тем выше «пики».

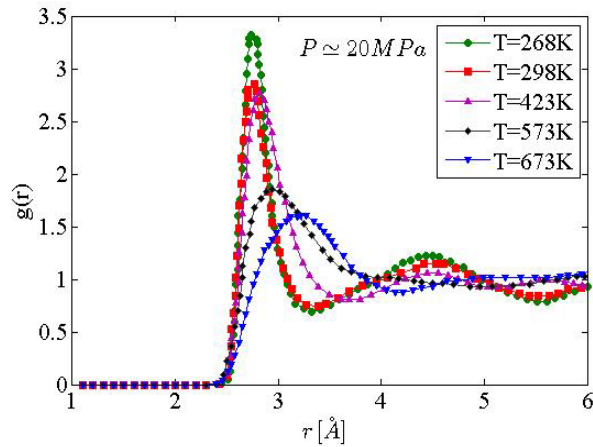


Рисунок 1. – Радиальная функция распределения частиц $g(r)$ воды при различных температурах и фиксированном давлении $p \approx 20$ МПа.

Был выполнен расчет T -зависимости расстояния до первого максимума в радиальной функции распределения частиц $g(r)$. Установлено, что первый максимум радиальной функции распределения частиц $g(r)$ возрастает от 2,73 Å до 3,23 Å. Была выполнена оценка высоты главного максимума в кривых статического структурного фактора $S(k)$ при различных температурах и давлениях. Установлено, что чем ниже температура воды, тем выше главный максимум в статическом структурном факторе $S(k)$. В качестве дополнительных параметров, характеризующих локальное структурное упорядочение, был рассчитан параметр Вендта-Абрахама при различных температурах и давлениях. Было найдено, что с ростом температуры наблюдается изменение параметра Вендта-Абрахама от 0,2 до 0,55.

ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В ОПТИЧЕСКОЙ ЭХО-ГОЛОГРАФИИ

Ахметсафина А.Р.

Научный руководитель – ст. преп. Русанова И.А.

В настоящее время уделяется большое внимание разработке оптических эхо-процессоров, в которых решаются технически важные операции сжатия информационных сигналов, разные варианты их свертки и преобразования Фурье [Нефедьев, Самарцев, 1987, р. 640, Mossberg, 1992, р. 535]. Возможности квантовых систем передачи и преобразования информации зависят от сверхплотного кодирования квантовой информации и квантовых алгоритмов, позволяющих более эффективно решать какие-либо задачи. Физическими системами, реализующими q -биты, могут быть любые объекты, имеющие два квантовых состояния: поляризационные состояния фотонов, спиновые состояния ядер и др. Актуальной проблемой на сегодняшний день является организация управления отдельными q -битами и взаимодействия между ними, обеспечивая при этом достаточно большое время декогеренции [Китаев, 1997, с. 53]. Интерес представляет исследование оптимизации процессов записи и преобразования информации в оптических эхо-процессорах для разработки логических элементов квантовых компьютеров. Носителем этой информации являются переходные динамические решетки населенностей и поляризаций резонансной среды (пространственно-частотное распределение q -битов в пределах неоднородно уширенной линии резонансного перехода).

В работе использован ранее развитый теоретико-информационный метод исследования квантовых информационных процессов в резонансных средах с фазовой памятью на основе идей Шеннона и алгоритмической теории информации Колмогорова [Nefed'ev, Rusanova, 2001, р. 1000]. Кодированная информация может быть внесена как во временную форму, поляризацию возбуждающего импульса, так и в волновой фронт (пространственный модулятор-транспарант). Рассмотрим оптические переходные процессы на временах, близких к времени необратимой релаксации среды ($\sigma = 1 i\hbar^{-1}$, $T_2 = 4 i\hbar$, $T_1 = 10 i\hbar$). Используя решения для матрицы плотности, при взаимодействии атома с

отдельной Фурье – компонентой поля импульса с последующим усреднением по всем частотам, количество структурной информации J_q , приходящая на отдельную изохромату неоднородно уширенной линии резонансного перехода системы двухуровневых атомов, определим как:

$$J_q = \int_{-\infty}^{\infty} g_1(\omega') d\omega' \int_{-\infty}^{\infty} g_2(\Omega') \log_2 \left(\frac{S'(t)}{S(t)} \right) (\omega', \Omega') d\Omega',$$

где $g_1(\omega')$ – функция распределения по частотам Фурье – спектра объектного импульса, нормированная на импульс единичной площади, $g_2(\Omega')$ – функция распределения по частотам неоднородно уширенной линии резонансного перехода. Эффективность записи информации первого кодированного импульса, информационной свертки двух кодированных импульсов и формирования отклика фотонного эха зависит от схемы кодировки транспарантов [Rusanova, 2013, p. 651].

ЭФФЕКТ ЗАПИРАНИЯ СТИМУЛИРОВАННОГО ФОТОННОГО ЭХА ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ С НЕРЕЗОНАНСНЫМИ ЛАЗЕРНЫМИ ИМПУЛЬСАМИ

Денисова М.Р.

Научный руководитель – доц. Гарнаева Г.И.

Отметим, что в работе [Калачев, 1988, т. 84, с. 150] был теоретически предсказан и экспериментально подтвержден эффект записи долгоживущего фотонного эха (ДФЭ) в кристалле $\text{LaF}_3:\text{Pr}^{3+}$ (переход ${}^3H_4(0) - {}^3P_0$, $\lambda=477,7$ нм) при воздействии на временном интервале между первым и вторым лазерными импульсами неоднородного электрического поля. В работе [Нефедьев, 2005, т. 98, с. 41-45] была исследована эффективность подавления отклика стимулированного фотонного эха СФЭ при различных схемах воздействия на резонансную среду пространственно-неоднородных электрических полей.

В данной работе исследуется эффект записи СФЭ в случае, когда в качестве неоднородного внешнего возмущения, приводящего к случайным сдвигам или расщеплениям исходных изохромат неоднородно уширенной линии, выступает нерезонансное лазерное излучение (стоячая волна). В этом случае пространственная неоднородность связана с изменением напряженности электрического поля лазерного излучения в пределах длины волны (чередование пучностей и узлов стоячей волны).

На рисунке представлена схема возбуждения при формировании стимулированного фотонного эха.

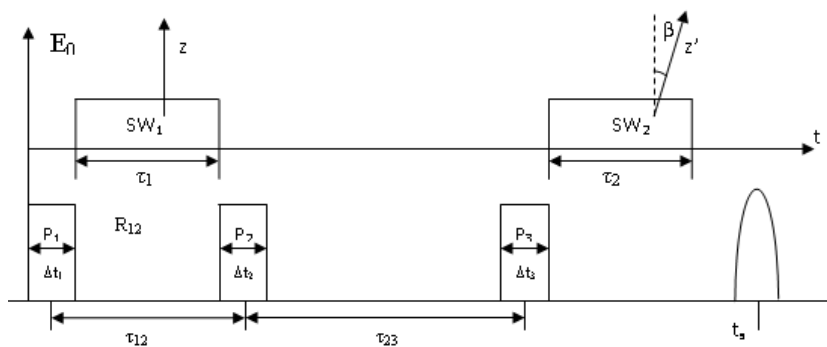


Рисунок 1. – Порядок возбуждающих импульсов при формировании сигналов стимулированного фотонного эха (СФЭ). P_1 , P_2 и P_3 – возбуждающие импульсы, τ_{mn} – временной интервал между m -ым и n -ым импульсами, SW_1 – стоячая волна с $\lambda_1=0,7$ мкм, SW_2 – стоячая волна с $\lambda_2=\lambda_1+\Delta\lambda$, τ_1 и τ_2 – длительности нерезонансных лазерных импульсов.

В работе показано, что используя схему возбуждения (рисунок 1), можно создать большое число независимых каналов записи и воспроизведения информации, ассоциативным ключом доступа к которым является значение угла между волновыми векторами.

ВОСПРОИЗВОДИМОСТЬ ИНФОРМАЦИИ В ОТКЛИКЕ СТИМУЛИРОВАННОГО ФОТОННОГО ЭХА ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ОРИЕНТАЦИИ ВНЕШНИХ ПРОСТРАНСТВЕННО-НЕОДНОРОДНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

Зайнутдинова Д.С.

Научный руководитель – доц. Гарнаева Г.И.

В отличие от двухуровневой системы, где подача одинаковых пространственно-неоднородных электрических полей после третьего считывающего лазерного импульса и между первым и вторым импульсами приводит к восстановлению фазовой памяти, в трехуровневой системе этого не происходит, а частичное восстановление фазовой памяти оказывается возможным только при определенных соотношениях между величинами градиентов внешних пространственно-неоднородных электрических полей. Численный расчет показал, что такое восстановление может происходить, например, при $|\nabla E_1| = 190 \text{ В/см}^2$, $|\nabla E_2| = 150 \text{ В/см}^2$ на переходах ${}^3H_4 - {}^3P_0$ и ${}^3H_4 - {}^1D_2$ (в кристалле $\text{LaF}_3:\text{Pr}^{3+}$) (наилучшая воспроизводимость информации в отклике СФЭ), закодированной во временной форме объектного лазерного импульса в виде ступеньки длительностью 4 нс. В этом случае можно исследовать отклики стимулированного фотонного эха при варьировании направлений градиентов внешних электрических полей.

Была рассмотрена воспроизводимость информации, закодированной во временной форме объектного лазерного импульса (в виде ступеньки) в отклике СФЭ в трехуровневой системе при различной ориентации внешних пространственно-неоднородных электрических полей.

В работе показано, что воспроизводимость информации в отклике СФЭ существенно зависит от взаимной ориентации внешних пространственно-неоднородных электрических полей. Это дает возможность управлять формой отклика СФЭ путем варьирования направлений градиентов внешних электрических полей.

В случае, когда имеется угол между направлениями градиентов внешних электрических полей, корректное воспроизведение информации возможно только при определенных соотношениях величин накладываемых градиентов. В качестве иллюстрации этого рассмотрим запись информации, заложенной во временную форму первого объектного импульса, резонансного перехода ${}^3H_4 - {}^3P_0$ (переход 1-3, $\lambda = 4777 \text{ \AA}$) в кристалле $\text{LaF}_3:\text{Pr}^{3+}$, для которого известна Штарковская постоянная и неоднородная ширина перехода ($\sigma = 0,5 \text{ см}^{-1}$), а воспроизведение ее в отклике на переходе ${}^3H_4 - {}^1D_2$ (переход 1-2, $\lambda = 5925 \text{ \AA}$). При воздействии на трехуровневую систему внешних пространственно-неоднородных электрических полей с градиентами $|\nabla E_1| = 190 \text{ В/см}^2$, $|\nabla E_2| = 150 \text{ В/см}^2$, однако при изменении величин градиентов наблюдается искажение воспроизводимой информации. Таким образом, управление записью и воспроизведением информации в различных резонансных системах возможно лишь при выборе определенного соотношения между значениями величин градиентов неоднородных электрических полей.

ФИЛЬТРАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЭХО-ГОЛОГРАФИИ

Макарова К.В.

Научный руководитель – проф. Нефедьев Л.А.

Стимулированные эхо-голограммы позволяют воспроизводить фазовые волновые фронты объектных лазерных импульсов с наименьшими искажениями. Это касается и изображений, записываемых в эхо-голограмме, т.к. изображение определяется интенсивностью света, распространяющегося в направлениях распространения волнового фронта. Возникает вопрос: можно ли управлять воспроизводимым в отклике стимулированной эхо-голограммы изображением? На первый взгляд это невозможно из-за жесткого фазового синхронизма. Однако если рассмотреть разложение электрического поля объектного лазерного импульса по сферическим или плоским волнам, становится ясным, что управлять изображением можно путем изменения каким либо способом амплитуд, связанных с направле-

нием распространения пространственных компонент объектного лазерного импульса. Этого эффекта можно добиться, например, с помощью записи изображений транспарантов, закладываемых в объектный, референтный и считывающий лазерные импульсы при записи стимулированной эхо-голограммы.

В данной работе проведен численный эксперимент по моделированию ряда операций оптической когерентной обработке информации над двумерными объектами: воспроизведение с задержкой, свертка образов, различная корреляционная обработка образов. Показана возможность распознавания образов по интенсивности отклика стимулированной эхо-голограммы.

КОРРЕЛЯЦИЯ НЕОДНОРОДНОГО УШИРЕНИЯ В ТРЕХУРОВНЕВОЙ СИСТЕМЕ ПРИМЕСНЫХ КРИСТАЛЛОВ

Морданова М.Р.

Научный руководитель – ст. преп. Низамова Э.И.

Когерентные переходные оптические явления типа фотонного эхо предоставляют широкие возможности для обработки информации в оптическом диапазоне. Особый интерес представляет запись и воспроизведение эхо-голограмм в многоуровневых системах, когда наряду с логическими операциями возможно изменение шкалы реального времени и последовательности событий, информация о которых была заложена в пространственно-временную структуру объектного импульса [Kalachev A.A., Samartsev V.V., 2003, p. 280]. Однако формирование оптических переходных процессов в многоуровневых системах существенно зависит от степени корреляции неоднородного уширения на разных частотных переходах. Степень коррелированности неоднородного уширения может быть описана частотным коэффициентом корреляции неоднородного уширения на разных частотных переходах R_{12-13} [Нефедьев, Низамова, 2012. т. 113, № 2, с 156-161]

$$R_{ik,i'k'} = \int_{-\infty}^{+\infty} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{(f_{ik} - \bar{z}_{ik})(f_{i'k'} - \bar{z}_{i'k'})}{\sigma_{ik}^2 \sigma_{i'k'}^2} g_1(\Delta) g_2(\Delta') d\Delta d\Delta', \quad (1)$$

$$\text{где } \bar{z}_{ik} = \iint f_{ik} g_1(\Delta) g_2(\Delta') d\Delta d\Delta', \quad \bar{z}_{i'k'} = \iint f_{i'k'} g_1(\Delta) g_2(\Delta') d\Delta d\Delta',$$

\bar{z}_{ik} , $\bar{z}_{i'k'}$ – среднее значение частотных сдвигов на переходах $i-k$ и $i'-k'$,

$$\sigma_{ik}^2 = \iint (f_{ik} - \bar{z}_{ik})^2 g_1(\Delta) g_2(\Delta') d\Delta d\Delta'.$$

В данной работе исследуется формирование стимулированного фотонного эха в трехуровневой системе в зависимости от величины корреляции неоднородного уширения на разных резонансных переходах. На рисунке представлены результаты численного расчета коэффициента корреляции (1) неоднородного уширения на разных частотных переходах.

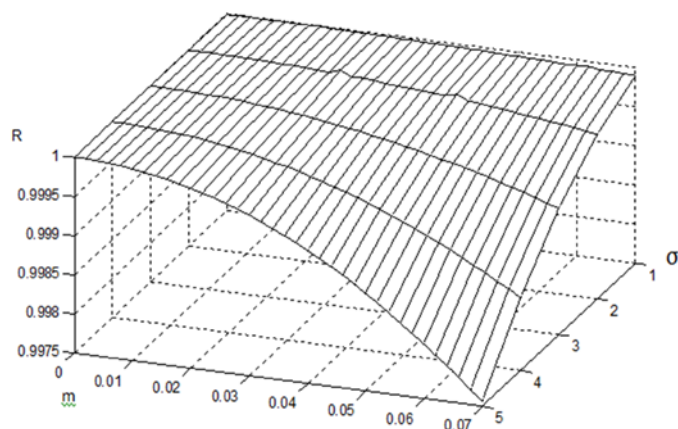


Рис. 1. – Зависимость коэффициента корреляции R_{12-13} неоднородного уширения на двух различных переходах от параметра $m(\Gamma, x_1, \dots, x_n)$ случайного взаимодействия оптического электрона с ло-

кальным полем и от ширины σ' распределения $g_1(\Delta')$ дополнительных частотных сдвигов Δ' из-за частичной фиксации энергии перехода 1-3 относительно энергии перехода 1-2.

Анализ рисунка показывает, что коэффициент корреляции R_{12-13} неоднородного уширения на разных частотных переходах уменьшается с увеличением параметров $m(\Gamma, x_1 \dots x_n)$ и σ' , что может приводить к потере фазовой памяти системы.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЦВЕТНОЙ ЭХО-ГОЛОГРАФИИ

Пожарская Д.А.

Научный руководитель – проф. Нефедьев Л.А.

Многочастотное резонансное взаимодействие лазерного излучения с веществом является одной из фундаментальных проблем современной физики. Когерентные поля могут вызывать интерференцию нескольких квантовых состояний. Эта интерференция может проявляться как в когерентном отклике системы частиц, так и на уровне отдельной частицы, являющейся квантовым объектом. Изучение таких процессов представляет интерес не только для фундаментальной науки, но имеет и прикладное значение. Например, когерентные переходные процессы могут быть использованы для хранения и обработки информации [Евсеев, 2009, с. 486]. Особый интерес представляет исследование взаимодействия нескольких резонансных полей с многоуровневыми квантовыми системами (атомами, молекулами, примесными ионами в кристаллах и др.). Этот интерес обусловлен возможными применениями различных эффектов, наблюдаемых при многочастотном возбуждении квантовых объектов. Среди них можно отметить цветную эхо-голографию и ее применение в создании оптических эхо – процессоров [Нефедьев, 1987, т. 47, с. 640-643]. С точки зрения теории информации можно представить эхо – процессор как информационный канал с памятью и шумами, на входе и выходе которого информация имеет классический вид, а внутри канала – квантовый. Такой канал обеспечивает передачу и преобразование информации между различными моментами времени и направлениями в пространстве.

В данной работе рассмотрено кодирование информации во временных интервалах между возбуждающими лазерными импульсами и во временной форме объектного лазерного импульса при ее записи в оптическом эхо-процессоре. Введены информационные меры для описания преобразования классической информации в квантовую. При преобразовании классической информации, заложенной во временные интервалы эшелона лазерных импульсов в квантовую, наиболее подходящей мерой является квантовая информационная мера, основанная на алгоритмической теории информации, т.к. она имеет наибольшую корреляцию с классической информационной мерой.

Показано, что запись и считывание информации на различных частотных переходах в многоуровневой системе, используя стимулированную эхо-голограмму, приводит к изменению плотности потока информации в ее отклике при неэквидистантности спектра системы $\Gamma \neq 1$.

СПАД СИГНАЛА СПИНОВОГО ЭХА ПРИ ДИФФУЗИИ В СФЕРИЧЕСКОЙ ПОЛОСТИ

Савельев Н.И.

Научный руководитель – доц. Азанчеев Н.М.

Проведен расчет спадов сигнала спинового эха в эксперименте ЯМР с импульсным градиентом магнитного поля для молекул, заключенных в сферическую полость. Варьируемыми параметрами являлись амплитуда g и длительность δ импульсов градиента магнитного поля, коэффициент самодиффузии D_s , время диффузии t_d и радиус полости R . При этом параметры импульсной последовательности были адаптированы к возможностям спектрометра BRUKER AVANCE III (максимальный градиент $g \sim 30$ Тл/м). Размеры полости выбирались в интервале от 0,1 до 20 мкм, что соответствует порам в реальных системах, а значения D_s имели диапазон 10^{-9} - 10^{-14} м²/с, характерный для большинства жидкостей при нормальных условиях. При определенных сочетаниях выбранных значений вре-

мени диффузии td ($0,01-1c$), R и D_s достигался как режим свободной диффузии, когда среднеквадратичное смещение (СКС) молекул много меньше размера полости, так и режим полностью ограниченной диффузии, при котором смещение молекул не зависит от td и определяется только величиной R .

Расчетные спады амплитуды A сигнала спинового эха представляются в форме зависимостей от величины δ^2 и времени диффузии td . В общем случае форма спадов отлична от экспоненциальной, характерной для свободной диффузии, и зависит от соотношения между размером полости R и величиной $СКС=(2 \cdot td \cdot D_s)^{1/2}$. Наиболее информативной и наглядной являются зависимости в виде $A(td)$, на которых при определенном сочетании параметров расчета наблюдаются достаточно протяженные участки, соответствующие всем трем ситуациям: а) $СКС \ll R$, б) $СКС \sim R$ и в) $СКС \gg R$.

Полученные результаты могут быть использованы при изучении пористых систем и различного рода эмульсий для установления среднего размера капель дисперсной фазы. С этой целью данные могут быть адаптированы к более реальной ситуации путем введения распределения размеров сферических полостей.

ДВУХЧАСТОТНАЯ ЗАПИСЬ ИНФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СТИМУЛИРОВАННОГО ФОТОННОГО ЭХА В ТРЕХУРОВНЕВОЙ СИСТЕМЕ

Тухватуллина А.И.

Научный руководитель – доц. Гарнаева Г.И.

Фотонное эхо может служить способом запоминания, преобразования и воспроизведения пространственно-временной структуры возбуждающих импульсов – эхо-голография. На формирование эхо-голограмм существенное влияние оказывают случайные и релаксационные процессы, вырождение резонансных уровней, наличие внешних пространственно-неоднородных электрических полей. Это дает возможность преобразования пространственно-временной структуры откликов эхо-голограммы, что может быть использовано в системах оперативной обработки информации [Калачёв, 1998, с. 150].

В случае если резонансная среда состоит из многоуровневых оптических центров, взаимодействующих с последовательностью лазерных импульсов, имеющих разные частоты, то такие центры могут вести себя как многоуровневые квантовые гейты, выполняющие логические операции. Причем наряду с логическими операциями возможно изменение шкалы реального времени и последовательности событий, информация о которых была заложена в пространственно-временную структуру объектного импульса. Таким образом, в процессе записи эхо-голограммы добавляется еще одно измерение – частота (цветная эхо-голография).

Запись цветной эхо-голограммы может быть осуществлено на уровнях Pr^{3+} в матрице LaF_3 , где долгоживущее фотонное эхо было обнаружено на переходах $^3H_4 - ^3P_0$ ($\lambda=4777\text{\AA}$) и $^3H_4 - ^1D_2$ ($\lambda=5925\text{\AA}$). Таким образом, может быть реализован многочастотный характер возбуждения, т.е. многоканальность (за счет разных частот) записи и хранения информации.

Необходимо отметить, что при двухчастотном возбуждении трехуровневой системы возможны два режима формирования откликов стимулированного фотонного эха (СФЭ). Первый режим реализуется при наличии корреляции неоднородного уширения на разных переходах в трехуровневой системе. Второй режим реализуется при отсутствии такой корреляции. При реализации первого режима каналы записи информации являются связанными, а во втором случае они являются независимыми.

Для управления эффективностью записи и воспроизведения информации, как в первом, так и во втором режиме возможно использования эффекта запираания СФЭ [Нефедьев, 2005, т. 98, с. 41-45] внешними пространственно-неоднородными электромагнитными полями.

В работе исследуется воспроизведение информации закодированная во временной форме первого и второго двухчастотных объектных лазерных импульсов и эффективность запираания информации при воздействии внешнего пространственно-неоднородного электрического поля между первым и вторым возбуждающими импульсами или после третьего считывающего импульса.

СПЕКТРАЛЬНАЯ ДИФФУЗИЯ И ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ НЕОДНОРОДНОГО УШИРЕНИЯ В ГАЗАХ

Шаяхметова Д.Р.

Научный руководитель – проф. Нефедьев Л.А.

В настоящее время методы оптической эхо-спектроскопии широко используются для исследования газовых сред [Евсеев, 2009, с. 486]. При этом одним из основных механизмов, влияющих на параметры отклика газовых систем при оптическом когерентном импульсном лазерном возбуждении, является движение частиц газа и их столкновения [Рубцова, 1999, с. 56]. Значительный интерес представляет исследование влияния столкновений частиц газа с изменением скорости на формирование стимулированного фотонного эха (СФЭ). Это обусловлено тем, что волновой пространственный синхронизм для него может быть восстановлен при определенных углах между волновыми векторами возбуждающих лазерных импульсов, что используется при записи стимулированных эхо-голограмм. Таким образом, если имеется анизотропия в распределении параметров, характеризующих резонансную среду, то это может оказывать влияние на формирование СФЭ. С этой точки зрения можно подойти и к столкновениям, изменяющим скорость частиц. Так, если частотный спектр возбуждающих лазерных импульсов превышает ширину доплеровски уширенной линии резонансного перехода. То столкновения с изменением скорости частиц не должны влиять на интегральную интенсивность отклика СФЭ при варьировании времени подачи третьего возбуждающего импульса, так как перераспределение частиц по скоростям не приводит к изменению заселенностей резонансных уровней, а СФЭ формируется из диагональной части матрицы плотности после двух импульсного возбуждения. Однако перераспределение возбужденных частиц (с определенными фазами) по скоростям за счет столкновений приводит к возникновению анизотропии в распределении фаз. Если наблюдения за излучением газа производятся в разные моменты времени, разделенные временным интервалом за который могут происходить упругие столкновения молекул газа, приводящие к изменению направления скорости частиц, то результатом таких столкновений будут случайные изменения проекции скорости на направление наблюдения и, соответственно, случайные изменения частотных сдвигов при каждом отдельном столкновении (спектральная диффузия в пределах неоднородно уширенной линии). Таким образом, каждая изохромата доплеровски уширенной линии случайным образом смещается в результате каждого столкновения с изменением скорости молекулы. Это приводит к некоррелированности неоднородного уширения в газе в разные моменты времени и потере фазовой памяти системы.

В работе рассмотрено влияние столкновений с изменением скорости на величину частотно временной корреляции неоднородного уширения. Показано, что спектральная диффузия может приводить к изменению временной формы отклика СФЭ. В нано временном диапазоне, в котором формируется СФЭ, процессы частотных сдвигов изохромат неоднородно уширенной (доплеровской) линии не успевают прийти в равновесное состояние. Поэтому в каждом отдельном эксперименте по наблюдению СФЭ форма отклика может меняться. Это связано со случайными изменениями коэффициента частотно временной корреляции неоднородно уширенной линии за счет столкновений изменяющих скорость частиц. Таким образом этот эффект необходимо принимать во внимание при разработке эхо-процессоров в газовой среде.

ПРОГРАММА ОБРАБОТКИ ПРИ РЕГИСТРАЦИИ ТОНКОЙ СТРУКТУРЫ СЛОЯ F НА ИОНОГРАММАХ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ИОНОЗОНДА «ЦИКЛОН»

Архинов Р.В.

Научный руководитель – асс. Зыков Е.Ю.

При исследовании ионосферы возникает ряд задач, решение которых невозможно без организации автоматизированной обработки информации о состоянии ионосферы. ИONOграмма, или высотно-частотная характеристика – один из самых распространенных источников информации об ионосфере, представляющий собой набор точек, каждая из которых имеет координаты: частоту и действующую высоту. Ставится задача подбора в отдельные последовательности точек, образующих на иONOграмме

линии. Очевидным препятствием к этому будут помехи, на которые алгоритм может работать неустойчиво. Учитывая сложность обработки и интерпретируемости ионограмм, а также и разнообразие, и специфичность методов цифровой обработки изображений, необходимо иметь некоторые наборы алгоритмов, предназначенные для реализации каждого этапа обработки изображений [1, 2].

Основными задачами, которые ставилась в данной работе, являются разработка программных средств, а также обработка и анализ полученных ионосферных данных.

Для решения поставленных задач использованы функциональные методы исследований с автоматизированным расчетом показателей и методы системного анализа в среде MATLAB.

21 сентября 2010 г. на радиополигоне Казанского федерального университета были произведены эксперименты по регистрации тонкой структуры критических частот слоя F с повышенным частотным разрешением.

Полученные в ходе эксперимента данные на начальном этапе очищались от шумов в автоматическом режиме доработанным штатным программным обеспечением комплекса для их дальнейшей обработки. Доработка заключалась в добавлении к алгоритму очистки от шумов алгоритма удаления всех сигналов, кроме сигналов отражения от O и X мод слоя $F2$.

В среде MATLAB была разработана программа, разархивирующая, анализирующая и выводящая в графическом виде выбранные файлы данных.

На следующем этапе полученные данные рассматривались на наличие на ионограммах четко регистрируемого отражения O -моды слоя F на частотах вблизи критической частоты. Данные, не удовлетворяющие этому критерию, отбрасывались и в дальнейшей обработке не участвовали.

Анализ работы алгоритма позволяет предположить, что программа имеет резервы для дальнейшей модернизации. Работа нуждается в дальнейшем продолжении.

ПРОВЕРКА ГИПОТЕЗЫ О ВРЕМЕНИ ЗАДЕРЖКИ ПАКЕТА ОТ РАЗМЕРА РЕШАЮЩИХ ПРАВИЛ НА ПРИМЕРЕ IDS SURICATA

Бардасова А.Е.

Научный руководитель – асс. Иванов К.В.

Основной целью данной работы была экспериментальная проверка гипотезы о линейной зависимости времени задержки пакета от размера базы решающих правил системы обнаружения вторжений Suricata. Эта IDS выбрана после сравнения достоинств и недостатком наиболее популярных систем обнаружения вторжений. Suricata является современной IDS способной обеспечить проверку большого сетевого потока, а также она совместима по методу детектирования с менее современными, но популярными IDS.

Математическая модель:

$$T_3 = t_{\text{const}} + t_1 * N$$

T_3 - время задержки пакета в IDS; t_{const} - постоянная времени; t_1 - время на обработку одного правила; N - количество правил в базе.

Таким образом, выдвигается гипотеза о линейной зависимости времени задержки пакета от размера базы правил IDS.

В ходе эксперимента были подсчитаны: время отклика T_{31} для подключения без IDS, время отклика T_{32} для различных количеств правил (от 0 до 5300 правил, всего было подсчитано время для 30 вариаций) в базе правил IDS для подключения. По полученным данным по формуле:

$$T_3 = \frac{T_{32} - T_{31}}{2}$$

По результатам был построен график зависимости времени задержки пакетов от количества правил в базе IDS.

При проверке выбирались правила на проверку источника запроса, на авторизацию, на трафик и т.п.

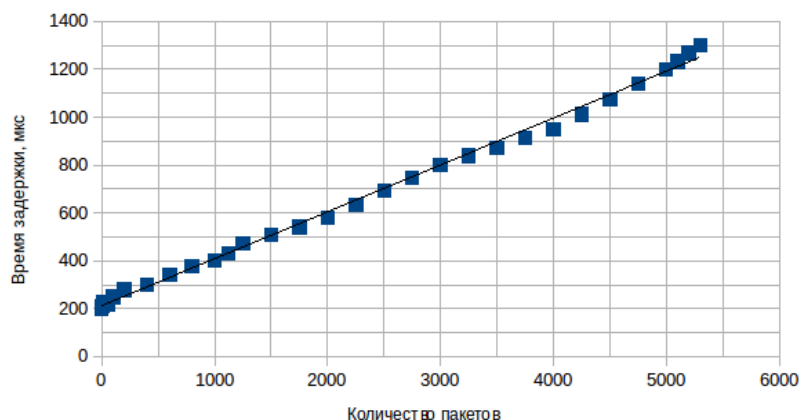


Рисунок 1. – График зависимости времени задержки от размера базы правил. Точками изображены экспериментальные результаты, а так же проведена линия аппроксимации.

В результате гипотеза подтвердилась.

В данном эксперимента IDS подключалась «в разрыв» сети, в дальнейшем планируется провести эксперимент с подключением системы параллельно сети. Также планируется провести исследование для выявления зависимости постоянной времени от различных окружающих условий.

Данные исследования будут полезны для выбора конкретной IDS для создания комплексной системы безопасности информационных систем.

ЦИФРОВОЙ АКСЕЛЕРОМЕТР НА ОСНОВЕ МИКРОСХЕМЫ ADIS 16209

Валиев Н.Г.

Научный руководитель – асс. Юсупов К.М.

Цифровой акселерометр на основе микросхемы ADIS 16209 – это микросхема, выполненная по технологии MEMS (Microelectromechanical systems – микроэлектромеханические системы). Целью данной работы является вывод данных акселерометра на семисегментный индикатор с цифрового акселерометра на основе микросхемы ADIS 16209.

Для реализации цели необходимо разделить работу на две части. Первая часть – аппаратная, вторая часть – программная. Аппаратная часть включает пайку шлейфов с микросхемой, и изучение отладочного комплекта Altera DE-2.

DE-2 – это набор созданный для изучения микросхемы ПЛИС – Cyclone II и содержащий множество цифровых устройств в том числе семисегментные индикаторы, которые и будут использованы для подключения с компьютером, работающим под управлением ОС Microsoft Windows.

Во время пайки микросхемы из за больших температур паяльного оборудования могут повредиться контакты, что может вывести акселерометр из строя.

После того, как наша установка будет собрана, мы перейдем ко второй части. Следующим этапом работы является программирование акселерометра в среде разработки Quartus II на основе языка Verilog HDL. После того, как нам удастся написать рабочую программу, мы перейдем к тестированию и отладки проблем, если таковые возникнут.

Главная проблема при разработке программы на Quartus II – это некоторые нюансы, связанные с тонкостями настройки приложений программы и организации ведения проектов Quartus II. Сложностью разработки проекта на основе языка VerilogHDL является реализация логической схемы, требующая знаний, как языковых конструкций, так и базовых логических элементов.

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ ТЕМПЕРАТУРНОГО КОНТРОЛЯ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА ADUCM360

Васильев Н.В.

Научный руководитель – доц. Стенин Ю.М.

ADuCM360 – это полностью интегрированная 24-разрядная система сбора данных с быстродействием 3,9 kSPS, которая включает в себя 2 высококачественных многоканальных сигма-дельта АЦП, 32-разрядный процессор ARM Cortex™-M3 и флэш-память, реализованные на одном кристалле. Энергопотребление процессорного ядра составляет 290 мкА/МГц, а общий потребляемый системой ток составляет 1,0 мА (при работе процессорного ядра с частотой 500 кГц, активности обоих АЦП, порта SPI и всех таймеров).

Перечисленные выше характеристики позволяют успешно применять данный микроконтроллер для задач автоматизации и прецизионного контроля различных систем. Примером такой системы может служить система температурного контроля состояния определённого объекта.

Для создания системы температурного контроля используется температурный сенсор (например, TMP37), подключаемый через АЦП к микроконтроллеру. Сенсор предоставляет микроконтроллеру информацию о температуре интересующего нас объекта в виде напряжения, линейно зависящего от температуры. По результатам обработки данной информации микроконтроллер осуществляет управление скоростью вращения охлаждающего вентилятора, закрепленного на охлаждаемом узле. Управление скоростью вращения охлаждающего вентилятора можно осуществить с помощью ЦАП, встроенного в микроконтроллер, однако максимальное напряжение, вырабатываемое ЦАП, составляет 1,2 В или 1,8 В, что недостаточно для эффективной работы охлаждающего вентилятора. Эта проблема решается установкой усилителя выходного сигнала ЦАП, собранного, например, на базе биполярного транзистора КТ 315. Если температура охлаждаемого узла достигает некоторого критического, недопустимого для работы значения, можно осуществить аварийное размыкание цепи, используя, например, нормально разомкнутое электромеханическое реле, срабатывающее по появлению напряжения логической единицы на одном из портов ввода-вывода (GPIO) микроконтроллера.

СИМУЛЯЦИЯ OFDM ТЕХНОЛОГИИ В ГРАФИЧЕСКОЙ СРЕДЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ SIMULINK

Галеев А.С.

Научный руководитель – асс. Юсупов К.М.

Цель данной работы заключалась в симуляции OFDM технологии в графической среде имитационного моделирования Simulink.

OFDM (англ. Orthogonal frequency-division multiplexing – мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов) это схема модуляции, использующая множество несущих. Канал делится на несколько субканалов. В OFDM высокоскоростной поток данных конвертируется в несколько параллельных битовых потоков меньшей скорости, каждый из которых модулируется своей отдельной несущей. Все это множество несущих передается одновременно. Главное преимущество OFDM заключается в том, что продолжительность символа во вспомогательной несущей значительно больше в сравнении с задержкой распространения, чем в традиционных схемах модуляции. Высокая скорость передачи в OFDM-системах достигается путем параллельной передачи информации по большому числу ортогональных частотных подканалов. Формирование ортогональных поднесущих достигается за счет применения алгоритмов быстрого преобразования Фурье, а для защиты от межсимвольной интерференции в начало каждого символа вводится специальный защитный интервал.

В результате проделанной работы была произведена симуляция OFDM технологии в графической среде имитационного моделирования Simulink. Были смоделированы три канала с частотами 50 кГц, 100 кГц, 150 кГц. Сигнал в каждом канале представляет собой сумму косинуса и синуса одной частоты. Этот метод позволяет нам получить обратное преобразование Фурье. При этом сигнал необходимо модулировать по фазе и частоте. В данной работе была выбрана квадратурно-амплитудная модуляция. При приеме сигналу необходимо пройти через прямое преобразование Фурье для получения спектра сигнала.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СБОРА ДАННЫХ В СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРЫ

Дементьев В.В., Жих С.С.

Научный руководитель – проф. Хуторова О.Г.

Одними из основных данных для изучения влияния на распространение радиоволн являются температура, давление и влажность, которые мы можем получать с помощью наземной метеостанции – Envoy, произведенная компанией «Davis Instrumentns».

Необходимо создать надежную систему, в которой процессы сбора, передачи и обработки данных были бы полностью автоматизированы. Для автоматизированного сбора данных использовался беспроводной модуль передачи данных Envoy8. Все данные получаются и обрабатываются при помощи программы Wauto, которая разработана на языке программирования Java.

Был организован сервер для хранения и обработки полученной информации. Сервер функционирует под управлением стабильной и быстрой OS Ubuntu 14.04 LTS. Для приема информации с локального ПК, на сервере была развернута панель управления Vesta CP.

С помощью небольшой исполняемой программы мы смогли отправлять данные на сервер, а при помощи планировщика задач это процесс стал автоматизирован.

Для более удобного и наглядного представления, а также для того, чтобы исключить участие персонала в процессе обработки данных, мы автоматизировали весь процесс и разработали пользовательский веб-интерфейс. При помощи которого возможно выводить таблицы с данными и сохранять их, а также графики.

Таким образом, наша технология автоматизации сбора информации в системе мониторинга атмосферы является оптимальной, т.к.:

- максимально сокращает участие персонала в процессе обработки данных;
- сочетает надежность в работе всех компонентов системы и достоверность информации;
- уменьшает затраты на выполнение обработки данных;
- сокращает сроки получения информации;
- пользователь имеет доступные структурированные архивы, а также представление данных в виде таблиц и графиков.

КРОСС ВЕЙВЛЕТ АНАЛИЗ МЕТЕОПАРАМЕТРОВ

Еньков И.В.

Научный руководитель – асс. Корчагин Г.Е.

Изучению особенностей изменения метеопараметров атмосферы в настоящее время уделяется очень большое внимание ввиду его важности и актуальности. Прежде всего, это связано с глобальными изменениями климата (в частности с глобальным потеплением), происходящими в последнее столетие. Колебания температуры воздуха, давления и влажности оказывают огромное влияние на деятельность человека (сельское хозяйство, промышленность). Их оценка и прогнозирование необходимы для развития экономики, предотвращения возможных катастроф природного характера. Большое радиофизическое значение имеет изучение изменения показателя преломления тропосферы. Понимание законов изменения показателя преломления дает возможность прогнозировать изменения этого параметра, что довольно важно для спутниковой навигации, радиосвязи и т.п.

Цель данной работы заключается в том, чтобы выявить изменения показателя преломления тропосферы с изменением метеопараметров (температура воздуха, давление и влажность). В качестве объекта для исследования рассматриваются временные ряды ежечасных измерений приземной температуры, давления и влажности в г. Казань. В ходе работы необходимо было провести вейвлет-анализ и кросс вейвлет-анализ имеющихся данных, рассчитать показатель преломления тропосферы. Понимание причин изменений показателя преломления является не только фундаментальной научной задачей, но и чрезвычайно важной практической проблемой.

В ходе работы были получены и проанализированы метеоданные с 26 сентября 2012 г. по 1 марта 2015 г. на основе собранных данных посчитаны коэффициент и индекс преломления тропосферы за срок с 26 сентября 2012 г. по 1 марта 2015 г. Проведен кросс-вейвлет анализ имеющихся данных

представленных в виде временных рядов. По полученным кросс-вейвлет спектрам выявлена кросс-вейвлет корреляция между температурным рядом и рядом индексов преломления с периодами 35-45, 150 и 190 суток. Не удалось выявить явную кросс-вейвлет корреляцию рядов давлений и влажности с рядом индексов преломлений.

ВАРИАЦИИ ИОНОСФЕРЫ В ПЕРИОД СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ ПО ДАННЫМ ИОНОГРАММ ВЕРТИКАЛЬНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ИОНОЗОНДА «ЦИКЛОН»

Ибрагимов Ф.Ф.

Научный руководитель – асс. Зыков Е.Ю.

Воздействие солнечных затмений на атмосферу изучается достаточно давно. Полученные результаты указывают на то, что солнечное затмение оказывает влияние на ионосферу, иногда достаточно значительное. Основным выводом заключается в том, что в период затмения критические частоты ионосферы уменьшаются. Одновременно происходит рост действующих высот отражений, при этом максимальный эффект в области F отстает от максимальной фазы затмения до получаса [1, 2].

Изучение ионосферных эффектов солнечных затмений дает полезную информацию для уточнения физических процессов в атмосфере и способствует построению более точных ионосферных моделей. В работе рассмотрено поведение ионосферы на различных высотах по результатам наблюдений солнечных затмений 20 марта 2015 г. методом вертикального зондирования, полученные в обсерватории КФУ.

Частное солнечное затмение 29 марта 2015 г. в Казани по данным астрономического ежегодника имело максимальную фазу $\varphi=0.57$ и времена начала $t_1=09:29$ UT, максимума $t_2=10:33$ UT и окончания $t_3=11:34$ UT. Наблюдения проведены методом вертикального зондирования на ионосферной станции в обсерватории КФУ (г. Казань). Зондирование ионосферы осуществлялось с помощью цифрового ионосферного комплекса "Циклон", основные характеристики которого и методика обработки данных представлены в работе [3].

Исследовались вариации критических частот различных областей ионосферы и минимальной частоты отражения f_{min} , полученные по ионограммам, снятым через 5 мин в период в день затмения. В качестве контрольного дня было выбрано 19 марта 2015 г.

Поведение основных ионосферных параметров качественно согласуется с ранее проведенным исследованием. Работа нуждается в дальнейшем продолжении для изучения поведения ионосферы с точки зрения уменьшения ионизирующей радиации во время затмения.

ЦИФРОВОЙ ВОЛЬТМЕТР ПОСТОЯННОГО НАПРЯЖЕНИЯ НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА C8051F064

Костин В.Д.

Научный руководитель – доц. Стенин Ю.М.

Принцип работы цифрового вольтметра состоит в преобразовании измеряемого постоянного (или медленно меняющегося) напряжения с помощью АЦП (аналого-цифрового преобразователя) в электрический код, который отображается на табло в цифровой форме.

Целью данной работы является разработка и реализация цифрового вольтметра постоянного напряжения на базе 8-разрядного микроконтроллера C8051F064. Микроконтроллер C8051F064 представляет собой полностью интегрированную на одном кристалле систему для обработки смешанных сигналов, в состав которой входят и два 16-битных АЦП.

Особенностью реализации является то, что микроконтроллер размещен на оценочной плате C8051F064ЕК, на которой находится функционально завершенная система ввода данных, в том числе два разъема для подключения к АЦП. На оценочной плате расположены два USB порта для подключения к персональному компьютеру, обеспечивающие как программирование микроконтроллера в соответствии с решаемой задачей, так и обмен данными по последовательному интерфейсу. Питание платы так же осуществляется через коннектор USB, хотя возможен и автономный вариант.

Программный код для цифрового вольтметра реализуется на языке программирования Ассемблер. Для отображения результатов измерения используется мультицифровой ЖК-индикатор, подключаемый к контактам порта ввода/вывода, имеющимся на оценочной плате.

Дополнительные элементы конструкции размещаются на отдельной монтажной плате: входной делитель напряжения, позволяющий значительно (до 100 в) расширить диапазон измеряемых величин, а также ЖК-индикатор – с набором проводников связи с оценочной платой.

ВАРИАЦИИ АМПЛИТУДЫ СИГНАЛА GPS И ИХ СОПОСТАВЛЕНИЕ С ИЗМЕНЧИВОСТЬЮ ПОЛНОГО ЭЛЕКТРОННОГО СОДЕРЖАНИЯ

Козин А.И.

Научный руководитель – проф. Хуторова О.Г.

Целью данной работы было изучение закономерностей флуктуации амплитуды радионавигационного сигнала GPS, принятого наземным приемником и последующее сравнение флуктуаций амплитуды сигнала и флуктуаций полного электронного содержания (ПЭС) вдоль ионосферной радиотрассы.

Использовались измерения амплитуды и фазы сигналов, полученные с различных спутников систем глобальной навигации, в разные моменты времени с 18.08.2014 по 26.08.2014. По экспериментальным значениям видно, что флуктуации амплитуды радиосигнала значительные, и коррелируют с изменчивостью полной электронной концентрацией вдоль радиотрассы. В экспериментальных данных наблюдается зависимость амплитуды сигнала от угла возвышения спутника. С увеличением угла наблюдается снижение полной электронной концентрации вдоль трассы и увеличение амплитуды сигнала.

Анализ амплитуды радионавигационного сигнала и величины ПЭС показал, что изменение амплитуды происходит по квадратичному закону, что в принципе согласуется с траекторией движения спутника по орбите. Для исключения этого тренда был проведен регрессионный анализ данных амплитуды сигнала и данных ПЭС.

Обнаружено, что в большинстве часовых реализаций оставшиеся флуктуации ПЭС и флуктуации амплитуды имеют квазипериодический характер.

Визуально была подтверждена когерентность этих квазипериодических флуктуаций амплитуды и ПЭС. Реализации были разделены на три группы: в первой группе наблюдались синфазные вариации амплитуды и ПЭС, во второй – противофазные, в третьей вариации не проявляли когерентности. Распределение реализаций по этим трем группам представлено на рисунке 1.

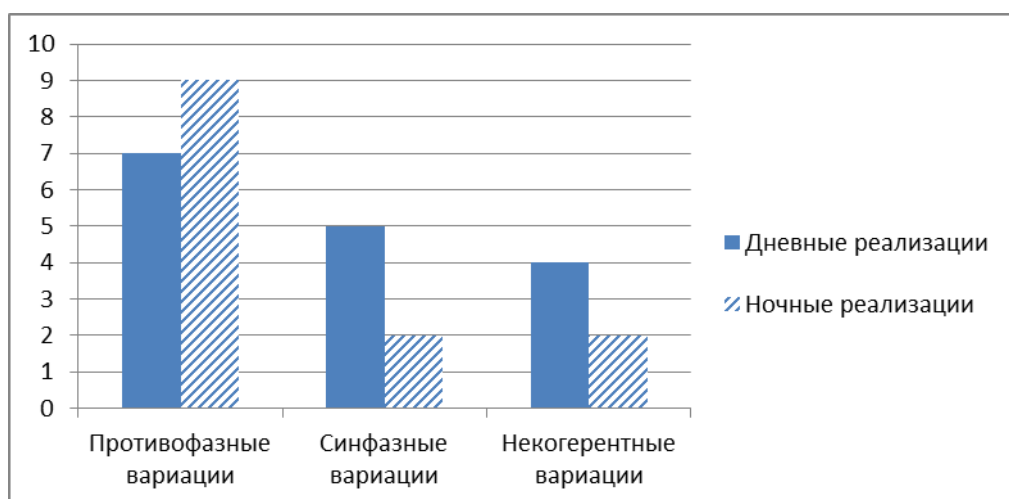


Рисунок 1. Распределение числа реализаций различных типов в ночное и дневное время.

В ночное время суток крупные флуктуации радионавигационного сигнала в большем числе реализаций проявляют периодические противофазные изменения крупномасштабных флуктуаций. В дневное время флуктуации амплитуды и ПЭС проявляют периодические противофазные изменения крупномасштабных флуктуаций.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ БЛОКОВ OFDM ТЕХНОЛОГИИ В СРЕДЕ QUARTUS II

Лосев С.И.

Научный руководитель – зав. каф. Акчуринов А.Д.

Цель данной работы заключалась в проектировании некоторых блоков OFDM технологии в среде Quartus II.

OFDM (англ. Orthogonal frequency-division multiplexing – мультиплексирование с ортогональным частотным разделением каналов) это схема модуляции с множеством несущих. В OFDM высокоскоростной поток данных преобразуется в несколько параллельных битовых потоков меньшей скорости – субканалов, каждый из которых модулируется своей отдельной несущей. Все это множество несущих передается в один момент времени. Главное преимущество OFDM заключается в том, что продолжительность символа во вспомогательной несущей значительно больше в сравнении с задержкой распространения, чем в традиционных схемах модуляции. Высокая скорость передачи в OFDM-системах достигается путем параллельной передачи информации по большому числу ортогональных частотных подканалов. Формирование ортогональных поднесущих достигается за счет применения алгоритмов быстрого преобразования Фурье, а для защиты от межсимвольной интерференции в начало каждого символа вводится специальный защитный интервал. Среда Quartus II позволяет использовать т.н. мега-функции – встроенные блоки для упрощения реализации тех или иных симуляционных задач.

В результате проделанной работы была изучена встроенная мега-функция FFT (англ. Fast Fourier Transform – Быстрое Преобразование Фурье) и проведен анализ её уместности при использовании в моем проекте. Также были оценены различные другие аспекты БПФ для ускорения и рационализации используемых на ПЛИС ресурсов. В среде Quartus II были смоделированы непосредственно блок FFT, блок передаваемого сигнала и блок IFFT (Inverse Fast Fourier Transform – Обратное Быстрое Преобразование Фурье) для формирования исходного сигнала и передачи его по каналу связи.

АНАЛИЗ СТРУКТУРНЫХ ФУНКЦИЙ ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СЕЗОНА

Мингалева Р.Р.

Научный руководитель – проф. Теткин Г.М.

Целью данной работы было расчет и анализ временных структурных функций параметров тропосферы (влажность и температура) за сезоны 2012 года в г. Казани.

Как известно, в тропосфере показатель преломления n зависит от давления P , температуры T и влажности ϵ . А неоднородная структура тропосферной задержки определяется показателем преломления n радиоволн в каждом высотном слое тропосферы.

$$n = \frac{77,8}{T} \left(p + \frac{4810\epsilon}{T} \right) \cdot 10^{-6} + 1$$

n – показатель преломления, p – давление, T – температура, ϵ – влажность

И поэтому наиболее важной особенностью данной работы является применение метода временной структурной функции для анализа параметров тропосфере

Физический смысл структурной функции есть среднее квадрата флуктуаций исследуемой величины в области соответствующих пространственных или временных масштабов в процессах со стационарным приращением. Поэтому расчеты велись по след. формулам:

Временная структурная функция

$$D_T(\Delta t) = \langle [T(t+\Delta t) - T(t)]^2 \rangle$$

$$D_\epsilon(\Delta t) = \langle [\epsilon(t+\Delta t) - \epsilon(t)]^2 \rangle$$

T – температура, ϵ – влажность.

В итоге были проанализированы и построены графики временных структурных функций за 2012 г. для высот 100, 500 и 1000 м. Главный результат: с ростом временного масштаба наблюдается рост

структурной функции для всех сезонов года. Максимальные значения структурной функции достигаются в дневное время, а минимальное в утреннее и вечернее.

С увеличением высоты наблюдается уменьшение максимальных значений временной структурной функции температуры для всех сезонов. Максимальное значение наблюдается для сезона лето, минимальное для сезона зима.

С увеличением высоты для влажности наблюдается ярко выраженное увеличение временной структурной функции для сезона зима и уменьшение для сезона лето. Для осени и весны изменение не существенные.

СОЗДАНИЕ БЕСПРОВОДНОГО КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ МЕЖДУ МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫМИ УСТРОЙСТВАМИ

Музафаров Р.И.

Научный руководитель – асс. Юсупов К.М.

При передаче данных произвольного формата от рабочей станции до устройства сбора информации на базе персонального компьютера в полевых условиях и при ограниченных ресурсах наиболее удобным методом является беспроводной тип связи.

В качестве средства создания канала связи было решено применить микроконтроллерные устройства, дополненные модулями Wi-Fi, ввиду их низкого энергопотребления и гибкой настройки.

При выборе модуля важнейшими критериями являются удобство управления, широкий диапазон рабочих температур и высокая выходная мощность сигнала. Также в пользу конкретного устройства говорит наличие слота для навесного монтажа антенны.

На основании вышеназванных требований, наиболее уместным в рамках поставленной задачи будет использование модуля Spb104 производства N&D, в комплекте с микроконтроллером AT32UC3C0512CAU производства Atmel, ввиду наличия библиотеки функций, благодаря которой отсутствует необходимость низкоуровневого обращения к модулю.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ПРИЁМНИКОВ ДЛЯ ЗАДАЧ РАДИОЗОНДИРОВАНИЯ ИОНОСФЕРЫ

Сафронов С.И.

Научный руководитель – зав. каф. Акчуринов А.Д.

Цель, поставленная в работе, заключается в адаптации цифрового приёмника R&S EB500 для работы в составе ионозонда Циклон. В настоящий момент в этом ионозонде используется аналоговый приёмник “Катран”, который плохо подходит для современной обработки получаемых с него данных цифровыми методами. Использование цифрового приёмника позволяет решить данную проблему. Кроме того, такие приёмники содержат намного меньше аналоговых узлов по сравнению с аналоговыми приёмниками, что уменьшает тепловой дрейф внутренних параметров устройства и повышает точность его измерений, а также увеличивает его надёжность.

Т.к. фирменное программное обеспечение, поставляемое с приёмником, ориентировано на радиомониторинг и не подходит для приёма коротко-импульсного сигнала ионозонда. Поэтому на начальном этапе работы был изучен протокол обмена данными между приёмником и компьютером (EB200 Protocol), позволяющий управлять настройками приёмника и сбором данных в формате IQ по средствам локальной вычислительной сети или через интернет. Следующим этапом работы было написание программного обеспечения на языке C++, реализующая данный протокол обмена и позволяющая записывать полученные с приёмника данные в бинарный файл для последующего его анализа в программе MatLab.

Испытания программы управления и сбора данных проводились путём записи тестовых фрагментов сигнала длительностью 15-30 секунд с последующим восстановлением огибающей сигнала и анализа его параметров. Для испытаний были выбраны станция точного времени на частоте 4,996 МГц, обладающая калиброванными параметрами частоты и длительности импульсов, и ЛЧМ сигнал кипрского ионозонда наклонного зондирования с диапазоном изменения частоты от 8 до 32 МГц, обладающий фиксированным временем перестройки частоты. Результаты измерений совпали с ожида-

ниями. Однако попытки обнаружить сигнал ионозонда Циклон в последующих записях успехом не увенчались по причине отсутствия точной временной привязки приёмника.

Следующим этапом работы будет настройка точной временной привязки приёмника с помощью приёмника GPS и переработка алгоритма обработки данных для улучшения приёма сигнала ионозонда Циклон для последующего построения ионограмм.

СОПОСТАВЛЕНИЕ РЯДОВ ИНТЕГРАЛЬНОГО ВЛАГОСОДЕРЖАНИЯ АТМОСФЕРЫ, ПОЛУЧЕННЫХ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И МЕТЕОНАБЛЮДЕНИЙ.

Тимакова А.С.

Научный руководитель – проф. Хуторова О.Г.

Целью данной работы являлось поиск закономерностей по данным спутникового мониторинга зенитной тропосферной задержки радиоволн в рядах атмосферного влагосодержания за период 2009-2014 гг.

В основе определения интегрального влагосодержания из измерений GPS лежит оценка зенитной тропосферной задержки (ZTD) электромагнитных волн, излучаемых спутником. Оценка этой величины определяется разностью измеренного наземным приемником фазового пути сигнала, переданного спутником, и геометрической дальности между спутником и приемником. Дальнейшим шагом является преобразование зенитной тропосферной задержки (ZTD) в интегральное влагосодержание (IWV).

В результате был получен ряд ZTD и IWV за 2014 г. Также были построены и проанализированы графики зависимости температуры и интегрального влагосодержания от времени за период 2009-2014 гг. Данные по температуре и облачности были получены с метеостанции РОСГИДРОМЕТ для г. Казани. Сезонный ход интегрального влагосодержания атмосферы показывает, что при отрицательных температурах интегральное влагосодержание стремится к 0, а при росте температуры повышается, согласно ходу температуры. Также был произведен анализ суточного хода влагосодержания, и облачности в теплый период времени. Обнаружено, что максимум суточного хода облачности приходится на 9-10 часов UTC, а максимум суточного хода влагосодержания на 19-20 часов UTC. Из полученных результатов следует вывод о том, что поля облачности влияют на суточные вариации влагосодержания атмосферы, за счет уменьшения инсоляции при увеличении интенсивности облачности.

ЦИФРОВОЙ ИНКЛИНОМЕТР НА ОСНОВЕ МИКРОСХЕМЫ ADIS 16209

Тонков А.В.

Научный руководитель – асс. Юсупов К.М.

Развитие микроэлектроники, дистанционных средств передачи и обработки результатов измерений, получаемых в цифровом виде, позволили в 1995 г. создать и выпустить пробную серию высокоточных цифровых инклинометров. В настоящей работе был рассмотрен цифровой инклинометр на основе микросхемы ADIS 16209. Небольшие размеры инклинометра и разнообразие его интерфейсов дают возможность использовать его как на стационарных, так и на подвижных объектах. Основные области его применения – определение расположения высотных зданий и сооружений, стволов шахт, вычисление размеров прогибов и какой-либо деформации опор разнообразных конструкций, контроль за углами наклона дорог. Инклинометр также нашёл свое применение в нефтедобывающей промышленности, в судостроении, машиностроении, в перерабатывающей промышленности и, конечно же, в сигнализации и системах безопасности.

Для создания рабочей установки и реализации инклинометра на выбранной микросхеме использовался отладочный комплект Altera DE2-115, который содержит ПЛИС семейства Cyclone II и большое количество цифровых устройств, в том числе семисегментные индикаторы. Программирование микросхемы ADIS 16209 производилось в среде для проектирования и отладки проектов Quartus II,

где на основе языка Verilog HDL была реализована логическая схема контроллера, осуществляющего управление инклинометром.

В ходе выполнения данной работы были получены и выведены показания положения датчика в пространстве на семисегментный дисплей, а также получен навык программирования микросхем ПЛИС.

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ ПО СЗИ SECRET NET 6

Хуторова А.Е.

Научный руководитель – асс. Иванов К.В.

Цель работы: создать комплекс лабораторных работ по системе защиты информации (СЗИ) Secret Net 6.

Система Secret Net 6 предназначена для защиты от несанкционированного доступа к информационным ресурсам компьютеров, функционирующих под управлением операционных систем MS Windows.

Комплекс лабораторных работ позволяет студентам узнать, как настраивать систему политики Secret Net 6, обучить разграничению доступа пользователей, активировать различные механизмы защиты, реализовать механизмы контроля и регистрации событий, и обеспечить контроль целостности объектов.

В текущей версии лабораторной работы, показано, как установить разнообразное ПО СЗИ. В настоящее время идет доработка основных функций СЗИ Secret Net, таких как: контроль входа пользователей в систему; разграничение доступа пользователей к устройствам компьютера и конфиденциальным данным; контроль потоков конфиденциальной информации; контроль целостности защищаемых ресурсов; регистрация событий безопасности в журнале; централизованное управление параметрами механизмов защиты; защита доступа к Active Directory при сетевых обращениях компонентов системы Secret Net 6.

Система Secret Net может быть использована для того, чтобы:

- на компьютерах фирмы была только та информация, и только те программы, которые необходимы сотрудникам для работы;
- неблагонадежные сотрудники фирмы не смогли передать конфиденциальную информацию конкурентам;
- никто, кроме сотрудников фирмы, не пользовался конфиденциальной информацией фирмы;
- всегда можно было ознакомиться с историей работы сотрудника на компьютере.

Клиент Secret Net устанавливается на компьютер, содержащий важную информацию, будь то рабочая станция в сети или какой-либо сервер. Основное назначение клиента Secret Net – это защита ресурсов компьютера и регистрация событий. Клиенты Secret Net оснащаются средствами аппаратной поддержки (для идентификации пользователей по электронным идентификаторам). Сервер безопасности устанавливается на выделенный компьютер или контроллер домена. Сервер безопасности обрабатывает собранную с клиентов Secret Net информацию и хранит данные о состоянии всей системы защиты. В Secret Net используются такие механизмы защиты как аутентификация и идентификация, шифрование сетевых ресурсов, доступ к информации в соответствии с грифом конфиденциальности (полномочное управление доступом), замкнутая программная среда и другие.

Кроме того, Secret Net предоставляет механизмы контроля состояния важных пользовательских и системных файлов.

Система "понимает", что происходит на защищаемом компьютере, ведет регистрацию событий и контролирует работу пользователя на компьютере.

Обо всех важных событиях, происшедших на рабочих станциях, Secret Net сообщает немедленно в единый центр управления и предоставляет возможность своевременно пресечь неправомерную деятельность.

Для проведения лабораторных работ была проведена эмуляция виртуальной сети в лаборатории, настройка сетевой версии, и проверены основные функции Secret Net, такие как разграничение доступа пользователей, контроль целостности, регистрацию событий и т.д.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМЕ СПУТНИКОВОГО РАДИОМОНИТОРИНГА

Ягубов Р.С.

Научный руководитель – проф. Хуторова О.Г.

Радиомониторинг является одной из бурно развивающихся отраслей радиоэлектроники, которая связана с наблюдением и исследованием электромагнитной обстановки как в научных, так и практических интересах. Актуальной задачей является мониторинг атмосферы сигналами спутниковых навигационных систем. С помощью радиосигналов ГЛОНАСС, GPS исследуют состояние ионосферы, тропосферы, решают геофизические задачи. В настоящей работе были рассмотрены данные спутниковых навигационных приемников формата RINEX 3.0. Среди прочих задач спутникового радиомониторинга выделяют следующие:

- определение не разрешенных для использования радиоэлектронных средств;
- выявление источников радиопомех в полосах радиочастот спутниковых радиослужб;
- измерения в интересах обеспечения международно-правовой защиты присвоений (назначений) радиочастот или радиочастотных каналов радиоэлектронным средствам спутниковых служб радиосвязи.

Автоматизация обработки информации в системе спутникового радиомониторинга проводилась в интегрированной среде разработки приложений на языке C++. Программная реализация темы, изложенной в данной работе, потребовала решения таких задач, как изучение стандартов RINEX 3.0 и освоения навыков программирования в пакете разработки программного обеспечения Microsoft Visual C++.

В ходе проведения автоматизации обработки информации спутниковых навигационных систем были получены и выведены показания спутников в заданный временной промежуток.

МИКРОСТРУКТУРА ЦЕНТРОВ Mn^{2+} В КРИСТАЛЛЕ $SrTiO_3$ ПРИ НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Габидинова Р.Ф.

Научный руководитель – доц. Юсупов Р.В.

Титанат стронция $SrTiO_3$ – виртуальный сегнетоэлектрик: при понижении температуры он ведет себя словно при приближении к фазовому переходу, однако вплоть до 30 мК перехода в сегнетоэлектрическую фазу не происходит. При этом переход может быть индуцирован одноосным давлением, электрическим полем, а также легированием примесями, такими, как Ba, Ca, Mg, Pb.

В последнее время особое внимание привлекло легирование Mn. Это связано с наблюдением в керамиках $SrTiO_3:Mn$ фазы так называемого магнитоэлектрического мультитекла [V.V. Shvartsman et al., Phys. Rev. Lett., 101, 165704 (2008)].

Ионы марганца могут входить в кристалл в разных степенях окисления (Mn^{4+} , Mn^{3+} , Mn^{2+}) и замещать как позицию Sr^{2+} (А-позиция), так и Ti^{4+} (В-позиция). Недавно было обнаружено, что спектры ЭПР ионов Mn^{2+} испытывают сильное уширение при понижении температуры от комнатной до 100 К, что было связано с замедлением внутренней динамики центра [Д.Г. Зверев и др., Опт. и спектр., 116, 891 (2014)].

Выполненными в настоящей работе исследованиями показано, что при $T < 10$ К в спектрах ЭПР проявляются низкосимметричные центры ионов Mn^{2+} : происходит переход от динамики к статике. Обнаружено, что при этом реализуется два типа низкосимметричных центров ионов Mn^{2+} : центр моноклинной симметрии с главным направлением, близким к оси C_4 кристалла, и центр ромбической симметрии, главное направление которого совпадает с осью C_2 кристалла. Соотношение интенсивностей спектров ЭПР этих центров зависит от образца.

Ионы Mn^{2+} имеют электронную конфигурацию d^5 и, соответственно, основное состояние – орбитальный синглет 6A_1 ($S=5/2$). В этом случае проявляющаяся в температурных зависимостях динамика не может быть связана с эффектом Яна-Теллера. Практически единственным вариантом реализации наблюдаемой динамики могут быть перескоки иона Mn^{2+} между энергетически эквивалентными не-

центральными положениями. Такая динамика, если учесть величины ионных радиусов, возможна лишь при вхождении ионов Mn^{2+} в «просторную» А-позицию. При этом центры Mn^{2+} будут неизбежно обладать электрическим дипольным моментом, а значит, могут служить источником диэлектрических аномалий в кристаллах и керамиках $SrTiO_3:Mn$.

Однако при комнатной температуре в спектре ЭПР наблюдается лишь один тип центра Mn^{2+} кубической симметрии. На наш взгляд, такая ситуация возможна при наличии в адиабатическом потенциале основного состояния двух типов минимумов, практически эквивалентных по энергии. Малые возмущения, связанные со случайными деформациями и электрическими полями, специфические для разных образцов, определяют в таком случае концентрации разных центров ионов Mn^{2+} .

СПЕКТРАЛЬНО-КИНЕТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КРИСТАЛЛА $LiYF_4:Yb^{3+},Tm^{3+}$

Гориев О.Г.

Научный руководитель – к.ф.-м.н., н.с. Казаков Б.Н.

В современной спектроскопии твердотельных лазерных сред, активированных РЗ ионами, существует актуальная проблема повышения эффективности ап-конверсионной накачки высоко лежащих энергетических состояний. Благодаря эффективному преобразованию ИК излучения в видимую и УФ люминесценцию кристаллы с двойной активацией РЗ ионами нашли широкое применение, например, в цветных дисплеях, солнечных батареях, ИК-индикаторах и т.д. [Wang M. Liu JL, Zhang YX, Hou W. Wu XL, Xu SK. Mater Lett. 63, 325-327, 2009; Huang Y. Lteber CM. Pure Appl Chem. 76, 2051-2068, 2004].

При создании таких устройств необходимо выбрать систему с высокой эффективностью преобразования энергии. Кроме того, важно знать характеристики переходных процессов, которые определяют стационарный или установившийся динамический режим их работы. Длительность переходных процессов в выбранной системе можно определить по реакции на различные внешние возмущения в виде дельта-импульса, единичного скачка или периодической последовательности прямоугольных импульсов.

В настоящей работе исследуется динамика ап-конверсионной люминесценции ионов Tm^{3+} в кристалле $LiYF_4:Yb^{3+}$ (20 мол.%): Tm^{3+} (1 мол.%) при воздействии ИК излучением лазерного диода, модулированного прямоугольными импульсами $t_{LED}=0.08\div 15$ мс по методике, предложенной в [V.V. Pavlov, at.all. JETP Letters, Vol. 100, p. 11, 2014]. Исследованы зависимости спектров и кинетики люминесценции ионов Tm^{3+} в данной матрице при различных условиях импульсного периодического возбуждения. Показано, что, варьируя плотность мощности возбуждения, длительность и период следования импульсов возбуждения, удастся существенно изменять как вид спектров ап-конверсионной люминесценции, так и временные ее зависимости (рис. 1).

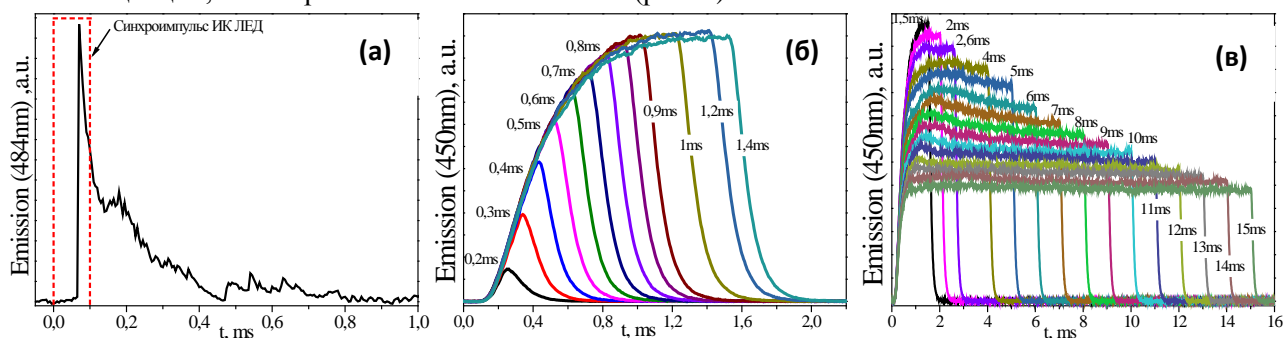


Рис. 1. – Кинетика люминесценции ионов Tm^{3+} в кристалле $LiYF_4:Yb^{3+}$ (20 мол.%), Tm^{3+} (1 мол.%): (а) – отклик люминесценции в виде «пиковой» генерации при $t_{ex}=0,1$ мс ($^1G_4 \rightarrow ^3H_6$); (б, в) – кинетика люминесценции ($^1D_2 \rightarrow ^3F_4$) при возбуждении излучением ИК ЛЕД $t_{ex}=0,2\div 15$ мс, $\lambda_{\text{возб}}=935$ нм, $P_{LED}=1,44$ Вт, $T_{ex}=16,67$ мс, 300 К.

В кинетике люминесценции обнаружено немонотонное возрастание интенсивности люминесценции при увеличении длительности импульса возбуждения. В начальной стадии отклика люминесценции при значениях $t_{ex}=7\div 13$ мс наблюдается четко выраженный экстремум, а затем следует моно-

тонный спад интенсивности. При значениях $t_{ex} > 13$ мс экстремум отсутствует, и отклик люминесценции имеет вид практически горизонтальной линии (рис. 1(в)).

Измерены радиационные времена жизни возбужденных электронных состояний ионов Tm^{3+} (3F_4 , 3H_4 , 1G_4 , 1D_2 , 1I_6) в кристаллах $LiYF_4:Yb^{3+}$ (20 мол. %): Tm^{3+} (1 мол. %) и $LiYF_4:Tm^{3+}$ (1 мол. %). Полученные результаты будут использованы при математическом моделировании процессов апконверсионной люминесценции в кристалле $LiYF_4:Yb^{3+}$ (20 мол. %): Tm^{3+} (1 мол. %).

ЯМР 3He В КОНТАКТЕ С НИТЕВИДНЫМ ОРИЕНТИРОВАННЫМ АЭРОГЕЛЕМ Al_2O_3

Захаров М.Ю.

.Научный руководитель – к.ф.-м.н. Алакшин Е.М.

Исследования ЯМР 3He в контакте с аэрогелями и спиновой кинетики невырожденной жидкости являются фундаментальными задачами, т.к. аэрогель в качестве примеси 3He вносит существенное влияние на свойства и фазы сверхтекучего 3He [Askhadullin, 2015, с. 1088-1096], а механизмы релаксации 3He не до конца изучены, несмотря на большое количество работ в данной области [Genio, 1998, с. 21, Alakshin, 2011, с. 223-225].

Образцом исследования являлся ориентированный нитевидный аэрогель Al_2O_3 "Nafen" (рисунок 1), изготовленный компанией ANF Technology Ltd (Таллин, Эстония). Образец имеет следующие параметры: диаметр волокон ~ 10 нм, плотность 90 мг/см 3 , расстояние между волокнами $\sim 50-80$ нм.

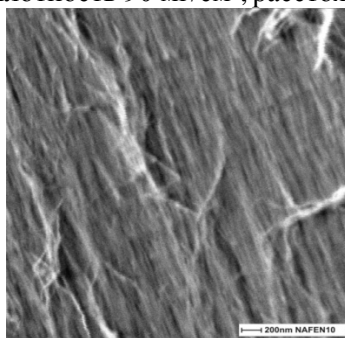


Рисунок 1 – Нитевидный аэрогель Al_2O_3 "Nafen" компании ANF Technology Ltd.

Эксперименты были проведены на импульсном ЯМР спектрометре лабораторного изготовления [Alakshin, 2013, с. 13104]. Диапазон магнитных полей до 900 мТ. Измерены объемы адсорбированных слоев 3He и 4He при температуре 1,5 К и 4,2 К. Установлено, что частотная зависимость времен релаксации 3He в заполненном адсорбированном слое линейная, значит релаксация осуществляется за счет квантового обмена в адсорбированном слое [Cowan, 1983, с. 135].

Для проверки стабильности адсорбированного слоя были проведены измерения T_1 в следующей конфигурации: при $T=4,2$ К напускался объем 4He , соответствующий двум монослоям, затем монослой 3He . Система охлаждалась до 1,5 К, производились измерения T_1 на частотах 9,875 МГц и 16,33 МГц. Результаты представлены на рисунке 2. Т.к. времена релаксации не меняются, можно считать, что адсорбированный слой стабилен.

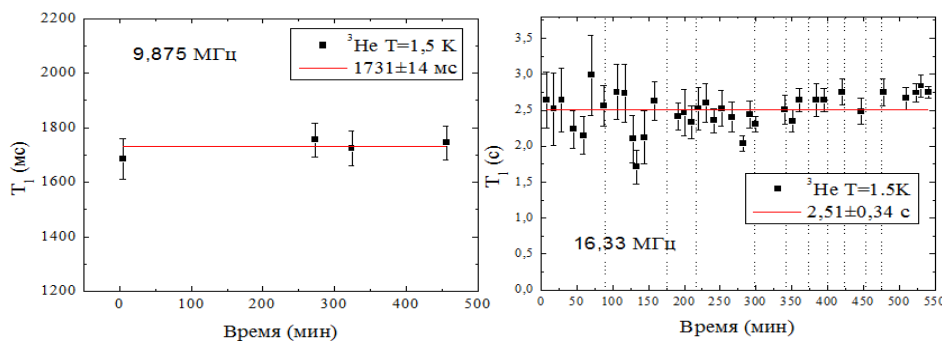


Рисунок 2 – Исследование стабильности адсорбированного слоя 3He .

РАСЧЕТ СПЕКТРА ЯМР В ОРИЕНТИРОВАННЫХ ПОРОШКАХ

Ившин К.А.

Научный руководитель – доц. Егоров А.В.

Многие материалы доступны только в форме порошка. Из-за того что порошки состоят из множества случайно ориентированных частиц, квадрупольное расщепление делает спектр ЯМР очень широким и сложным для анализа, однако для упрощения анализа можно рассматривать спектр ЯМР в ориентированном порошке – системе порошинок, ориентированных преимущественно вдоль какой-либо оси, определенной относительно лабораторной системы координат углами Эйлера: α , β , γ . Отклонение порошинок от заданного направления в пределах угла $\Delta\beta$. В данной работе был построен алгоритм численного моделирования таких спектров. Алгоритм пригоден для *любого гамильтониана*, но в данном случае имел следующий вид:

$$\mathcal{H} = -\gamma_I \hbar (HI) + \frac{2\pi\hbar\nu_Q}{6\sqrt{1+\frac{\eta^2}{3}}} \left(3I_x^2 - I(I+1) + \eta(I_x^2 - I_y^2) \right).$$

В данном алгоритме были рассмотрены расщепление энергетических уровней, вероятности переходов под воздействием радиочастотного возмущения; порошинки ориентировались равновероятно внутри конуса с углом раствора $2\Delta\beta$. Для отладки алгоритма и подтверждения правильности выбранного метода моделирования, был рассчитан порошковый спектр ЯМР изотопов меди ^{63}Cu , ^{65}Cu – системы с ядерным спином $I=3/2$. Совокупность всех кривых полностью описывает экспериментальный спектр меди в образце $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$. Далее были рассчитаны спектры ЯМР в ориентированном порошке данной системы.

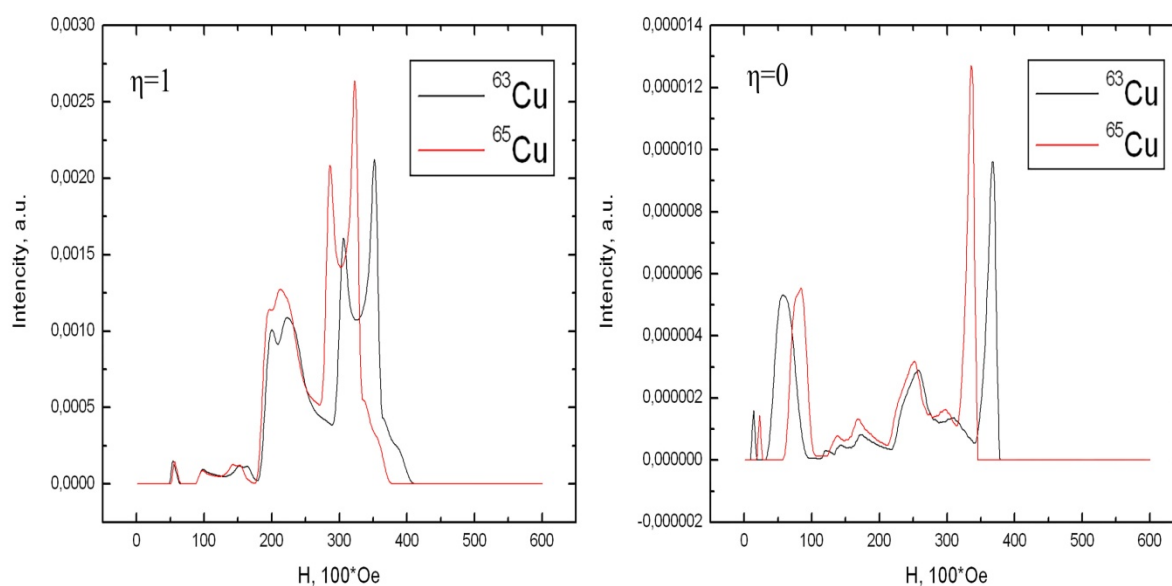


Рисунок 1. – Спектры ЯМР меди в ориентированном порошке при различных параметрах асимметрии η в направлении $\alpha=45^\circ$, $\beta=45^\circ$, $\gamma=0^\circ$, $\Delta\beta=10^\circ$. Моделирование проводилось для частоты $\nu=34,5$ МГц.

ГОМОЦИСТЕИН КАК МАРКЕР ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ. ОПЫТ ЭПР ИССЛЕДОВАНИЙ

Исхакова К.Б.

Научный руководитель – с.н.с. Гафуров М.Р.

Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) позволяет проводить информативные исследования сложных химических систем, содержащих парамагнитные центры, в том числе плазму в организме человека. Давно замечено, что повышенное содержание в плазме гомоцистеина – серосодержащего белка – сопутствует нейродегенеративным и сосудистым заболеваниям, как то: болезнь Альцгеймера, деменция, рассеянный склероз и т.д.

В научной литературе, датированной 1950-ми, 1960-ми годами встречаются редкие, противоречивые упоминания о том, что гомоцистеин можно детектировать методом ЭПР. С подачи профессора Р.А. Гиниатулина нами было решено проверить возможности метода и имеющейся в наличии аппаратуры ЭПР (спектрометр ЭПР ESP-300 фирмы Bruker) для проверки данных утверждений.

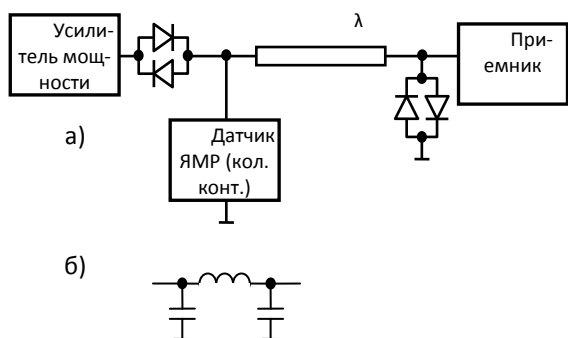
В работе в качестве образца был использован L-гомоцистеин в порошковой форме от компании Sigma-Aldrich. Были исследованы спектры гомоцистеина при комнатной и более низкой температурах, при облучении образца рентгеновским облучением разной мощности на воздухе и в вакууме, а также в растворе. На основе проведенных исследований был сделан вывод, что детектировать гомоцистеин в плазме методами ЭПР спектроскопии, по-видимому, не представляется возможным.

СПЕКТРОМЕТР ИМПУЛЬСНОГО ЯМР: ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОЙ ЧЕТВЕРТЬВОЛНОВОЙ ЛИНИИ НА ИНТЕНСИВНОСТЬ СИГНАЛА СПИНОВОГО ЭХА

Катков В.И.

Научный руководитель – доц. Дуглав А.В.

В импульсной спектроскопии ЯМР твердого тела ядерная спиновая система возбуждается мощным (до 1 кВт, что соответствует напряжению до 200 В) импульсом радиочастотного магнитного поля, возбуждаемого в катушке индуктивности согласованного на 50 Ом колебательного контура. Через время порядка десятка микросекунд после окончания действия импульса наблюдается отклик спиновой системы (сигнал спинового эха) в виде ЭДС величиной порядка микровольт, наводимой ядерной намагниченностью в этой же катушке. При построении импульсного спектрометра ЯМР возникают две важные проблемы: во-первых, во время действия импульса необходимо передать всю мощность с выхода усилителя мощности в датчик ЯМР (колебательный контур) и защитить чувствительный приемник от чрезмерных перегрузок, которые могут вывести приемник из строя; во-вторых, по возможности без потерь передать мощность сигнала спинового эха (доли нВт) на вход приемника. Как известно, весьма эффективный способ решения этих проблем – использование пассивных ключей из встречно-параллельно соединенных диодов и отрезка 50-омной линии передачи длиной $\lambda/4$ (рис.(а)). Упрощенная схема замещения пары диодов при большом напряжении на них – малое сопротивление (короткое замыкание), при малом (меньше примерно 0.6 В) – большое сопротивление (разрыв в цепи). Свойство четвертьволновой линии – очень большое (в теории бесконечное) входное сопротивление при коротком замыкании на выходе.



Во время действия импульса обе пары диодов оказываются открытыми (короткозамкнутыми), входное сопротивление линии $\lambda/4$ велико, и вся мощность уходит в 50-омный датчик ЯМР, лишь очень малая часть ее поступает на вход приемника. Во время приема слабого сигнала спинового эха диоды оказываются запертыми (разрыв в цепи), сигнал через 50-омную линию $\lambda/4$ без отражений поступает на 50-омный вход приемника.

На частотах порядка 10 МГц длина линии $\lambda/4$ оказывается слишком большой, и вместо нее используют искусственную линию $\lambda/4$ с сосредоточенными параметрами. Величину L и C выбирают из двух условий: входное сопротивление искусственной линии $R = \sqrt{L/C} = 50$ Ом, резонансная частота параллельного колебательного LC -контура, образующегося при коротком замыкании на выходе, $1/\sqrt{LC} = \omega_{\text{ЯМР}}$. Несмотря на то, что оба эти условия можно выполнить, строго говоря, только лишь на одной частоте, искусственная линия $\lambda/4$ удовлетворительно работает в некотором диапазоне частот вблизи резонансной.

В докладе приводятся результаты исследования влияния искусственной четвертьволновой линии на мощность импульсов, поступающих на датчик ЯМР, и на интенсивность сигнала спинового эха. Оказалось, что при допустимом ослаблении амплитуды радиочастотного импульса на контуре, возбуждающего спиновую систему, и амплитуды сигнала спинового эха на 5%, диапазон 24-80 МГц можно перекрыть с помощью трех искусственных четвертьволновых линий. Результаты исследования важны для правильной оценки относительной интенсивности отдельных линий спектров ЯМР, измерение которых проводится обычно при протяжке частоты в широком диапазоне.

АП-КОНВЕРСИОННАЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ В МОНОКРИСТАЛЛЕ $\text{Ho}^{3+}:\text{LiYbF}_4$

Козюров А.Д.

Научный руководитель – к.ф.-м.н., н.с. Казаков Б.Н.

Одной из актуальных проблем современной спектроскопии и лазерной физики является эффективная ап-конверсионная накачка высоко лежащих энергетических состояний активаторных ионов в твердых телах. Аналогичные задачи возникают также и при разработке фотоэлектрических преобразователей, систем передачи энергии и в биомедицинских приложениях. Одними из наиболее перспективных ап-конверсионных материалов являются фторидные кристаллы, легированные трехвалентными редкоземельными ионами. Эти среды демонстрируют эффективную генерацию излучения различных длин волн, от ультрафиолетовой до инфракрасной областей спектра, при возбуждении коммерческими инфракрасными лазерными диодами. В рамках данной работы, обсуждаются перспективы использования монокристаллов $\text{Ho}^{3+}:\text{LiYbF}_4$ в качестве преобразователей инфракрасного излучения серийных лазерных диодов, излучающих в области длин волн 808 и 980 нм, в видимое излучение. Также изучается динамика процессов заселения и распада возбужденных энергетических уровней.

Серия кристаллов $\text{Ho}^{3+}:\text{LiYbF}_4$ с различной концентрацией ионов Ho^{3+} была выращена в графитовых тиглях методом Бриджмена-Стокбаргера в НИЛ Магнитной радиоспектроскопии и квантовой электроники Казанского федерального университета. Образцы имеют форму параллелепипеда со сторонами $\sim 5 \times 2 \times 3$ мм. Содержание Ho^{3+} варьировалось от 0.2 до 5 ат.% в исходных компонентах шихты.

Ап-конверсионная флуоресценция возбуждалась лазерным диодом с перестраиваемой длиной волны в области 930-940 нм. Максимальная мощность излучения в пике кривой перестройки частоты лазерного диода достигала 4 Вт. Была обнаружена эффективная передача энергии между примесными ионами Yb^{3+} , в область полос поглощения которых осуществлялось возбуждение, и ионами Ho^{3+} . Свидетельством этого является нелинейная зависимость интенсивности ап-конверсионной люминесценции ионов Ho^{3+} от мощности возбуждения и специфические особенности ее временных характеристик, позволяющие констатировать, что возбуждение активаторных ионов происходит по схеме фотонной лавины. Помимо зависимости спектрально-люминесцентных и кинетических характеристик от плотности мощности возбуждающего излучения, в работе приводятся аналогичные зависимости от длительности и скважности импульсов излучения лазерных диодов. Обсуждаются причины наблюдаемых отличий, и дискутируется возможность использования периодического импульсного возбуждения для управления люминесцентными и лазерными свойствами данных материалов. В це-

лом, полученные данные свидетельствуют о высокой эффективности ап-конверсионных процессов в кристаллах $\text{Ho}^{3+}:\text{LiYbF}_4$ и о перспективах использования этих материалов в качестве эффективных преобразователей энергии инфракрасного излучения.

ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ОЦЕНКА ЕЕ СВОЙСТВ МЕТОДАМИ МАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА

Кондратьева Е.И.

Научный руководитель – к.ф.-м.н., н.с. Сафиуллин К.Р.

По сравнению с обычной древесиной термически обработанная древесина обладает рядом уникальных свойств: улучшенные показатели качества, долговечность и внешний вид. Кроме того, вакуумная сушка древесины позволяет сократить продолжительность сушки при сохранении качества древесины. Данная работа посвящена изучению возможностей методов магнитного резонанса при анализе и контроле различных свойств термически обработанной древесины.

В работе исследовались образцы древесины различных пород (береза, дуб, липа, ель, лиственница, сосна). Образцы подвергались термической обработке в вакуумном термошкафе ВТШ-К24-25 при температурах 150°C и 220°C . Длительность обработки варьировалась в диапазоне от 40 минут до 8 часов. Влажность образцов измерялась двумя способами (прямым и косвенным).

В ходе работы были проведены эксперименты методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) на спектрометре Varian E-12 X-Band на частоте 9.3 ГГц при комнатной температуре. Во время экспериментов дополнительно были использованы калиброванные метки, позволяющие количественно и качественно сравнивать измеренные спектры ЭПР различных образцов, в которых наблюдался сигнал свободных радикалов различной амплитуды в районе $g=2.002$.

В экспериментах методом ядерного магнитного резонанса (ЯМР) был использован импульсный ЯМР-спектрометр лабораторного изготовления (НИЛ МРС и КЭ им. С.А. Альтшулера ИФ КФУ). Были проведены измерения времен продольной T_1 и поперечной T_2 релаксации ядер ^1H образцов на частоте 11 МГц при комнатной температуре.

Было установлено, что использование вакуумной сушки ускоряет процесс сушки при использованных температурах почти вдвое. На основе полученных спектров ЭПР можно сделать вывод, что амплитуда сигнала свободных радикалов существенно зависит от влажности образца: у более влажных образцов амплитуда сигнала слабее. Кроме того, амплитуда сигнала свободных радикалов растёт с увеличением времени термической обработки и её температуры. Однако влияние термической обработки древесины на релаксационные параметры ядер ^1H исследованных образцов не обнаружено.

МАГНИТООПТИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ КЕРРА: ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА И ИССЛЕДОВАНИЯ ТОНКИХ ПЛЕНОК РАЗНОЙ ПРИРОДЫ

Латфуллина И.А.

Научный руководитель – доц. Юсупов Р.В.

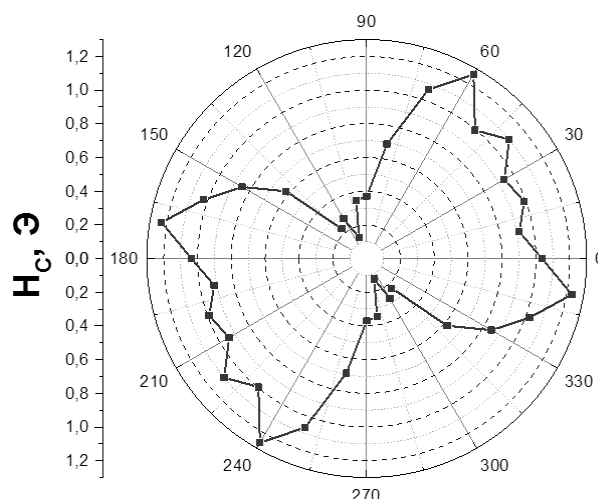
Целью работы являлось создание высокочувствительной экспериментальной установки по измерению магнитооптического эффекта Керра, а также испытание установки на сверхтонких магнитных пленках разной природы.

Источником излучения в созданной установке служил He-Ne лазер с длиной волны 632.8 нм и мощностью излучения 3 мВт. Излучение лазера проходило через линзу, которая служила для коллимации светового пучка. Далее свет проходил через поляризатор, в качестве которого использовалась призма Глана-Тейлора: он служил для выделения света с заданной плоскостью поляризации. После поляризатора свет направлялся на модулятор, представлявший собой вращающийся диск с прорезями; частота модуляции составляла от 30 до 1500 Гц. Далее свет проходил через полуволновую пластинку, отражался от образца, помещенного между полюсами электромагнита, и падал на анализатор, в качестве которого использовалась призма Волластона, разделяющая падающий свет по направлению на пучки ортогональной поляризации. Призма в установке повернута под углом 45° относитель-

но плоскости падения света. В этом случае интенсивности ортогонально поляризованных лучей оказываются приблизительно равными, а условие их точного равенства обеспечивается путем тонкой подстройки полуволновой пластинки. Вышедшие из призмы два пучка попадали на чувствительные площадки фотодиодов, включенных на вычитание сигналов. Разностный сигнал детектировался на частоте модуляции при помощи синхронного детектора. Данные синхронного детектора поступали в компьютер. С компьютера также осуществлялось управление блоком питания магнита, с помощью которого устанавливалась требуемая величина магнитного поля.

Для управления экспериментальной установкой была написана программа в среде разработки Labview. Высокая чувствительность установки обеспечивается применением нулевой дифференциальной методики и использованием техники синхронного детектирования.

На данной установке исследовалась тонкая пленка сплава $Pd_{0,9}Fe_{0,1}$ толщиной 20 нм на кремниевой подложке, полученная методом молекулярно-лучевого напыления. Для этого образца была измерена угловая зависимость коэрцитивной силы от направления магнитного поля в плоскости пленки.



По графику видно, что магнитные свойства в плоскости пленки характеризуются одноосной анизотропией, т.е. наличием одной легкой оси.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИЗУЧЕНИЯ РЕГОЛИТА

Лопатина А.А.

Научный руководитель – доц. Орлинский С.Б.

Одной из самых обсуждаемых и привлекательных тем для всех людей является космос, а в частности, спутник Земли – Луна. В последнее время интерес к этому небесному телу возрос не только у ученых, но и у большей части населения нашей планеты. Это связано с тем, что в Евросоюзе, Китае и США проводятся различные крупные программы, часть из которых ориентирована на исследование ближайших планет и спутников Солнечной системы, химического состава их грунта. Считается, что наиболее перспективным направлением в изучении космоса является исследование лунного грунта.

Реголит представляет собой рыхлый, разнородный обломочно-пылевой слой глубиной несколько метров. Образование его происходит за счет ударной переработки пород скального основания. Лунный грунт планируется использовать, как строительный материал для лунных баз, источник кислорода, почва для растений.

Несомненный интерес представляет химический состав реголита. Разнородный обломочно-пылевой слой насыщен инертными газами, среди которых есть изотоп гелия – гелий-3. Он эффективно используется в разрабатываемых сейчас реакторах, работающих на принципах управляемого термоядерного синтеза.

Для определения районов Луны с большим количеством гелия были проанализированы данные о химическом составе пород, добытых различными лунными миссиями. По полученным данным о содержании гелия в образцах разных лунных пород можно сделать вывод, что наибольшее количество гелия содержится в образцах почв и реголитовых брекчий, добытых миссиями Аполлон 11, Аполлон

12, Аполлон 17 и Аполлон 16 (море Спокойствия, океан Бурь, равнина Хэйли на плоскогорье Декарт и горная долина у юго-восточной оконечности моря Ясности).

В заключение, можем сказать, что реголит представляет огромный научный интерес (эволюция небесных тел, история Солнечной Системы), практический интерес (применение в создании и поддержании работы лунных баз; источник гелия-3). Количество областей применения реголита растет, так как материал весьма перспективен.

КОГЕРЕНТНЫЕ АКУСТИЧЕСКИЕ ФОНОНЫ В РУТИЛЕ С ИМПЛАНТИРОВАННОЙ ТОНКОЙ ПЛЕНКОЙ КОБАЛЬТА

Петров А.В.

Научный руководитель – доц. Юсупов Р.В.

Актуальным направлением в исследовании взаимодействия света с веществом является изучение возможности модификации намагниченности вещества интенсивными лазерными импульсами сверхкороткой длительности. Недавно была показана принципиальная возможность контролируемого обращения намагниченности тонких пленок импульсами фемтосекундного лазера [см., например, С. Stanciu et al., Phys. Rev. Lett. 99, 217204 (2007)].

Нами при исследовании отклика тонкой ферромагнитной пленки кобальта в рутиле, полученной путем ионной имплантации в Казанском физико-техническом институте, в сигналах время разрешенного магнитооптического эффекта Керра и динамике коэффициента отражения были обнаружены осцилляции с частотой, близкой к ожидаемой для фотоиндуцированной прецессии намагниченности (~ 50 ГГц). Этот сигнал, однако, не изменял знака при инверсии намагниченности в экспериментах по эффекту Керра. Поэтому целью настоящего исследования было установление природы наблюдаемых осцилляций.

На рисунке представлена временная зависимость относительного изменения коэффициента отражения пленки кобальта после фотовозбуждения световым импульсом длительностью 40 фс, энергией 10 мкДж на длине волны 800 нм. Вслед за субпикосекундным пиком в измеряемом сигнале, который, скорее всего, связан с возбуждением и релаксацией электронов в металлической пленке, следует медленная релаксация, на фоне которой наблюдаются хорошо различимые осцилляции. В осцилляциях проявляются биения. В спектре, полученном путем Фурье-преобразования выделенной из сигнала осциллирующей составляющей, присутствуют две частоты – 49.8 ГГц и 54.9 ГГц (нижний спектр на вставке).

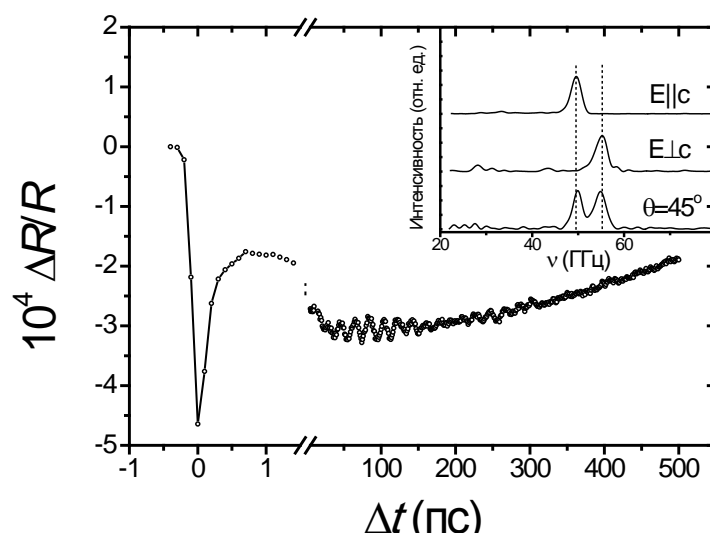


Рисунок 1. – Временная зависимость относительного изменения коэффициента отражения пленки кобальта после фотовозбуждения световым импульсом длительностью 40 фс, энергией 10 мкДж на длине волны 800 нм

Было обнаружено, что при вращении плоскости поляризации зондирующего светового импульса относительные амплитуды двух частотных составляющих изменяются. При поляризации света вдоль и перпендикулярно оси *c* рутила, лежащей в плоскости подложки, в спектре остается лишь одна ком-

понента из двух. Наблюдаемые осцилляции обусловлены интерференцией света, отраженного от пленки и от волны упругого возмущения, распространяющейся в рутиле и возбужденной за счет поглощенной в пленке световой энергии – явления, классифицируемого как «когерентные продольные акустические фононы». Две частоты в осцилляциях связаны с распространением в одноосной подложке с разной фазовой скоростью обыкновенной и необыкновенной волн.

ЭПР-СПЕКТРОСКОПИЯ ИОНОВ Yb^{3+} В КРИСТАЛЛЕ SrY_2O_4

Покрышкина Е.Ю.

Научный руководитель – доц. Юсупов Р.В.

Одно из актуальных направлений исследований – изучение концентрированных магнетиков с фрустрацией. К таким соединениям относятся вещества с общей формулой SrLn_2O_4 , где Ln – редкоземельный ион. Магнитные свойства концентрированных кристаллов сложны, а критические температуры для соединений всех редкоземельных ионов заметно ниже температуры жидкого гелия [D.L. Quintero-Castro et al., Phys. Rev. B, 86, 064203 (2012)]. Одним из подходов для достижения понимания свойств концентрированных соединений является изучение одиночных ионов в магниторазбавленных изоструктурных кристаллах методом электронного парамагнитного резонанса (ЭПР). В качестве таких объектов были выбраны кристаллы $\text{SrY}_2\text{O}_4:\text{Yb}^{3+}$ с концентрациями ионов Yb^{3+} 0.01 ат.% и 0.5 ат.% по шихте.

Пространственная группа симметрии кристалла SrY_2O_4 – орторомбическая Pnma [J.G. Pepin, J. Appl. Cryst., 14, 70-71 (1981)]. Ионы Yb^{3+} по зарядовому состоянию и величине ионного радиуса близки к ионам Y^{3+} , поэтому преимущественно замещают их при легировании. В структуре кристалла имеется две неэквивалентных позиций ионов Y^{3+} – Y1 и Y2. При замещении каждой из позиций в спектрах ЭПР могут проявляться по два магнитно-неэквивалентных центра.

Кристаллы были выращены методом зонной плавки с оптическим нагревом в лаборатории роста оксидных кристаллов Казанского федерального университета. В настоящей работе представлены результаты исследования кристаллов методом ЭПР. Исследования проводились при температуре 15 К. Образцы были сориентированы на рентгеновском дифрактометре с точностью $\pm 3^\circ$. Были измерены ориентационные зависимости спектров ЭПР в плоскостях (ab) и (bc) кристалла.

В ограниченных диапазонах углов в спектрах проявляются характерные сверхтонкие структуры, обусловленные изотопами ^{171}Yb ($I=1/2$) и ^{173}Yb ($I=5/2$). Угловые зависимости резонансных полей для четных изотопов иттербия анализировались в приближении изолированного спинового дублета с $\tilde{S}=1/2$ и эффективным g-тензором ромбической симметрии ($g_1 \neq g_2 \neq g_3$). В результате анализа определены главные компоненты g-тензора и ориентация его главных осей по отношению к осям кристалла для позиций Yb1 и Yb2.

ПРИМЕНЕНИЕ СКВИД-МАГНЕТОМЕТРОВ В ЯДЕРНОМ МАГНИТНОМ РЕЗОНАНСЕ

Салихов Т.М., Захаров М.Ю.

Научный руководитель – доц. Клочков А.В.

В ЯМР спектрометрах магнитное поле создается магнитами различной конструкции и имеется тенденция к использованию все более высоких полей (до ~ 10 Тл), что дает выигрыш в чувствительности, разрешении и т.д. Тем не менее, растет интерес и к приборам, использующим более низкие поля. В частности, доступны приборы с постоянными магнитами открытого типа на 0.2 Тл – более дешевые по сравнению с высокопольными, но с потерями в чувствительности и разрешении. При еще меньших полях ~ 0.03 мТл потеря в чувствительности может быть компенсирована за счет предварительной поляризации ядер, на которых наблюдается резонанс. Предполяризация увеличивает намагниченность и, соответственно, растет величина сигнала ЯМР. С использованием этого метода осуществляется возможное создание приборов, работающих в магнитном поле Земли (~ 50 мкТл). Другой способ увеличения сигнала ЯМР в низких полях – использование в качестве зонда гиперполяризованных молекул ^3He и ^{129}Xe [Nacher, 2005]. В настоящее время все большее применение для детектирования

сигнала ЯМР в низких полях находят сверхчувствительные магнитометры на основе СКВИДов (SQUID) – сверхпроводящих квантовых интерферометров [The SQUID Handbook, 2004, V. 1], [Greenberg, 1998, с. 175-222].

СКВИД постоянного тока (ПТ-СКВИД) содержит два контакта Джозефсона, соединенных параллельно в сверхпроводящий контур с индуктивностью L . Когда через контакты пропускают ток смещения I_B , меньший критического, СКВИД работает в стационарном режиме. Каждый контакт обладает емкостью C и шунтирован сопротивлением R . Когда магнитный поток Φ (созданный внешним магнитным полем) сквозь контур изменяется, критический ток осциллирует между максимальным значением при $\Phi=n\Phi_0$ и минимальным при $\Phi=(n+1/2)\Phi_0$ с периодом Φ_0 . В присутствии постоянного тока смещения I_B напряжение на контуре периодически изменяется в зависимости от величины потока Φ . СКВИД обычно работает в режиме, когда малые вариации потока $\delta\Phi$ создают максимальные изменения в напряжении δV . Это напряжение δV усиливается обычной полупроводниковой электроникой, т.е. СКВИД представляет собой преобразователь магнитного потока в напряжение. Устройство, обеспечивающее сцепление магнитного потока, созданного прецессией спинов в приемной катушке прибора ЯМР, со СКВИДом – трансформатор потока. Приемная катушка L_p намотана из Nb-провода и соединена с входной катушкой СКВИДа с индуктивностью L_i . Такая сверхпроводящая замкнутая цепь сохраняет магнитный поток. Зачастую такие схемы детектирования помещаются в сверхпроводящий экран или экранированную комнату для ослабления внешних помех. Другой способ уменьшения помех – использование градиометра первого или второго порядка во входной цепи [Liao, 2003, 1426-1429].

Цель данной работы – создание установки для детектирования сигнала ЯМР от удаленных ядер ^1H с помощью СКВИДа. Нами была использована схема с градиометром первого порядка, так как перспектива использования данного метода в ядерном магнитном каротаже не позволяет применять сверхпроводящий экран или экранированную комнату.

СПИН-РЕШЕТОЧНАЯ РЕЛАКСАЦИЯ ПРИМЕСНЫХ ЦЕНТРОВ В ГИДРОКСИАПАТИТЕ

Шуртакова Д.В.

Научный руководитель – доц. Мамин Г.В.

В последнее время гидроксиапатит часто используется в медицине в качестве биокерамики для стоматологических и ортопедических имплантатов, т.к. обладает химическими и кристаллографическими сходствами с минеральной частью кости, что обуславливает актуальность его исследования.

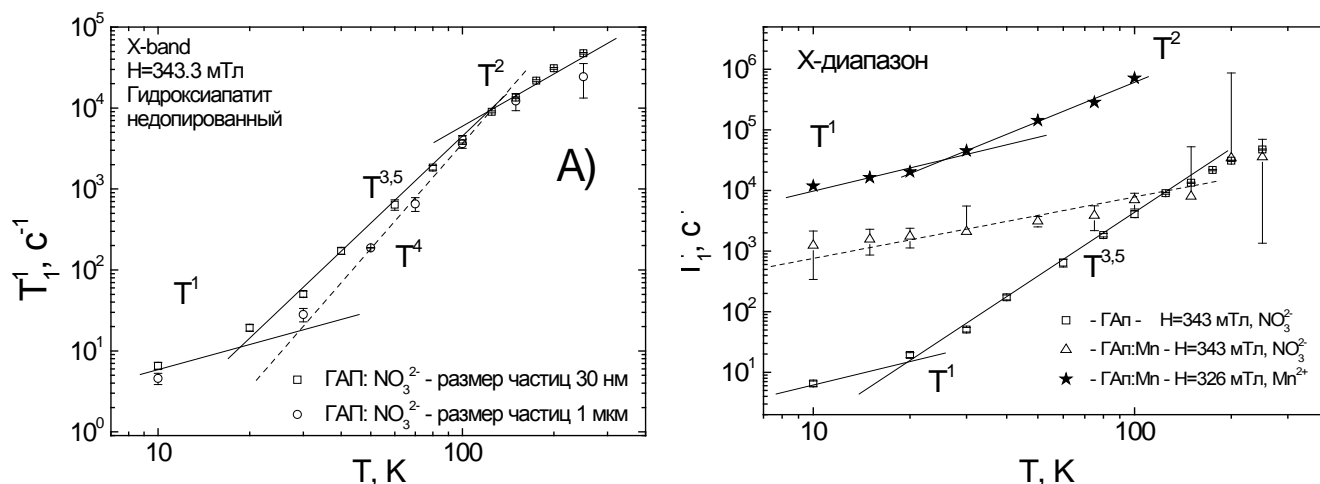
Целью работы являлось определение времени релаксации в порошках “чистого” гидроксиапатита размерами 30 нм и 1 мкм, а также в порошках гидроксиапатита, допированного примесью Mn 0.05 мол.%, в диапазоне температур 10-250 К. Процесс спин-решеточной релаксации измерялся по восстановлению продольной намагниченности после инвертирующего импульса на спектрометре Elexsys-580/680 в импульсном режиме, в X-диапазоне частот.

В образцах наблюдались спектры ЭПР комплексов NO_3^{2-} [Gafurov, M. Nitrogen-containing species in the structure of the synthesized nano-hydroxyapatite / M.Gafurov et. all // Pis'ma v ZhETF. -2014. –V. 99. -N.4. P. 223-230] и ионов Mn^{2+} (для допированного образца). Времена релаксации измерялись в магнитном поле $H=343.3$ мТл для комплексов NO_3^{2-} (переход $M_1=0$) и $H=326$ мТл для ионов Mn^{2+} .

На рисунке А) показана температурная зависимость скорости восстановления спин-решеточной релаксации в образцах недопированного гидроксиапатита с размерами 30 нм и 1000 нм. В диапазоне температур 20-100 К зависимость T_1^{-1} NO_3^{2-} центров от температуры частиц со средним диаметром 1 мкм описывается законом $\sim T^4$, отличным от обычных T^9 или T^5 . Для частиц со средним диаметром 30 нм зависимость T_1^{-1} описывается законом $T^{3.5}$, что позволяет сделать предварительные выводы о влиянии размера наночастиц на скорость релаксации.

На рисунке Б) можно увидеть резкое изменение времени релаксации NO_3^{2-} центров в ГАп с примесью ионов Mn^{2+} , что указывает на сосуществование этих двух центров в одной наночастице.

Таким образом, температурные зависимости времен спин-решеточной релаксации могут выявить новые данные о расположении примесей в наночастицах.



ЯМР-ИССЛЕДОВАНИЕ СПИНОВОЙ ДИНАМИКИ В СОЕДИНЕНИИ CoAl_2O_4

Яковлева М.Ф.

Научный руководитель – к.ф.-м.н., н.с. Вавилова Е.Л.

Фрустрации в сильно коррелированных электронных системах тесно связаны с конкуренцией обменных взаимодействий или с особенностями геометрии решетки. В подобных системах классический порядок запрещен и, как следствие, возникают различные экзотические основные состояния (например, спин-спиральные структуры, спиновые стекла, спиновые жидкости и т.п.). В нашей работе представлены динамические и статические свойства соединения CoAl_2O_4 , кандидата на реализацию спин-жидкостного состояния. Шпинель CoAl_2O_4 была исследована локальными методами. Мы представляем результаты ЭПР и ЯМР экспериментов, а также мюонной спектроскопии.

Используя локальные методы, можно получить информацию о динамике спиновой системы. Нами доказано, что фрустрации спиновых взаимодействий и взаимозамещение ионов Co/Al сильно влияют на спиновую динамику. Неоднородное уширение линий ЭПР и ЯМР при низких температурах связано с появлением короткодействующих корреляций. Анализ времен релаксации указывает на критическое замедление спиновых флуктуаций при характеристической температуре $T^* = 8\text{K}$. Наиболее вероятно, в спиновой системе устанавливается нестандартный порядок, когда одновременно сосуществуют антиферромагнитная фаза и спиральная спиновая жидкость.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЗВЕЗД В КРАТНОЙ СИСТЕМЕ ADS 7438

Заострожных А.А.

Научный руководитель – с.н.с. ГАО РАН (СПб), к.ф.м.н. Кияева О.В.

В данной работе для звезды ADS 7438, которая является сложной системой, состоящей из 5 физически связанных компонентов, так как компоненты Аа и В – спектроскопические системы с периодом обращения 1.7 и 28 дней соответственно, были обработаны ПЗС снимки, полученные на телескопе FTN как результат общей работы с Пулковской обсерваторией. Дополнен и проанализирован ряд общими мировыми и Пулковскими наблюдений. По данным из каталога WDS методом параметров видимого движения (ПВД) были построены орбиты тесной пары АаAb ($\rho = 0.3''$) с периодом 52 года. Также были вычислены параметры видимого движения пар АВ и АС.

Метод параметров видимого движения основывается на том, что движение материальной точки определяется заданием ее пространственных векторов положения, и скорости для какого-то определенного момента времени. Эти вектора получаются по короткой дуге видимой орбиты через относительное положение (ρ, θ) и относительное движение (μ, ψ) в картинной плоскости. Иногда удается

определить радиус кривизны по короткой дуге видимой орбиты. Кроме ПВД используются дополнительные данные – параллакс, относительная лучевая скорость и сумма масс компонентов.

В нашей работе расчеты по построению орбиты и вычислению параметров видимого движения компонентов звезды проводились с использованием пакета программ Ольги Вениаминовны Кияевой, также в процессе выполнения работы по вычислению относительных положений (ρ , θ) для первичной обработки ряда снимков, полученных на телескоп FTN, нами был написан дополнительный пакет программ.

Финальным этапом нашей работы было построение орбиты пары AaAb методом параметров видимого движения (ПВД). Также были вычислены параметры видимого движения пар AB и AC. Для повышения точности результатов, в ряду наблюдений AB и AC, делалась поправка за движение фотоцентра относительно центра масс с учетом полученных параметров орбиты AaAb и масс компонентов из каталога MSC. При этом мы считали, что наблюдался фотоцентр AaAb. Используя данные о массах звезд A и B из каталога MSC, мы определили положение центра масс AB и параметры видимого движения (AB-C). Зная скорости движения B относительно A, и C относительно предполагаемого центра масс AB, было получено, что скорость (AB)C, больше скорости (A)B. То, что движение в широкой паре больше, чем в тесной, является доказательство того, что светило C является оптическим спутником, а не физическим компонентом сложной кратной системы.

МОДЕРНИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ РАСКОПОК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ ВЫСОКОТОЧНОЙ ГЕОДЕЗИИ, НАЗЕМНОЙ ФОТОГРАММЕТРИИ И ГИС

Назипов Д.Р.

Научный руководитель – Старовойтов А.В.

Целью данной работы является усовершенствование процесса проведения археологических раскопок с внедрением новейшего геодезического оборудования, методов наземной фотограмметрии и ГИС.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи: выявить необходимый инструментарий и программное обеспечение для сбора, обработки и хранения информации, сравнить получаемую точность с достаточной для археологических исследований и ГИС, апробировать методику в полевых условиях и выявить преимущества и недостатки с целью её дальнейшей оптимизации.

Данная работа проводилась на территории Булгарского государственного историко-архитектурного музея-заповедника. Первые шаги по модернизации проведения раскопок были заложены в летний полевой период 2012 г. Результатом стал подробный алгоритм работ на раскопе, основой которого является ГИС-проект.

Археологические раскопки 2013 и 2014 гг. стали фундаментом в закреплении и применении новейшей методики. Изначально в проект закладывается космическая или аэрофотосъемка исследуемой территории и обработанные данные геофизических исследований, посредством которых определяется место закладки раскопа. В ходе проведения раскопок проект наполняется данными фотограмметрической съемки – ортофото пластов и картами высот. Ортофото проходит этапы трассировки и присвоения атрибутов. Привязка данных фотограмметрической съемки и фиксация находок осуществляется тахеометром.

Таким образом, получаемая нами точность археологических исследований выше, чем при проведении работ стандартными методами. Это повышает уровень качества и достоверности археологических данных. Преимуществами данной методики является также ускорение археологических раскопок, посредством перехода полевой работы в камеральную. Также необходимо отметить, что для обработки фотограмметрических данных, требуются большие мощности компьютера.

Внедряемая методика была высоко оценена в кругах археологических исследователей. Дальнейшее усовершенствование методики запланировано на полевой период работ 2015 г.

СПЕКТРАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ДВУХ ТЕСНЫХ ДВОЙНЫХ СИСТЕМ SBS 1108 И RXJ 1039

Соловьева Ю.Н.

Научный руководитель – доц. Шиманский В.В.

На основе спектроскопических наблюдений на БТА САО РАН выполнено исследование двух малоизученных аккрецирующих тесных двойных систем SBS 1108 и RX J1039.

Показано, что спектры катаклизмической переменной (КП) SBS 1108 содержат широкие ($\Delta V_r \approx 3000$ км/с) эмиссионные линии HeI и H β , из чего был сделан вывод о существовании оптически тонкого аккреционного диска, причем интенсивность линий указывает на доминирование гелия в его веществе ($N_{\text{He}}/N_{\text{H}} \sim 5$). Доплеровская томография выявила более однородную структуру диска в линиях H β и клочковатую в линиях HeI. В аккреционном диске наблюдаются проявления волн плотности. На основании полученных результатов система SBS 1108 классифицирована как дисковая КП класса AM CVn (ультракомпактная система с большим избытком гелия в атмосфере белого карлика).

Спектры системы RXJ1039 показывают одиночные линии H β и HeII высокой интенсивности и более слабые линии HeI и FeII. Лучевые скорости, измеренные по данным линиям, имеют синусоидальные изменения с фазой орбитального периода с амплитудами $K=290-350$ км/с. Доплеровская томография объекта не выявила выраженной дисковой структуры. В результате система RXJ1039 была отнесена к классу полярных звезд с эффектами отражения.

АНАЛИЗ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИК НОВОГО ПОЛЯРА RX 152506

Тазиева З.Р.

Научный руководитель – доц. Шиманский В.В.

Спектроскопические наблюдения 1RXS J152506.9-032647 выполнялись на телескопе БТА САО РАН. Фотометрические наблюдения были проведены на телескопе Цейсс-1000.

В результате получен набор спектров системы для всех фаз орбитального периода, кривые ее лучевых скоростей и блеска в полосе R. В спектре наблюдаются одиночные эмиссионные линии водорода (H β), нейтрального (HeI) и ионизованного (HeII) гелия и ряда тяжелых элементов в высоких стадиях ионизации.

Анализ кривых лучевых скоростей указывает на доминирование в излучении эмиссионных линий аккреционной колонны со значительным наклоном к плоскости орбиты системы. Все кривые имеют форму близкую к синусоиде, что характерно для объектов, движущихся по круговым орбитам.

В фотометрических наблюдениях кривой блеска, очевидно, выделяется затмение с глубиной $\Delta m > 5.0^m$ и внезатменная переменность сложной формы с амплитудой $\Delta m \sim 0.50^m$.

Доплеровская томография позволяет сделать вывод, что у объекта отсутствует дисковая аккреционная структура. Данная томография позволяет однозначно классифицировать объект как поляр, о чём свидетельствует аккреционная колонка.

НЕЛИНЕЙНАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ ПУАССОНОВСКИХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Белашова И.А.

Научный руководитель – асс. Бочкарев В.В.

В настоящее время для обработки данных в различных областях науки, техники, медицины используется вейвлет-анализ. Это вполне закономерно благодаря такому важному свойству вейвлетов, как частотно – временная локализация. Очень интересным приложением вейвлетов является фильтрация данных, основной принцип которой заключен в следующем: при фильтрации оставляются коэффициенты, содержащие наибольший объем информации о фильтруемом сигнале. В большинстве стандартных методов это приводит к тому, что оставляются самые большие коэффициенты. Эта стра-

тегия хорошо работает, когда речь идет о рядах с гауссовским распределением вероятности, однако в случае рядов с иным распределением такой подход может оказаться не корректным.

В данной работе проводится анализ результатов фильтрации пуассоновских рядов стандартным методом вейвлет-фильтрации, а также, сравнение полученных результатов с результатами нелинейных методов фильтрации, использующих в качестве критерия качества функцию правдоподобия. Поскольку функция правдоподобия может сложным и нелинейным образом зависеть от параметров, в работе были применены следующие методы оптимизации:

1. Генетические алгоритмы.
2. Метод имитации отжига.
3. Метод детерминированного поиска по принципу «dog leg».

В работе рассмотрены примеры фильтрации рядов частот употребления слов, среднегодового числа солнечных пятен.



Рисунок 1. – Сравнение методов фильтрации для частот употребления слов.

АВТОМАТИЗАЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ ДЕФЕКТОВ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Биккинин В.Р.

Научный руководитель – асс. Шагиев Р.И.

Диагностика линий электропередач имеет большое значение в энергетической отрасли России и стран Азии. Одной из проблем разработки систем диагностики линий электропередач является наличие затруднений для свободного тестирования данных систем при различных параметрах. Целью данной работы является моделирование работы интеллектуального электромодема для воздушных линий электропередач.

Моделирование производилось средствами графической среды имитационного моделирования Simulink. В качестве основы рассматриваемых моделей использовался блок трехфазной линии из пакета SimPowerSystems. В последующем было разработано программное обеспечение для автоматизации моделирования модуля локации в данной среде. Программа позволяла производить моделирование произвольных моделей, свободно варьируя такие параметры, как длина линии, расположение дефекта, тип дефекта, тип зондирующего сигнала, временные и амплитудные характеристики зондирующего сигнала. Также программное обеспечение позволяло строить графики кросс-корреляционной функции отраженного и зондирующего сигнала, что облегчило анализ полученных данных.

В результате применения в качестве зондирующего сигнала импульсов было выявлена неэффективность применения одиночных импульсов вне зависимости от длительности и формы. Лучшие значения кросс-корреляционной функции показали последовательности не периодических импульсов. В последующем наилучшие характеристики показали коды Баркера с использованием частотной модуляции, что позволили упростить детектирование отраженного от дефекта сигнала в разы.

При моделировании работы электромодема, производился подсчет потерь информации при различных типах дефектов. Были выявлены случаи передачи информации при замыкании одной из линий на землю, что обуславливалось взаимным влиянием линий и создавало проблему детектирования таких типов дефектов при разветвленной топологии линий электропередач.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СИНХРОНИЗАЦИИ УСТРОЙСТВ В СИСТЕМЕ ГЕНЕРАЦИИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧЕЙ В МНОГОЛУЧЕВОМ РАДИОКАНАЛЕ

Галиев А.А.

Научный руководитель – проф. Карпов А.В.

Для решения задач генерации, хранения и распределения ключей шифрования была разработана аппаратура, осуществляющая когерентное измерение фазы сигналов во встречном режиме [Ползуновский вестник, 2011, № 3/1, с. 210-213]. В основе работы данной аппаратуры лежит свойство взаимности многолучевого радиоканала, которое позволяет сгенерировать идентичные ключи симметричного шифрования на обоих концах радиолинии.

Для работы этой системы в мобильном исполнении был реализован способ начальной беспроводной синхронизации пространственно-разнесенных устройств системы [Ползуновский вестник, 2014, № 2, с. 238-241]. Начальная синхронизация генераторов и фазометров устройств осуществляется при помощи секундных меток спутников GPS и специального протокола синхронизации.

В ходе экспериментов выяснилось, что кратковременная нестабильность частот опорных генераторов отрицательно сказывается на скорости генерации ключей шифрования. Целью данной работы является нивелирование последствий нестабильности частот при помощи периодической автоматической подстройки фазометра одного из устройств. Для этого был создан программный модуль для ПО управления системой, реализующий протокол автоматической подстройки фазы.

В криптосистеме одно из устройств является ведущим устройством, а другое – ведомым.

После проведения начальной синхронизации автоматическая подстройка осуществляется программой управления ведущим устройством путем сравнения выборки, полученной по Интернету от другого устройства. В результате ПО передает корректирующее значение в фазометр устройства. Подстройка повторяется до тех пор, пока разность фаз не будет ниже порога. Измерения, полученные после успешной подстройки, используются в формировании ключей шифрования. Периодичность подстройки, порог и количество измерений, используемых для подстройки и формирования ключей, определяется пользователем.

В ходе экспериментов, проведенных в помещениях 14 этажа Института физики, выяснилось, что периодическая автоподстройка фазы улучшила идентичность измерений, используемых для формирования секретных ключей. Это позволило увеличить скорость генерации ключей в 2 раза.

СНИФФЕР ШИНЫ 1-WIRE

Гизатуллин Р.В.

Научный руководитель – доц. Рябченко Е.Ю.

Интерфейс 1-Wire, разработанный фирмой Dallas Semiconductor, регламентирован разработчиками для применения в четырех основных сферах-приложениях:

- приборы в специальных корпусах MicroCAN для решения проблем идентификации, переноса или преобразования информации (технология iButton);
- программирование встроенной памяти интегральных компонентов;
- идентификация элементов оборудования и защита доступа к ресурсам электронной аппаратуры;
- элементы и системы автоматизации (технология 1-Wire-сетей).

Первое из этих направлений широко известно на мировом рынке и уже давно пользуется заслуженной популярностью. Второе с успехом обеспечивает возможность легкой перестройки функций полупроводниковых компонентов, имеющих малое количество внешних выводов. Третье позволяет обеспечить недорогую, но достаточно эффективную идентификацию и надежную защиту самого разнообразного оборудования. Что касается четвертого применения, то реализация локальных распределенных систем на базе 1-Wire-сетей является на сегодняшний день де-факто наиболее оптимальным решением для большинства практических задач автоматизации.

Т.к. устройства 1-Wire нашли широкое применение в системах безопасности, в частности в системах контроля управления доступом (СКУД), появилась потребность в аппаратно-программных комплексах диагностики шины и анализаторах пакетов. Реализация такого сниффера 1-Wire шины и является целью данной работы. В ней кратко изложены принципы работы и протокол шины 1-Wire. Также в ходе работы были решены следующие задачи:

- собран тестовый макет, состоящий из ведущего и нескольких ведомых устройств шины 1-Wire;
- разработана электрическая принципиальная схема устройства анализа шины на базе микроконтроллера STM32L152;
- реализована аппаратная часть комплекса;
- реализована программная часть комплекса в виде программы – анализатора пакетов для ПК с использованием кроссплатформенной библиотеки Qt и в виде ПО для микроконтроллера.

Данный комплекс позволяет в режиме реального времени прослушивать и анализировать трафик контролируемой сети (с применением фильтрации сообщений), вести журнал сообщений в сети. Преимущества данного решения по сравнению с аналогичными: дешевизна конечного устройства (используется микроконтроллер с поддержкой USB, что дало возможность отказаться от преобразователей интерфейсов) и универсальность (декодирование пакетов осуществляется посредством микроконтроллера – нет нужды в специальном программном обеспечении).

КЛАССИФИКАТОР МЕТЕОРНЫХ РАДИООТРАЖЕНИЙ

Данилов М.В., Тиллова Н.Х.

Научный руководитель – проф. Карпов А.В.

Для изучения физических процессов, происходящих с метеорами, сгорающими в верхних слоях атмосферы, необходимо уметь классифицировать метеорные радиотражения. Для решения этой и других задач было предложено создать систему автоматической классификации метеорных радиотражений на основе искусственной нейронной сети. Такая искусственная нейронная сеть должна уметь правильно распознавать классы метеорных радиотражений, поэтому необходимо корректно провести ее обучение. Для этих целей на основе существующей базы данных метеорных радиотражений “МЕТЕОР” [Неткач, 2005, с. 9], содержащей 100-точечные амплитудно-временные характеристики, 100-точечные фазо-временные характеристики, координаты следа и другое, была создана база данных “meteor” на СУБД Postgresql 9.3.

Для работы с этими данными был создан модульный программный комплекс Meteor, работающий на платформе .Net framework 4.0. Программный комплекс включает в себя модуль просмотра и загрузки данных в базу данных, «классический» классификатор метеорных радиотражений, выполненный на основе работы [Капралов, 1995] и классификатор метеорных радиотражений на основе искусственной нейронной сети (многослойный перцептрон Румельхарта). Нейросетевой классификатор, выполненный на основе библиотеки AForge.NET 2.2.5, состоит из 3 слоев. Количество входных нейронов – 100, в скрытом слое – 9 и в выходном слое – 9. Обучение сети проводилось на выборке из 200 метеорных радиотражений различных классов, полученных в период с 1.09.1994 г. по 12.12.1994 г. методом обратного распространения ошибки. Классификация метеорных радиотражений нейросетевым классификатором производится с достаточной точностью. После анализа работы нейросетевого классификатора было предложено сформировать обучающую выборку из моделируемых 100-точечных амплитудно-временных характеристик метеорных радиотражений и производить классификацию метеорного радиотражения, разбивая амплитудно-временную характеристику на несколько частей. После разбиения по каждому участку 100-точечной амплитудно-временной характеристике метеорного радиотражения необходимо провести вычисления в нейронной сети. Вывод о классе метеорного радиотражения будет делаться по совокупности результатов на каждом участке 100-точечной амплитудно-временной характеристики метеорного радиотражения.

ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ МНОГОЭКСПОНЕНЦИАЛЬНЫХ СИГНАЛОВ

Касимов Р.Р.

Научный руководитель – асс. Бочкарев В.В.

Традиционным методом аппроксимации экспериментальных зависимостей является метод наименьших квадратов (МНК, англ. least squares), условием применимости которого является аддитивный характер и нормальный закон распределения шума в экспериментальных данных. Во многих научных и технических задачах данные описываются распределением Райса. К таким задачам относятся задачи анализа данных, полученных методом ядерного магнитного резонанса, задачи анализа сигналов радара, прием и обработка радиосигналов и др. Поэтому было бы разумно проводить оценку параметров сигнала методом максимума правдоподобия (ММП, англ. maximum likelihood estimation).

Проведено сравнение эффективности оценки параметров A и α сигнала, однокомпонентной экспоненты $A \exp(-\alpha t)$ описываемой распределением Райса, методами наименьших квадратов и максимума правдоподобия при различном отношении сигнал-шум. Двухпараметрическую задачу оценки (для обоих методов) удастся свести к задаче оценки одного параметра α , а второй параметр однозначно выражается через первый.

По полученным результатам можно сказать, что ММП позволяет оценивать параметры с гораздо меньшей ошибкой, причем выигрыш в точности оценки особенно значителен при малых отношениях сигнал/шум (рис. 1).

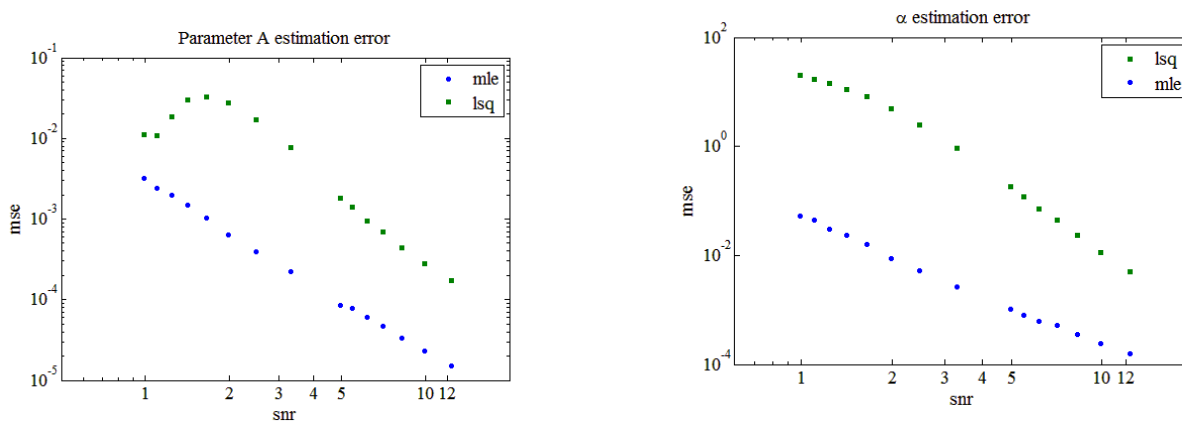


Рис. 1. – График зависимости среднеквадратичной ошибки оценки параметра A (слева) и α (справа) от отношения сигнал/шум методами: метод максимума правдоподобия (синие кружки); метод наименьших квадратов.

В данный момент реализуется оценка параметров суммы двух экспонент с распределением Райса итерационным методом. Этот метод основан на предположении, что «хвост» сигнала содержит лишь одну экспоненту и коэффициенты затухания сильно отличаются друг от друга.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИНТЕРНОЙ СТЕГАНОГРАФИИ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ДОКУМЕНТОВ ОТ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО КОПИРОВАНИЯ

Корчагин И.П.

Научный руководитель – асс. Масленникова Ю.С.

На сегодняшний день было разработано множество криптографических методов для защиты документации и изображений, но большинство из них направлены на защиту информации, представленной в цифровом виде.

Но часто различные предприятия или частные фирмы сталкиваются с необходимостью защиты бумажных документов от несанкционированного копирования. К таким документам можно отнести рабочую конструкторскую документацию (РКД), акции, сертификаты, ваучера и др.

Несмотря на то, что защищенная полиграфия широко распространена для защиты банкнот, ценных бумаг и документов строгой отчетности (штриховка ассюре, кольца Омрона, система STRAP, созвездие Евриона и др.), применение аналогичных подходов к конструкторской документации невозможно в силу необходимости соблюдения строгих стандартов ЕСКД (Единая система конструкторской документации).

Целью работы является разработка методов защиты бумажных цветных и черно-белых документов от несанкционированного копирования с использованием принтерной стеганографии. Как было показано выше, данная задача является крайне актуальной на сегодняшний день.

Решение поставленных задач осуществлялось с использованием методов принтерной стеганографии. Стеганография относится к разделу криптографии, целью которой является сокрытие самого факта передачи информации (например, защитного ключа).

В случае принтерной стеганографии ключами служат очень мелкие метки на отпечатанной странице, которые невозможно обнаружить пользователю. Например, многие лазерные цветные принтеры оставляют на каждой странице скопление желтых точек, которые содержат в себе информацию о серийном номере принтера, а также дате и времени печати на практике желтые точки были обнаружены. Поэтому для защиты бумажных документов было достаточно разработать специальные метки для защиты самого содержимого (т.е. изображения или чертежа).

Было проанализировано несколько методов наиболее подходящих для защиты ценных коммерческих бумаг и произведено нанесение колец Омрона на обычные цветные документы.

В среде MatLab реализован подход на основе монохромного аналога колец Омрона. При этом в качестве метки выступали не сами кольца, а их особое расположение (специальный шаблон с конфигурацией колец, продублированный с разными углами поворота).

Метки выставлялись на особые области чертежей, которые были выбраны таким образом, чтобы исключить возможность их механического скрывания при копировании. В качестве тестовых изображений были использованы отдельные чертежи и спецификации комплекта РКД геофизического прибора.

ОРГАНИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСНОЙ СИСТЕМЫ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ SQL-ИНЪЕКЦИЙ

Максимюк Г.С.

Научный руководитель – доц. Петрова И.Р.

Веб приложения, использующие контент из баз данных (БД), становятся распространенной и обще используемой технологией. Они возвращают пользовательские данные, такие как номера кредитных карт, пароли и другую личную информацию после того, как пользователь предоставит идентифицирующие данные (логин или пароль). Поэтому очень важно, чтобы веб приложения были отказоустойчивыми и защищенными от возврата неавторизованных данных. Одним из способов атак является использование SQL-инъекций. В этом случае вместо предполагаемого программистом запроса, система управления баз данных (СУБД) выполняет несанкционированные команды, введенные злоумышленником через поля, предоставленные, например, для заполнения пользовательских данных. Используя уязвимость, «хакер» может получить конфиденциальную информацию или сведения о структуре БД. SQL-инъекция очень легка в реализации. Этот класс атак в случае динамически используемых запросов использует дополнительный «зловредный» запрос, введенный злоумышленником. Данная уязвимость широко известна и актуальна не только для веб приложений. Обозначенные ранее обстоятельства делают необходимым проверку вводимых пользователем данных и дальнейший анализ запроса. Поэтому необходима защита. Например, использующая как готовые средства СУБД (использование параметризованных запросов), так и сложные системы: система анализа объема запроса [Young-Su Jang, 2014, с. 104], система анализа дерева запросов [Mi-Yeon Kim, 2014, с. 5416], но они анализируют была ли совершена атака на сервер. В этой статье будут рассмотрены превентивные методы, позволяющие не допустить атаку. Исследование будет проводиться на СУБД MSSQL 12 Express.

В ходе анализа различных типов SQL-инъекций пришли к выводу, что для предотвращения атак необходим построенный из «слоев» комплекс, каждый из которых обрабатывает свой тип угроз. Была разработана программная реализация комплексной системы защиты. Для тестирования был создан сайт на платформе ASP.Net. Выполненная система тестов продемонстрировала эффективную защиту

системы.

К плюсам реализованной системы можно отнести простоту реализации, т.к. используются встроенные SQL операторы и процедуры.

Также комплексная защита реализуется на веб сервере, а значит, нет необходимости решать проблему безопасности заново для новых web приложений.

ПРОЕКТ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ НА ПЛАТФОРМЕ ELVIS «СТАБИЛИЗАТОР НАПРЯЖЕНИЯ С ШИРОТНО-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ»

Метленко К.В.

Научный руководитель – доц. Тюрин В.А.

Целью данной работы является создание проекта лабораторной работы на базе компьютерного лабораторного комплекса NI ELVIS II, посвященной изучению импульсного стабилизатора напряжения с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ).

Лабораторная работа состоит из теоретической части, лабораторной установки и задания на выполнение эксперимента. Лабораторная установка (рис. 1), в свою очередь, состоит из: компьютерного лабораторного комплекса, включающего в себя компьютер с установленной средой Lab VIEW и платформой ввода-вывода NI ELVIS II, а также установленного на ней лабораторного макета устройства.

Платформа ввода-вывода NI ELVIS II содержит набор АЦП и ЦАП, а также автономные генераторы и блок питания ± 15 и $+5$ В, что позволяет размещать на ней для исследования и настройки различные электронные устройства. Среда Lab VIEW позволяет формировать необходимые для измерения виртуальные измерительные приборы, например, такие как имитатор сигналов (генератор пилы) (Simulate Signal), осциллограф (Waveform Graph), прибор сбора данных (DAQ Assistant) и многие другие. Очень просто можно организовать процессы ввода-вывода измерительной информации с исследуемого устройства. Все это, в целом, позволяет реализовать качественно новый подход в создании лабораторных практикумов.

Для облегчения восприятия изучаемого материала, лабораторный макет стабилизатора (рис. 1), разделен на четыре функциональных блока, которые изучаются как по отдельности, так и в процессе взаимодействия между собой. В ходе проведения эксперимента студенты также имеют возможность изучать влияние изменения параметров блоков на свойства устройства в целом.

Выполнять лабораторную работу просто и удобно. Все органы и элементы управления, а также измерительные приборы расположены в графическом окне на дисплее компьютера – интерфейсе пользователя. Сюда же поступает измерительная информация с АЦП платформы NI ELVIS II. Из этого же окна при помощи элементов управления можно изменять параметры некоторых блоков макета, что увеличивает информативность проводимых измерений.

Таким образом, использование компьютерного комплекса на базе платформы ELVIS для изучения стабилизатора напряжения с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) и экспериментального исследования электрических и эксплуатационных характеристик, позволяет провести полный комплекс измерений виртуальными измерительными приборами. Кроме того, в этом же компьютерном комплексе можно сразу обработать результаты измерений и оформить отчет, что оптимизирует процесс обучения.

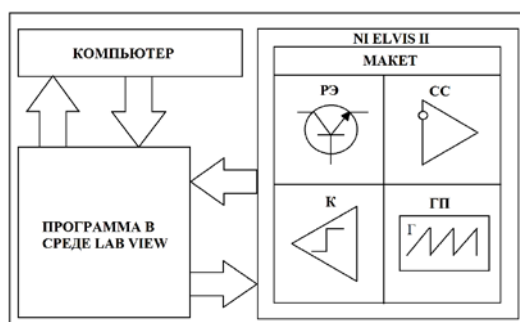


Рисунок 1. – Блок-схема лабораторной установки.

УСТРОЙСТВО ОГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА В ПОМЕЩЕНИЕ

Муртазина Л.Ш.

Научный руководитель – асс. Данилов Е.В.

Вопрос предотвращения доступа посторонних лиц к охраняемым помещениям актуален всегда. Электронный кодовый замок является эффективным средством контроля доступа и позволяет предоставлять доступ в помещение множеству людей без изготовления дубликатов ключей. К другим достоинствам системы можно отнести простоту в обращении, относительную легкость смены кода и исключение возможности физической потери ключа.

Простейший кодовый замок должен предоставлять возможность ввода кодовой комбинации, информировать пользователя об открытии замка или введении неправильного кода, а также иметь устройство, управляющее подачей напряжения во внешнюю нагрузку, и устройство, управляющее работой системы. С учетом предъявленных требований была составлена структурная схема (рис. 1).

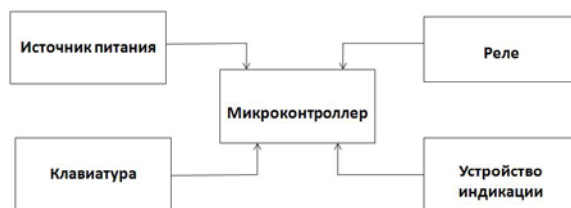


Рисунок 1. – Структурная схема устройства.

Для работы был выбран микроконтроллер C8051F350 фирмы Silicon Labs, имеющий достаточное количество портов ввода-вывода и возможность внутрисхемного программирования Flash-памяти, что обеспечивает долговременное (энергонезависимое) хранение данных. Для ввода кода используем двенадцати кнопочную клавиатуру фирмы Accord с семью выводами, для питания системы – интерфейс mini USB с выходным напряжением 5 В и стабилизатор MC33269 с выходным напряжением 3,3 В. Для индикации используем двухцветный светодиод с общим катодом. Для управления внешней нагрузкой был сделан выбор в пользу бистабильного реле, которое позволяет экономить энергию, так как потребляет ее только в момент переключения.

Предполагается два режима работы системы: открытие замка и изменение кодовой комбинации. После включения устройство ожидает ввод управляющего символа. В случае введения "*" переходим в режим ввода кода для открытия замка, в случае введения "#" – в режим изменения текущей кодовой комбинации. Любые другие символы на данном этапе игнорируются. В режиме ввода кода для открытия замка система ждет ввода 4-х-значной кодовой комбинации. Возможность сброса кода в случае ошибки отсутствует. Полученный код сравнивается с сохраненной в памяти микроконтроллера комбинацией. При их совпадении загорается зеленый светодиод и открывается замок, через определенное время – время задержки – замок закрывается и светодиод выключается. Если введенный код не верен, загорается красный светодиод, спустя некоторое время он выключается, и мы возвращаемся к стадии выбора режима работы. Для изменения кодовой комбинации необходимо знать так называемый мастер-код. Если введен верный мастер-код, система ждет ввода новой комбинации, сохраняет ее, включает и выключает зеленый светодиод и переходит к стадии выбора режима работы. В случае введения неверного мастер-кода система сразу переходит к стадии выбора режима.

В ходе выполнения работы были сформулированы основные требования к устройству ограничения доступа в помещение, на основе этих требований была построена структурная схема и выбраны соответствующие элементы принципиальной схемы. Для обеспечения корректного функционирования системы был разработан алгоритм программы для микроконтроллера.

ВСТРАИВАНИЕ ВОДЯНЫХ ЗНАКОВ В МЕДИАННЫЕ

Науров П.А.

Научный руководитель – асс. Бочкарёв В.В.

Цели и задачи работы:

- 1) Разработка программных комплексов для воспроизведения двух стеганографических методов.
- 2) Изучение защиты этих методов от искажений.
- 3) Сравнение методов встраивания водяных знаков.

Стеганография – наука, изучающая способы и методы скрытия конфиденциальных сведений.

Основные задачи стеганографии:

- 1) Скрытая передача данных.
- 2) Защита от несанкционированного использования.
- 3) Хранение разнородно представленной информации.

Первый стеганографический метод – метод наименее значимого бита. Встраивание осуществляется в последние биты каждого пикселя. Преимуществами данного метода является большой объём скрываемых данных, но данный метод пригоден лишь в том случае, если контейнер передаётся по каналу связи, где гарантируется отсутствие модификации контейнера и его повреждение, так как данный метод обладает очень низкой робастностью. Данный метод позволяет скрыть в изображении 1280x1024 пикселей 480 КБ информации.

Второй стеганографический метод – метод Langelaar. Встраивание осуществляется в YCbCr пространство изображения, т.к. данное представление изображения обладает отдельным пространством для его яркости, что способствует сохранению водяного знака в случаях, когда изображение подвергается компрессии или модификации. Метод Langelaar работает с блоками 8x8 пикселей. Один блок позволяет скрыть в себе 1 бит информации, следовательно, в изображении 1280x1024 пикселей мы можем скрыть 2.5 КБ информации, что в 192 раза меньше, чем при использовании метода наименее значимого бита. Бит цифрового водяного знака встраивается путём изменения яркости блока. Коэффициент битовых ошибок при сжатии изображения в формате JPEG не превышает 5% при силе компрессии не выше 50%.

При изучении данных методов также изучался вопрос выбора оптимального контейнера для встраивания информации. Оптимальный контейнер должен учитывать в себе свойства восприятия человека, такие как чувствительность зрения, местоположение цифрового водяного знака в контейнере, цветовая восприимчивость, чувствительность к контрасту и размеру контейнера и внедрённого водяного знака.

В данной работе были исследованы два стеганографических алгоритма, исследована их стойкость и проведено исследование возможных улучшений данных методов, связанных с выбором оптимального контейнера.

РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ СИСТЕМ МЕТЕОРНОЙ СВЯЗИ

Петров А.Н.

Научный руководитель – проф. Карпов А.В.

Одной из наиболее актуальных задач моделирования метеорного радиоканала является моделирование характеристик отражающей области и обоснование на основе результатов моделирования оптимальных характеристик антенных систем. Идея повышения производительности канала заключается в использовании априорной информации о размерах и положении отражающей области. Для получения максимальной производительности системы метеорной связи необходимо знать точный поворот антенны на «горячую» область и ее размеры. Предварительно при использовании малонаправленных антенн были получены размеры отражающей области метеоров. Эти результаты в дальнейшем будут заложены в базу данных и использованы при разработке антенн реальных систем связи. В данной работе представлено сравнение двух режимов работы:

1. «Традиционный режим». Направление антенн на встречу друг другу (вдоль радиолинии).
2. «Режим слежения». Направление антенн с поворотом на горячую область (максимум метеорной активности). Результаты моделирования представлены на рисунке.

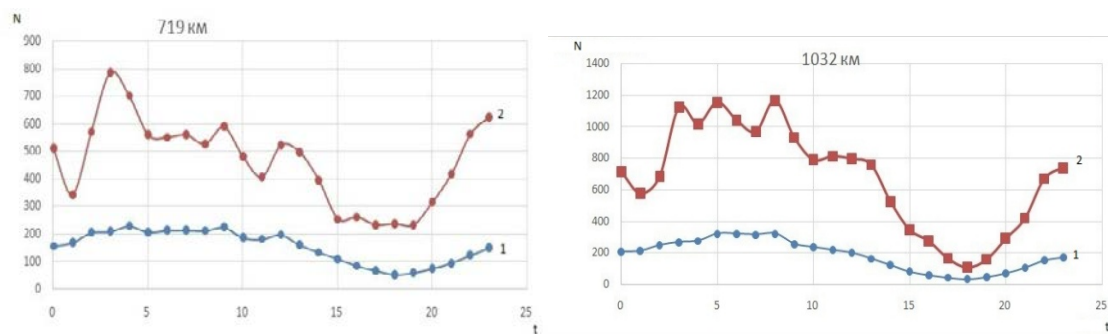


Рисунок 1. – Графики $N=N(t)$; где N – количество метеоров, t – время (ч).

Кривая 1 (рис. 1) $N=N(t)$, («традиционный режим»).

Кривая 2 (рис. 1) $N=N(t)$, («режим слежения»).

Таким образом, на основании результатов моделирования можно сделать вывод о том, что количество зарегистрированных метеоров при «режиме слежения» больше в 4,36 раза по сравнению с «традиционным режимом», т.е. использование априорной информации о размерах и положении отражающей области позволяет значительно повысить эффективность системы метеорной связи.

СТЕГАНОГРАФИЯ В МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ

Сапожников И.В.

Научный руководитель – асс. Бочкарев В.В.

С бурным развитием технологий и в свете последних событий, сокрытие факта самой передачи дополнительной информации (схемы, фотографии, текст и др.), а также защита авторских прав на изображения, приобретает все большую актуальность. Целью проекта является создание приложения для мобильных устройств, работающих под Android, способного как скрыто передать сообщение, так и защитить авторские права на передаваемое изображение, путем установки Watermark. Сочетающего в себе удобный и интуитивно понятный интерфейс, быстрые и относительно стойкие алгоритмы. У используемого алгоритма LSB присутствует очевидный минус – искажение цветов секретного изображения в ходе зашифровки. Конечно, присутствует возможность увеличить количество шифруемых бит, но это сказывается на качестве изображений-контейнеров. К плюсам же можно отнести относительную простоту реализации метода.

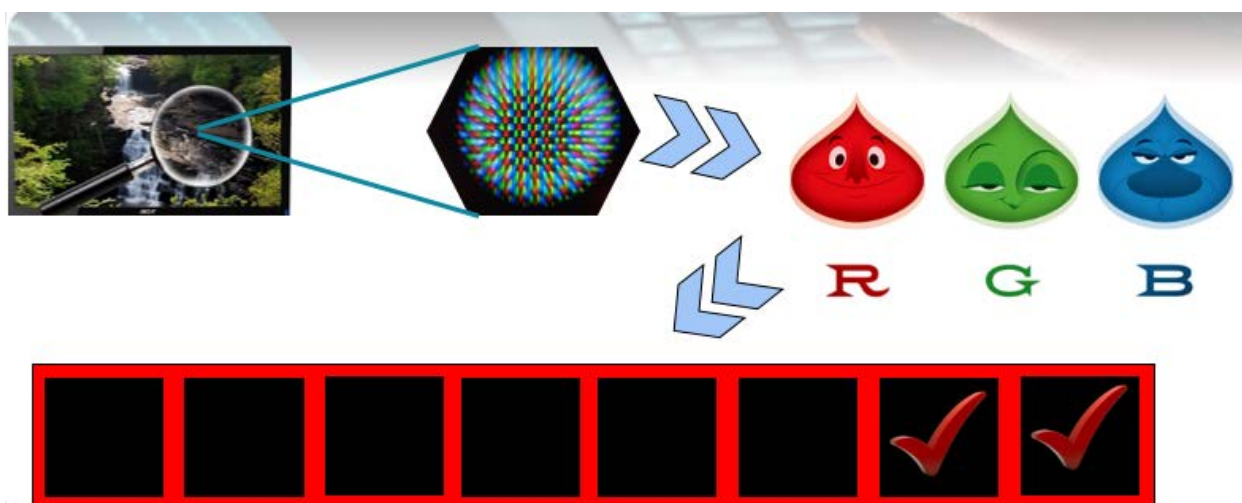


Рисунок 1. – Принцип LSB.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ И РАСПОЗНАВАНИЕ ДОРОЖНЫХ ЗНАКОВ НА ВИДЕО ПОТОКЕ ДАННЫХ

Спирина Л.А.

Научный руководитель – к.ф.-м.н. Масленникова Ю.С.

В последнее время на передний план автомобильных систем безопасности выходят, так называемые превентивные системы. Они призваны предупреждать водителей о наличии знаков на дорогах, особенно, если водитель находится на незнакомых участках дороги или в условиях большого города. Но такие системы устанавливаются только на дорогостоящие модели автомобилей. Отсюда, задачей данной работы является создание недорогой системы на основе анализа данных видеорегистратора.

Для выделения дорожных знаков на изображении были рассмотрены следующие критерии: цвет, форма, размер и ожидаемое положение. Для выделения объекта по цвету были использованы цветовые маски в представлении HSV, т.к. позволяет более эффективно выделять нужные цвета, чем RGB.

На следующем этапе для выделения границ объекта были применены морфологические операции: наращивание, замыкание и эрозия. Цель наращивания – найти регионы аналогичного цвета и интенсивности и попытаться их объединить. Во многих случаях большая область разбита на несколько более мелких области, и данная операция объединяет их. Операция замыкания заполняет отверстия в середине исследуемого объекта. Для того чтобы привести выделенный объект к первоначальным размерам и чтобы проведенная обработка выглядела более натурально, необходимо провести эрозию. На последнем этапе удаляем шум на изображении и объекты, не прошедшие критерий по размеру.

MIDI-УСТРОЙСТВО С ВОЗМОЖНОСТЬЮ УПРАВЛЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ НА БАЗЕ ЭЛЕКТРОМУЗЫКАЛЬНОГО ИНСТРУМЕНТА «ТЕРМЕНВОКС»

Сысоев И.А., Световидов А.А., Попов М.А., Чупин М.М.

Научный руководитель – доц. Латыпов Р.Р.

Собранное устройство представляет собой модификацию терменвокса – музыкального инструмента, в основе работы которого лежит изменение ёмкости конденсатора, образуемого рукой играющего и приёмной антенной. Приближение или удаление руки от антенны приводит к изменению суммарной ёмкости частотоподающей цепи, а значит, собственной частоты генератора.

Прибор работает по следующему принципу: в приёмной схеме присутствуют два генератора прямоугольных сигналов: частота одного из них регулируется положением руки относительно антенны, частота второго управляется подстроечным резистором. Сигналы с двух генераторов подаются на смеситель, на выходе которого образуется сигнал разностной частоты. С выхода смесителя он попадает на вход x51-совместимого микроконтроллера, для которого была написана программа, способная подсчитывать число импульсов, поступивших на вход микроконтроллера, и присваивать данному числу импульсов определённый двоичный код. Данная последовательность двоичных кодов в том же микроконтроллере преобразуется в MIDI-пакет, который через USB-интерфейс передаётся в ПК. Собственно MIDI-пакет обрабатывается программой (секвенсором), с помощью которой воспроизводится звук.

В результате работы было получено устройство, стабильно работающее при положении руки 1-30 см от антенны и частоты разностного сигнала до 3-5 кГц.

ПОСТРОЕНИЕ ИНКЛИНОМЕТРА НА БАЗЕ МЭМС ДАТЧИКОВ

Хакимуллин Р.

Научный руководитель – асс. Бочкарев В.В.

В данной работе исследована методика построения системы инклинометрии на базе микро электромеханических (МЭМС) датчиков ускорения и угловой скорости. Исследованы статистические параметры сигналов датчиков, особое внимание уделено дрейфу нуля гироскопа. Для повышения точности определения углов реализовано комплексирование данных с обоих типов датчиков с помощью адаптивного фильтра Калмана.

Построена тестовая система для определения углов поворота в режиме реального времени на акселерометре ADXL345 и гироскопе L3G4200D с использованием микроконтроллера PIC18. Датчики подключены к микроконтроллеру по интерфейсу I2C. Полученные данные микроконтроллер передает на ПК посредством интерфейса USB. На ПК в программном пакете MATLAB-Simulink реализован сбор и визуализация полученных данных.

Благодаря применению фильтра Калмана удалось значительно повысить точность определения углов. Удалось уменьшить дрейф нуля более чем в 30 раз по сравнению с данными гироскопа. Более чем в 5 раз уменьшена дисперсия шума определения углов по сравнению с данными акселерометра (рис. 1).

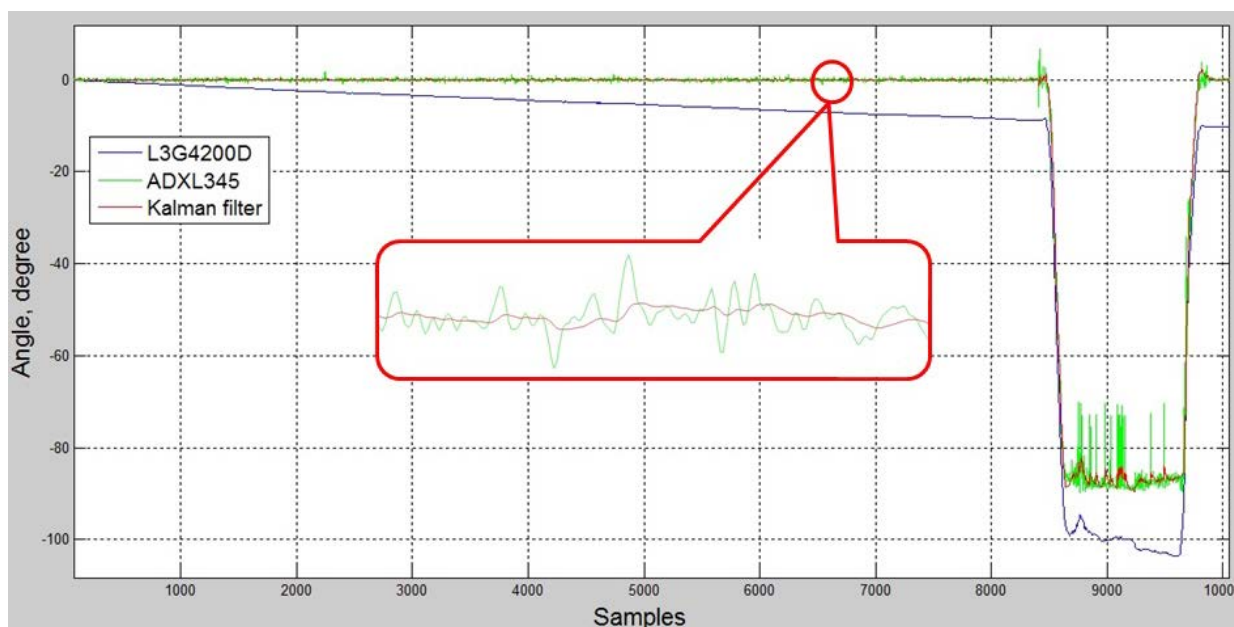


Рисунок 1. – Значение угла поворота, полученное с гироскопа, акселерометра и после фильтра Калмана.

ДИНАМИЧЕСКИЙ ХАОС В КРИПТОГРАФИИ

Юсупов А.Р.

Научный руководитель – проф. Карпов А.В.

Целью данной работы является применение хаотической системы в шифровании.

В работе была использована нелинейная динамическая система, последовательность Фейгенбаума, которая принимает хаотические значения x_n от 0 до 1, при параметре управления $\mu > 3.57$.

Изображение представляется в виде массива пикселей, который в дальнейшем подвергается перемешиванию и замене их значений на основе итерации последовательности Фейгенбаума. Также имеется блок, который не позволяет процессу переходить в периодическую последовательность для вычислений с конечной точностью.

В случае декодирования зашифрованного изображения измененным ключом хотя бы на 1 бит, результат получается отличным от исходного изображения, потому что начальные параметры будут

отличаться при каждом цикле программы преобразования массива пикселей. Это позволяет декодировать только с абсолютно правильным ключом.

Алгоритм содержит в себе использование кодирования и декодирования на основе секретного 128-битного ключа.

Программа для шифрования изображения на основе хаоса была написана в среде Matlab R2013a.

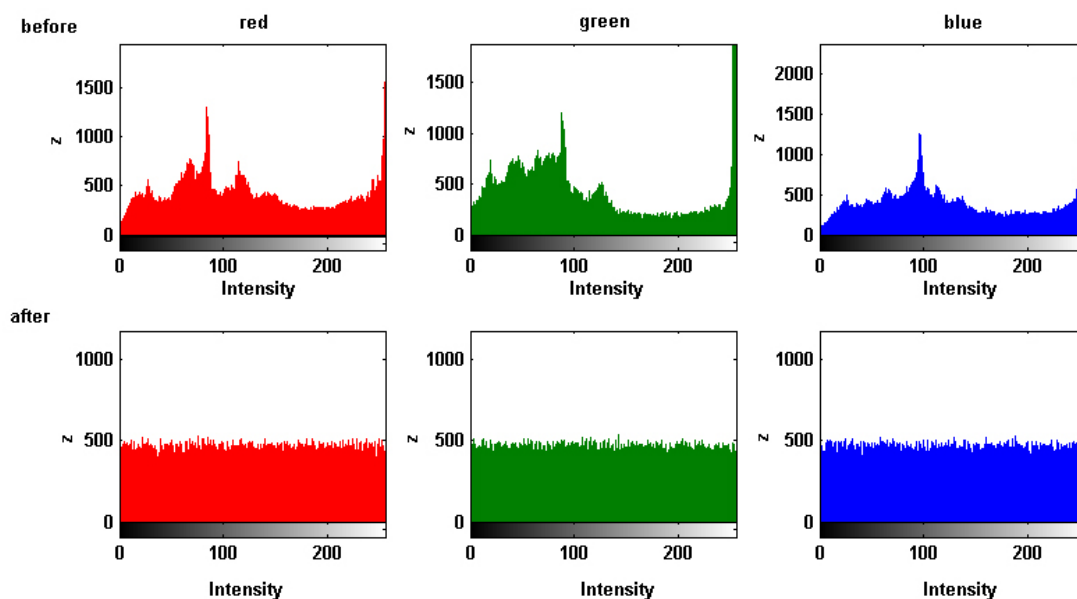


Рисунок 1. – Плотность интенсивности RGB до и после кодирования.

Применение хаоса позволяет получить зашифрованное изображение, плотность интенсивности которого примерно одинакова для каждой составляющей цвета (рисунок 1).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫСОТЫ ОТРАЖЕНИЯ МОЩНОЙ РАДИОВОЛНЫ И ГРАНИЦ ОБЛАСТИ ПЛАЗМЕННЫХ РЕЗОНАНСОВ ИОНОСФЕРЫ МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ НАГРЕВНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА СТЕНДЕ «СУРА» В АВГУСТЕ 2014 ГОДА

Дементьев В.О.

Научный руководитель – доц. Насыров И.А.

В работе на основе международной справочной модели ионосферы IRI-2012 проводятся численные эксперименты для нахождения высоты отражения лучевых траекторий радиоволн и границ высот области плазменных резонансов ионосферы. Модель ионосферы IRI-2012 позволяет получить распределение электронной концентрации по высоте при заданных географических координатах с учётом критической частоты ионосферы f_oF_2 , полученной на ионосферной станции «Циклон» ($55^{\circ}50'55.65''N$, $48^{\circ}48'29.32''E$). Расчёты были сделаны без учёта влияния магнитного поля Земли для 7 дней (21, 22, 23, 24, 26, 28, 29 августа 2014 г.) в вечернее время (21:40-00:30 UTC+4), в которые проводились нагревные эксперименты на стенде «СУРА».

Известно, что в ионосфере существуют собственные плазменные волны. В частности, важными для исследования являются верхнегибридные и ленгмюровские волны. При воздействии на ионосферу мощной радиоволной стенда «СУРА» ($56^{\circ}8'37.28''N$, $46^{\circ}5'56.57''E$), частота которой совпадает с частотами верхнегибридных и ленгмюровских волн, возникают явления плазменных резонансов. Одно из необходимых условий существования области плазменных резонансов – частота мощного радиопередатчика должна быть меньше критической частоты ионосферы f_oF_2 . Нижней границей плазменных резонансов является та высота, на которой частота передатчика совпадает с частотой верхнегибридных волн, а верхней границей – та высота, на которой частота передатчика совпадает с частотой ленгмюровских волн.

В результате анализа показано, что слой плазменных резонансов расположен на высотах от 240 до 310 км. Границы высот плазменных резонансов и высоты отражения траекторий уменьшаются с

уменьшением частоты передатчика. Критическая частота ионосферы foF2 уменьшается с течением времени от вечера к ночи. С уменьшением критической частоты ионосферы foF2 границы высот плазменных резонансов и высоты отражения траекторий радиоволн увеличиваются. Толщина слоя плазменных резонансов составляет в среднем от 7 до 9 км. Высота отражения траекторий находится выше примерно на 1÷2 км от верхней границы ленгмюровского резонанса. Полученные результаты согласуются с данными проведенных оптических измерений одновременно в нескольких приёмных пунктах, в ходе которых было замечено искусственное оптическое свечение ионосферы. Высота слоя плазменных резонансов, рассчитанная при численном эксперименте, и пятно искусственного свечения ионосферы на снимках, полученных на приёмном пункте магнитной обсерватории КФУ (55°55'49.93"N, 48°44'40.15E), расположены очень близко друг к другу. Работа выполнена при поддержке РНФ (грант № 14-12-00706) и РФФИ (грант № 13-02-00957). Авторы выражают благодарность техническому персоналу стенда «СУРА» и сотрудникам ионосферной станции «Циклон» за помощь в проведении экспериментов.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ ПЕРКОЛЯЦИИ В ПРИРОДНЫХ СИЛИКАТАХ МЕТОДОМ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Ефремов А.Г.

Научный руководитель – доц. Гусев Ю.А.

Физические явления, относящиеся к взаимодействию адсорбированной воды и ионов с глинистыми минералами, играют важную роль во многих технологических приложениях, в геологии, в нефтедобывающей промышленности др. Многие из этих явлений, такие как проводимость и перколяция, зависят от морфологии глин и взаимодействия поверхностей минералов с адсорбированными молекулами воды, что в свою очередь является **актуальным** с точки зрения теории перколяции. Метод диэлектрической спектроскопии является эффективным методом исследования таких сложных систем как пористые среды. Применение сочетания двух методов диэлектрической спектроскопии – временного и частотного позволяет перекрыть частотный диапазон от микро- до терагерцовой области и изучать широкий спектр веществ в температурном диапазоне от -160°C до $+400^{\circ}\text{C}$. Численное значение фрактальной размерности позволяет определить характер поведения жидкости.

Целью данной работы является анализ сложного релаксационного поведения гидратированных природных глинистых минералов (монтмориллонита и каолинита) в диапазонах частот от 1 Гц до 1 МГц и температур от -70°C до $+70^{\circ}\text{C}$ при естественной влажности, а также определить фрактальные размерности исследуемых образцов.

Таблица 1. – Значения фрактальной размерности изученных образцов.

Монтмориллонит	D_p	D_f	Каолинит	D_p	D_f
Ni	$1,75 \pm 0,06$	$1,80 \pm 0,05$	Ba	$1,69 \pm 0,06$	$1,78 \pm 0,05$
Cu	$1,92 \pm 0,06$	$1,83 \pm 0,05$	Cu	$1,46 \pm 0,06$	$1,87 \pm 0,05$

Заключение.

1. В исследуемых образцах обнаружено явление перколяции в диапазоне частот от 1 Гц до 1 МГц и температур от -70°C до $+70^{\circ}\text{C}$, обусловленное передачей электрического возбуждения в развитой сети открытых связанных пор за счет миграции протонов и ионов по внешней поверхности гранул.

2. Полученные значения структурных фрактальных размерностей как численных характеристик геометрической неоднородности глин, рассчитанные с помощью двух независимых методов – диэлектрической спектроскопии при температуре перколяции и фрактального анализа микрофотографий, хорошо согласуются друг с другом.

ФОРМИРОВАТЕЛЬ СИГНАЛА УПРАВЛЕНИЯ ТЕЛЕСКОПОМ С ТОЧНОЙ ВРЕМЕННОЙ ПРИВЯЗКОЙ НА ОСНОВЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА XMOS

Ломовцев Д.С.

Научный руководитель – доц. Гумеров Р.И.

Создание устройства формирующего сигнал управление телескопом с точной временной привязкой. Поскольку многоядерные процессоры обеспечивают выполнение нескольких задач в любой момент времени и отклик системы на несколько событий одновременно, то для задачи была выбрана демонстрационная плата XP-MC-CTRL-L2 с микроконтроллером XS1-L2-QF124 фирмы XMOS.

В компании XMOS разработали новое поколение 32-разрядных, многоядерных, многопоточных встраиваемых процессоров с возможностью легкого масштабирования через межпроцессорную шину, предназначенных для выполнения нескольких задач в реальном времени, цифровую обработку сигналов, управление различными процессами одновременно. Их отличает событийная модель управления процессами, плотность команд RISC-архитектуры, вычислительные возможности DSP и гибкость периферии FPGA. Многопоточная архитектура XMOS обеспечивает параллельное выполнение 8 задач одним ядром в реальном масштабе времени, при этом каждый поток выполняется не реже, чем раз в 11 нс.

Для достижения поставленной цели необходимо:

1. Изучить среду разработки для выбранной аппаратной платформы.
2. Написать программный код, реализующий функции данного устройства.
3. Провести испытания разработанного устройства.

Среда разработки xTIMEcomposer обеспечивает привычную встроенную среду разработки программного обеспечения. Можно запрограммировать микроконтроллер Xcore с использованием языка высокого уровня.

Xmos Timing Analyzer (ХТА) – инструмент, доступный как часть программного обеспечения xTIMEcomposer studio. Позволяет при отладке проводить временной анализ кода и его отдельных частей.

xSOFTip Explorer – блок в среде, где можно взять целые блоки кода для микроконтроллера что очень упрощает работу над приложением. Там же размещаются простейшие приложения, которые также можно скачать.

xSCOPE – позволяет контролировать порты ввода/вывода в реальном времени.

Для программирования данных устройств был специально разработан язык XC. Основным синтаксисом является синтаксис языка Си. Одна из самых необычных особенностей XC является включение таймеров и портов ввода/вывода на языке программирования высокого уровня. Для прямой работы с портами используются операторы `>` и `<.`

Основной особенностью при написании кода на XC является логика параллельности выполнения задач. Каждая задача выполняется на отдельном логическом ядре. Связь между ядрами осуществляется посредством каналов.

За основу программного кода устройства, был взят пример из xSOFTip Explorer – Simple HTTP Demo реализующий стек TCP/IP, который обеспечивает простой веб-сервер. Так как он написан для демонстрационной платы SliceKit, и работать не будет, нам надо модифицировать всю программу. Изменим в makefile плату на XP-MC-CTRL-L2, а также в библиотеке Ethernet_board_support надо изменить указание "плитки" с `tile[0]` на `stdcore[0]`.

АНАЛИЗ ПОСТСИНАПТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ РЕДУЦИРОВАННОГО НАБОРА ПАРАМЕТРОВ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

Нигметзянов Р.И.

Научный руководитель – доц. Скоринкин А.И.

Для описания постсинаптического сигнала, возникающего между нейроном и мышцей, исследователи используют аппроксимирующие функции с небольшим числом параметров. Но такие сигналы

обычно вызываются огромным множеством везикул, поэтому возникает парадокс: изначально существует множество параметров для возникновения сигнала, но для его описания используется их небольшое число. Причиной парадокса может являться универсальная процедура усреднения, которая нечувствительна к различным микроявлениям, происходящим в процессе передачи сигнала. Кроме того, гипотеза о фрактальности воротного механизма ионных каналов [Feldman Y. и др., Phys. Rev. E, 1996, Т. 54, С. 5420–5427; Liebovitch L.S. и др., Biochim. Biophys. Acta., 1987, Т. 896, С. 173–180] дает основания предположить, что именно фрактальная кинетика может быть обнаружена и в таких системах.

На основе трех предположений, обобщающих случай кооперативного поведения капель микроэмульсии вблизи порога протекания [Liebovitch L.S., Sullivan J.M., Biophys. J, 1987, Т. 52, С. 979–988], использована коллективная модель релаксации для описания процесса распространения постсинаптического сигнала через систему «нервная клетка-мышца».

Ниже представлена формула в непрерывном приближении, параметры которой использованы для дальнейшего анализа.

$$\Phi(t) = At^{\mu} \exp(-\gamma t^{\nu} - \lambda t)$$

Φ – нормированная функция релаксации, A – амплитуда, t – время. Параметры μ , ν , γ , λ характеризуют фрактальную кинетику процесса. С помощью данного набора параметров принимается попытка сравнить временные ряды для двух различных состояний клетки:

1 – контроль (A1),

2 – воздействие на клетку препаратом (A2)

Для каждого состояния имеется набор из тридцати файлов (временные треки). Для них проведена проверка на нормальность распределения (Kolmogorov-Smirnov test), использован непараметрический тест (Mann-Whitney), а также обобщенная функция корреляции Пирсона (ОФКП), основанная на теории дробных моментов [Nigmatullin R.R., Giniatullin R.A., Skorinkin A.I., Front. Comput. Neurosci, 2014, Т. 8, С. 120].

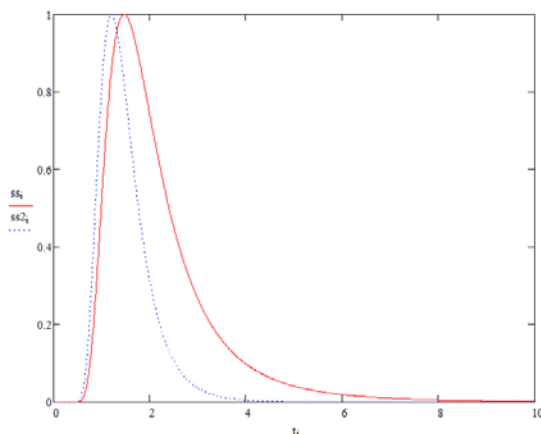


Рисунок 1. – Функция $\Phi(t)$ для средних значений параметров из временных треков A1 и A2, ss_1 – A1, контроль, ss_2 – A2, воздействие на клетку препаратом.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ УГЛОВЫХ РАЗМЕРОВ ПЯТНА ИСКУССТВЕННОГО СВЕЧЕНИЯ ИОНОСФЕРЫ, СТИМУЛИРОВАННОГО МОЩНЫМ РАДИОИЗЛУЧЕНИЕМ СТЕНДА «СУРА»

Никифоров Д.В.

Научный руководитель – доц. Насыров И.А.

Работа посвящена определению угловых размеров пятна искусственного свечения ионосферы на длине волны 630 нм, стимулированного мощным радиоизлучением стенда «Сура».

26 августа 2014 г. проводился эксперимент с использованием стенда «Сура» магнитной обсерватории Казанского федерального университета, находящейся в Зеленодольском районе Республики Татарстан, село Бело-Безводное. В магнитной обсерватории КФУ была размещена оптическая систе-

ма КЕО с углом обзора 145° , которая регистрировала изображения ночного неба. В данной системе были установлены красные интерференционные светофильтры (630 нм).

По полученным изображениям необходимо было определить:

- Координаты пятна возмущенной области ионосферы.
- Угловые размеры пятна возмущенной области ионосферы.

Для того чтобы выполнить поставленные выше цели были решены следующие задачи:

- Определено положение Полярной звезды.
- Определено положение линий Север-Юг и Запад-Восток.
- Определено положение центра кадра.

Для решения этих задач потребовались математический пакет Matlab и компьютерный планетарий Stellarium. С их помощью была нанесена азимутальная сетка на кадр, из которой были определены координаты и угловые размеры пятна возмущенной области ионосферы.

Координаты:

- Азимут $\sim 178^\circ$.
- Высота $\sim 55^\circ$.

Угловые размеры:

- Азимут $\sim 14^\circ$.
- Высота $\sim 10^\circ$.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ФОКУСИРОВКИ ТЕЛЕСКОПА

Петров А.А.

Научный руководитель – доц. Гумеров Р.И.

Целью работы является автоматизация процесса фокусировки телескопа RTT-150.

Фокусировка осуществляется по средствам перемещения вторичного зеркала по винтовому крепежу. Изменение положения фиксируется энкодером на коде грея AVM58.

Для передвижения вторичного зеркала в комплектацию телескопа входят двигатели для быстрого и медленного перемещения. Управление перемещением фокусирующей выдвигки производится либо с пульта управления телескопом, либо с клавиши фокусирующей выдвигки.

На неподвижном корпусе расположен электромеханический привод фокусирующей выдвигки подвижного корпуса и автоматической компенсации изменений воздушного промежутка между главным и вторичным зеркалами оптической системы телескопа при колебаниях температуры в подкупольном помещении.

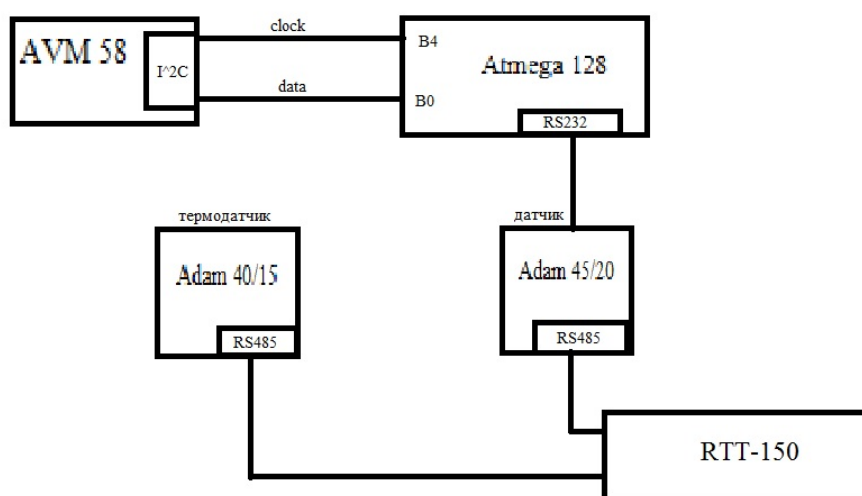


Рисунок 1. – Схема электромеханического привода.

Отправляем запрос о положении фокуса по интерфейсу RS485. Система управления принимает решение о включении грубого или точного мотора. Отправляется информация в контроллер около зеркала. Выполняется фокусировка относительно температуры.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕМПЕРАТУРНОГО РАСШИРЕНИЯ СТЕКЛА МЕТОДОМ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Хамитов Т.Р., Сибгатов А.Р.

Научные руководители – доц. КНИТУ им. А.Н. Туполева – КАИ Шавалеева С.М., доц. Гусев Ю.А.

Вторичная переработка стеклянной тары – актуальная задача современности, связанная с возрастающим разрывом между количеством производимой и перерабатываемой стеклотары. Разрушение системы сбора и утилизации бывшей в употреблении стеклотары в нашей стране приводит к накоплению большого количества ценного материала, которое представляет стекло вообще, на полигонах хранения твердых бытовых отходов, а также местах отдыха людей на природе. Поскольку стекло является практически неразлагающимся в естественных условиях отходом, то такое накопление будет продолжаться и в дальнейшем, а химическая коррозия поверхности стекла под действием атмосферных осадков приводит к защелачиванию почвы и подземных и поверхностных вод [Гуревич П.А. и др., Вестник КНИТУ-КХТИ, 2013, № 11, С 58.]. Кроме того, при повторном использовании стеклобоя снижается потребление энергоносителей и экономится исходное природное сырье [<http://www.abercade.ru/research/analysis/3661.html>. - 2010]. Поэтому переработка стеклобоя актуальна не только с точки зрения ресурсосбережения, но и уменьшения негативного воздействия на окружающую среду.

При переработке стеклянных отходов возникают технологические трудности, связанные с различием коэффициентов теплового расширения (КТР) стекол различного состава, а также металлических и керамических включений [Пузанов С.И. и др., ЭКиП: Экология и промышленность России, 2009, № 12, С. 4-7].

Коэффициент температурного расширения (КТР) стекла – величина, характеризующая относительное изменение объема или линейных размеров тела при увеличении температуры на 1 градус определяет возможность повторного использования стеклобоя для получения вторичных материалов методами низкотемпературной (650-850⁰С) обработки, и зависит только от состава стекла, главным образом, от содержания оксидов натрия и кальция. КТР стекол изменяется в диапазоне от 4,0 мкм/(м⁰С) (стекло пирекс) до 10,5 мкм/(м⁰С) (стекло «муранское»). Чем выше КТР стекла, тем ниже температура его размягчения [Гулоян Ю.А., 2008, С. 534-538].

При сплавлении сборного стеклобоя, содержащего бой стекла разного состава, в полученном стеклоизделии возникают напряжения, вызванные различием КТР отдельных участков стекла или сопряженных стекол различного состава, приводящие к разрушению изделия. Поэтому определение КТР стекол, входящих в состав стеклобоя, является актуальной задачей.

Традиционно, КТР определяется дилатометрическим методом, основанным на измерении малых и сверхмалых смещений, вызванных изменением линейных размеров исследуемого образца относительно деталей прибора или сплавлением двух образцов стекла – с известным и неизвестным КТР. Определение КТР стекол данным методом затруднено необходимостью проведения измерений при температурах размягчения стекла (650-850⁰С).

От состава стекла зависит не только КТР, но и другие его физико-химические свойства, например, диэлектрическая проницаемость и другие, связанные с ней величины, определяемые методом диэлектрической спектроскопии.

В данной работе приводятся результаты экспериментальных исследований диэлектрических свойств некоторых образцов стекол с известными КТР 8,5; 9,6; 10,4 мкм/(м⁰С) и взаимосвязи этих двух параметров для определения неизвестных КТР стекла, из которого традиционным изготавливается стеклянная тара.

МИКРОКОНТРОЛЛЕРЫ XSCORE В МУЛЬТИТРЕДОВОЙ ОБРАБОТКЕ СИГНАЛОВ

Харитонов Е.А.

Научный руководитель – доц. Гумеров Р.И.

Задача цифровой фильтрации встречается во многих областях науки и техники. В частности, это

связано с обнаружением сигнала, оценкой его параметров, очищением сигнала от шумов и искажений [Скляр, 2003, 1104 с].

В последние годы, начиная с запуска телескопа Хаббл, стали активно применять вейвлет-преобразование для обработки сигналов, приходящих с различных датчиков этого телескопа. Одно из вейвлет-преобразований, которое было разработано Жан-Люком Старком и его командой, было решено использовать в данной работе. Данное вейвлет-преобразование носит название *à trous* [Starck, 1994, P. 342-348].

В этом вейвлет-преобразовании выполняется серия трансформаций над исходным сигналом, которая приводит нас к так называемому, набору "представлений", которые связаны с расширением исходного сигнала [Гумеров, 2009, с. 24-25]. В терминах вейвлет-коэффициентов данного преобразования, исходный сигнал c_0 может быть представлен в виде суммы $c_p(x)$ – последнего уровня размытия сигнала и суммы вейвлет-коэффициентов w_j :

$$c_0(k) = c_p + \sum_{j=1}^p w_j(k).$$

Для выполнения данной работы – очищение сигнала от шумов – был выбран модуль ХК-1А фирмы xMOS в силу его низкой стоимости, сочетающейся с высоким быстродействием, которое достигается за счет возможности параллельного программирования.

В среде программирования, которая предоставляется вместе с модулем, используется язык xC, который является дополнением языка C функциями параллельного программирования и функциями управления потоками. Примерами таких функций являются *Par* и функции *tile* и *core*, соответственно [xMOS, ХК-1А, 2012, р. 23].

В результате выполнения написанного приложения исходный сигнал был разделен на вейвлет-плоскости, и шум, после определения его среднеквадратичной оценки, был итеративно удален из исходного сигнала с помощью алгоритма Ван-Циттерта.

В заключение можно сказать, что на сегодняшний день ведется работа над распространением программы на случай режима реального времени и различных типов шумов. В будущем предполагается использовать аналогичные программы в различных направлениях, где необходима обработка цифровых сигналов в реальном времени. Предполагается, что приложение будет иметь более высокую степень параллелизма, что приведет к более быстрой обработке сигналов.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ТЕЛА В ДИССИПАТИВНОЙ СРЕДЕ

Яганова А.Е.

Научный руководитель – ст. преп. Марфин Е.А.

Повысить эффективность методов добычи нефти можно за счет воздействия на нее упругими колебаниями. Многими авторами экспериментально наблюдалось изменение сдвиговой вязкости нефти под действием упругих колебаний. Отмечается, что вязкость сразу после воздействия снижается на 20-30%, а спустя некоторое время либо восстанавливается полностью, либо частично. Этот процесс зависит от содержания асфальтосмолистых и парафинистых компонентов в нефтях, а также от режима воздействия. При этом актуальным остаются вопросы выявления механизма этого явления и изучения влияния упругих колебаний на вязкость жидкости непосредственно в процессе воздействия. Настоящая работа посвящена попыткам решения этих задач.

Предлагаемый подход основан на совмещении численных и экспериментальных методов исследования. В первой части работы исследуется движение тела (шарика) в диссипативной среде на основе численного решения уравнений Навье-Стокса. Расчет производится в стационарном режиме и в режиме наложенных пульсаций. Получаемые результаты позволяют судить о влиянии наложенных пульсаций на гидродинамику процесса.

Натурные эксперименты, повторяющие численные исследования, позволяют оценить степень влияния упругих колебаний на вязкость жидкости, в которой движется исследуемый шарик. Это обусловлено тем обстоятельством, что в численных расчетах вязкость жидкости принимается постоянной, а наложение пульсаций сказывается только на гидродинамике обтекания тела. Эти особенности процесса обтекания в натурном эксперименте в совокупности с изменением вязкости жидкости выявляются по изменению сопротивления движению тела в жидкости в поле упругих колебаний.

Полученные результаты могут стать основой метода измерения вязкости жидкостей при воздействии на нее упругими колебаниями. Кроме того исследования влияния колебаний на вязкость нефти, позволят выбрать оптимальные режимы акустического воздействия на нефтедобычу.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ САМОТЕСТИРУЕМЫХ ГЕНЕРАТОРОВ ПСЕВДОСЛУЧАЙНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ И ИХ РЕАЛИЗАЦИЯ НА ПРОГРАММИРУЕМОЙ ЛОГИКЕ

Егоров А.Н.

Научный руководитель – доц. Таюрская Г.В.

Особая роль в развитии научно-технического прогресса отведена такому важному разделу экспериментальных исследований как контроль и диагностика сложных цифровых систем. В данном случае активный эксперимент предполагает генерирование специальных воздействий на объект тестирования (цифровую систему) с одновременным анализом его реакции. Среди различных видов сигналов возбуждения все более широкое распространение получают псевдослучайные цифровые последовательности. Важнейшим классом псевдослучайных последовательностей (ПСП) являются последовательности, формируемые генераторами на основе регистров сдвига с линейными и нелинейными обратными связями (ОС). Основными достоинствами этих генераторов являются: простота аппаратурной реализации, максимальное быстродействие, хорошие статистические свойства формируемых последовательностей, возможность на их основе построения генераторов, обладающих свойствами, ценными при решении задач защиты информации (формирование последовательностей произвольной длины, формирование последовательностей с предпериодом, формирование ПСП с произвольным законом распределения, построение генераторов, обладающих свойством самоконтроля).

С развитием замкнутых систем тестирования связано появление системы кольцевого тестирования. В кольцевых системах функции генератора и анализатора совмещаются в пространстве и во времени, топология структуры имеет форму кольца, модели систем описываются в алгебре кольца многочленов и кольцевыми (циклическими) графами, что породило термин *кольцевое тестирование* (КТ). В процессе проверки исправная система проходит свои состояния по циклическому маршруту. Поэтому заключение об исправности объекта делается на основании сравнения начального и конечного состояний системы.

В предлагаемой работе рассматриваются алгоритмы построения и практическая реализация самотестируемых одноканальных и многоканальных генераторов псевдослучайных последовательностей с линейными и нелинейными обратными связями. Для решения поставленной задачи предлагаются линейные последовательные системы (ЛПОС), применение которых наиболее целесообразно для встроенного диагностирования. Рассматриваемые ЛПОС представляют собой строго периодическую автономную систему, имеющую циклический характер функционирования.

Генератор с линейными ОС представляет собой устройство, состоящее из двоичных запоминающих элементов, образующих регистр сдвига, и набора сумматоров по модулю два, служащих для формирования очередного значения последовательности. При этом сумматоры могут быть включены как во внешние цепи ОС генератора, так и в межрядные связи элементов памяти регистра сдвига.

Разработанные алгоритмы построения самотестируемых генераторов псевдослучайных последовательностей были практически реализованы в системе автоматизированного проектирования Quartus II с последующей реализацией на программируемой логике – ПЛИС компании Altera семейства Cyclone II.

ИНСТИТУТ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ СЛОЯ МЕТОДОМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Хайруллина Д.М.

Научный руководитель – доц. Тумаков Д.Н.

Исследована задача о восстановления параметров диэлектрического слоя по характеристикам отраженных и прошедших электромагнитных волн. Для восстановления показателя преломления или толщины слоя использован метод нейронных сетей. Обучение сети проводилось двумя методами: методом обратного распространения ошибки и генетическим алгоритмом. Метод обратного распространения ошибки представляет собой градиентный метод, в котором вычисляются частные производные весов от сложной среднеквадратичной функции ошибки для определения направления следующего шага. Генетический алгоритм предполагает подбор весовых коэффициентов с помощью операторов «скрещивания» и «мутации», а также «селекции».

В качестве функций активации нейронов рассмотрены сигмоидальная, кусочно-линейная и радиальная функции. Проведен сравнительный анализ методов обучения и функций активации, а также исследованы оптимальные сочетания этих параметров сети. Численный эксперимент позволил выявить зависимость ошибки восстановления показателя преломления от количества элементов обучающей выборки, количества нейронов скрытых слоев и погрешности обучения сети.

Установлено, во-первых, что генетический алгоритм лучше справляется с поставленной задачей. Это следует из того, что целевая функция (ошибка сети) содержит множество локальных экстремумов.

Во-вторых, увеличение числа нейронов улучшает приближение искомым значениям, и работа сети с усложнением своей структуры (увеличением нейронов) становится более устойчивой.

В третьих, нейронные сети со всеми рассмотренными в работе функциями активации (кусочно-линейной, сигмоидальной и функцией Гаусса) примерно одинаково приближают искомые показатели преломления. Но нейронные сети, дающие более устойчивые решения, получаются с использованием гауссовой функции активации.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ОЦЕНКИ ЧАСТОТЫ F0 ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Хуснутдинова Р.Ф.

Научный руководитель – проф. Столов Е.Л.

В настоящее время значительно вырос интерес к обработке речевых сигналов для принятия решений на основе этого анализа. Полученные результаты могут применяться в различных сферах жизни. Первоначально усилия были направлены на создание речевого детектора лжи, однако, в этом направлении достичь успеха не удалось. Затем перешли к следующей идее – определение эмоционального состояния диктора с помощью выделения специальных участков в речевом файле. Предполагается, что соответствующие программы в будущем найдут широкое применение, например, при построении человеко-машинных интерфейсов для того, чтобы компьютер мог определять эмоциональное состояние человека. Эмоциональный речевой сканер может быть востребован при создании систем безопасности, в различных учреждениях для ограничения или полного запрета доступа к выполнению служебных обязанностей лиц, находящихся в неустойчивом или неадекватном эмоциональном состоянии.

Основным параметром речевого сигнала, на основе которого проводится выделение эмоциональных участков речи, является частота основного тона (F0).

Рассмотрены следующие методы, получившие наибольшее распространение при оценке F0.

- 1) Оценка с помощью FFT [Рабинер, 1981, с. 294].
- 2) Измерение с помощью оценок автокорреляционной функции [Рабинер, 1981, с. 143].
- 3) Измерение с помощью кепстра сигнала [Benesty, 2008, с. 166].
- 4) Алгоритм SIFT (simplified inverse filter tracking) [Veprek, 1996, с. 2].

Цель работы заключается в выделении среди упомянутых методов вычисления F0 того метода, который наилучшим образом выявляет эмоции. Этот метод будет выбран путем сравнения результатов работы программы и чувственного восприятия звукового файла.

Одним из недостатков известных методов является получение усредненных результатов по всем фреймам, в то время как интерес представляют лишь участки огласовки. С этой целью был предложен подход для автоматического удаления участков файла без огласовки. Это делается для того, чтобы избежать воздействия указанных участков на конечный результат. Для классификации фреймов по признаку наличия огласовки был реализован алгоритм на основе решающей функции в форме логистической регрессии [Bishop, 2006, с. 205].

В результате, на основе сравнения результатов и чувственного восприятия звукового файла выяснилось, что наилучшие результаты дает алгоритм SIFT.

ИМПОРТИРОВАНИЕ СПРАВОЧНИКОВ

Хомяков И.А.

Научный руководитель – ст.преп. каф. САИТ Рубцова Р.Г.

Объектом исследования данной работы является технология импорта большого объема данных из различных источников в различные приемники и автоматизация самого процесса.

Целью работы является программная реализация поставленной задачи, способной быстро перемещать большое количество данных из указанных источников в указанные приемники по расписанию. Для решения задачи были использованы такие технологии как язык программирования C#, компонент Windows TaskScheduler, сервера Microsoft SQLServer и Oracle Server.

В результате выполнения работы был получен готовый продукт, а также фреймворк, который может в дальнейшем использоваться для преобразования одного типа базы данных (БД) в другой с автоматической генерацией таблиц БД.

Данный продукт разрабатывается для внедрения в ДИТ ОАО «АК БАРС» банка. В работе проводятся результаты и анализ различных способов импорта большого объема данных. Были получены сравнительные характеристики различных способов импорта: занимаемый объем оперативной памяти, занимаемая ширина канала связи, а также его интенсивность использования, скорость в мс (рис. 1) и сделан вывод о преимуществе Bulk Copy program (BCP), а также даны рекомендации, принципы действия и порядок обращения к утилите на языке программирования C#.

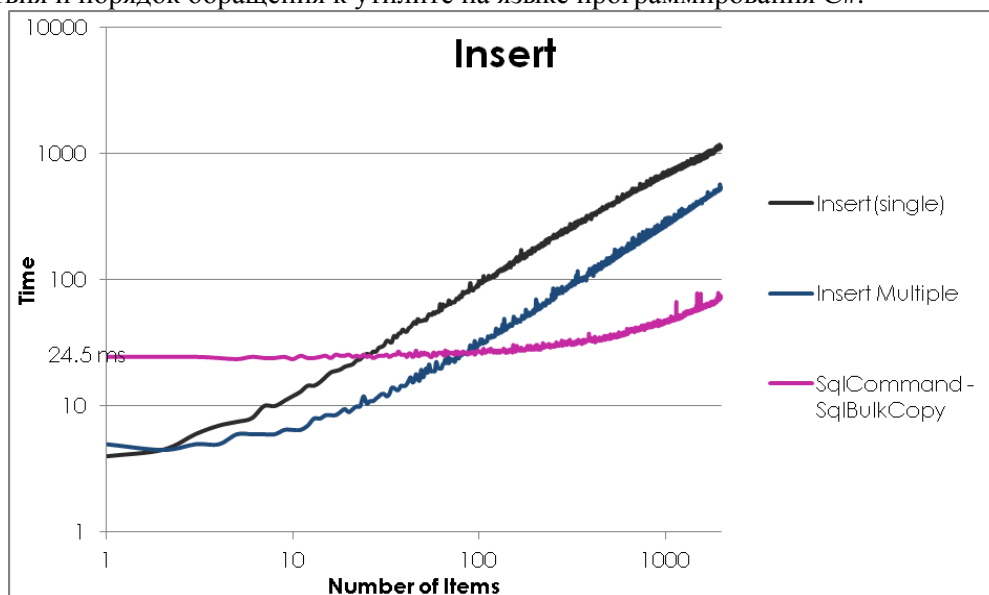


Рис. 1. – Сравнение скорости различных способов импорта данных.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ НЕГИЛЬОТИННОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ПРЯМОУГОЛЬНИКОВ НА ЛИСТЕ МАТЕРИАЛА

Нестерова С.С.

Научный руководитель – Андрианова А.А.

Задача прямоугольного негильотинного раскроя относится к классу NP-сложных задач, поэтому поиск ее оптимального решения является весьма трудоемким. Несмотря на это на практике часто возникает необходимость в получении негильотинного раскроя как экономного использования промышленных материалов (например, при раскрое дорогостоящих материалов). Соответственно, возрастает значимость поиска новых эффективных алгоритмов решения этой задачи.

Подходов к построению точных алгоритмов решения задач прямоугольного негильотинного раскроя очень мало, они очень трудоемки и фактически сравнимы с полным перебором перестановок деталей на поверхности исходного материала во всех возможных вариантах размещения. В производстве применение таких трудоемких подходов крайне неэффективно, поскольку для этого необходимо обработать данные, размер которых пропорционален факториалу количества деталей. Таким образом, для N деталей мы получим $N!$ перестановок. Кроме того, если детали могут быть повернуты на 90° , то число перестановок будет равно $(2N)!$ Ввиду вышесказанного представляет интерес разработка приближенных алгоритмов решения задачи негильотинного прямоугольного раскроя материала.

Для получения приближенного решения задачи нахождения негильотинного размещения набора прямоугольников на полуполосе в данной работе предлагается применить метод гильотинного раскроя. Для достижения цели был разработан программный продукт, реализующий построение расширенной функции гильотинного размещения. Построение данной функции было описано в статье Лернера Э.Ю., Фазылова В.Р. «Функция гильотинного размещения для набора прямоугольников» [Исследования по прикладной математике 1999, 21: 187-196]. Функция гильотинного размещения предоставляет эффективное вычислительное средство для точного решения задачи гильотинного размещения набора прямоугольных деталей на листе.

Цель проводимого с помощью созданной программы эксперимента заключается в исследовании применения алгоритма получения гильотинного размещения как приближенного алгоритма для решения задачи негильотинного раскроя. Для этих целей были также разработаны генератор задач и средства для фиксации и анализа результатов вычислительного эксперимента. Первые эксперименты показали, что применяемый подход можно использовать в качестве эффективной эвристики для решения задачи негильотинного раскроя.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА ACO (ANT COLONY OPTIMIZATION) ДЛЯ ЗАДАЧИ PTWTP (PARALLEL MACHINE TOTAL WEIGHTED TARDINESS PROBLEM)

Сычев И.В.

Научный руководитель – Андрианова А.А.

Рассматривается задача теории расписания (TP) $P|r_i|\sum w_i T_i$: имеется множество машин и множество работ, которые нужно распределить между машинами, минимизируя целевую функцию суммы взвешенных запозданий в выполнении работ. Каждая работа характеризуется параметрами: время возникновения задания, время выполнения, директивный срок, важность (вес).

Эта задача относится к NP-сложным в сильном смысле, т.е. для ее решения не существует полиномиального или псевдо полиномиального алгоритма. Поэтому особый интерес проявляется к эвристическим алгоритмам решения этой задачи.

Существует довольно большое количество работ (например, [An Ant Algorithm with a New Pheromone Evaluation Rule for Total Tardiness Problems, 2000, 287-296], [Andreas Bauer, An Ant Colony Optimization, 1999, 1-13], [An ACO approach for the parallel machine scheduling problem, 2010, 84-95]), исследующих более простые варианты задач TP.

За основу исследуемого алгоритма решения исходной задачи был взят алгоритм ACO-P (Ant Colony Optimization) описанный в статье [Вестник ТОГУ, 2012, 45-52]. Основная идея алгоритма заклю-

чается в следующем. Исходную задачу можно представить в виде графа, где каждой вершине соответствует задача, а проход через каждую точку графа (без повторов) дает некое расписание $\pi = \{i_1, \dots, i_n\}$, где i_j – номер задачи поставленной на j -ое место. Машина для следующей задачи выбирается как та, которая раньше всех освободится. Таким образом, проход “муравья (ant)” по расписанию можно представить, как его движение между машинами. Примененный алгоритм использовал улучшенный вариант функции эвристической информации η_{ij} [Accurate Myopic Heuristics For Tardiness Scheduling, 1984, 1-31], учитывающий все параметры исходной задачи, модификации при учете неравномерного поступления задач в систему и модификации применения локального поиска.

Тестирование на примерах из открытой базы примеров OR-Library позволило подобрать эффективные параметры алгоритма, что для одной машины позволило улучшить процент задач, решенных точно. Также тестирование проводилось на примерах с тремя параллельными машинами и 10-15 работами (небольшой размер обусловлен необходимостью получения точного решения путем полного перебора). Для этих задач исследуемый алгоритм всегда давал точное решение задачи. Очевидно, что на задачах с большей размерностью появится погрешность решения, но уже проведенный эксперимент говорит о том, что алгоритм можно рассматривать как эффективный эвристический алгоритм для исходной задачи.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ВОГНУТОГО КВАДРАТИЧНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ МЕТОДОМ ВЕТВЕЙ И ГРАНИЦ

Тихонова О.В.

Научный руководитель – Андрианова А.А.

Данная работа направлена на экспериментальное исследование трудоемкости применения метода ветвей и границ для решения задачи вогнутого квадратичного программирования. Алгоритм основывается на решении ряда вспомогательных задач выпуклого программирования.

Пусть решается задача вогнутого квадратичного программирования $\min\{f(x), x \in D\}$, где $D = \{x: x \in R_n, f_i(x) \leq 0, i=1..m\}$, $f(x)$ – вогнутая квадратичная функция, $f_i(x), i=1..m$ – линейные функции, определенные в n -мерном евклидовом пространстве R_n . Одна из задач выпуклого программирования вида $\max\{f(x), x \in D_1\}$ где $D_1 = \{x: x \in R_n, f_i(x) \geq 0, i \in I\}$ где I – некоторое подмножество индексов $\{1, 2, \dots, m\}$, имеет те же необходимые и достаточные условия оптимальности решения, что и исходная задача вогнутого программирования [Коннов, Андрианова 2014: 23-26].

Решение исходной задачи вогнутого программирования находится при помощи перебора всех возможных подмножеств в качестве множества D_1 вспомогательной задачи. Это осуществляется с помощью алгоритма метода ветвей и границ, который последовательно перебирает различные варианты комбинаций ограничений исходной задачи для постановки и решения вспомогательной задачи выпуклого программирования. Пусть у исходной задачи m ограничений, тогда задача проверит все возможные варианты комбинаций ограничений количеством от 1 до m . Для каждого варианта вспомогательной задачи (в отдельном узле дерева решений) находится стационарная точка. Если она является допустимой точкой исходного множества D , то дальнейшего ветвления узла не производится и решение сравнивается с текущим рекордом. В противном случае путем добавления очередного ограничения к множеству D_1 производится ветвление текущего узла. Отказ от ветвления текущего узла производится тогда, когда множество D_1 вспомогательной задачи текущего узла несовместно, или решение вспомогательной задачи хуже рекордного.

Написана программа, которая реализует данный алгоритм. Вспомогательная задача выпуклого программирования в ней решается с помощью метода условного градиента. Данная программа и генератор задач являются основой эксперимента, который уже показал принципиальную пригодность данного подхода к решению задачи вогнутого квадратичного программирования.

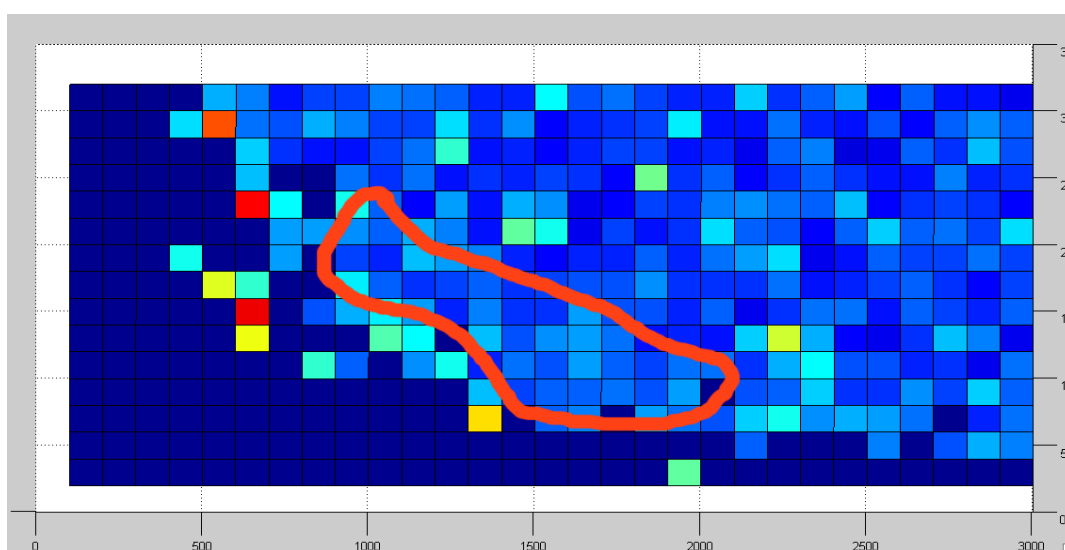
ФАКТОРИЗАЦИЯ НА ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ КРИВЫХ

Габдрахманов Р.Р.

Научный руководитель – д. ф.-м. н., проф. каф. САИТ Ишмухаметов Ш.Т.

Задача факторизации чисел не нова, но особое внимание и интерес математиков к проблеме факторизации обозначился лишь в последние десятилетия. Возможно, стимулом стало открытие нового направления – алгоритмы шифрования с открытым ключом. Целью данной работы является сформировать рекомендации для входных параметров метода Ленстры [Lenstra, Factoring integers with elliptic curves 1987:126] для факторизации чисел длиной около 100 бит. В рассмотрение принят именно алгоритм Ленстры не случайно. Если факторизируемое число имеет размерность, превышающую рекордные показатели для методов факторизации квадратичного решета и числового поля, то факторизация алгоритмом Ленстры – единственная надежда отыскать искомым делитель [Ишмухаметов, Методы факторизации натуральных чисел 2011:111].

Был написан программный комплекс на языке си и поставлен вычислительный эксперимент. По результатам эксперимента построен график.



В нем по оси абсцисс слева направо увеличивается значение порога B_1 , а по оси ординат снизу вверх увеличивается число эллиптических кривых. График отображает среднее время факторизации на соответствующих параметрах, при этом, чем теплее цвет, тем меньше времени затрачено.

В ходе анализа результатов эксперимента были выделены оптимальные параметры. Рекомендуемыми параметрами стали: порог B_1 от 1000 до 2000 при этом от 25 до 5 кривых соответственно. Результаты этой работы могут быть применены в теории криптографии, теории чисел, а также, что не маловажно, на практике в области защиты информации.

ЭФФЕКТИВНАЯ ФАКТОРИЗАЦИЯ НА ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ КРИВЫХ

Хатамов Ф.Ш.

Научный руководитель – д.ф.-м.н., проф. Ишмухаметов Ш.Т.

Факторизация натуральных чисел одна из наиболее активно изучаемых проблем в вычислительной теории чисел и криптографии. Одним из лучших, общих² методов факторизации доступных на сегодняшний день является метод факторизации на эллиптических кривых (Elliptic-Curve Method), представленный в 1987 г. в статье Хендрика Ленстры. Данный метод играет важную роль в фактори-

² Не все алгоритмы общего назначения, некоторые из них применимы только для факторизации чисел специального вида.

зации «случайных» чисел, которые представляют интерес для математиков в области теории чисел: он не так эффективен как алгоритм пробного деления и ρ -алгоритм Полларда в нахождении небольших простых делителей, однако этот метод хорошо подходит для поиска делителей средней размерности. ЕСМ также играет важную роль в факторизации «тяжелых» чисел, которые представляют особый интерес в криптографии: зачастую такие числа атакуют при помощи просеивающих методов, которые используют ЕСМ для факторизации вспомогательных чисел, но уже средней размерности. Стоит отметить, что ЕСМ можно и напрямую использовать для нахождения «больших» простых делителей; текущий рекорд ([P.Zimmermann][50 largest factors found by ECM]) – 241 битный делитель 1181 битного числа $2^{1181} - 1$. Исследование работы, направленно на оценку различных подходов в реализации данного алгоритма, способов его параметризации и некоторых практических оптимизациях. Рассматривается несколько типов эллиптических кривых в аффинных и проективных координатных системах. Особенное внимание уделяется кривым Эдвардса вида: $x^2 + y^2 = 1 + dx^2y^2$, т.к. для них можно построить группу с более производительной операцией сложения элементов. Пусть $E(Q)$ – эл. кривая, а $E_{tors}(Q)$ ее подгруппа кручения, тогда $E_{tors}(Q)$ изоморфна одной из подгрупп Z/nZ $n \in \{1, \dots, 10\} \cup \{12\}$ либо $Z/2Z \times Z/2nZ$ $n \in \{1, 2, 3, 4\}$, причем, чем выше порядок подгруппы, тем больше вероятность найти искомым делитель. Следовательно, для ЕСМ актуально рассматривать только подгруппы $Z/12Z$ и $Z/2Z \times Z/8Z$, которые вынуждают порядок кривой $\#E(Q)$ иметь делители 12 и 16 соответственно. Исследуются способы построения кривых с данными подгруппами кручения, и оценивается сходимость метода на них.

РЕАЛИЗАЦИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕСТА ПРОСТОТЫ BPSW.

Урманчев А.П.

Научный руководитель – д.ф.-м.н., проф. Ишимухаметов Ш.Т.

Существует огромное количество алгоритмов, эффективно выполняющих шифрование, и многие из них используют простые числа и их уникальные свойства. Для обеспечения приемлемого уровня защиты информации, необходимо использовать простые числа большой длины, а значит, необходим алгоритм, который будет находить их за короткое время. Одним из них является тест простоты Миллера-Рабина, однако у него есть недостаток – с некоторой долей вероятности он может выдать составное число за простое. Было решено исследовать тест простоты BPSW и сравнить его с тестом Миллера-Рабина с целью получения выводов о его эффективности.

После изучения теоретического материала было написано приложение, проверяющее числа большой длины на простоту. Алгоритм, лежащий в основе теста BPSW, состоит из двух частей – проверки числа тестом простоты Миллера-Рабина по основанию 2, тестом Лукаса-Селфриджа. Сильный тест Лукаса-Селфриджа в свою очередь состоит из двух частей – алгоритма Селфриджа для вычисления некоторого параметра и сильного алгоритма Лукаса, выполняемого с этим параметром. Алгоритм Селфриджа основан на уникальных свойствах символа Якоби. Скорость работы второй части алгоритма Лукаса-Селфриджа получилось ускорить благодаря рекуррентным формулам для вычисления последовательностей Лукаса. Тест Миллера-Рабина и тест Лукаса-Селфриджа могут ошибаться, то есть находить псевдопростые числа, однако они никогда не ошибаются на одном числе одновременно.

После многочисленных экспериментов на числах различной длины, был получен следующий результат: тест Миллера-Рабина в среднем работает быстрее, однако с определенной частотой выдает составные числа за простые. Тест BPSW уступает по скорости, но время проведения экспериментов не было выявлено ни одной ошибки определения простоты, а значит можно говорить о его безошибочной работе на числах любой длины.

СРАВНИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ ВЫЧИСЛЕНИЯ НАИБОЛЬШЕГО ОБЩЕГО ДЕЛИТЕЛЯ ЦЕЛЫХ ЧИСЕЛ

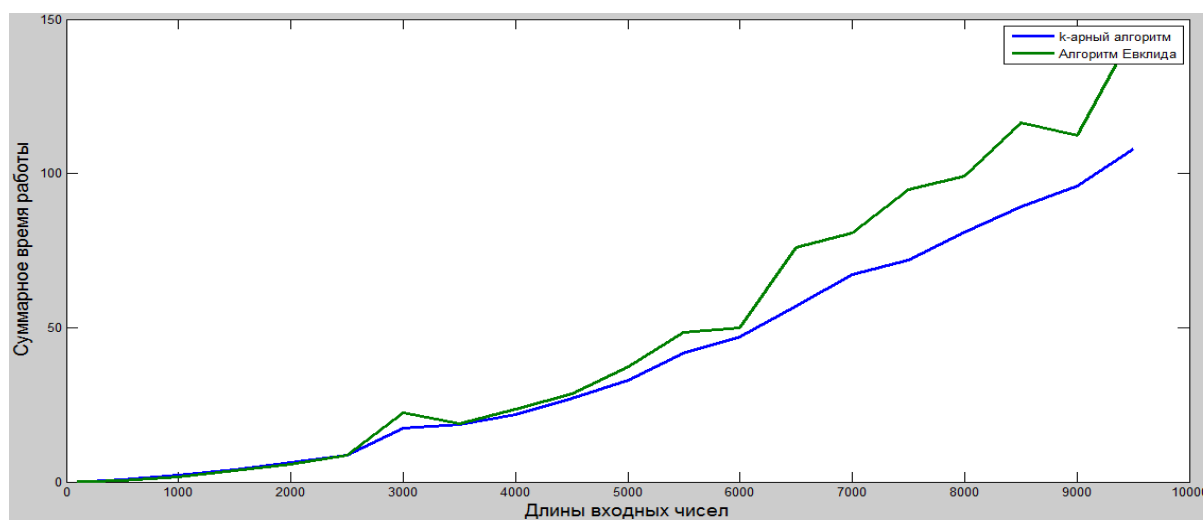
Гафиятуллина А.А.

Научный руководитель – д.ф.-м.н., проф. Ишмухаметов Ш.Т.

Для алгоритма нахождения наибольшего общего делителя (НОД) существует множество теоретических и практических применений. В частности, он используется в криптографическом алгоритме с открытым ключом RSA [Ишмухаметов, Методы факторизации натуральных чисел 2011: 22-25]. Также алгоритм является основным инструментом для доказательства теорем в современной теории чисел.

Даны два положительных целых числа. Задача заключается в реализации классического и k-арного алгоритмов вычисления НОД данных чисел, в выполнении экспериментальных исследований по подбору эффективных параметров для работы k-арного алгоритма и в сравнительном анализе алгоритмов.

Для нахождения оптимального простого значения k в зависимости от длин входных данных провели следующий эксперимент. Сгенерировали случайным образом 200 пар чисел одинаковой длины. В первом наборе каждое число содержит 100 десятичных знаков, в последнем наборе числа состоят из 10000 десятичных знаков. Также взяли набор значений k, равномерно содержащий простые числа из интервала от 7 до 17257. Составили таблицу сравнения скорости для разных k и разных длин входных чисел. Также для проведения сравнительного анализа k-арного и классического алгоритмов построили график зависимости суммарного времени работы k-арного алгоритма и алгоритма Евклида, который представлен ниже [Sorenson, The k-ary GCD algorithm 1990: 17].



В результате исследования, выяснилось, что Алгоритм Евклида лучше k-арного алгоритма на числах, имеющих длину до 2000 десятичных знаков, а для чисел, имеющих длину больше 2000 десятичных знаков НОД считается быстрее по k-арному алгоритму.

«WEBKIT-BASE – ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СРЕДА ДЛЯ РАЗРАБОТКИ КРОССПЛАТФОРМЕННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ НА ЯЗЫКЕ JAVASCRIPT»

Фахреев М.З.

Научный руководитель – доц. Бухараев Н.Р.

В вычислительной технике кроссплатформенное (или мультиплатформенное) ПО – понятие, связанное с программным обеспечением, вычислительными методами и концепциями, которые реализованы и успешно взаимодействуют на нескольких компьютерных или мобильных платформах.

Web-разработчик (который рассматривается здесь как потенциальный разработчик кроссплатформенного ПО), сталкивается в этом случае с новыми задачами, связанными с интеграцией архитектурных решений устройств и проектированием интерфейсов именно в контексте мобильных устройств.

Другая существенная проблема связана с тем, что текущие решения для разработки на рынке кроссплатформенных web-приложений не позволяют разработчику использовать привычный ему стек технологий. Эти решения больше нацелены на компиляцию исполняемых файлов для мобильных ОС из языков с низкой уровнем абстракции (HTML, CSS, JS), тогда как обычные web-приложения на Ruby on Rails или Node.js имеют широкий набор метаязыков и всевозможных интерфейсов для подключения сторонних решений.

Разработана платформенно независимая и гибкая инструментальная среда Webkit-base, облегчающая разработку приложений под iOS, Android, web-браузеры для настольных ОС и позволяющая использовать различные метаязыки и фреймворки.

Данное решение отвечает на все вышеописанные проблемы, включая в себя вопросы интеграции и компиляции. Основное внимание уделяется возможности разработки приложений со схожим функционалом по единой схеме обмена данными с сервером для самых разных семейств устройств: смартфоны, планшеты, персональные компьютеры и ноутбуки под управлением разных операционных систем.

Продукт полностью готов к использованию, стабилен, хорошо документирован и базируется на наиболее совершенном стеке технологий на момент написания магистерской диссертации. В процессе работы был исследован и реализован принцип построения среды для сборки кроссплатформенных проектов на языке JavaScript. Проанализированы и применены техники проектирования web-приложений для мобильных устройств. Также были рассмотрены и реализованы в соответствии со стандартом EcmaScript 6 ключевые паттерны разработки, на основе которых базируется клиентское приложение в Webkit-base. Среда построена на клиент-ориентированном языке JavaScript, легко расширяется и имеет открытый исходный код.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «СИСТЕМЫ СЧИСЛЕНИЯ»

Боброва Д.Г., Москиева А.Р., Сафина Л.И.

Научный руководитель – ст. преп. Хадиев Р.М.

Системы исчисления один из основных разделов предмета ИКТ. Создана информационная система (ИС), позволяющая получить информацию об истории развития и внедрения систем исчисления.

ИС «Системы счисления» содержит следующие разделы:

1) История развития систем исчисления, содержащая:

– Способы счета на пальцах в 2-ичной, 3-ичной, 5-ичной, 10-ичной, 12-ичной, 16-ичной, 60-ичной и 80-ичной.

– Знаковые системы, которые могут использоваться в 16-ичной и 80-ичной системе.

– География использования данных систем счета.

– История современной графики представления чисел.

– Время и причины перехода различных народов Евразии из одной системы исчисления на другую. Эта информация позволяет учащемуся более осознанно усваивать учебный материал, понимая, что данные системы естественны и были использованы некоторыми народами в определенный исторический период.

– Сохранение различных систем счета в date и времени, в комплектации различных штучных товаров.

2) Двоичные и троичные системы счета, как основные системы счета, используемые в компьютерных информационных системах.

3) Эффективные алгоритмы перевода:

– Целых и вещественных из десятичной системы исчисления в P -ичную систему;

– Целых и вещественных из P -ичной системы исчисления в десятичную систему.

4) Примеры задач с решениями, используемых в ЕГЭ:

– Вычисление выражений в заданных системах счисления.

– Определение значений чисел в заданной системе исчисления по некоторым косвенным характеристикам.

– Определение систем исчисления для заданных алгебраических выражений.

Система реализована в виде презентаций MS PowerPoint, MS Excel-программ, ABC Pascal-программ на сайте olimp.kpfu.ru.

ЗАДАНИЯ ЕГЭ С ИГРОВЫМИ СТРАТЕГИЯМИ

Федотова Т.Е., Гималетдинова А.Р.

Научный руководитель – ст. преп. Хадиев Р.М.

Разработана система, которая помогает готовиться к решению заданий ЕГЭ с выигрышными игровыми стратегиями.

Система предназначена для:

- 1) углубленного изучения алгоритмизации,
- 2) ознакомление с выигрышными стратегиями.

Ученику визуально представляются игровые программы с выигрышной стратегией, которые могут использоваться при подготовке к заданию № 26 ЕГЭ по информатике в разделе с развернутым ответом.

Данная система включает две подсистемы:

- Стратегические игры (ним, спички, задача Люка, гонки и т.д.), позволяющие научиться разрабатывать выигрышные стратегии на базе антагонистических игр. Игры реализованы, так чтобы игрок мог выбрать порядок начала игры. Это позволяет игроку осознать стратегию игры. А игровая программа в случае выбора игроком выигрышного начального хода играет случайно до победы обучаемого или его ошибки. Если игрок ошибается, то программа производит выигрышный ход и далее игру доводит до победы;

- Задачи на стратегии, используемые в заданиях 26 ЕГЭ информатика, которые позволяют получить навык решения задач такого типа. Процесс игры представляется в виде таблицы и дерева решения. Система позволяет генерировать большое многообразие задач и, используя дерево решений, определяет поведение программы в игре.

Данная система позволяет школьникам и абитуриентам ознакомиться с такого типа задачами, методами решения и получить навыки по алгоритмизации и методы решения этих задач.

Эту систему можно применять на интегрированных уроках математики и информатики в средней школе, для подготовки к ЕГЭ по информатике, в вузе на курсе информатики студент может использовать задачи этой системы как модель системы для реализации на практике.

РАСПОЗНАВАНИЕ И ОТСЛЕЖИВАНИЕ ЛИЦА В КАДРЕ В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ В РАМКАХ МОБИЛЬНОЙ ВИДЕОСТУДИИ

Зыкова С.А.

Научный руководитель – асс. Хадиев К.Р.

При съемках возникает задача обработки видеопотока отслеживания лица в кадре в режиме реального времени и внедрение полученного результата в программный комплекс, осуществляющий автоматизированную запись интервью.

Обязательными условиями для решения задачи являются:

- Необходимость исключения ложного срабатывания на отсутствие лица в кадре.
- Исходный формат кадра – HD (1280x720).
- Время обработки кадра не более 20 мс.

Данная задача может быть использована в таких областях, как:

- Автоматизированная запись интервью.
- Системы безопасности.
- Биометрия.
- Машинное зрение в робототехнике.

Программный комплекс представляет собой клиентское приложение для Android и серверное для настольного компьютера, связь между частями комплекса осуществляется по беспроводной сети Wi-Fi.

Для решения задачи была применена комбинация методов распознавания образов и слежения за объектом.

Для распознавания использовался метод Виолы-Джонса, основанный на распознавании образов. Данный метод часто используется для обнаружения объектов на изображении в реальном времени, однако если объект расположен под углом или повернут, он не будет распознан. Время обработки кадра зависит от размера изображения.

Как только в кадре распознано лицо и получены координаты интересующей области, в этой области проводится поиск точек, окрестность которых можно отличить от окрестности любой другой точки на изображении, после чего отслеживается их положение (трекинг).

Время трекинга не зависит от количества найденных точек, и занимает 10-19 мс. Количество точек влияет на качество трекинга. Малое количество необходимо при инициализации (поиск точек). Время поиска занимает 60-80 мс. Поскольку инициализация вызывается редко, задержка в обработке видеопотока не критична. Поиск точек осуществляется по алгоритму Ши-Томаси, основанной на оценке собственных значений матрицы. Время поиска зависит от расстояния между точками, качества и заданного максимального количества. Было рассмотрено влияние каждого из этих параметров на время обработки и подобраны оптимальные значения.

Из программных продуктов, решающих аналогичную задачу, был найден модуль видеоаналитики для обнаружения лиц MBS-FACE, использующийся в системах безопасности, однако не имеется данных о скорости обработки кадра данным модулем.

РАСПОЗНАВАНИЕ ТИПОВ ЛЕСА ПО ГЕОГРАФИЧЕСКИМ И КАРТОГРАФИЧЕСКИМ ДАННЫМ

Вафина А.Р.

Научный руководитель – асс. Хадиев К.Р.

Целью исследования было построение классификатора, распознающего породу дерева на лесном массиве. Задача заключается в следующем: по данной выборке с характеристиками лесного массива строится классификатор, результат которого затем проверяется на тестовых больших данных. Данная задача является задачей классификации машинного обучения (machine learning). Задачи классификаций различных объектов относятся к категории задач обучения с учителем (supervised learning) – т.е. для обучающей выборки известны точные значения классов. В случае рассматриваемой задачи всего семь классов (различных пород деревьев): ель, сосна белокорая, желтая сосна, дугласова пихта, тополь, осина, сосна широкохвойная.

При решении задачи был проведен анализ данных, экспериментальное сравнение основных моделей обучения (метрические модели, модели линейных разделителей и модель решающих деревьев). Также был проведен анализ данных обучающей выборки, выполнены комбинации данных и отбор для корректного построения алгоритма классификации. Отбор моделей проводился в два этапа: сначала проверялось качество той или иной модели за счет статистических экспериментов (cross validation), затем проверялась устойчивость методов при решении задачи, их способность не попадать в состояние ошибки переобучения (корректная работа только на определенных данных).

Наиболее подходящими для поставленной задачи оказались метрические модели (алгоритм k-ближайших соседей (k-nearest neighbors)) и модель решающего дерева (decision trees). Затем были рассмотрены различные способы объединения этих моделей.

Результирующий классификатор с точностью классификации 82% был получен на основе алгоритмов решающих лесов (Random Forest). Этот алгоритм является результатом использования нескольких алгоритмов на основе моделей решающих деревьев.

В результате проведенной работы была выявлена следующая особенность – наилучшие результаты были получены только после объединения различных моделей. Стандартные базовые алгоритмы машинного обучения не дают хороших результатов для подобных задач. Также на полученный результат сильно повлиял анализ данных (data mining). Таким образом, на первый план при решении задач машинного обучения выходит анализ больших данных (Big data mining).

В дальнейшем исходная задача может быть расширена в задачу классификации произвольных объектов по картографическим данным, а также может быть улучшена за счет применения сложных методов объединения метрических моделей с генетическими алгоритмами.

ПОСТРОЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ КОЛИЧЕСТВА ВЫПАВШИХ ОСАДКОВ (ПО ДАННЫМ ПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИХ РАДАРОВ СРЕДСТВАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ)

Данкович А.Ю.

Научный руководитель – асс. Хадиев К.Р.

В современном сельском хозяйстве важно проводить мониторинг угодий на предмет количества выпавших осадков. Для решения этой задачи применяются дождемеры. Однако с этой же целью можно проводить измерения воздушного пространства над угодьями с помощью поляриметрических доплеровских радаров, что позволит упростить мониторинг. В связи с этим возникает задача нахождения эмпирической зависимости между измерениями радаров и дискретной функции распределения вероятности выпадения осадков. В связи с вышеупомянутой задачей были высказаны следующие тезисы:

- Решение поставленной задачи возможно методами машинного обучения.
- При решении поставленной задачи методами машинного обучения ошибка достигает $7 * 10^{-3}$ (при оценке с помощью ranked probability score).
- Заявленные значения ошибки достигаются с помощью простых моделей (без использования ансамблей и специфических знаний предметной области).
- Заявленные значения ошибки достигаются за счет сильной неоднородности данных (простые модели машинного обучения хорошо различают случаи отсутствия осадков, которых подавляющее большинство).

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ КОЛЛАБОРАТИВНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ ПРИ ПОСТРОЕНИИ МОДЕЛИ АДАПТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ

Мифтахутдинов З.Ш.

Научный руководитель – асс. Хадиев К.Р.

В последнее время методы машинного обучения и Data Mining имеют довольно широкую область применения и со временем она только увеличивается. Также можно отметить нарастающий интерес к адаптивному обучению, большинство из методов которого основаны на алгоритмах и методах Data Mining. Адаптивное обучение является моделью обучения, которое активно использует достижений современных технологий для индивидуализации процесса обучения. Само понятие адаптивного обучения возникло из-за того, что была осознана невозможность индивидуализации обучения на большом количестве учащихся при применении традиционных методов обучения. Определение адаптивного обучения не является четко определенным, поэтому имеет множество реализаций, которые разделяются на три основные категории:

1. Адаптивное обучение в рамках класса.
2. Дистанционное адаптивное обучение.
3. Реализация на основе теории игр.

Как уже было отмечено основными методами при построении модели адаптивного обучения являются методы из Data Mining. Одним из примеров такой реализации является система Knewton. Однако можно отметить схожесть между задачей адаптивного обучения и задачей рекомендательных систем в целом. На этой идее и был построена модель, основанная на алгоритме SVD, позволяющий адаптировать образовательный процесс под каждого ученика. Данный алгоритм является реализацией в виде дистанционного адаптивного обучения. Т.е. по сути – это онлайн курсы, которые подбирают для каждого ученика его уникальную траекторию обучения, позволяющую улучшить усвоение предмета.

Существует так же другое применение алгоритмов рекомендательных систем при построении модели адаптивного обучения. К примеру, в работе [Gaudioso E., Boticario J.G. Towards web-based adaptive learning communities] описывается система, строящая персональные рекомендации по другим образовательным веб-сервисам, форумам и т.д. на основе веб активности пользователя.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Абдразакова Л.Р.	159	Галимзянова Л.А.	31
Абдуллин А.Ф.	156	Галимзянова Ф.В.	48
Абдуллина Р.Х.	29	Галиуллин Н.К.	168
Абзалов Р.А.	156	Галиуллин Р.Р.	143
Абишев Н.М.	154	Гаптерахимова Т.Т.	144
Абуталипов А.М.	68	Гараев Д.В.	92
Абуталипова А.Р.	53	Гараева Г.Р.	71
Агабекян И.А.	38	Гарифуллин А.И.	161
Акатьев Д.О.	160	Гатауллин А.Р.	162
Алтухова А.В.	69	Гатиятуллина А.Ф.	72
Андреев А.О.	166	Гафиятуллина А.А.	245
Архипов Р.В.	195	Гафуров З.Н.	109
Атландерова А.А.	104	Гибадулин Р.С.	73
Ахметсафина А.Р.	189	Гибайдуллин А.Н.	182
Аюпова Н.Р.	104	Гизатуллин Р.В.	221
Бакиев А.Г.	91	Гизатуллин Р.Д.	69
Баранова Д.С.	54	Гизятова Л.А.	145
Бардасова А.Е.	196	Гильмутдинов Д.Ш.	74
Барзеева О.А.	24	Гимадиева И.М.	184
Басимова Л.Т.	105	Гималетдинова А.Р.	247
Белашова И.А.	219	Головачев А.М.	52
Белкина А.В.	30	Гориев О.Г.	207
Белов Т.Г.	106	Григорьев И.С.	163
Биккинин В.Р.	220	Грошев Д.Е.	154
Бильданова Н.И.	44	Губайдуллина Н.Т.	25
Боброва Д.Г.	246	Губина Н.С.	109
Боброва Е.Г.	92	Гурьянов И.Д.	66
Бурганов Т.Ю.	184	Данилов М.В.	222
Бурлакова В.С.	127	Данкович А.Ю.	249
Ваганова Е.С.	69	Дарземанова Д.Л.	129
Вагизова И.Ф.	128	Дацив М.А.	130
Вазюков А.С.	168	Дементьев В.В.	199
Валиев И.И.	45	Дементьев В.О.	231
Валиев Н.Г.	197	Денисова А.А.	75
Валиева Г.М.	70	Денисова М.Р.	190
Валиева Ч.Д.	129	Джабарова К.О.	75
Валишина А.А.	166	Димиева З.М.	26
Варламова И.И.	167	Дмитриев А.А.	76
Васильев Е.В.	107	Егоров А.Н.	238
Васильев Н.В.	198	Елагина Д.С.	25
Вафина А.Р.	248	Елисеева В.В.	145
Видунов С.И.	142	Еньков И.В.	199
Вильф Я.З.	167	Ермакова А.М.	49
Воронина Т.А.	46	Ершова А.В.	131
Габдрахманов Р.Р.	243	Еспанова И.Д.	77
Габидинова Р.Ф.	206	Ефремов А.Г.	232
Габидуллина Р.И.	47	Жаксылыков Е.А.	93, 94
Газизова А.Р.	30	Жарников Е.В.	32
Газизянова Д.Р.	142	Жих С.С.	199
Гайнутдинова Р.Р.	52	Заббаров А.Ф.	184
Гайфуллина А.Ш.	66	Заботин Я.И.	46
Гайфутдинов Р.Р.	92	Загитова И.Р.	145
Галеев А.С.	198	Зайнуллина А.Р.	55
Галиев А.А.	221	Зайнутдинова Д.С.	191
Галиева М.И.	52	Замалиев М.Р.	146
Галиева Ф.Б.	108	Заострожных А.А.	217

Запивахин А.А.	169	Льонг Т.З.	20
Зарипова А.Р.	110	Магсумов Т.И.	113
Захаров М.Ю.	208	Мазина А.Б.	34
Захаров М.Ю.	215	Макаров М.Н.	177
Захарова С.П.	111	Макарова К.В.	191
Згадзай Ю.О.	172	Максимюк Г.С.	224
Зигангирова А.А.	95	Маматова А.А.	164
Зимин Т.М.	170	Мансурова А.Р.	98
Зиннатова Э.А.	49	Махмутов Б.И.	99
Зиннатуллин А.Л.	158	Мельникова Д.Л.	178
Зыкова С.А.	247	Метленко К.В.	225
Ибрагимов Р.Р.	95	Мингалеев Р.Р.	202
Ибрагимов Ф.Ф.	200	Миндубаева Л.Н.	56
Ибрагимова Р.Р.	185	Миннегалиев М.М.	165
Иванов Д.С.	173	Мирзаянов И.И.	113
Иванова А.Г.	157	Митрофанова О.С.	57
Ившин К.А.	209	Мифтахутдинов З.Ш.	249
Ижбульдина А.Ж.	78	Михайлова А.К.	27
Исламова А.Р.	18	Михайлова Е.О.	132
Исмагилов А.А.	147	Морданова М.Р.	192
Исхакова З.И.	39	Москиева А.Р.	246
Исхакова К.Б.	210	Мубаракшин Ш.И.	158
Ихматов И.Ф.	96	Музафаров Р.И.	203
Ихсанова Л.З.	79	Муртазина Л.Ш.	226
Ишмуратов И.К.	155	Мусин Т.Р.	114
Кальметьева А.Р.	97	Мустафина А.Н.	66
Камалетдинов Р.Р.	147	Мухамедова Д.Г.	64
Кампос К.Т.К.	55	Мухамедьярова А.Н.	115
Карчевский М.А.	174	Мухаметзянова А.С.	62
Касимов Д.З.	171	Мухаметзянова Л.Д.	39
Касимов Р.Р.	223	Мухаметзянова С.Р.	40
Катков В.И.	210	Набиуллина Д.И.	186
Кашапова З.К.	185	Назипов Д.Р.	218
Каюмова А.И.	186	Науров П.А.	227
Ключникова Б.В.	18	Нестерова С.С.	241
Козин А.И.	201	Нигметзянов Р.И.	233
Козюров А.Д.	211	Никитина М.Ю.	35
Колосова О.А.	175	Никифоров Д.В.	234
Конг Х.Х.	61	Никифорова Т.В.	179
Кондратьева Е.И.	212	Новикова А.В.	20
Кондратьева С.А.	50	Нуреева Г.Р.	165
Коноплева Л.В.	176	Нуриахметова Ч.Б.	57
Корчагин И.П.	223	Нурьев Н.Н.	187
Костин В.Д.	200	Обухова О.А.	80
Кравченко Р.И.	176	Огай Л.И.	148
Кузьмичева М.Ю.	112	Ожиганова Н.Н.	179
Кусова А.М.	164	Парубова Е.М.	81
Лабутина В.А.	33	Петров А.А.	235
Лазарева Н.В.	177	Петров А.В.	214
Латфуллин А.Р.	183	Петров А.Н.	227
Латфуллина И.А.	212	Петров Д.И.	100
Латыпова Г.Д.	19	Петрова А.М.	82
Лемехова В.П.	132	Петрова Э.И.	133
Ломаева Д.А.	33	Пожарская Д.А.	193
Ломовцев Д.С.	233	Покрышкина Е.Ю.	215
Лопатина А.А.	213	Попов М.А.	229
Лосев С.И.	202	Потапов А.С.	21

Рахимова Р.И.....	134	Файзерахманова Д.М.....	188
Рахматуллина А.Р.....	58	Файзуллина Г.Р.....	86
Ризванов З.З.....	148	Фасхетдинов Р.Ф.....	119
Романов С.Р.....	115	Фахреев М.З.....	245
Рощина А.И.....	180	Федотова Т.Е.....	247
Рыжикова М.Н.....	42	Хабибрахманов И.И.....	52
Савельев Н.И.....	193	Хайдарова А.И.....	87
Савина О.А.....	65	Хайруллина Д.М.....	239
Садыкова А.Р.....	82	Хайруллина Р.Р.....	120
Садыкова Г.Г.....	83	Хайрутдинова А.Ф.....	188
Салахов Н.Н.....	51	Хакимуллин Р.....	230
Салахова Л.А.....	149	Халиулин М.Р.....	66
Салимова З.В.....	187	Хаметова Г.И.....	136
Салихов Т.М.....	215	Хамитов Т.Р.....	236
Санатова Э.Р.....	22	Ханафиева Р.Р.....	121
Санникова В.А.....	43	Ханипова Р.Р.....	101
Сапожников И.В.....	228	Харитонов А.В.....	161
Сатарова А.И.....	36	Харитонов Е.А.....	236
Сафина А.Р.....	60	Хасанов Р.Н.....	171
Сафина Д.А.....	84	Хасанова Р.Ф.....	88
Сафина Л.И.....	246	Хатамов Ф.Ш.....	243
Сафронов С.И.....	203	Хафаева Л.Л.....	43
Сахапов Д.И.....	41	Хафизова Г.Ф.....	67
Саярова Р.М.....	22	Хафизова О.С.....	181
Световидов А.А.....	229	Хомяков И.А.....	240
Семакина К.А.....	85	Хусаинова Д.М.....	137
Семенова Н.С.....	150	Хуснуллин Н.С.....	102
Сергеев К.М.....	151	Хуснуриялова А.Ф.....	122
Сергеева Ю.П.....	59	Хуснутдинов А.М.....	138
Сибгатов А.Р.....	236	Хуснутдинова Р.Ф.....	239
Сибгатуллина Р.Р.....	116	Хуторова А.Е.....	205
Скворцова П.В.....	164	Чепелева С.Е.....	139
Смирнов И.С.....	117	Чулакова Д.Р.....	122
Снегурева Ю.В.....	118	Чупин М.М.....	229
Соловьева Ю.Н.....	219	Шаймарданова Р.М.....	63
Спирина К.Н.....	135	Шайхразиева Л.А.....	139
Спирина Л.А.....	229	Шайымова Ю.Р.....	123
Старостин О.С.....	41	Шакирзянова Л.Р.....	89
Стерхова К.А.....	36	Шакиров М.А.....	155
Стешов Ф.В.....	136	Шакиров Н.З.....	152
Сысоев И.А.....	229	Шамсутдинова Ф.Г.....	124
Сычев И.В.....	241	Шарафутдинова А.Р.....	152
Тазиева З.Р.....	219	Шарипова Ф.Р.....	37
Тарасов Р.В.....	181	Шаяхметова Д.Р.....	195
Тахавиев И.Д.....	187	Шестерикова Е.Ю.....	37
Тележникова Т.А.....	28	Шигапова А.М.....	182
Тиллоева Н.Х.....	222	Шрамко А.В.....	88
Тимакова А.С.....	204	Шуматбаев Г.Г.....	125
Тихомирова М.В.....	23	Шуртакова Д.В.....	216
Тихонова О.В.....	242	Юмаева Г.Ф.....	126
Тоасенитч С.А.....	23	Юсупов А.Р.....	230
Толмачев В.Н.....	86	Яганова А.Е.....	237
Тонков А.В.....	204	Ягубов Р.С.....	206
Торобеков Ш.Ж.....	62	Ягфаров Р.Р.....	159
Тухватуллина А.И.....	194	Яковлева М.Ф.....	217
Урманчев А.П.....	244	Якупов И.Р.....	127
Усманова Р.Р.....	101	Ярмухаметова Д.С.....	140

