

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Дальневосточный федеральный университет
Школа естественных наук

**МАТЕРИАЛЫ
РЕГИОНАЛЬНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ СТУДЕНТОВ, АСПИРАНТОВ
И МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ
ПО ЕСТЕСТВЕННЫМ НАУКАМ**

Владивосток
15-30 апреля 2021 г.

Научное электронное издание

Владивосток
Дальневосточный федеральный университет
2021

УДК 082

ББК 94.3

М34

Ответственный редактор – В.Ю. Ермаченко

Редакторы – В.Н. Иванков, А.Ю. Румянцева (раздел I); П.Ф. Бровко, Д.И. Волкова (раздел II); Ю.В. Добржинский, С.С. Зотов (раздел III); И.Л. Артемьева, Е.А. Елсукова (раздел IV); А.В. Гринченко, Н.Е. Зюмченко, Э.Я. Костецкий (раздел V); Е.Л. Ефремов, А.А. Степанова (раздел VI); Т.В. Пак, А.А. Сущенко, А.Ю. Чеботарев (раздел VII); Е.А. Богатыренко, Т.И. Дункай (раздел VIII); Н.Г. Котович, И.А. Лисина (раздел IX); А.В. Ковехова, О.В. Патрушева (раздел X); А.В. Брикманс, А.И. Хохлова (раздел XI); В.А. Реутов, П.В. Ситник (раздел XII); Л.Л. Афремов, К.В. Нефедев (раздел XIII); Т.Н. Гнитецкая, И.И. Анкудинов (раздел XIV); А.В. Давыденко, А.Г. Козлов (раздел XV); Л.А. Лим, А.А. Хребтов (раздел XVI); Н.Б. Кондриков, М.В. Ткачева (раздел XVII); Ю.А. Галышева, А.Д. Пелех (раздел XVIII); А.М. Заболотная, Л.А. Лим (раздел XIX).

М34 **Материалы Региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г. [Электронный ресурс] / Отв. ред. В.Ю. Ермаченко. – Электрон. дан. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2021. – Режим доступа: https://www.dvfu.ru/schools/school_of_natural_sciences/sciences/the-conference/new-page.php. – Загл. с экрана.**

ISSN 2500-3518.

В сборнике опубликованы научно-исследовательские работы студентов, аспирантов и молодых ученых, представленные по результатам проведения Региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам (г. Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.). Работы молодых исследователей охватывают направления естественных и физико-математических наук, развивающиеся в высших учебных заведениях России.

УДК 082

ББК 94.3

Текстовое электронное издание

Минимальные системные требования:

Веб-браузер Internet Explorer версии 6.0 или выше, Opera версии 7.0 или выше, Google Chrome 3.0 или выше).

Минимальные требования к конфигурации и операционной системе компьютера определяются требованиями перечисленных выше программных продуктов.

Компьютер с доступом к сети Интернет.

© ФГАОУ ВО «ДВФУ», 2021

Размещено на сайте 08.07.2021 г.

20 Мб

Дальневосточный федеральный университет
690095, г. Владивосток, ул. Суханова, 8

E-mail: editor_dvfu@mail.ru

Оглавление

Раздел I БИОРАЗНООБРАЗИЕ	18
Дёмина А.С. ^{1,2} КРАХМАЛЬНЫЕ ЗЁРНА НЕКОТОРЫХ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ: СТРОЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ	18
Кротова Д.А. ^{1,2} НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРЕВЕТОК СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ.....	19
Маськин Е. В. ¹ , Гребенкин П.В. ¹ , Железнова Л.В. ¹ , Туманов Д.В. ² ТИХОХОДКИ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ О.ПОПОВ.....	22
Никищенко В.Е. ¹ СТРОЕНИЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ЛИЧИНОК ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП	23
Марченкова Т.В. ^{1,2} , Блиндченко Е.Ю. ² БРАХИУРИЯ В ПОПУЛЯЦИИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ЛЕОПАРДА (<i>PANTHERAPARDUS ORIENTALIS</i>).....	25
Переверзева А.О. ¹ СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНИЗАЦИИ КОЖНЫХ ПОКРОВОВ ЮВЕНИЛЬНОЙ И ВЗРОСЛОЙ ОСОБИ НЕМЕРТИНЫ <i>MICRURA CF. BELLA</i>	27
Раздел II ГЕОГРАФИЯ.....	29
Ахмаева Э.Э. ¹ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ МОРСКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО.....	29
Волкова Д.И. ¹ РЕГИОНАЛЬНЫЕ СТОЛИЦЫ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА КАК ЦЕНТРЫ ПРИТЯЖЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ	31
Годованец Е.Т. ¹ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГО-ПРОСВЕТИТЕЛЬСКОЙ И ТУРИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СИСТЕМЕ ООПТ РОССИИ	33
Дзен Г.Н. ¹ ЛЕЧЕБНЫЕ ГРЯЗИ ЛАГУННОГО ОЗЕРА ИЗМЕНЧИВОЕ (О. САХАЛИН).....	35
КАК РЕКРЕАЦИОННЫЙ РЕСУРС	35
Дорофеев С.Д. ¹ , Коваленко Д.В. ² КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕКРЕАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ П-ВА ГАМОВА В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО.....	38
Жуковина М.Г. ¹ О РАЗРАБОТКЕ ПЛАНА УПРАВЛЕНИЯ ЛАГУНОЙ БУССЕ НА О. САХАЛИН	40
Кияницин В. В. ¹ РАЦИОНАЛЬНО-АДАПТИВНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЙМЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ РАЗДОЛЬНАЯ)	42
Комин А. И. ¹ , Степанов Г. Ю. ² ОЦЕНКА МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ) КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ОТРАСЛЕЙ.....	45
Лукьянова В.А. ¹ АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОЙ ГЕОДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИИ	47
Маслова М. Н. ¹ ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА ТРАНСГРАНИЧНОЙ ТЕРРИТОРИИ БАСЕЙНА Р. ТУМАННАЯ.....	49
Музыченко Т.К. ¹ АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ЗЕМЕЛЬ НАДЕЖДИНСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ).....	51
Разицкая Д.А. ¹ УЧЕБНЫЕ ПОЛЕВЫЕ ПРАКТИКИ КАК ЭЛЕМЕНТ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ГЕОГРАФОВ ШКОЛЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК ДВФУ.....	53
Талицких Н.Р. ¹ , Махнёв В.А. ² ВЛИЯНИЕ ПАНДЕМИИ COVID-19 НА РАЗВИТИЕ ИНДУСТРИИ ТУРИЗМА В ПРИМОРСКОМ КРАЕ	55
Раздел III ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ.....	57
Гореликов Р.С., Ярмонов А.С. ЭЛЕМЕНТЫ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ В КОМПОНЕНТАХ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОРТАЛА ЗНАНИЙ.....	57
Золотов И.С. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ, ВНЕДРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ПОЛИТИКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	58

Зорин А.В., Полянский Д.А. АНАЛИЗ СПЕКТРА СИГНАЛА СИСТЕМ ПРОСЛУШИВАНИЯ, УСТАНОВЛЕННЫХ В АВТОМОБИЛИ	60
Зотов С.С., Сказин В.А. ВЫЯВЛЕНИЕ АНОМАЛЬНЫХ СОБЫТИЙ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ИЗ WINDOWS EVENT LOGS	62
Коротков С.А., Захарченко Д.В. ИССЛЕДОВАНИЕ СОБИРАЕМЫХ КОМПАНИЯМИ ДАННЫХ О КЛИЕНТАХ	63
Кривошеева К.А., Зотов С.С. ДЕТЕКТИРОВАНИЕ DEEPFAKE ВИДЕО	65
Лысюк Д.С., Зотов С.С. АНОНИМИЗАЦИЯ ДАННЫХ	66
Маковский К. Е. ТРЕБОВАНИЯ ПО ЗАЩИТЕ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ДИСТАНЦИОННОЙ РАБОТЫ	67
Милов Т.Д., Зотов С.С. РАЗРАБОТКА ВЕБ ФАЗЗЕРА ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ XSS УЯЗВИМОСТЕЙ	69
Рудниченко А.К. МОНИТОРИНГ СТАБИЛЬНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ СЕТЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕССЕНДЖЕРА TELEGRAM	70
Рудниченко Д.С. АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСИ В РАЗЛИЧНЫХ СФЕРАХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	72
Слепенчук Р.А., Захарченко Д.В. О БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ, ОСТАВЛЯЕМЫХ В КОМПАНИЯХ	74
Стриженко И.Ю., Коротков С.А., Боршевников А.Е. ОБЗОР ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ АНОНИМИЗАЦИИ В ПРОТОКОЛЕ БЛОКЧЕЙН	75
Тананов А.А.¹, Жуков В.В.¹, Кудрявцева Ю.А.¹ САБОТАЖ В КОРПОРАТИВНОЙ СРЕДЕ – УГРОЗА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	77
Частухин В.Ю., Захарченко Д.В. ТЕНДЕНЦИИ В ОБЛАСТИ УТЕЧЕК ИНФОРМАЦИИ В 2020 ГОДУ	79
Ярмонов А.С., Гореликов Р.С. ОТСЛЕЖИВАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В ЭПОХУ ПОСТ-ФАЙЛОВ СООКЕ: КАК САЙТЫ ОБХОДЯТ СОГЛАСИЕ GDPR НА ОТСЛЕЖИВАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ. ...81	81
Разумов Е.А.¹, Зотов С.С.¹ ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ СЛЕЖЕНИЯ В ЕС, США, КИТАЕ И РОССИИ	84
Раздел IV ИНФОРМАЦИОННЫЕ И СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	86
Абрамов В.А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДВОДНОГО ТРУБОПРОВОДА С ПОМОЩЬЮ СТЕРЕОКАМЕРЫ 86	86
Аксененко О.Ю. АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ ПОДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ	87
Антонова Э.А., Халиуллин Р.А., Чагина П.А., Ремигайло А.А СИСТЕМА, ИНТЕГРИРУЮЩАЯ В СЕБЕ РАЗЛИЧНЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	89
Бабкин В.А., Заплата Е.А РАЦИОНАЛЬНОСТЬ СОЗДАНИЯ СЕРВИСА ПО АВТОМАТИЗАЦИИ ПОИСКА ПАРКОВОЧНОГО МЕСТА	90
Бажан В.Е., Радюк А.П. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ О НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ДВФУ	91
Барышникова В.А. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОНТОЛОГИИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ, СФОРМУЛИРОВАННЫХ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ	93
Беккерман Е.Д., Беккерман А.Д. ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ РИСОВАНИЮ	95
Васильев О.И. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ В ВУЗОВСКИХ БИБЛИОТЕКАХ	96
Волков В.Д. АРХИТЕКТУРА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ЖАНРОВ МУЗЫКАЛЬНЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ	97
Гасанова С.Э. МЕТАМОРФНАЯ АНИМАЦИЯ КЛАССИЧЕСКИХ ФРАКТАЛОВ В R²: АЛГОРИТМЫ И КОМПЬЮТЕРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ	99
Говоров В.Р., Рева С.Б. АНАЛИЗАТОР В.А. ТУЗОВА: ПРИМЕНИМОСТЬ И ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ В СОВРЕМЕННОЙ ОБРАБОТКЕ ТЕКСТОВ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ	101

Губенко И.Г., Пархоменко А.В. ТРЕБОВАНИЯ К СОВРЕМЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА	103
Данилов М.Д., Чесноков М.А. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА МИНИМИЗАЦИИ ЭНЕРГИИ ПАРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ВЕКТОРНЫХ МОДЕЛЯХ	104
Дегтярь А.В., Солодовников В.К. СЛОЖНОСТИ РАЗРАБОТКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ МНОГОУРОВНЕВЫХ МОДЕЛЕЙ	106
Джумагалиев Э. В., Кузьмин В. А. ПРОЕКТИРОВАНИЕ БИБЛИОТЕКИ ОНЛАЙН-КУРСОВ, СОЗДАНЫХ И АДАптированных СПЕЦИАЛЬНО ПОД НУЖДЫ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ СЛУХА И РЕЧИ	107
Дымов М.В., Ромашкевич П.С. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КЛАССА УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЙ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ	109
Егоров М.И. МОДУЛЬ «БРОНИРОВАНИЕ» ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АВИАКОМПАНИИ	111
Ерилов Ю.С., Нечухаева Я.В. ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ПРОБЛЕМНО-НЕЗАВИСИМОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРОЦЕССОВ. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ	113
Жигулин А.С. ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОСТРОЕНИЯ РАДИООТПЕЧАТКА ПОМЕЩЕНИЯ	114
Журавлев Ф.А. ГИД ПО РЕМОНТУ ПОМЕЩЕНИЙ. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ	117
Завьялова В.В., Ким С.Е. КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ДАННЫХ О ДВИЖЕНИИ СУДОВ. АНАЛИЗ МЕТОДОВ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ	118
Залатов В.П. ¹ , Пустовалов В.Е. ² , Пустовалов Е.В. ¹ РОБОТ ГЕКСАПОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОММЕРЧЕСКИ ДОСТУПНЫХ ТЕНЗОДАТЧИКОВ	120
Зыков М.Г., Лебедев В.Р. СИСТЕМА АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ СОТРУДНИКОВ	122
Иваненко Ю.С. МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ДВИЖЕНИЕМ СУДОВ С УЧЕТОМ РЕТРОСПЕКТИВНЫХ ДАННЫХ ТРАФИКА МОРСКИХ АКВАТОРИЙ	123
Казачкова О.В. СРАВНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОЦЕНКИ СВЯЗИ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ И ДИЗАЙНЕРСКИХ РЕШЕНИЙ	126
Кайсарова А. М. РАЗРАБОТКА РЕДАКТОРА СТРУКТУРНЫХ ФОРМУЛ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИИ	128
Кичигина Т.А., Кузнецова С.Г., Сидельникова М.П. РАЗРАБОТКА ГОЛОСОВОГО ПОМОЩНИКА ДЛЯ АБИТУРИЕНТОВ	130
Клыжко З.Ю. ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ НА ОСНОВЕ BLUETOOTH И WI-FI СИГНАЛОВ	131
Кокорин И. В. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ МЕСТНОСТИ, УЧИТЫВАЮЩЕЕ ОСОБЕННОСТИ РЕЛЬЕФА И АНТРОПОГЕННЫЕ СООРУЖЕНИЯ.АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ	133
Копосова Д.А. СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ ПРОЦЕССУ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В ОБЛАСТИ ХИМИИ. ПОДСИСТЕМА АНАЛИЗА ТЕКСТА ПОСТАНОВОК ЗАДАЧ	134
Кузьменко Д.А. АРХИТЕКТУРНЫЙ ПРОЕКТ ПЛАТФОРМЕННО НЕЗАВИСИМОЙ ОСНОВАННОЙ НА ПРАВИЛАХ СИСТЕМЫ	136
Лебедев М.А. «ПОСЛЕДНЯЯ МИЛЯ» КОСМИЧЕСКОГО ЦЕНТРА ДВФУ: АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КОСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ	138
Ленинг Д.А., Бор И.С ТРЕНАЖЁР ДЛЯ МЕЖКУЛЬТУРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ. АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ТЕКСТА НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ	140
Лепёха А.А., Саранцев А.А. РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СТАБИЛИЗАЦИИ ЦИФРОВОЙ ВИДЕОЗАПИСИ	141

Логачев Е.М. 3D-РЕКОНСТРУКЦИЯ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ В ДИНАМИЧЕСКИХ СЦЕНАХ С ВОССТАНОВЛЕНИЕМ НЕВИДИМЫХ УЧАСТКОВ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОБЪЕКТОВ	144
Маношкина И.А. ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВАЯ СИСТЕМА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ НАУКИ	148
Матевосян К. Л. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДЛЯ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МЕЖКУЛЬТУРНЫХ СИТУАЦИЙ	149
Никишин А. М., Правой И. С. ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОПТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ	153
Ноур А.И. РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ ВЕРСИИ ОБУЧАЮЩЕГО ПРИЛОЖЕНИЯ ПО ХИМИИ НА ОС ANDROID	155
Попова Л. Ю. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТА С ЗАБОЛЕВАНИЕМ ВЕРХНИХ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ	158
Балашенко П.Ю., Проскурин Д.А. ИДЕЯ ПОДХОДА К ОЦЕНКЕ ИНТЕРНЕТ-ИМИДЖА КОМПАНИИ	160
Пустовая О.В. ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЛОМОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ	162
Радюк А.П., Бажан В.Е. КОМПОНЕНТЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЧЕТОВ О НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ДВФУ	164
Резниченко И. А. ОСНОВАННАЯ НА ЗНАНИЯХ СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ ПРОЦЕССУ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В ОБЛАСТИ ХИМИИ	165
Рыбалка М.С. АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЫБОРА МАРШРУТОВ СУДОВ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА БЕЛЛМАНА-ФОРДА	167
Капитан Д.Ю. ^{1,2} , Рыбин А.Е. ^{1,2} , Падалко М.А. ^{1,2} ОПТИМИЗАЦИЯ ГИБРИДНОГО АЛГОРИТМА МОНТЕ-КАРЛО	169
Савченко М.Е. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АКТУАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ АВТОДОРОГ СМАРТФОНАМИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ	170
Семиречев А.С ОБУЧАЮЩАЯ СИСТЕМА ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХ ИГРОКОВ В НАСТОЛЬНЫЕ ИГРЫ	172
Синягина А.Д. РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ПРОВЕДЕНИЯ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ «ОКЕАН ЗНАНИЙ»	173
Полеся В.А., Скопецкий А.Г., Шевченко А.В. КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОДНОМЕРНОЙ ДИНАМИКИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ РАЗНОМОДУЛЬНЫХ И ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ	175
Азатьян Н.С., Тербушев И.Д. АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СБОРА ДАННЫХ С ОТКРЫТЫХ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ	177
Давиденко Д.В., Туреев С.Б. КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ ОБРАЗОВАНИЯ В МЕДИЦИНЕ	179
Устюгов И.Ф. СИСТЕМА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ДАННЫХ WI-FI И BLUETOOTH	181
Федоренко Д.А. ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ИСПРАВЛЕНИЯ АКЦЕНТА У НОСИТЕЛЕЙ КИТАЙСКОГО ЯЗЫКА	183
В.Н. Харитонов ¹ , Ж.Ж Намсараев ¹ , А.В. Огнев ¹ , А.С. Самардак ¹ , Р.В. Бризицкий ² ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТРЕКИНГА НА ОСНОВЕ ДАТЧИКОВ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ ПАРКИНСОНА	184
Чуйко М.Ю. АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА ГЕНЕРАЦИИ 2D УРОВНЕЙ	186
Раздел V КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ, МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ,БИОХИМИЯ И ГЕНЕТИКА	189
Власенко А.Е. ¹ , Кузнецов В.Г. ^{1,2} ПРОТЕО-ТРАНСКРИПТОМНЫЙ АНАЛИЗ ПЕПТИДНЫХ ТОКСИНОВ СЕКРЕТА НЕМЕРТИН <i>KULIKOVIA ALBOROSTRATA</i> И <i>CERHALOTHRIX</i> CF. <i>SIMULA</i>	189

Волконская В.В. ^{1,2} , Огнева З.В. ¹ , Киселев К.В. ¹ ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕЙ ОБРАБОТКИ СТИЛЬБЕНАМИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ АРАБИДОПСИСА К УЛЬТРАФИОЛЕТОВОМУ ОБЛУЧЕНИЮ	190
Калинина К.А. ¹ , Шуменко П.Г. ² НОВЫЕ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА CRYPTOCOTYLE (TREMATODA: ORISTHORCHIDAE)	191
Кожевникова Ю.В. ¹ , Климович А.А. ² , Стышова О.Н. ² ОЦЕНКА ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕПАРАТА «КОУРОХИТИН» ПРИ АЛЛЕРГИЧЕСКИХ ПОРАЖЕНИЯХ КОЖИ	192
Коновалова С.П. ¹ , Тыртышная А.А. ² ВЛИЯНИЕ ЭТАНОЛАМИДА ЭЙКОЗАПЕНТАЕНОВОЙ КИСЛОТЫ НА АКТИВНОСТЬ ГЛИАЛЬНЫХ КЛЕТОК И НЕЙРОГЕНЕЗ ГИППОКАМПА ПРИ НЕЙРОВОСПАЛЕНИИ	194
Кузнецов В.Г. ^{1,2} , Власенко А.Е. ¹ ПОИСК АМИНОКИСЛОТНЫХ ЗАМЕН В Р-ПЕТЕЛЬНЫХ ДОМЕНАХ ПОТЕНЦИАЛ-ЗАВИСИМОГО НАТРИЕВОГО КАНАЛА ПЕРВОГО ТИПА У НЕМЕРТИНЫ KULIKOVIA ALBOROSTRATA (ТАКАКУРА, 1898)	196
Лысак А.А. ^{1,2} СОСТОЯНИЕ ПРООКСИДАНТНОЙ И АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНЬЮ ЛЁГКИХ	198
Маринина К.С. ¹ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЛИФЕРАТИВНОГО ЯДЕРНОГО АНТИГЕНА PCNA В ПРОЦЕССАХ КОНСТИТУТИВНОГО И РЕПАРАТИВНОГО НЕЙРОГЕНЕЗА МОЛОДИ КЕТЫ ONCORHYNCHUS KETA	200
Мироненко В.А. ¹ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕМОЦИТОВ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ ANADARA BROUGHTONII ЯПОНСКОГО МОРЯ	202
Переверзева А.О. ¹ ОРГАНИЗАЦИЯ КОЖНЫХ ПОКРОВОВ НЕМЕРТИНЫ MICRURA CF. BELLA	203
Попкова Д.В. ^{1,2} , Климович А.А. ² , Синцова О.В. ² ВЫДЕЛЕНИЕ РЕКОМБИНАНТНОГО ПЕПТИДА — ИНГИБИТОРА ПАНКРЕАТИЧЕСКОЙ α-АМИЛАЗЫ И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ	205
Рубцов Н.К. ^{1,2} , Сильченко А.С. ² , Ермакова С.П. ² ФУКОИДАН-МОДИФИЦИРУЮЩИЕ ФУКОЗИДАЗЫ МОРСКОЙ БАКТЕРИИ WENYINGZHUANGIA FUCANILYTICA CZ1127^T	206
Румянцева М.П. ¹ ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ БИОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЛЮНЫ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА	207
Танадбаева Д.А. ¹ , Семенченко А.А. ² ПОПУЛЯЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХАРИУСОВ АМУРА (SALMONIDAE: THYMALLUS) НА ОСНОВАНИИ ЦИТОХРОМОКСИДАЗЫ I И ЦИТОХРОМА B МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ ДНК	209
Хотько У.Е. ¹ , Куделина А.А. ¹ , Соломатина Т.О. ¹ ИММУННАЯ РЕАКЦИЯ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ MODIOLUS KURILENSIS НА ЗАКИСЛЕНИЕ, ОПРЕСНЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ	210
Ягодина В.Д. ¹ АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ МИКРОСАТЕЛЛИТНЫХ ЛОКУСОВ У ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ТРЕПАНГА APOSTICHORUS JAPONICUS	212
Раздел VI МАТЕМАТИКА	214
Ефремов Е.Л. НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ПОДПРЯМО НЕРАЗЛОЖИМЫХ ПОЛИГОНОВ НАД КОММУТАТИВНЫМ МОНОИДОМ	214
Захарова О.Н. МЕТОД ИНТЕРВАЛОВ ПРИ РЕШЕНИИ НЕРАВЕНСТВ	215
Картукова А.А. РАЗРАБОТКА КУРСА УГЛУБЛЕННОГО ИЗУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКИ В 5 КЛАССЕ	217
Пилеко С.М. АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КРИПТОАНАЛИЗА НЕКОТОРЫХ ПОТОЧНЫХ ШИФРОВ	218
Симаков В.К. ГОМОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ТЕКСТОВ	220
Фатерин А.С. КООРДИНАТНО-ВЕКТОРНЫЙ МЕТОД	221
Раздел VII МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	224

Акулов А.С. АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО ПРИМЕНЕНИЮ АЛГОРИТМОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ И НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАЛИЧИЯ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА У ПАЦИЕНТА	224
Балашенко И.Е., Курлыков Ю.С АКТУАЛЬНОСТЬ СОЗДАНИЯ АГРЕГАТОРА ОНЛАЙН-КУРСОВ	227
Безотосная А.Д. РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ЗАДАЧИ АНАЛИЗА МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПАРКИНСОНА НА БАЗЕ АЛГОРИТМОВ MACHINE LEARNING	228
Брызгалов О.В. ^{1,2} , Минаев С.С. ² МОДЕЛИРОВАНИЕ ФРОНТА ПЛАМЕНИ МЕТОДОМ ДИСКРЕТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	231
Ворновских П.А. ^{1,2} , Лю Е.Р. ¹ АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ОБЪЕМНОГО РАССЕЙЯНИЯ ЗВУКА ПРИ РЕШЕНИИ ТРЕХМЕРНОЙ ЗАДАЧИ ТОМОГРАФИИ	234
Дегтярева А.В. МОДЕЛИРОВАНИЕ ВНУТРЕВЕННОЙ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ ПРИ ИМПУЛЬСНОМ ЛАЗЕРНОМ ИЗЛУЧЕНИИ	236
Исаков А., Асманова А., Карплюк В. «SCHOOLQUIZ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОВЕРОЧНЫХ РАБОТ В НЕКЛАССИЧЕСКОМ ФОРМАТЕ»	238
Казаков Е. Д. РАЗРАБОТКА ПЛАТФОРМЫ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ УСЛУГ ДОСУГА НА ОСНОВЕ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОГО СЕРВИСА	241
Ким П.Х., Косенок М.В. КВОТА-СЕРВИС ПЛАТФОРМА ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ, ЖЕЛАЮЩИХ ТРУДОУСТРОИТЬ ИНВАЛИДОВ	242
Ларина В.И. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ СЛОЖНЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПОСТАНОВКИ ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ	244
Лю Е. Р. ¹ , Сущенко А. А. ^{1,2} , Ворновских П. А. ^{1,2} ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ОКЕАНА МЕТОДАМИ ТЕОРИИ ПЕРЕНОСА ИЗЛУЧЕНИЯ	246
Марущенко Е.А. . МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ КРОВИ В МИКРОСОСУДАХ	248
Михалев Ю.А. ПОЛУЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ ДИФФУЗИИ ЭЛЕКТРОНОВ	249
Павличенко И.С., Пак Т.В., Матусовская С.В. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ТЕСТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕСТОВ НА ПЛАТФОРМЕ «1С: ПРЕДПРИЯТИЕ 8.3»	250
Пак Н.М. . МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ ПРИ ВНУТРИВЕННОЙ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ ДЛЯ ИЗЛУЧЕНИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ ДЛИНАХ ВОЛН	253
Рогулин Р.С. ^{1,2} ОПТИМИЗАЦИЯ ПЛАНА ФОРМИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВЫХ ЦЕПОЧЕК ПОСТАВОК СЫРЬЯ С ТОВАРНО-СЫРЬЕВЫХ БИРЖ	254
Селезнев Т.Э. МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ КИСЛОРОДА В ТКАНЯХ МОЗГА	256
Удалов А. А. ЧИСЛЕННЫЙ РАСЧЕТ ЭВОЛЮЦИИ ВОЗМУЩЕНИЯ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ПОМОЩИ ПАКЕТА FREEFEM	257
Хмелёв А.П. МОДЕЛЬНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ СООБЩЕСТВА БАКТЕРИЙ ВИДА <i>PSEUDOMONAS AERUGINOSA</i>	259
Храмцова А.В. «ТЕКСТУРНЫЕ ПРИЗНАКИ МАТРИЦЫ СМЕЖНОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ЛЕСНОГО ПОЛОГА НА СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ»	261
Печоев Б.М., Чараева Е.В. РАЗРАБОТКА ТЕЛЕГРАМ БОТА КАФЕДРЫ, САМООБУЧАЮЩЕГОСЯ НА БАЗЕ АЛГОРИТМОВ MACHINE LEARNING	263
Чешко И.А. СТАЦИОНАРНЫЙ АНАЛОГ МОДЕЛИ БЛЭКА-ШОУЛЗА	266
Раздел VIII МИКРОБИОЛОГИЯ.....	267
Медведева А.Д. ПРИМЕНЕНИЕ CRISPR/CAS9 СИСТЕМ БАКТЕРИЙ В РЕДАКТИРОВАНИИ ГЕНОМА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ	267

Балданова К.О. НЕФТЕОКИСЛЯЮЩИЕ МИКРООРГАНИЗМЫ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТАТАРСКОГО ПРОЛИВА И ЯПОНСКОГО МОРЯ	268
Гребенкин П.В. ¹ , Маськин Е.В. ² МИКРОБНЫЕ СООБЩЕСТВА ГАЗОВЫХ ГИДРАТОВ ЯПОНСКОГО МОРЯ	269
Дашков Д.В. ЭКОЛОГО-ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЯПОНСКОГО МОРЯ	271
Дункай Т. И. ХАРАКТЕРИСТИКА КИШЕЧНОГО МИКРОБИОМА МИДИИ ГРЕЯ (<i>CRENOMYTILUS GRAYANUS</i>) ИЗ ЗАПАДНЫХ АКВАТОРИЙ ЯПОНСКОГО МОРЯ	273
Мартыненко Е. С. ^{1,2,3} , Сидоренко М. Л. ^{1,2} РОЛЬ МИКРООРГАНИЗМОВ В ФОРМИРОВАНИИ Fe- Mn КОНКРЕЦИЙ	274
Медведева А.Д. БАКТЕРИАЛЬНЫЕ МАРКЕРНЫЕ ГЕНЫ, ОТВЕТСТВЕННЫЕ ЗА ДЕСТРУКЦИЮ НЕФТЕУГЛЕВОДОРОДОВ	275
Мозес А.И. ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ БАКТЕРИОПЛАНКТОНА В ЯПОНСКОМ МОРЕ	277
Немченко Ю.К. ^{1,2,3} , Сидоренко М.Л. ^{1,2} ПСИХРОТРОФНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ ПОЧВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА И СИБИРИ	278
Овсянникова Д. М. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СОСТОЯНИЕ БАКТЕРИЙ РОДА <i>VIBRIO</i>	280
Огнистая А.В. ^{1,3} , Дункай Т.И. ^{2,3} , Тананев И.Г. ¹ МОРСКИЕ МИКРОВОДОРОСЛИ И ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С БАКТЕРИЯМИ, ВЫДЕЛЕННЫМИ ИЗ ВОД ЯПОНСКОГО МОРЯ	281
Писарева Е. О. МЕТАГЕНОМНЫЙ АНАЛИЗ В ИЗУЧЕНИИ МИКРОБНОГО РАЗНООБРАЗИЯ ХОЛОДНЫХ МОРЕЙ	284
Русакова Д.А. ^{1,2,3} , Сидоренко М. Л. ^{1,2} ОСОБЕННОСТИ КУЛЬТИВИРУЕМОЙ МИКРОФЛОРЫ ГОРНЫХ МАССИВОВ (РОССИЯ, ПРИМОРСКИЙ КРАЙ, ГОРНАЯ СИСТЕМА СИХОТЭ-АЛИНЬ)	285
Рысева Ю. Ю. ¹ , Лебедева Е. Г. ² , Паничев А. М. ³ РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ЧИСЛЕННОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГО-ТРОФИЧЕСКИХ ГРУПП МИКРООРГАНИЗМОВ И БИОРАЗНООБРАЗИЕ В ГЛИНИСТЫХ ГОРНЫХ ПОРОДАХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ	286
Стерлягова А.С. ¹ , Багмет В.Б. ² , Никулин А.Ю. ² , Абдуллин Ш.Р. ² ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ЦИАНОБАКТЕРИЙ И ВОДОРОСЛЕЙ ОБРАСТАНИЙ АРХИТЕКТУРНЫХ ПОСТРОЕК ГОРОДА ВЛАДИВОСТОК	288
Ускова С. С. ЭНТЕРОКОККИ КАК САНИТАРНО-ПОКАЗАТЕЛЬНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ	290
Юнусова И.О. ¹ , Богатыренко Е.А. ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОБИОМА ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОРСКИХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ	291
Раздел IX ОКЕАНОЛОГИЯ И ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ	294
Долгополова А.В. НАВОДНЕНИЕ 2020 ГОДА В БАССЕЙНЕ РЕКИ АМУР: УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ	294
Бухарова М. Г. ¹ , Василевский Д.Н. ² ВЕРТИКАЛЬНАЯ СТРУКТУРА МУССОННОГО ПОТОКА НА ЮГЕ ПРИМОРСКОГО КРАЯ	296
Вербицкая З.В., Медведев М.А. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ОХОТСКОГО АНТИЦИКЛОНА НА КАТАСТРОФИЧЕСКИЕ ЛЕТНИЕ ОСАДКИ 2020 ГОДА НА КОРЕЙСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ	298
Викулина А.А. ¹ , Басков Е.Е. ¹ ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КАРТ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИ SWAT	300
Жерноклёва Э.В. ОЦЕНКА МАКСИМАЛЬНОГО СТОКА РЕКИ ЛЕНА	303
Канталин В.А. ОЦЕНКА РЕЖИМА ВЕТРА ПО ДАННЫМ МЭС «М. ШУЛЬЦА»	304
Вихренко С.В. ¹ , Диденко В.В. ¹ , Костык В.А. ¹ , Осипов И.Е. ¹ ИССЛЕДОВАНИЕ ДАННЫХ СИСТЕМЫ CFSR (НА ПРИМЕРЕ СУТОЧНЫХ ОСАДКОВ НА ЮГЕ ПРИМОРЬЯ)	306

Котович Н.Г. ¹ , Федорова А.Г. ² ИССЛЕДОВАНИЕ СИНОПТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СИЛЬНОЙ БУРИ НАД КНР В МАРТЕ 2021 Г.	309
Муравьёв С. А. ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЮГА ПРИМОРСКОГО КРАЯ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ АВТОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ	311
Вихренко С.В. ¹ , Диденко В.В. ¹ , Костык В.А. ¹ , Осипов И.Е. ¹ ОТКРЫТЫЕ БАЗЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ ЗАДАЧ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	313
Викулина А.А. ¹ , Разумов А.И. ¹ ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В ГИДРОЛОГИИ	316
Рыбалко С. В. ¹ , Сергеева И.В. ² ИСПЫТАНИЯ ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСКОНТАКТНОГО ПЕРЕНОСНОГО РАДИОЛОКАТОРА (SVR) ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОВЕРХНОСТНОЙ СКОРОСТИ ТЕЧЕНИЕ РЕКИ	319
Храпатая А.Ю ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛЬНЫХ ВЕТРОВ В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА НА АРКТИЧЕСКОМ ПОБЕРЕЖЬЕ АЗИИ	320
Раздел X ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ	323
Артемова М.И. ОЦЕНКА КАНЦЕРОГЕННЫХ И НЕКАНЦЕРОГЕННЫХ РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ КЛ. ВЕТВИСТЫЙ, с. ВЫСОКОГОРСК ПРИМОРСКОГО КРАЯ)	323
Галимова Д.А. НЕОРГАНИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ СТЕБЛЕЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА	325
Гредюха Д.Д. ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ РТУТЬЮ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД ПОЛУОСТРОВА МУРАВЬЕВА-АМУРСКОГО С ПОМОЩЬЮ МАКРОФИТОВ	326
Гурин М.С. ¹ , Машкина В.А. ³ , Стрелюк В.В. ³ , Султанова А.Р. ³ , Цой О.Р. ³ , Шайдуллин С.М. ⁴ СОЗДАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ СЕЛЕКТИВНОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ КРИПТОНА И КСЕНОНА В ПРОЦЕССАХ ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА	328
Кастро Д. ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ БИОСОРБЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ РИСОВОЙ ШЕЛУХОЙ	330
Донец М.М. ^{1,2} , Гумовский А.Н. ² , Гумовская Ю.П. ³ , Кульшова В.И. ⁴ , Элхури Ж.А. ³ СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УРОВНЕЙ СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В РЫБАХ СЕМЕЙСТВА CYPRINIDAE	331
Евстропов Н.Е. ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИОНОВ Pb²⁺, Cd²⁺, Sr²⁺ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ, ФОСФОРСОДЕРЖАЩИМ ПРОДУКТОМ ИЗ МУЧКИ РИСА	333
Жукова В.В.1 ИССЛЕДОВАНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ МЕТИЛОВОГО ОРАНЖЕВОГО В ПРИСУТСТВИИ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ТИТАНЕ	335
Зуб С. Е. ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ ОТКРЫТОПРИСТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА ДЛЯ СБОРА ПЛЕНКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ С ПОВЕРХНОСТИ МОРСКОЙ ВОДЫ	336
Ивашина В. С. ОЦЕНКА РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ПОТРЕБЛЕНИИ ВОДЫ р. ЛЕВАЯ СИЛИНКА (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)	338
Каханова А.В. РАЗВИТИЕ НАПРАВЛЕНИЯ В БИОСОРБЦИИ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ САРГАССОВЫМИ ВОДОРОСЛЯМИ В ПЕРИОД 2016–2020 ГГ. (ОБЗОР)	340
Матюшенко М.В., Бежан А.Д. МОНИТОРИНГ АТМОСФЕРНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ В ОРИЕНТИРОВОЧНОЙ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЕ ТЭЦ-2, г. ВЛАДИВОСТОК	342
Мокренская А.И. СОДЕРЖАНИЕ ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБАХ ЯПОНСКОГО МОРЯ: РОССИЙСКИЕ И КОРЕЙСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	344
Николаева Д.А. ПОЛУЧЕНИЕ И ФОТОКАТАЛИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕТЕРОСТРУКТУР Bi₂O₃/Bi₂SiO₅	346
Степанова Т.И. ^{1,2} ЗОЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ СОЛОМЫ РИСА ORYZA SATIVA L, ПОЛУЧЕННОГО В АНДРОГЕНЕЗЕ IN VITRO	348
Тембо В.Д. КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЩЕЛОЧНЫХ ГИДРОЛИЗАТОВ ШЕЛУХИ И СОЛОМЫ РИСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТА СЫРЬЯ	349

Терминов С.А. ¹ , Панасенко А.Е. ² , Ярусова С.Б. ² ЗАВИСИМОСТЬ СОСТАВА И СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ БИОГЕННЫХ СИЛИКАТОВ ОТ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА	351
Толмачева М. А. СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА АЛЮМОСИЛИКАТА НАТРИЯ ИЗ СОЛОМЫ РИСА И ЭНТЕРОСОРБЕНТОВ	353
Раздел XI ПОЧВОВЕДЕНИЕ.....	355
Гилёв А.М., Казарин Ю.К. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТЕКЛОВАТЫ В КАЧЕСТВЕ ГРУНТА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РАССАДЫ ОГУРЦОВ	355
Ермаченко В.Ю. ¹ , Кузив Ф.В. ² СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ НЕФТЯНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ И ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДОННЫХ ОСАДКАХ	357
Иванкова А.И. ВЛИЯНИЕ БИОУГЛЯ НА ПРОТИВОЭРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА АГРОПОЧВ ТЯЖЕЛОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ЗА ТРЕХЛЕТНИЙ ПЕРИОД В ОВОЩНЫХ СЕВООБОРОТАХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ	359
Ивко Т.В. ¹ , Бовсун М.А. ¹ , Нестеров В. В. ² , Тютин В.А. ³ ВЛИЯНИЕ БИОУГЛЯ НА УСВОЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА АГРОЭКСИТЕМОЙ	361
Казарин Ю.К., Гилёв А.М. ПОДБОР ГРУНТОВ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ТОМАТОВ В УСЛОВИЯХ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА	363
Козлова А.А., Кулешин Д.Е. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ БИОУГЛЯ НА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ АГРОПОЧВ	365
Кулешин Д.Е., Козлова А.А. ВЛИЯНИЕ БИОУГЛЯ НА КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНЫЕ СВОЙСТВА АГРОПОЧВ ПРИМОРСКОГО КРАЯ	367
Мироненко А.О. ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ШИРОКОЛИСТВЕННОГО ЛЕСА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ Г.ВЛАДИВОСТОКА	369
Покаместова С.Е., Ткаченко В.А. ФОРМИРОВАНИЕ ПОДСТИЛОК В НАСАЖДЕНИЯХ ЛЕСНОГО УЧАСТКА ПРИМОРСКОЙ ГСХА	370
Сулова А.С. СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В АГРОТЁМНОГУМУСОВЫХ ПОДБЕЛАХ ПРИ ВНЕСЕНИИ БИОУГЛЯ НА ДРЕНАЖНОЙ И БЕЗДРЕНАЖНОЙ СИСТЕМАХ	372
Толстикова В.Ю. ФОРМИРОВАНИЕ ПОДСТИЛОК В НАСАЖДЕНИЯХ ЛЕСНОГО УЧАСТКА ПРИМОРСКОЙ ГСХА	373
Хан А.Э. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНЫХ СВОЙСТВ ПОЧВОГРУНТОВ	374
Щербатюк А. Д., Хохлова А. И. СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В АКВАПОЧВАХ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЯПОНСКОГО МОРЯ	376
Раздел XII ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	378
Артемов П.М. МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕМЕШИВАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА: МЕТОДЫ РАСЧЕТА И ПАРАМЕТРЫ КАЧЕСТВА ПЕРЕМЕШИВАНИЯ	378
Боровикова С.А. МОДЕЛЬ БЛОКА РАЗДЕЛЕНИЯ УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА	380
Герман О.О. ¹ МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ АДСОРБЦИОННОЙ ОСУШКИ ГАЗА	382
Дмитриев Д.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СТАТИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ РЕКТИФИКАЦИОННЫХ КОЛОНН В СИСТЕМЕ ВЫДЕЛЕНИЯ ПОЛИАЛКИЛБЕНЗОЛОВ ИЗ АЛКИЛАТА	384
Дудник А.А., Скрипник А.С., Бежан А.Д. ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНУЮ КОНВЕРСИЮ НЕФТЕПРОДУКТОВ	385
Закружный В.Д. СИНТЕЗ SCADA СИСТЕМЫ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННОЙ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ БЕНЗИНА	387

Кабанец Н.А. МОДЕЛЬ БЛОКА СТАБИЛИЗАЦИИ УСТАНОВКИ ИЗОМЕРИЗАЦИИ	389
Медведева А.Н. ¹ МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ ДЕЭТАНИЗАЦИИ	391
Пустовойт К.Д., Краснощеков Д.С. МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ГОРЕНИЯ ГАЗОВОЙ СМЕСИ	393
Смирнов А.Н. ФОРМИРОВАНИЕ ВЫБОРКИ ДЛЯ СИНТЕЗА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОЛОННАМИ К-1 И К-2 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННОЙ СЕТИ	395
Трунов С.Р. МОДЕЛЬ РЕАКТОРА ПИРОЛИЗА НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON	397
Раздел XIII ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА	399
Чепак А.К. ^{1,2} , Афремов Л.Л. ^{1,*} КОНЦЕНТРАЦИОННЫЙ ФАЗОВЫЙ ПЕРЕХОД В УЛЬТРАТОНКИХ МАГНИТНЫХ ПЛЁНКАХ	399
Анкушев А.С., ¹ Боровский А.В. ¹ СОЗДАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОНТУРОВ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ И ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗБУЖДЕНИЯ ЭМИССИОННЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ В ФЕМТОСЕКУНДНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ИСКРОВОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ПРОИЗВОДНЫХ ЭПИДЕРМИСА	401
Васильев Е.В. ¹ , Пержу А.В. ¹ , Король А.О. ¹ ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАРОЖДЕНИЯ И СУЩЕСТВОВАНИЯ СКИРМИОНОВ В ДВУМЕРНЫХ МАГНИТНЫХ СПИНОВЫХ СИСТЕМАХ С РАЗЛИЧНОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО МОДЕЛИРОВАНИЯ	403
Волотовский Р.А. ¹ , Шевченко Ю. А. ² МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СПИНОВОГО ЛЬДА НА РОМБИЧЕСКОЙ РЕШЁТКЕ	405
Дидов А.А. ¹ , Улейский М.Ю. ¹ , Будянский М.В. ¹ ФРАКТАЛЬНАЯ ПРИРОДА ХАОТИЧЕСКОГО РАССЕЯНИЯ В МОДЕЛЬНОМ ПОТОКЕ С ТОЧЕЧНЫМ ВИХРЕМ	406
Дикарев Р.Е. ¹ СТРУКТУРНЫЕ И СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА 3-МЕТИЛАМИНО-1- ФЕНИЛ-2-БУТЕН-1-ОНАТ ДИФТОРИДА БОРА	408
Король А.О. ^{1,2} , Васильев Е.В. ^{1,2} , Капитан Д.Ю. ^{1,2} , Рыбин А.Е. ^{1,2} , Падалко М.А. ^{1,2} , Капитан В.Ю. ^{1,2} ЧИСЛЕННЫЕ РАСЧЕТЫ ОСНОВНЫХ СОСТОЯНИЙ СПИНОВЫХ СТЕКОЛ	409
Крутиков А. А. ¹ СТРУКТУРНЫЕ И СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА 3-АМИНО-1-ФЕНИЛ-2- БУТЕН-1-ОНАТ ДИФТОРИДА БОРА	411
Кузин А. А. ¹ , Делёва Э. Ю. ² МОНТЕ-КАРЛО МЕТОД ВЫЧИСЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ДЕНАТУРАЦИИ ДНК В ПРОТОННОЙ МОДЕЛИ	412
Лютостанская К. В. ¹ , Гринчак К. Н. ¹ , Афремов Л. Л. ¹ ИЗУЧЕНИЕ ВТОРИЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ГАММА- КВАНТОВ, РАССЕЯННЫХ НА НАНОЧАСТИЦАХ МАГНЕТИТА ЗОЛОТА	414
Макаров А.Г. ^{1,2} , Падалко М.А. ^{1,2} , Нефедев К.В. ^{1,2} ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДА ИСЧЕРПЫВАЮЩЕГО ПЕРЕЧИСЛЕНИЯ ДВУМЕРНЫХ КОНЕЧНЫХ РЕШЕТОК В МОДЕЛИ ИЗИНГА	416
Маркин Н.С. ^{1,2} , Иванников С.И. ¹ ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ La, Eu, Sm МЕТОДОМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НЕЙТРОННО-АКТИВАЦИОННОГО АНАЛИЗА НА ОСНОВЕ РАДИОНУКЛИДНОГО ИСТОЧНИКА SF-252	418
Назарова П.С. ¹ ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ХИГУЧИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФРАКТАЛЬНОЙ РАЗМЕРНОСТИ КРИВОЙ БЛЕСКА КАТАКЛИЗМИЧЕСКОЙ ПЕРЕМЕННОЙ KR AUR.	420
Паутова К.А. ¹ СТРУКТУРНЫЕ И СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЕНЗОИЛАЦЕТОНАТА ДИФТОРИДА БОРА	421
Самардак В. Ю. ¹ , Собиров М. И. ¹ , Рязанова Е. В. ¹ , Ситник М.А. ¹ ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ГИСТЕРЕЗИСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК CORE/SHELL НАНОЧАСТИЦ МАГНЕТИТ/ЗОЛОТО	423
Падалко М. А. ¹ , Солдатов К.С. ² , Капитан Д.Ю. ³ , Нефедев К.В. ⁴ АЛГОРИТМ ЧЕРВЯ ДЛЯ ДВУМЕРНОЙ РЕШЕТКИ СПИНОВ В МОДЕЛИ ИЗИНГА С ВНЕШНИМ ПОЛЕМ	424
Сорокин М. А. ¹ , Петров П. С. ² ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСНОГО АКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА ИЗ МЕЛКОГО МОРЯ В ГЛУБОКИЙ ОКЕАН	426
Сотников П.А. ПОЛУЧЕНИЕ СПЕКТРА ЭНЕРГИЙ МИКРОТРУБОЧКИ КЛЕТКИ	428

Танашкин А.С.¹ ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОТТСА С НЕЛОКАЛЬНЫМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ С ПОМОЩЬЮ АЛГОРИТМА ИМИТАЦИИ ОТЖИГА	430
Трухин В.О.^{1,2}, Павленко Д.Р.^{1,2}, Нефедев К.В.¹ ТОЧНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ СПИНОВОГО ЛЬДА В МАГНИТНОМ ПОЛЕ	432
Падалко М. А.¹, Макаров А.Г., Капитан В.Ю.¹, Нефедев К.В.¹ АНАЛИЗ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ ДВУМЕРНОЙ РЕШЕТКИ МОДЕЛИ ЭДВАРДСА-АНДЕРСОНА	433
Боровский А.В.¹, Анкушев А.С.¹, Толстоногова Ю.С.¹ КАЧЕСТВЕННЫЙ СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЛОС ЧЕЛОВЕКА МЕТОДОМ ФЕМТОСЕКУНДНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ИСКРОВОЙ СПЕКТРОСКОПИИ	435
Стронгин В.С. КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ФУНКЦИИ КАИРСКОЙ РЕШЕТКИ КОНЕЧНОГО ЧИСЛА ДИПОЛЕЙ	437
Раздел XIV ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ И ВОСПИТАНИЯ(ФИЗИКА, ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ)	439
Гнитецкая Т.Н.¹, Анкудинов И.И.² ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОБУЧАЮЩИХСЯ И ИНТЕРИОРИЗАЦИЯ	439
Брыкин Л. О. МЕТОД ОЦЕНКИ РАЗМЕРОВ МОЛЕКУЛ ГАЗА	441
Гнитецкая Т. Н.¹, Цой А. А.² О ВОЗМОЖНОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ КУРСА ФИЗИКИ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ	443
Шестакова А. А. АНАЛИЗ УРОВНЕЙ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ	444
Шутко Ю.Е.¹, Анкудинов И.И.² ДИНАМИКА КОМПЕТЕНЦИЙ УЧИТЕЛЕЙ НАЧАЛЬНЫХ КЛАССОВ ЗА СТО ЛЕТ	446
Куприенко А.А. МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ГОТОВНОСТИ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ВУЗОВ К РАБОТЕ СО СРЕДСТВАМИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ	448
Сушацкая У.С. ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ	450
Раздел XV ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ	453
Тарасов Е.В.^{1,2} МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПЛЁНОК Pd/Co С ИСКУССТВЕННО ОКСИДИРОВАННЫМ МАГНИТНЫМ СЛОЕМ	453
Антонов В. А.¹ Азон С. А.² Борисов С. А.¹ Муштук П.С.¹ Самардак А. Ю.³ ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ЧАСТИЦ NdFeCo В ПОЛУЧЕННЫХ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ	455
Жданов В.С.¹, Давыденко А.В.¹ ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ДОМЕННЫХ ГРАНИЦ В ФЕРРИМАГНИТНЫХ ПЛЕНКАХ Tb/CoFeV/MgO	457
Зотов А.Ю., Полянский Д.А. АНАЛИЗ СЭМ-ИЗОБРАЖЕНИЙ UO₂+Y₂O₃ 2%	458
Маркин Н.С.^{1,2}, Иванников С.И.², Огнев А.В.¹, Самардак А.С.¹ ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ НЕЙТРОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ Fe₃O₄-SiO₂-Au К ЗАДАЧАМ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ ОПУХОЛЕВЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ	460
Пинчук К. Е. ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА СПЛАВОВ МЕТОДОМ ЭНЕРГОДИСПЕРСИОННОЙ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ	462
Самардак В. Ю.¹, Папынов Е. К.², Самардак А.С.¹, Огнев А.В.¹ ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ МАГНИТОЖЕСТКОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ Nd₂Fe₁₄B	464
Сарнавский Н.И.¹ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ДЗЯЛОШИНСКОГО-МОРИЯ И ЭФФЕКТ ХИРАЛЬНОГО ЗАТУХАНИЯ В СИММЕТРИЧНЫХ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПЛЁНКАХ Pd/Co/Pd (111)	466
Семенов А. С.¹, Самардак А. Ю.¹ МИКРОМАГНИТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ШТРИХКОД НАНОПРОВОЛОК Fe/Au	468
Стародубцев С.С., Косиков Н.С. СВОЙСТВА АМОРФНОЙ ЛЕНТЫ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО СПЛАВА	470

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

Суслин Г.С. ¹ , Козлов А.Г. ² , Шатилов В.С. ² , Тарасов Е.В. ² Огнев А.В. ¹ , Самардак А.С. ¹ , Давыденко А.В. ² ВЛИЯНИЕ ОКИСЛЕНИЯ ВЕРХНЕГО ИНТЕРФЕЙСА НА МАГНИТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПЛЁНОК С ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ ДЗЯЛОШИНСКОГО-МОРИЯ	471
Турпак А. А. ¹ , Давыденко А.В. ¹ ПЕРПЕНДИКУЛЯРНАЯ МАГНИТНАЯ АНИЗОТРОПИЯ В СИСТЕМЕ Tb/CoFeB/MgO	472
Черноусов Н. Н. ИЗУЧЕНИЕ АМОРФНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ, ПОЛУЧЕННЫХ БЫСТРОЙ ЗАКАЛКОЙ РАСПЛАВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ	474
Шатилов В.С., Суслин Г.С., Козлов А.Г., Тарасов Е.В., Огнев А.В. ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЕНОК Pd/Co/CoO_x/Pd	476
Раздел XVI ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ.....	478
Азон С. А. ¹ , Самардак А. Ю. ² , Антонов В. А. ³ , Борисов С. А. ³ , Муштук П. С. ³ СИНТЕЗ МАГНИТОЖЁСТКИХ СИСТЕМ СОСТАВА Nd₂Fe₄Co₁₀B МОДИФИЦИРОВАННЫМ МЕТОДОМ ПЕЧИНИ	478
Бежан А.Д., Матюшенко М.В. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ПОЛИАРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В НЕФТЕПРОДУКТАХ	480
Бугаец М.А., Еремеева А.А., Селютин Е.К. ВЛИЯНИЕ ЖЕСТКОГО ДИСПЕРСНОГО ВЫМЫВАЕМОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА ОБРАЗОВАНИЕ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ В ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЕ	482
Гришин Д.А., Сайдакова К.В., Третьяков В.В., Шипицин Ю.С., Щёлоков А.И. ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРА ПОЛИСТИРОЛА НА ДИАМЕТР ВОЛОКНА, ПОЛУЧАЕМОГО ПРИ ЦЕНТРОБЕЖНОМ ПРЯДЕНИИ	484
Еремеева А.А., Бугаец М.А., Селютин Е.К. ПОРИСТЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ПОРОШКОВЫХ ПОЛИМЕРОВ	486
Запольский А.Е., Шахраева Э.Д. ПРИМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ ЛЮМИНИСЦЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ В ДИАГНОСТИКЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ	487
Иштокина Е.Ю. ^{1,2} , Хребтов А.А. ^{1,2} ОБРАТИМЫЕ ХЕМОСЕНСОРНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНОЙ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ О-ГИДРОКСИДИБЕНЗОИЛМЕТАНАТ ДИФТОРИДА БОРА	489
Кашепа В. В. СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА β-ДИКЕТОНАТОВ ДИФТОРИДА БОРА В ПЛЕНКАХ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА	491
Кириченко А. С. ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА АРОМАТИЧЕСКИХ И ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА В ПРОЦЕССЕ ИСПАРЕНИЯ ...	493
Краснобаев Е. А. ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПЭНД ДЛЯ СБОРА ПЛЕНОК УГЛЕВОДОРОДОВ С ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ	495
Мамашарипова М. М. ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА АЛИФАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПРОЦЕССЕ ИСПАРЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА	496
Нефедов П.С., Иштокина Е.Ю. ВЛИЯНИЕ ПЛОЩАДИ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО ПОКРЫТИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО СОЛНЕЧНОГО КОНЦЕНТРАТОРА	498
Одородько П.В. ¹ АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СИНТЕТИЧЕСКИХ КАУЧУКОВ	500
Плешкова А. И., Пяткова М. А. КАЛЬЦИЙ-ФОСФАТНЫЕ ПЭО-ПОКРЫТИЯ НА ТИТАНЕ МАРКИ VT1-0	502
Селютин Е.К., Еремеева А.А., Бугаец М.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИСПЕРСНОГО ВЫМЫВАЕМОГО НАПОЛНИТЕЛЯ, СКЛОННОГО К РАЗЛОЖЕНИЮ, НА ОБРАЗОВАНИЕ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ В ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЕ	503
Серов А.Д. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИЦИРУЮЩИХ АГЕНТОВ НА ФОРМУ ЧАСТИЦ СОРБЕНТА ПОЛУЧЕННОГО НА ОСНОВЕ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ	505

Третьяков В.В., Гришин Д.А., Шипицин Ю.С., Щелоков А.И. ВЛИЯНИЕ ОБЪЕМНОГО РАСХОДА РАСТВОРА ПОЛИСТИРОЛА НА ВЫХОД ПОЛИСТИРОЛЬНОГО ВОЛОКНА, ПОЛУЧАЕМОГО ПО ТЕХНОЛОГИИ БЕССОПЛОВОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО ПРЯДЕНИЯ	507
Хисамова М. Н. ВОЛОКНИСТЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ПЭНД ДЛЯ СБОРА НЕФТЕЙ И НЕФТЕПРОДУКТОВ	508
Че Тэ Хван АДСОРБЦИЯ ФЕНОЛА НА УГЛЕРОДНОМ СОРБЕНТЕ ИЗ СОЛОМЫ РИСА	510
Шахраева Э. Д., Запольский А. Е. ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ НАДМОЛЕКУЛЯРНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ БЕТА-ДИКЕТОНАТОВ ДИФТОРИДА БОРА В ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ	512
Шипицин Ю.С., Щелоков А. И. ТЕХНОЛОГИЯ ЦЕНТРОБЕЖНОГО БЕССОПЛОВОГО ПРЯДЕНИЯ ВОЛОКОН ИЗ РАСТВОРОВ ПОЛИСТИРОЛА	513
Шлык Н.П. ¹ , Волчков Н.С. ² СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИХРОМФЕНИЛСИЛОКСАНА, СОДЕРЖАЩЕГО В СВОЕМ СОСТАВЕ ХРОМ В СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ +3	515
Щёлоков А.И., Шипицин Ю.С. УСТАНОВКА ЦЕНТРОБЕЖНОГО ПРЯДЕНИЯ РАСТВОРОВ ПОЛИМЕРОВ	516
Юрченко Н. В. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛИПРОПИЛЕНА ПРИ ОСАЖДЕНИИ ПОЛИМЕРНОГО ГЕЛЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТКРЫТОПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ	518
Раздел XVII ХИМИЯ.....	521
Давыдова А. М. ¹ ПОВЕДЕНИЕ ВОЛЬФРАМСОДЕРЖАЩИХ МЕТАЛЛОКСИДНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ТИТАНЕ МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННО-ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ОКСИДИРОВАНИЯ, В ПОТЕНЦИОМЕТРИИ	521
Номеровский А. Д. ^{1,2} , Вялый И. Е. ¹ , Изотов Н. В. ¹ , Рунов А. К. ¹ ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДОМ ПЭО ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА АЛЮМИНИЕВОМ СПЛАВЕ АМг3 И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СОСТАВА, МОРФОЛОГИИ И МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК	522
Балацкий Д. В. ^{1,2} , Малахова И. А. ² , Братская С.Ю. ^{1,2} ЯГР- И ИК- ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ГЕКСАЦИАНОФЕРАТОВ (II) И (III) МЕДИ (II), ПОЛУЧЕННЫХ IN SITU В МАТРИЦЕ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНИМИНА	525
Белозерова Л. А. СИНТЕЗ ПОЛИГЕРМАНОФЕНИЛСИЛОКСАНОВ В УСЛОВИЯХ МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ	527
Белоусова Е. Б. ^{1,2} НОВЫЕ ДРИМАНОВЫЕ СЕСКВИТЕРПЕНЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ ПРИ СОВМЕСТНОМ КУЛЬТИВИРОВАНИИ МОРСКИХ ГРИБОВ ASPERGILLUS CARNEUS И ISARIA FELINA	528
Будникова Ю. Б. ^{1,2} , Лукиянчук И. В. ² , Ткаченко И. А. ² ПЛАЗМЕННО-ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ И ХАРАКТЕРИСТИКА СМЕШАННЫХ Со-, Fe-СОДЕРЖАЩИХ ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ	529
Волčkова О. О. ^{1,2} , Юрченко А. Н. ² ВТОРИЧНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ ОБЛИГАТНОГО МОРСКОГО ГРИБА ASTEROMYCES CRUCIATUS КММ 4696	530
Елгина Т.Е. ¹ , Пузырьков З.Н. ^{1,2} ФОТОИЗОМЕРИЗАЦИЯ 2,2-ДИФТОРО-4-(n-ДИМЕТИЛАМИНОСТИРИЛ)-6-ФЕНИЛ-1,3,2-ДИОКСАБОРИНА	531
Захаренко В. М. ^{1,2} ВЫДЕЛЕНИЕ И УСТАНОВЛЕНИЕ СТРОЕНИЯ ЦЕРАМИДОВ ИЗ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ МОРСКОЙ ЗВЕЗДЫ CERAMASTER PATAGONICUS	533
Ким Кван Хёк СИНТЕЗ ПОЛИФЕНИЛКАЛЬЦИЙСИЛОКСАНА	534
Кожемякина Е. К. НОВЫЙ КАТАЛИЗАТОР И МОНОМЕР ДЛЯ БЛОЧНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ МЕТИЛМЕТАКРИЛАТА – 2,2-ДИФТОРО-4-(n-ДИМЕТИЛАМИНОСТИРИЛ)-6-ФЕНИЛ-1,3,2-ДИОКСАБОРИН	536
Мелешко А. А. ТЕМПЛАТНЫЙ СИНТЕЗ КОМПОЗИТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКЕЛЕТА МОРСКОГО ЕЖА И ПОЛИЭТИЛСИЛЕСКВИОКСАНА	537
Мисютинская В. А. ИССЛЕДОВАНИЕ АДСОРБЦИИ ЛЕВОМИЦЕТИНА НА ПОРОШКЕ КРУПНОЧЕШУЙЧАТОГО ГРАФИТА	539
Москвина К. М. ¹ , Сабуцкий Ю. Е. ² БРОМИРОВАНИЕ 6-БРОМ-2-ГИДРОКСИ-1,4-НАФТОХИНОНА ЭЛЕМЕНТАРНЫМ БРОМОМ	540

Мужелевская Е. А. ПОВЕДЕНИЕ ВИСМУТСОДЕРЖАЩИХ ПЛЕНОЧНЫХ МЕТАЛЛОКСИДНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННО-ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ОКСИДИРОВАНИЯ, В ПОТЕНЦИОМЕТРИИ	542
Нам Б.А. ИССЛЕДОВАНИЕ АДСОРБЦИИ ХЛОРАМФЕНИКОЛА ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ УГЛЕРОДНЫМ ВОЛОКНОМ АКТИЛЕН-Б	543
Перепелица Е. Е. ¹ , Яровая Т. П. ² СЕНСОРНЫЕ СВОЙСТВА ЦЕРИЙ-, ЦИРКОНИЙ-, И ИТТРИЙ-СОДЕРЖАЩИХ ОКСИДНЫХ СЛОЁВ НА ТИТАНЕ, СФОРМИРОВАННЫХ МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННО-ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ОКСИДИРОВАНИЯ	545
Пилипенко А. В. СТЕРЕОСЕЛЕКТИВНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ОЗОНИДОВ АЛИЦИКЛИЧЕСКОГО 1,5-ДИКЕТОНА В УКСУСНОЙ КИСЛОТЕ	546
Попов Д. П. ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ РАЗДЕЛЕНИЯ МАТРИЧНЫХ И РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТОВ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ПРИМОРСКОЙ ГРЭС	548
Пузырьков З.Н. ^{1,2} СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ 5-АРЕНИЛ-1-ФЕНИЛПЕНТ-4-ЕН-1,3-ДИОНАТОВ ДИФТОРИДА БОРА	550
Садаева А. В. СИНТЕЗ 9-МЕТОКСИФАСКАПЛИЗИНА	551
Соловьёва Д. Е. МЕХАНОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ПОЛИАЛЮМОФЕНИЛСИЛОКСАНА	553
Степанов Е. С., Баланов М. И. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА МОДИФИКАЦИИ ЦЕМЕНТОВ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ	554
Суриц В. В., Малярченко О. С., Ермакова С. П. ХИМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ЛАМИНАРЫ БУРОЙ ВОДОРОСЛИ <i>SACCHARINA CICHORIOIDES</i>: СТРУКТУРА И ПРОТИВООПУХОЛЕВАЯ АКТИВНОСТЬ НА МОДЕЛИ 2D И 3D КЛЕТОЧНЫХ КУЛЬТУР	555
Сучков С. Н. ^{1,2} , Машталяр Д. В. ¹ ТЕМПЕРАТУРНАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ СУПЕРГИДРОФОБНЫХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА МАГНИЕВОМ СПЛАВЕ	556
Усольцева Р. В., Суриц В. В., Шевченко Н. М., Ермакова С. П. СТРУКТУРНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ФУКОИДАНОВ БУРЫХ ВОДОРОСЛЕЙ СЕМЕЙСТВА <i>LAMINARIACEAE</i>	558
Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г. Б. Елякова ДВО РАН	558
Шакиров Д. А. ^{1,2} ПОЛУЧЕНИЕ ПОРОШКОВ ОКСИДА ЦИНКА С ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ	559
Шелофаст А.Р. ^{1,2} МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ АЭРОГЕЛЕЙ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ	561
Шкрабов Р. А. ^{1,2} , Суриц В. В. ² , Ермакова С. П. ² ВЫДЕЛЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛАМИНАРАНА И ФУКОИДАНА ИЗ БУРОЙ ВОДОРОСЛИ <i>SARGASSUM MICROCYSTUM</i>	563
Щеглакова Е. В. ¹ , Пашнина Е. В. ² СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АМОРФНОГО АЛЮМОСИЛИКАТА ЛИТИЯ	564
Стадник С. А. ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОИЗВОДНЫХ ФАСКАПЛИЗИНА С АКТИВНЫМ САЙТОМ ФЕРМЕНТОВ TRKA И VEGE2 МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ...	565
Раздел XVIII ЭКОЛОГИЯ.....	568
Абдрахманова О.Т. ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ДОННЫХ ОСАДКОВ УССУРИЙСКОГО ЗАЛИВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОВОДОРОСЛИ <i>PHAEODACTYLUM TRICORNUTUM</i> ВОHLIN И РАКООБРАЗНОГО <i>ARTEMIA SALINA</i> L.	568
Бочарников А.Ф. СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ КАК ИНДИКАТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ ПАРКА «МИННЫЙ ГОРОДОК»	570
Варакина Ю.И., Аксенов А.С. УРОВЕНЬ СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В КРОВИ ЖИТЕЛЕЙ АРКТИЧЕСКОГО ПОСЕЛКА НА ПРИМЕРЕ НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА	571
Воробьева В.А. СРАВНЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МОРСКИХ И СОЛОНОВАТОВОДНЫХ ТЕСТ-ОРГАНИЗМОВ К ИОНАМ МЕДИ	574

Гамов М.К., Иванова А.Е. ОЦЕНКА КОНЦЕНТРАЦИЙ СВИНЦА В ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБАХ ОХОТСКОГО МОРЯ	576
Лысак С.А., Миллер М.А., Черняев А.П., Лягуша М.С. ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРООРГАНИЧЕСКИХ ПЕСТИЦИДОВ В БУХТЕ ПЯТИ ОХОТНИКОВ МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ	578
Мазур М.А. ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА БИОТЕСТОВАНИЯ С ПЛОСКИМ МОРСКИМ ЕЖОМ <i>SCAPHESCHINUS MIRABILIS</i> (AGASSIZ, 1863) ДЛЯ ОЦЕНКИ ТОКСИЧНОСТИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ИЗ ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНОВ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО	579
Метревели В.Е., Миронова Е.К. СТОЙКИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА В ГИДРОБИОНТАХ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАССЕЙНА РОССИИ (БЕРИНГОВО, ОХОТСКОЕ И ЧУКОТСКОЕ)	581
Миронова Е. К., Метревели В.Е. СТОЙКИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА В ГИДРОБИОНТАХ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО И СЕВЕРНОГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ БАССЕЙНОВ РОССИИ (КАРСКОЕ, БАРЕНЦЕВО И БЕЛОЕ МОРЯ)	583
Попова Ю.А. ¹ , Голов В.И. ² , Иваненко Н.В. ³ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПАХОТНЫХ ПОЧВ ПРИМОРСКОГО КРАЯ	585
Тюнина М.А. ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ДОННЫХ ОСАДКОВ ЗАЛИВА ВОСТОК МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КУЛЬТУРЫ МИКРОВОДОРОСЛИ <i>RHAEODASTYLUM TRICORNUTUM</i> ВОHLIN, 1897	587
Халтанова С.Д. ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ СПОСОБОВ БОРЬБЫ С УГОЛЬНОЙ ПЫЛЬЮ НА МОРСКИХ УГОЛЬНЫХ ТЕРМИНАЛАХ В Г. НАХОДКЕ	589
Чепусова Е.Р., Пелех А.Д. ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ СВАЛОК В Г. ВЛАДИВОСТОКЕ НА СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА	591
Раздел IX МОЙ ПЕРВЫЙ ШАГ В НАУКУ	594
Анацкая А. П., Долгун А. В., Яровой Д. А. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ НЕКОТОРЫХ РАЙОНОВ ГОРОДА НАХОДКИ	594
Греку Д. Е., Махно С. Д., Скоробогатов И. Е. ИЗМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА ВМЕСТО УГЛЯ И МАЗУТА НА КОТЕЛЬНЫХ Г.НАХОДКА	596
Киселев Р. О., Кантимирова Е. А., Савин Д. А. СТАНЦИИ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВОД НАХОДКИНСКОГО ЗАВОДА МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ	598
Малова В. О. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ В ШКОЛЕ Г. НАХОДКА И ПРИРОДНОГО ИСТОЧНИКА, АРТЕЗИАНСКОГО КОЛОДЦА-СКВАЖИНЫ	599
Патрушев Д. К. ¹ , Шлык Н. П. ² ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ СТАЛИ ПОСЛЕ НАНЕСЕНИЯ НА НЕЁ ФОСФАТИРУЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ	600
Скобля Э. В., Мазин Д. Е., Нурматова Ш. Ф. МЕТАНОЛ: ОПАСНЫЙ ИЛИ НЕОБХОДИМЫЙ?	602
Бовсун М.А. ³ , Нестеров В.В. ¹ , Глинщиков В.А. ² , Просянных П.А. ¹ , Лисица И.А. ¹ ОЦЕНКА ПОТОКОВ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА РАЗНЫХ ТИПОВ ЛАНДШАФТОВ ТЕРРИТОРИИ КАМПУСА ДВФУ	603
Бовсун М.А. ³ , Глинщиков В.А. ² , Нестеров В.В. ¹ , Просянных П.А. ¹ , Лисица И.А. ¹ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЕ ДЫХАНИЕ КОМНАТНЫХ РАСТЕНИЙ	606
Бовсун М.А. ³ , Просянных П.А. ¹ , Глинщиков В.А. ² , Нестеров В.В. ¹ . СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАЛЬКУЛЯТОРОВ ПЕРСОНАЛЬНОГО УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА	608
Медведева А. В. ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВЫ ЖИЛОГО МИКРОРАЙОНА ГОРОДА ВЛАДИВОСТОКА НА СОДЕРЖАНИЕ ИОНОВ СВИНЦА	609

Раздел I БИОРАЗНООБРАЗИЕ

Дёмина А.С.^{1,2}

КРАХМАЛЬНЫЕ ЗЁРНА НЕКОТОРЫХ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ: СТРОЕНИЕ И ОСОБЕННОСТИ

¹ Кафедра биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ

² Институт истории, археологии и этнографии народов ДВО РАН

¹ Научный руководитель – к.б.н., В.А. Калинин

Крахмал – это полисахарид растительного происхождения, известный со времён римской Империи [7]. По своему происхождению крахмал подразделяется на временный и постоянный. Временный крахмал, синтезируется и аккумулируется в хлоропластах, а постоянный - откладывается в многолетних органах растений, таких как корни, корневища, клубни, луковицы, плоды и семена [2, 4, 13]. Именно они являются главным источником этого полисахарида, основное использование которого – пищевая промышленность [5].

Растения с древних времен являются одним из основных источников пищи человека. Микрочастицы растительного сырья можно найти на керамической посуде, датируемой разным временем. Часто такими частицами являются зёрна крахмала, имеющие довольно стабильную структуру и сохраняющиеся в неизменном виде на протяжении тысяч лет. Многочисленные археологические исследования показывают, что зачастую крахмал является единственным сохранившимся свидетельством использования древними людьми тех или иных растений, в том числе и экономически важных. Анализ крахмальных зёрен используется для понимания истории использования растений, палеодиеты человека, функциональности человеческих орудий, а также происхождения и распространения сельскохозяйственных культур [1, 6, 8, 10, 11, 12, 14, 15]. Структура крахмальных зёрен обусловлена генетически, сами зёрна имеют различные диагностические физико-химические и морфологические признаки, которые можно использовать для определения таксонов растений, вплоть до межвидового разграничения [3, 9, 13]. Используя анализ зерна крахмала, можно идентифицировать растения, находящиеся в различных фенологических фазах, не прибегая к споропыльцевому анализу, а также решить многие вопросы исторического ареала видов и процессов их расселения.

Было исследовано 62 дальневосточных вида растений, относящихся к 29 родам. Из них крахмал обнаруживается у видов из 10 родов – *Carex* L. (осока), *Efedra* L. (эфедра), *Hedysarum* L. (копеечник), *Nelumbo* Adans. (лотос), *Sophora* L. (софора), *Trapa* L. (рогульник), *Trifolium* L. (клевер), *Vicia* L. (горошек), *Weigela* Thunb. (вейгела), *Zostera* L. (взморник). Проанализированные гранулы крахмала совершенно различны по размерам и морфологии. Так, размер крахмальных гранул варьирует в среднем от 2 мкм (*Trifolium medium* L.) до 23 мкм (*Vicia villosa* Roth). По форме гранулы различаются от круглых и овальных до подтреугольных и неправильных в целом. Поверхность может иметь различные неровности в виде складок и трещин или мелкие шероховатости. Лучи поляризационного креста также довольно различны – от прямых до дуговидных, волнообразных и изломанных.

Полученные данные свидетельствуют о том, что характеристики крахмального зерна можно использовать в качестве диагностического признака для некоторых видов растений.

Список литературы

1. Barton, H. Starch residues on museum artefacts: implications for determining tool use / H. Barton // *Journal of Archaeological Science*, 2007. – Vol. 34. – P. 1752-1762.

2. Bemiller, J.N. Starch: Chemistry and Technology / J.N. Bemiller, R.L. Whistler // Amsterdam: Academic Press, 2009. – Vol. 3.– P. 35-193.
3. Carlquist, S. Comparative Plant Anatomy: a Guide to Taxonomic and Evolutionary Application of Anatomical Data in Angiosperms / Carlquist, S // New York: Holt, Reinhart, Winston, 1961. – P. 12-13.
4. Denniston, R.H. The growth and organization of the starch grain / R.H. Denniston // Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences, Arts, and Letters, 1907. – Vol. 16. – P. 664-708.
5. Hemsley, J. The Art of Eating Well / J. Hemsley, M. Hemsley // Power House Books, 2014.
6. Henry, A.G. Microfossils in calculus demonstrates consumption of plants and cooked food in Neanderthal diets (Shanidar III, Iraq; Spy I and II, Belgium) / A.G. Henry, A.S. Brooks, D.R. Piperno // National Academy of Sciences, 2011. – Vol. 108. – P. 486-491.
7. Hunter D. Papermaking: The History and Technique of an Ancient Craft / D. Hunter // New York: Dover Publications, 1978.
8. Macader, J. Mozambican grass seed consumption during middle stone age / J. Macader // Science, 2009. – Vol. 326. – P. 1680-1682.
9. Perez, S. Structural features of starch granules. Starch: Chemistry and Technology / S. Perez, P.M. Baldwin, D.J. Gallant // Amsterdam: Academic Press, 2009. – Vol. 3. – P. 149-192.
10. Perry, L. Early maize agriculture and interzonal interaction in southern Peru / L. Perry, D. Sandweiss, D. Piperno, K. Rademaker, M. Malpass, A. Umire, P. de la Vera // Nature, 2006. – Vol. 440. – P. 76-79.
11. Perry, L. Starch fossils and the domestication and dispersal of chili peppers (*Capsicum* spp. L.) in the Americas / L. Perry, R. Dickau, S. Zarrillo, I. Holst, D.M. Pearsall, D.R. Piperno, M.J. Berman, R. G. Cooke, K. Rademaker, A.J. Ranere, J. S. Raymond, D.H. Sandweiss, F. Scaramelli, K. Tarble, J.A. Zeidler // Science, 2007. – Vol. 315. – P. 986-988.
12. Piperno D.R. Starch granules reveal early root crop horticulture in the Panamanian tropical forest / D.R. Piperno, A.J. Ranere, I. Holst, P. Hansell // Nature, 2000. – Vol. 407. – P. 894-97.
13. Reichert E.T. The Differentiation and Specificity of Starches in Relation to Genera, Species / E.T. Reichert // Carnegie Institution of Washington, Washington DC, 1913. – P. 18-30.
14. Ugent D. New evidence for ancient cultivation of *Canna edulis* in Peru / D. Ugent, S. Pozorski, T. Pozorski // Economic Botany, 1984. – Vol. 38. – P. 417-432.
15. Zarrillo, S. Directly dated starch residues document early formative maize (*Zea mays* L.) in tropical Ecuador / S. Zarrillo, D.M. Pearsall, J.C. Raymond, et al // National Academy of Sciences, 2008. – Vol. 105. – P. 5006-5011.

Кротова Д.А.^{1,2}

НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КРЕВЕТОК СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ

¹Кафедра биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ

²Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)

²Научный руководитель – гл. спец. лаб. пром. беспозвоночных и водорослей Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО») И.А. Корнейчук

На сегодняшний день вопросы рационального использования биоресурсов стоят наиболее остро. Постоянный вылов морских гидробионтов оказывает существенное влияние на их популяции. А одними из наиболее востребованных промыслом беспозвоночных являются именно десятиногие

ракообразные (крабы, крабоиды и креветки). Несомненно, работы по изучению различных биологических характеристик названных групп животных очень актуальны, т.к. с опорой на них могут даваться грамотные рекомендации для вылова и их реализации.

Целью настоящего исследования является изучение половой структуры, биологического и функционального состояний каридных креветок Берингова моря, а также их размерных характеристик.

Материалом для данной работы послужили результаты траловой съёмки, проведённой на научно-исследовательском судне «ТИНРО» («ТИНРО-Центр») в северо-западных водах Берингова моря в июле-сентябре 2010 года. Всего в ходе экспедиционных работ изучено 20517 особей креветок, принадлежащих к различным семействам инфраотряда Caridea: Pandalidae, Crangonidae, Thoridae, Acanthephyridae и Pasiphaeidae.

Говоря о половом составе пойманных креветок, следует отметить, что у представителей семейства Pandalidae имеется стадия переходной особи. Что связано со свойственной многим представителям этого таксона протерандрией (сменой пола в течение жизненного цикла). Так, в описываемом семействе больше всего самцов (57%), самок же почти в 2 раза меньше (35%). Переходных особей – 7%. Помимо всего прочего, в рамках половой структуры было рассмотрено количество особей, заражённых паразитической изоподой *Vopyroides hippolytes*. Объясняется это тем, что в таком случае происходит стерилизация особей после поражения, именно поэтому такие ракообразные рассматриваются в качестве «бесполовых» внутри половой структуры всех особей. Таким образом, животные, заражённые паразитом, занимают лишь 1% (и такие показатели характерны для всех исследуемых семейств). Внутри семейства Crangonidae преобладают самки (81%). Самцы же занимают около 18% от общего числа. Семейство Thoridae, также, как и семейство Crangonidae, характеризуется превалированием самок – 97% особей. Самцов гораздо меньше (всего 9%). Все пойманные ракообразные из семейств Acanthephyridae (38 экз.) и Pasiphaeidae (9 экз.) оказались самками.

Характеристика состояния панциря у креветок осуществляется с использованием трёхбалльной шкалы: 1— панцирь мягкий, «пергаментный», особь находится в процессе линьки; 2— панцирь неокрепший, особь недавно перелиняла; 3— панцирь твёрдый, не продавливается при легком нажатии панциря [1]. В соответствии с этим пойманные особи были изучены на предмет функционального состояния, в результате чего выяснилось, что среди всех креветок больше всего экземпляров имели 3-ю линичную стадию, составляя 89,4% от общего числа. На второй стадии линьки находилось 9,4% всех особей, на первой – 1,2%.

Биологическое состояние самок показывает, что внутри семейства Pandalidae меньше всего самок с выпущенными личинками – всего 0,4%. Немного больше животных имели икру с глазком (0,6%). 1,5% особей вообще не имели икры, а 16,5% являлись переходными, однако с уже сформировавшейся внутренней икрой. 34% полноценных самок имели новую наружную икру; и больше всего – 47% гидробионтов находилось на стадии формирования внутренней икры. В семействе Crangonidae количество самок без икры и самок с внутренней икрой почти одинаковое (39,3% и 40,7% соответственно). Особей с новой наружной икрой почти в 2 раза меньше – 17,2%. Самок с выпущенными личинками 2,1%. Менее 1% (0,7% и 0,1%) пришлось на долю креветок, икра которых находилась на стадиях икры с глазком и начальным глазком. В отношении семейства Thoridae следует отметить, что доля самок без икры (44,9%) наибольшая по сравнению с другими, описанными ранее, семействами. С внутренней икрой в этой группе насчитывалось порядка 38,9% всех особей. На стадии новой, недавно отложенной икры находилось 14,5% самок. И гораздо меньше было самок с икрой на стадии начального глазка, икры с глазком и выпущенными личинками (1%, 0,2% и 0,6% соответственно). Семейства Pasiphaeidae и Acanthephyridae характеризовались преобладанием самок без икры и лишь единичными встречами креветок с внутренней икрой.

Говоря о размерных характеристиках исследованных ракообразных, прежде всего, следует сказать о наиболее массовом семействе – Pandalidae. Внутри названного таксона размеры ракообразных изменялись в границах 31-149 мм (среднее – $79,6 \pm 0,2$ мм). Модальный класс представлен животными с длиной тела от 50 до 80 мм (65%). Модальная группа семейства Crangonidae относится к интервалу 60-80 мм, составляя 46 %. В среднем длина тела была равна $67,2 \pm 0,2$ мм, минимальное значение – 25 мм, максимальное – 118 мм. В семействе Thoridae максимальные размеры креветок достигали 86 мм, минимальные же – 21 мм (среднее – $44,6 \pm 0,2$ мм). Чаще всего встречались особи с длиной тела от 40 до 50 мм (41%). Внутри семейств Acanthephyridae и Pasiphaeidae показатели размеров тела креветок лежали в интервалах от 22 до 55 мм и от 41 до 64 мм соответственно (при средних в $39,8 \pm 1,4$ мм и $55,7 \pm 2,8$ мм). Модальные классы были различными, так, в семействе Acanthephyridae больше всего креветок имели размеры 40-50 мм (50%), а в семействе Pasiphaeidae – 60-70 мм (44 %) (таблица).

Таблица

Размерные характеристики каридных креветок

Семейство	Кол-во, экз.	Среднее, мм	Минимум, мм	Максимум, мм	Стандарт. отклонение	Кoeff. вариации	Ошибка среднего
Pandalidae	14381	79,6	31	149	17,4	24,7	0,2
Crangonidae	3963	67,2	25	118	15,2	22,6	0,2
Thoridae	2126	44,6	21	86	9,6	21,6	0,2
Acanthephyridae	38	39,8	22	55	8,7	21,9	1,4
Pasiphaeidae	9	55,7	41	64	8,3	14,9	2,8

Подводя итог, можно сделать вывод, что половой состав представленных семейств, в целом, характеризуется преобладанием самок, исключением является лишь сем. Pandalidae, в котором преимущественное большинство – самцы (более молодые особи). Функциональное состояние каридных креветок отражается в превалировании особей на 3-ей стадии линьки (почти 90%). Такой результат вполне ожидаем, т.к. больше всего исследованных особей уже претерпело фазу нереста (выпуска икры из полости тела), либо ещё только подготавливается к ней. Биологическое же состояние самок свидетельствует о недавно окончившемся репродуктивном цикле, потому что почти во всех семействах наибольшее число самок не имело икры. Исключение – сем. Pandalidae, в котором самки преимущественно с внутренней икрой.

Самые крупные креветки из рассмотренных оказались представителями семейств Pandalidae и Crangonidae, что вполне свойственно для названных таксонов в принципе. Остальные тасоны не характеризуются большими размерами своих представителей.

Список литературы

1. Низяев, С.А Пособие по изучению промысловых ракообразных ДВ морей России / С.А. Низяев, Букин С.Д., Клитин А.К., Первеева Е.Р., Абрамова Е.В., Крутченко А.А. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2006. – 112 с.

Маськин Е. В.¹, Гребенкин П.В.¹, Железнова Л.В.¹, Туманов Д.В.²

ТИХОХОДКИ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ О.ПОПОВ.

¹ Кафедра биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ

² Кафедра зоологии беспозвоночных СПбГУ

¹ Научный руководитель – к.б.н., доцент Л.В. Железнова

² Научный руководитель – к.б.н., старший преподаватель Д.В. Туманов

Тихоходки (*Tardigrada*) - тип микроскопических первичноводных многоклеточных животных. Тардиграды встречаются в наземных, морских и пресноводных экосистемах по всему миру [5]. Сухопутные тардиграды распространены на всех материках, а также встречаются на островах. Они обитают в субстратах, содержащих капельно-жидкую воду – во мху, в лишайниках, в опавшей листве и почве. Однако, невзирая на широкую встречаемость, эта группа животных остается слабо изученной в силу микроскопических размеров, методических трудностей и малого числа исследователей [2,3].

Целью работы было изучить фауну тихоходок юго-восточной части о. Попова.

В связи с этим были поставлены следующие задачи:

1. Провести сбор субстратов, пригодных для обитания наземных тихоходок и выделить из них животных.
2. Провести морфологическое исследование найденных тихоходок.
3. Провести сравнительный анализ полученных данных с литературными данными.

Сбор материала осуществляли осенью 2020 года, материал был собран с 10 точек (таблица). Образцы лишайника собирали и обрабатывали согласно стандартной методике [6]. Особи монтировались на предметные стекла с помощью среды Хойера и помещались в термостат на 2 дня при температуре 60°C. Все фотографии и измерения найденных объектов были сделаны с помощью микроскопа Микромед 3 Альфа и цифровой камеры TopCam 16.0 MP и программного обеспечения TopView 2019. Данные измерений хранились в файлах MS Excel, созданных на основе шаблонов, разработанных Michalczyk & Kaczmarek (2013) [4].

Всего было найдено 80 особей тихоходок в исследуемых точках. Результаты по распределению родов тихоходок относительно точек представлены в таблице. В некоторых пробах тихоходок обнаружено не было, мы связываем это в первую очередь с мозаичным распределением тихоходок, а также с непосредственной близостью 2,3,4 точек к зоне заплеска.

Обнаруженные особи относятся к 4 родам из двух классов и были нами идентифицированы на основании морфологических признаков. Самое большое число 29 особей было обнаружено рода *Pseudechiniscus*, но в одной 7 точке. Представителей родов *Macrobiotus* и *Hypsibius* также были представлены в достаточно большом числе до 20 особей, но в разных точках. Напротив, представители родов *Milnesium* обнаружены в единичных экземплярах.

Таблица

Распределение родов тихоходок по точкам сбора

Точки сбора на о.Попова №	Координаты	Род Тихоходок	Количество экземпляров
1	42° 96'59.59"N 131°75'28.51"E	<i>Hypsibius</i>	4
2	42°96'51.35"N 131°75'40.7"E	Особи не обнаружены	
3	42°96'36.71"N 131°75'54.48"E	Особи не обнаружены	
4	42°96'16.89"N 131°76'03.35"E	Особи не обнаружены	

5	42°96'15.22"N 131°76'00.06"E	<i>Macrobiotus</i>	13
		<i>Milnesium</i>	2
6	42°96'13.24"N 131°75'91.77"E	<i>Macrobiotus</i>	4
7	42°95'58.11"N 131°75'16.33"E	<i>Hypsibius</i>	19
		<i>Pseudechiniscus</i>	29
8	42°95'53.48"N 131°74'84.21"E	Особь не обнаружены	
9	42°93'18.56"N 131°72'87.17"E	<i>Hypsibius</i>	2
		<i>Macrobiotus</i>	3
10	42° 95'35.39"N 131° 71'81.81"E	<i>Hypsibius</i>	4

Ранее исследования по фауне тихоходок Приморского края проводились в 90-х годах прошлого века Бисеровым В.И.; им был описан один вид с о. Попова - *Paramacrobiotus lorenae* [1]. В нашем исследовании мы не нашли этот вид. Однако для полной видовой идентификации обнаруженных нами тихоходок необходимо провести дополнительное исследование методом молекулярного баркодинга.

Список литературы

1. Бисеров, В. И. *Macrobiotus lorenae* sp.n., новый вид тихоходок (Eutardigrada Macrobiotidae) с Дальнего Востока России / В. И. Бисеров // ARTHROPODA SELECTA. – 1996. - Т. 5- №1,2. - С. 145-149.
2. Bartels, P. J., A global biodiversity estimate of a poorly known taxon: phylum Tardigrada / P. J. Bartels, J. J. Apodaca, C. Mora, D. R. Nelson // Zoological Journal of the Linnean
3. Guil, N. Analysis of the species description process of a little known invertebrate group: the limnoterrestrial tardigrades (Bilateria, Tardigrada) / N. Guil, F. Cabrero-Sañudo // Biodiversity and Conservation. - 2007. – V.16. - P. 1063–1086.
4. Michalczyk, Ł. The Tardigrada Register: a comprehensive online data repository for tardigrade taxonomy / Ł. Michalczyk, Ł. Kaczmarek // Journal of Limnology. - 2013. – V. 71(1s). - P. 175-181.
5. Nelson, D. R. Tardigrade Ecology. In: R. O. Schill, (Eds.) Water Bears: The Biology of Tardigrades / D. R. Nelson, P. J. Bartels, N. Guil // Zoological Monographs, vol 2. Springer, Cham. - 2018. – P. 163–210.
6. Stec, D. An integrative description of *Macrobiotus paulinae* sp. nov. (Tardigrada: Eutardigrada: Macrobiotidae: hufelandi group) from Kenya / D. Stec, R. Smolak, Ł. Kaczmarek, Ł. Michalczyk // Zootaxa. - 2015. - V.4052 (2). - P. 501–526.

Никищенко В.Е.¹

СТРОЕНИЕ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ ЛИЧИНОК ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ГРУПП

¹ Кафедра биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ

² Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского ДВО РАН

² Научный руководитель - к.б.н., в.н.с. лаб. эмбриологии НИЦМБ ДВО РАН В.А. Дячук

Класс Bivalvia – Двустворчатые, включает в себя около 10000 существующих на сегодняшний день видов [3], освоивших разнообразные водные среды обитания, глубины и субстраты. Это не могло не сказаться на возникновении множества приспособлений к окружающей среде среди отличных друг от друга групп двустворчатых моллюсков.

Преимущественно, взрослые двустворчатые моллюски – малоподвижные бентосные животные. Выделяют следующие типы жизненных форм, приспособленных к различным экологическим нишам:

зарывающиеся в грунт, лежащие, цементирующиеся, биссусные, плавающие, гнездящиеся и сверлящие [4].

В это же время один из наиболее хорошо изученных типов личинок – велигер – ведет планктонный образ жизни, такого разнообразия жизненных форм, как у зрелых моллюсков, не наблюдается. На поздней стадии развития – стадия педивелигера – личинка оседает на субстрат и претерпевает значительные изменения в своей морфологии, соответствуя в будущем ювенильному организму, а после – зрелому [1].

Нервная система двустворчатых моллюсков ганглионарного типа и имеет общий план строения, характерный для большинства видов: парный церебро-плевральный ганглий, соединенный парными латеральными (висцеральными) и pedalными (вентральными) нервными тяжами с парными висцеральным и pedalным ганглиями соответственно [2, 6].

Объектами исследования были двустворчатые моллюски, имеющие разные экологические ниши обитания: цементирующиеся (*Crassostrea gigas*, *Pododesmus macrochisma*), закапывающиеся (*Callista brevisiphonata*, *Mactromeris polynuma*), биссусные (*Crenomytilus grayanus*, *Kellia japonica*) и плавающие виды (*Chlamys farreri*, *Mizuhopecten yessoensis*). Используя метод непрямой иммунофлуоресценции, адаптированный нами для двустворчатых моллюсков с набором первичных (серотонин и FMRF-амид), вторичных антител и конфокальную микроскопию с 3D визуализацией мы исследовали нервные системы поздних личинок двустворчатых моллюсков Японского моря (Залив Восток).

Цементирующиеся виды. У поздних велигеров устрицы гигантской – *C. gigas* и пододемуса гигантского – *P. macrochisma* общими чертами является развитые сети FMRF-амидных нейритов, ассоциированных с церебро-плевральным и висцеральным ганглием, которые иннервируют у *C. gigas* передний и задний аддукторы соответственно [5]. Отличаются данные виды тем, что у устрицы, по сравнению с пододемусом, редуцирован pedalный ганглий и развита иннервация паруса и жабер, в то время как у пододемуса в мантии наблюдаются FMRF-амидные нервные клетки.

Закапывающиеся виды. Для поздних велигеров каллисты короткосифонной - *Callista brevisiphonata*, и мактромериса изменчивого - *Mactromeris polynuma*, характерна отходящая от pedalного ганглия сеть серотонин-позитивных нервов, развитие иннервации в зоне переднего аддуктора. У обоих видов обнаруживается серотонин- FMRF-амид-положительный желудочный нейрон, нейропилем соединяющийся с церебро-плевральным ганглием.

Биссусные виды.. Следующие представители: *Crenomytilus grayanus* – мидия Грея и *Kellia japonica* – келлия японская – имеют FMRF-амидную иннервацию в области переднего и заднего аддукторов, мантийные нервы. Pedальный ганглий развит слабо. Однако, присутствуют важные различия между этими видами: у келлии есть FMRF -амид-положительные дорсальные нейроны и серотонин-FMRF-амидная клетка в стенке желудка, присущая личинкам закапывающихся двустворчатых моллюсков, а у мидии развита серотонин-положительная нервная сеть в области паруса.

Плавающие виды. У гребешков: приморского - *Mizuhopecten yessoensis*, и японского - *Chlamys farreri*, в значительной степени развита нервная сеть в зоне переднего аддуктора и передней части мантии. Наблюдаются серотониновые нейриты, ассоциированные с pedalным ганглием. У приморского гребешка обнаруживаются FMRF-амид-положительные дорсальные нейроны.

Мы показали, что видоспецифичные отличия в строении нервной системы отражены в элементах периферических нейрональных структур, таких как дорсальные, желудочные нейроны, мантийные, жаберные и паллиальные нервы, а также в степени иннервации переднего и заднего аддукторов у педивелигеров и ювенильных особей. Именно элементы периферической нервной системы и индивидуальность иннервации внутренних органов определяют видовые характеристики поздних стадий развития моллюсков и связаны с началом адаптации к определенной экологической нише, которую будет занимать взрослая особь.

Список литературы

1. Касьянов, В. Л. Личинки морских двустворчатых моллюсков и иглокожих / В. Л. Касьянов, Г. А. Крючкова, В. А. Куликова, Л. А. Медведева. - М.: Наука, 1983. – 216 с.
2. Kotsyuba, E. Distribution of molecules related to neurotransmission in the nervous system of the mussel *Crenomytilus grayanus* / E. Kotsyuba, A. Kalachev, P. Kameneva, V. Dyachuk // *Frontiers in neuroanatomy*. – 2020. – Vol. 14. – 35 p.
3. Lemer, S. Resolving the relationships of clams and cockles: dense transcriptome sampling drastically improves the bivalve tree of life / S. Lemer, R. Bieler, G. Giribet // *Proceedings of the Royal Society B*. – 2019. – Vol. 286. – №. 1896. – 9 p.
4. Stanley, S. M. Relation of shell form to life habits of the Bivalvia (Mollusca). / *Geological Society of America* – 1970. – Vol. 125. – 281 p.
5. Yurchenko, O. V. Nervous system development in the Pacific oyster, *Crassostrea gigas* (Mollusca: Bivalvia) / O. V. Yurchenko, O. I. Skiteva, E. E. Voronezhskaya, V. A. Dyachuk // *Frontiers in zoology*. – 2018. – Т. 15, №. 1. – 10 p
6. Yurchenko, O. V. Peripheral sensory neurons govern development of the nervous system in bivalve larvae / Yurchenko O. V. et al. // *EvoDevo*. – 2019. – Vol. 10. – №. 1. – P. 1-9.

Марченкова Т.В.^{1,2}, Блудченко Е.Ю.²

**БРАХИУРИЯ В ПОПУЛЯЦИИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ЛЕОПАРДА
(*PANTHERAPARDUS ORIENTALIS*)**

¹ Кафедра биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ

² Объединенная дирекция национального парка «Земля леопарда» и заповедника «Кедроваяпадь» имени Н.Н. Воронцова

Научные руководители – к.б.н. Дарман Ю.А.²; к.б.н., с.н.с. Виткалова А.В. ²

Дальневосточный леопард - *Panthera pardus orientalis* - один из самых редких представителей семейства кошачьих, последняя свободноживущая популяция которого не так давно прошла через бутылочное горлышко, когда, по разным оценкам, в дикой природе оставалось только 30-50 особей [1-3]. В настоящее время благодаря мерам по сохранению, а также созданию Национального парка «Земля леопарда» в 2012 году их число постепенно увеличилось до 100 особей (включая котят) (Vitkalova, pers.com. 2019). Однако из-за того, что популяция долгое время была изолирована от других подвидов, существует риск вырождения популяции из-за близкородственного скрещивания - инбридинга. В результате любые возникающие мутации являются накопительными и влияют на выживаемость особей. Одним из генетических заболеваний, которые появляются в фенотипе, является брахиурия (укороченный хвост). У некоторых видов кошачьих укороченный хвост является врожденным дефектом (если это не является следствием травмы), и в гомозиготном состоянии гены, ответственные за него, являются фатальными [4]. Согласно данным фотомониторинга Национального парка «Земля леопарда», было зарегистрировано 4 особи с различной степенью тяжести этого признака, что не может не вызывать беспокойства по поводу долговременного сохранения популяции дальневосточного леопарда.

Все особи, зарегистрированные с брахиурией, наблюдаются с возраста в 9-12 месяцев и являются самками (за исключением одной особи, чей пол не может быть определен). Учитывая наблюдения с довольно раннего возраста, можно предполагать, что короткий хвост (с различной степенью тяжести) является врожденным дефектом. Следует отметить, что короткохвостые леопарды

доживают до взрослой жизни, и в определенном случае они могут даже оставить потомство. Однако тот факт, что все особи, которых мы наблюдаем, являются самками, поднимает вопрос о выживании самцов с этим признаком. Если ген, ответственный за проявление короткого хвоста, связан с полом, то при наследовании самцами он может быть летален. Анализ генетического разнообразия диких животных 20 лет назад показал, что дальневосточный леопард имеет самый низкий уровень среди всех подвидов [5]. Популяция дальневосточного леопарда долгое время существовала в изоляции от других подвидов, и любые мутации, появляющиеся у особей, очень быстро распространяются по всей популяции. В результате это проявляется в аномальной окраске [6], физиологических деформациях и заболеваниях [7], которые влекут за собой постепенное вырождение популяции. Такие признаки не могут быть опасными для популяции сами по себе, но служат «сигнальной лампочкой» состояния популяции, указывающими на гомогенизацию популяции.

Появление леопарда с укороченным хвостом свидетельствует о том, что инбридинг принял угрожающую форму. Чтобы предотвратить этот процесс, необходимо срочно

«вливать» гены извне. Все особи, планируемые к выпуску в природную среду, должны быть проверены на наличие потенциально опасных генов с оценкой вероятности заболеваний, которые имеют решающее значение для успешного развития популяции. Животные могут быть предоставлены по специальной программе разведения в неволе леопардов (209 особей, уровень генетического разнообразия которых значительно выше, чем в естественной популяции [8]) или особи из соседнего северо-китайского подвида (*Panthers pardus japonensis*).

Мы благодарим всех сотрудников Национального парка «Земля леопарда», которые участвовали в сборе и обработке фотоматериалов, а также Общество сохранения дикой природы (WCS-Russia), Институт устойчивого природопользования (ISUNR) и Амурский филиал WWF России за обмен данными фотомониторинга в юго-западной части Приморского края. Мы также благодарим профессора Ге Цзяньпина и доктора Фенг Лимина (Пекинский педагогический университет) за то, что они поделились видеоматериалами о леопарде с коротким хвостом Leo158f из заповедника Хуньчунь на китайско-российской границе.

Список литературы

1. Пикунов, Д. Численность амурских леопардов, амурских тигров и копытных животных в Юго-Западной части Приморского края по результатам учета в 2007 году / Д. Пикунов, И. Середкин, В. Арамилев, И. Николаев // Амурский тигр в Северо-Восточной Азии: проблемы сохранения в XXI веке, научная конференция, 15-18 марта 2010 г. во Владивостоке. - Владивосток: Дальнаука, 2010. - С. 10
2. Пикунов, Д. Динамика распространения и численность амурских леопардов (*Panthera pardus orientalis*) на Дальнем Востоке России в 1961-2010 гг. // Амурский тигр в Северо-Восточной Азии: проблемы сохранения в XXI веке, Научная конференция, 15-18 марта 2010 г. во Владивостоке. - Владивосток: Дальнаука, 2010. – С. 334-342
3. Пикунов, Д. Результаты исследования популяции амурского леопарда (*Panthera pardus orientalis*) и амурского тигра (*Panthera tigris altaica*) в юго-западной части Приморского края, Дальний Восток России. / Д. Г. Пикунов, Д. Г. Микелл, В. К. Абрамов, И. Г. Николаев, И. В. Середкин, А. А. Мурзин, В. Г. Коркишко. – Владивосток: Дальнаука, 2003. – С. 22-25
4. Xu, X. Whole Genome Sequencing Identifies a Missense Mutation in HES7 Associated with Short Tails in Asian Domestic Cats / Xiao Xu, Xin Sun, Xue-Song Hu, Yan Zhuang, Yue-Chen Liu, Hao Meng, Lin Miao, He Yu & Shu-Jin Luo // Scientific reports. – 2016. - V.6. – P.1-9

5. Uphyrkina, O. Conservation Genetics of the Far Eastern Leopard (*Panthera pardus orientalis*) / O. Uphyrkina, D. Miquelle, H. Quigley, C. Driscoll, S.J. O'Brien // The American Genetic Association. - 2002. – V.93 – P. 303–311
6. Марченкова, Т. Изучение нетипичной окраски конечностей дальневосточного леопарда (*Panthera pardus orientalis*) / Т. Марченкова, Е. Блудченко, А. Виткалова // Поведение и поведенческая экология млекопитающих, Научная конференция, 11-15 ноября 2019 г. в Черноголовке. – М. Партнерство научных публикаций КМК, 2019. – С. 44
7. Lewis, J. Assessing the health risks of reintroduction: The example of the Amur leopard, *Panthera pardus orientalis* / J. Lewis, A. Tomlinson, M. Gilbert, M. Alshinetski, T. Arzhanova, M. Goncharuk, J. Goodrich, L. Kerley, I. Korotkova, D. Miquelle, S. Naidenko, N. Sulikhan, O. Uphyrkina // Transboundary and emerging diseases, 2019.
8. Кук, Ю. Отчет о состоянии амурского леопарда ЕЕР / Ю. Кук, Т. Аржанова. - 2018.

Переверзева А.О.¹

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНИЗАЦИИ КОЖНЫХ ПОКРОВОВ ЮВЕНИЛЬНОЙ И ВЗРОСЛОЙ ОСОБИ НЕМЕРТИНЫ *MICRURA CF. BELLA*

¹Кафедра клеточной биологии и генетики ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель - к.б.н., ст. н. с. Т.Ю. Магарламов, д.н., в.н.с. А.В. Чернышев

Одной из особенностей внутренней организации червей отряда Heteronemertea является строение их кожных покровов, в котором выделяется уникальный слой – кутис [3]. Кутис представляет собой слой железистых клеток эпидермального типа, погруженных в соединительную ткань [1]. Организация кожных покровов служит диагностическим признаком при видовом определении гетеронемертин [3]. Однако, в настоящее время в сравнительно-морфологических исследованиях немертин нет работ, посвященных постлавлральному развитию их покровного эпителия. В связи с этим нами были изучены кожные покровы ювенильной особи немертины *Micrura cf. bella* на светооптическом и на электронно-микроскопическом уровне и проведен сравнительный анализ с покровами взрослой особи.

Строение кожных покровов ювенильной особи *M. cf. bella* было изучено в области переднего и заднего отдела. Кожные покровы ювенила, как и взрослой особи, представлены эпидермисом, субэпителиальным экстрацеллюлярным матриксом (ЭЦМ) и кутисом. У ювенильной особи наблюдается явное истончение кожных покровов от головного к хвостовому концу. Так, в переднем отделе ювенила толщина покровов соотносится к радиусу тела червя в отношении 1:3, а в заднем отделе – в отношении 1:10. У взрослой особи отношение общей толщины кожных покровов к радиусу тела червя имеет относительно постоянное значение, равное 1:6. Слои эпидермиса и кутиса у ювенильной особи в переднем и заднем отделе имеют разную степень выраженности (рисунок 1). В переднем отделе толщина эпидермиса и кутиса примерно равны, а в заднем отделе толщина эпидермиса превышает толщину кутиса в 2 раза. У взрослой особи на всем протяжении тела толщина эпидермального слоя примерно равна толщине кутиса, как и в переднем отделе ювенила.

Общая организация эпидермального слоя ювенильной особи во многом схожа с организацией эпидермиса взрослой немертины. Клеточный состав эпидермиса не меняется от головного к хвостовому концу и представлен преимущественно ресничными и железистыми серозными клетками. Кутис ювенильной немертины, как и взрослой, представлен дермальной мускулатурой, субэпидермальными железистыми клетками и соединительной тканью. Клеточный состав кутиса ювенильной особи отличается в разных отделах тела (рисунок 1). В переднем отделе среди

субэпидермальных желез идентифицировано 4 типа клеток: слизистые и 3 типа гранулярных. В заднем отделе выделяется 3 клеточных типа: слизистые и 2 типа гранулярных. У взрослой немертены в переднем и заднем отделах наблюдается 5 типов железистых клеток: слизистые и 4 типа гранулярных. Ультраструктурная организация субэпидермальных желез ювенила не отличается от таковой у взрослой немертены. Также в кутисе ювенильной и взрослой особи *M. cf. bella*, как и у других гетеронемертин [2], выявляются многочисленные пигментные клетки. Пигментные клетки характеризуются амебоидной формой с длинными цитоплазматическими отростками [настоящее исследование, 2]. Цитоплазматические отростки пигментных клеток ювенильной особи *M. cf. bella* погружаются глубоко в продольную мускулатуру стенки тела, достигая кольцевой мускулатуры. В тоже время у взрослых червей *M. cf. bella* цитоплазматические отростки погружены в продольную мускулатуру стенки тела лишь частично.

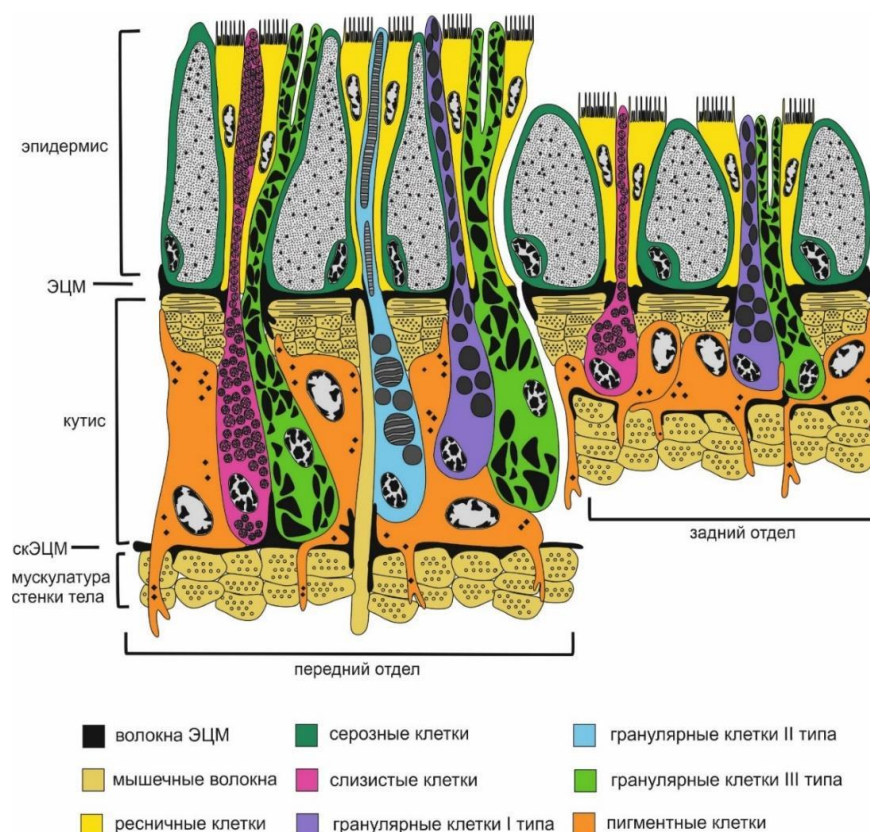


Рисунок 1 - Схема общей организации кожных покровов ювенильной особи *Micrura cf. Bella*

На основе сравнительного анализа кожных покровов ювенильной и взрослой особи *M. cf. bella* нами было показано, что кожные покровы ювенила находятся в процессе формирования. А также были выдвинуты предположения о том, что развитие кутиса происходит в направлении от головного к хвостовому концу, и большая выраженность кожных покровов в переднем конце связана с увеличенной функциональной нагрузкой на эту часть тела.

Список литературы

1. Burger, O. Nemertini. In Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs / O. Burger – Leipzig: C. F. Winter. – 1897-1907. – P. 542.
2. Moretto, H. J. A. The colour pattern of *Lineus atrocaevuleus* (Nemertea) / H. J. A. Moretto, M. Sanchez, G. Vernet // *Hydrobiologia*. – 1988. – Vol. 156. – P. 183-189.
3. Norenburg, J. L. Structure of the nemertine integument with consideration of its ecological and phylogenetic significance / J. L. Norenburg // *Am. Zool.* – 1985. – Vol. 25. – P. 37- 51.

Раздел II ГЕОГРАФИЯ

Ахмаева Э.Э.¹

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ МОРСКОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПЛАНИРОВАНИЯ В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

¹Тихоокеанский институт географии ДВО РАН
Научный руководитель – к.г.н, доцент И.А. Лисина
¹Научный руководитель – к.г.н. В.В. Жариков

Рациональное использование природных ресурсов, в частности ресурсов акваторий, в последнее время ставится под сомнение. Рост техногенной нагрузки сказывается на экологическом и экономическом состоянии территорий и акваторий. Возникают отраслевые конфликты, приводящие к нарушению природного баланса территории. Это все обуславливает необходимость создания инструмента управления прибрежно-морской зоной для планирования, способствующим интегрированному и последовательному принятию решений. Таким инструментом является морское пространственное планирование (МПП) [1].

Цель данной работы – создание геоинформационной модели морского пространственного планирования, как инструмента управления прибрежно-морской зоны для анализа потенциальных очагов конфликтов и морского рационального природопользования. Под конфликтами в данной работе понимается территориальное совпадение акватории деятельности различных природопользователей.

В основе геоинформационной модели лежат различные характеристики прибрежно-морской зоны и элементы хозяйственного использования акватории: портовая и транспортная инфраструктура, рыбопромысловые участки, особо охраняемые природные территории (рис. 1). Для её создания использовались карты различных масштабов (1 : 200 000, 1 : 100 00).

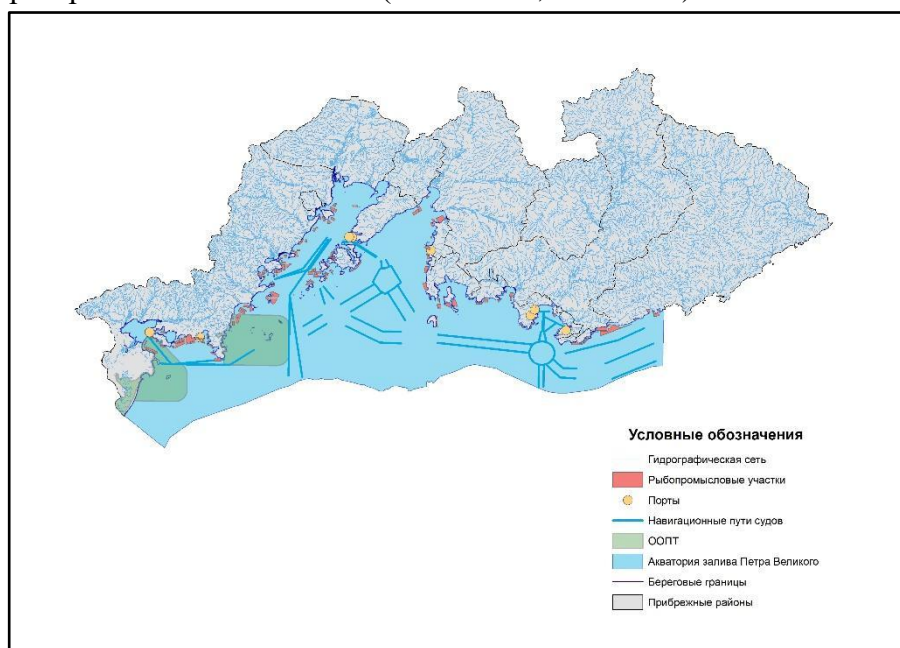


Рисунок 1 – Геоинформационная модель МПП залива Петра Великого

Одним из решаемых вопросов, благодаря морскому пространственному планированию, являются потенциальные конфликты между различными природопользователями акватории. В акватории залива Петра Великого потенциально конфликтными отраслями природопользования

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

являются: судоходство, добывающая деятельность, рекреационная деятельность, особо охраняемые природные территории. Среди главных причин данных конфликтов выделяется «пространственная теснота».

Создание геоинформационной системы позволят своевременно выявить потенциально-конфликтные участки акватории. На рисунке 2 рассмотрены три направления использования акватории залива Петра Великого: судоходство, марикультурный промысел, охраняемые акватории. Стоит отметить, что процесс сбора и добавления пространственной информации в ГИС для дальнейшего анализа происходит постоянно.

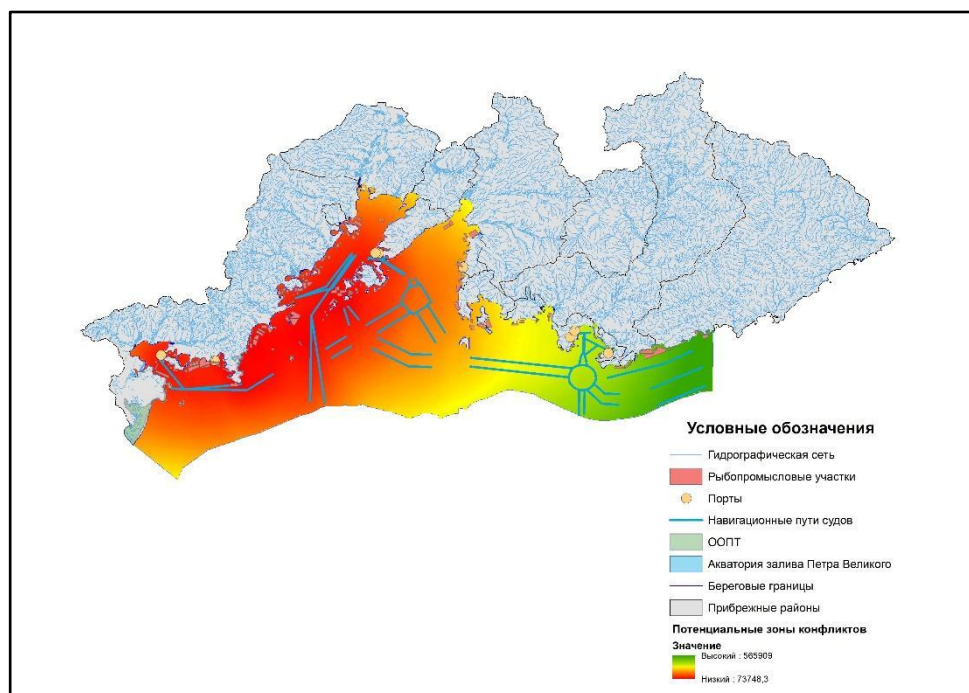


Рисунок 2 – Потенциальные зоны конфликтов

Из рисунка 2 видно, что самыми потенциально-конфликтными являются юго-западные части залива. Это связано с пересечением таких видов природопользования, как ООПТ, судоходство, порты, рыбопромысловые участки. По мере удаления от данной территории уровень конфликтности снижается.

В заключении стоит отметить, что геоинформационное сопровождение является первым и важнейшим шагом к созданию и внедрению системы морского пространственного планирования. Создание модели позволяет выявить проблемные участки для оптимизации природопользования в прибрежно-морской зоне с учетом современных запросов отраслей «зеленой экономики» [2] и существующих технологических возможностей.

Список литературы

1. Блиновская, Я.Ю., Мазлова, Е.А. Морское пространственное планирование как инструмент обеспечения экологической безопасности при использовании акваториальных ресурсов // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы XIX международной научной конференции, посвященной 70-летию со дня рождения члена-корреспондента РАН И.А. Черешнева. - Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2018. – С. 141 – 144.
2. Овчинников, Я.Л., Пермякова, Е.С., Сычева, И.Н. Перспективы развития зелёной экономики России // Переход к зеленой экономике и устойчивому развитию в Алтайском крае: перспективы, механизмы, ключевые направления: материалы межрегиональной конференции с международным участием. – Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2015. – 199 с

Волкова Д.И.¹

РЕГИОНАЛЬНЫЕ СТОЛИЦЫ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА КАК ЦЕНТРЫ ПРИТЯЖЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

¹Департамент наук о Земле ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель – к.г.н., доцент Л.И. Рябинина

В советский период формирование центров сосредоточения постоянного населения в регионах Дальнего Востока в значительной степени происходило под воздействием внеэкономических факторов и определялось потребностями оборонно-промышленных предприятий в трудовых ресурсах [3]. Тогда главным фактором привлечения кадров являлся высокий уровень заработной платы, который был выше средней заработной платы по стране в 1,5-2 раза. Политика государства тогда была направлена на закрепление постоянного населения на Дальнем Востоке, что послужило развитию социальной инфраструктуры за счет государственных инвестиций. Однако, после экономических реформ государство отказалось от политики в отношении привлечения постоянного населения на Дальний Восток из-за чего ухудшилась ситуация с финансированием. В результате дальневосточный макрорегион со временем перестал быть привлекательным для мигрантов [3].

Цель настоящего исследования заключается в определении преимуществ региональных столиц Дальнего Востока (без Забайкальского края и Республики Бурятия) для привлечения постоянного населения при помощи анализа социально-экономического потенциала.

По оценке численности населения ДВФО за 2010-2020 гг. численность население увеличилась на 30%. Это произошло в результате присоединения к ДВФО Забайкальского края и Республики Бурятия. Несмотря на такое искусственное увеличение численности населения, можно увидеть неизменную тенденцию оттока постоянного населения. Так, с присоединением новых территорий в 2018 году, численность населения ДВФО в конце года составила 8189 тыс. человек, 2019 года – 8169 тыс. и к началу 2021 года снизилась до 8132 тыс. При этом интересен тот факт, что даже если не учитывать население присоединенных субъектов, то численность населения региональных центров ДВФО за последние десять лет увеличилась на 7,1%. Самые значительные потери пришлись на долю Биробиджана - 5,3% и Магадана -3,6%, а наиболее значимый прирост наблюдался в Якутске на 25,6%, Анадыре 20,6%, Южно-Сахалинске на 14,3%. Остальные столицы показали незначительные положительные тенденции (рисунок 1). Высокие показатели прироста в Якутске, Анадыре и Южно-Сахалинске обусловлены не только миграцией, но и естественным приростом.

Если говорить о Магадане, то отток населения обусловлен общерегиональным трендом на выезд (как правило, за пределы Дальнего Востока), а в случае Биробиджана существенное влияние оказывает близость двух других региональных столиц (Хабаровска и Владивостока), которые на фоне Биробиджана выглядят более привлекательными по качеству жизни [3].

В целом видно, что численность населения региональных центров имеет позитивную динамику, так как они сохраняют прирост населения за счет миграций с периферии регионов Дальнего Востока, а также из вне.

За последние годы приоритеты государственной политики снова направлены на Дальний Восток. Об этом свидетельствует государственная программа Российской Федерации «Социально-экономическое развитие Дальневосточного федерального округа».

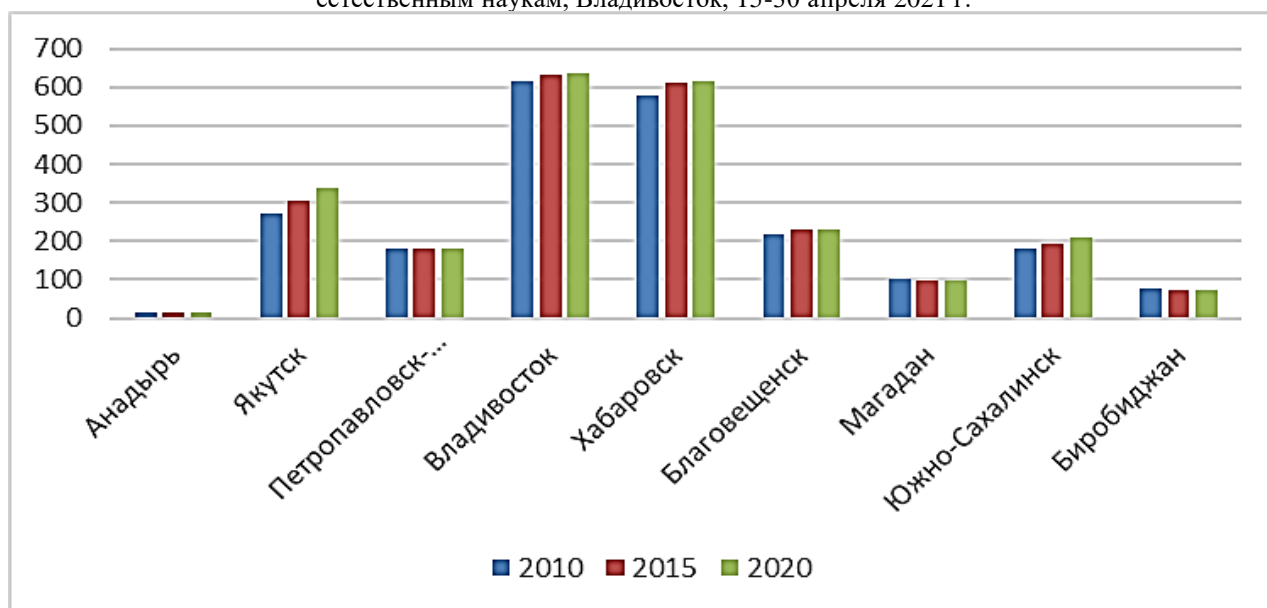


Рисунок 1. Оценка численность населения в региональных столицах ДВФО на 1 января 2010, 2015, 2020 гг., тыс. человек [составлено автором по 1]

В рамках данной программы на Дальнем Востоке должны быть созданы конкурентоспособные условия ведения хозяйственной деятельности, обеспечение притока инвестиций в проекты, развитие инфраструктуры для обеспечения реализации инвестиционных проектов и создания новых рабочих мест, а также обеспечения положительного значения повышения прироста населения и закрепления в восточных регионах страны на основе повышения уровня и качества жизни [2].

Наиболее привлекательными столичными городами по отношению заработной платы к прожиточному минимуму остаются Южно-Сахалинск, Анадырь, Магадан и Якутск. Эти города входят в перечень районов Крайнего Севера и местностей, приравненных к районам Крайнего Севера, где прожиточный минимум на порядок выше южных регионов ДВФО. Одна из ключевых особенностей социально-экономического развития региона является преобладание точечного расселения и размещения производительных сил.

Так, например, в Анадыре многократно превышены тарифы на электроэнергию, теплоснабжение и коммунальные услуги над среднероссийскими показателями, подавляющее большинство продуктов питания, одежды, транспортных средств и прочих товаров народного потребления, машин и оборудования завозится морским путем в период навигации с июня по ноябрь либо дорогостоящим воздушным путем [5].

Среди южных дальневосточных столиц лидирующую позицию занял Владивосток, ставший свободным портом в 2015 г. и столицей Дальнего Востока в 2019 г. Статус свободного порта, дал городу ряд мер государственной поддержки предпринимательской деятельности, что помогает создавать новые инвестиционные проекты и рабочие места.

По доле промышленного производства (включая как обрабатывающие производства, так и водо-, газо- и электроснабжение) все региональные столицы занимают лидирующее положения в экономиках своих регионов.

Анализ обеспеченности объектами социально-культурного назначения, показал, что наиболее активно строительство идет в южных столицах ДВФО, а также в Якутске. В южных столицах это объясняется большим количеством населения, стабильным ростом численности населения и спросом на жилье. Среди северных столиц Якутск самый густонаселенный город с высокими темпами роста населения. Из-за чего происходит дисбаланс ввода жилых домов и объектов социально-культурного назначения, таких как детские дошкольные учреждения, школы, а также отстает в обеспеченности

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

больничными койками и по мощности амбулаторных-поликлинических учреждений.

Обратная ситуация наблюдается в Анадыре и Магадане, где из-за сложных климатических условий, малого населения (или даже оттока населения) практически отсутствует спрос на жилье.

Своеобразной автономизацией на Дальнем Востоке стала образовательная среда, когда с ростом цен выпускники школ вынуждены выбирать высшие учебные заведения своего региона, что существенно сокращает их выбор профессий и препятствует раскрытию их потенциала.

Лидирующие позиции по количеству вузов занимают Хабаровск, Владивосток и Якутск. Здесь же сконцентрировано самое большое количество учащихся.

Подводя итоги, можно отметить, что региональные столицы по-прежнему являются центрами притяжения населения для своих регионов. Более того, некоторые города, такие как Якутск испытывают проблемы в связи с высоким темпом роста численности населения. Наряду с Якутском конкурентными преимуществами перед остальными столичными городами обладают Хабаровск и Владивосток, так как имеют наиболее благоприятные климатические условия, более развитую социально-экономическую сферу и значительный потенциал для привлечения населения.

Список литературы

1. База показателей муниципальных образований субъектов Дальнего Востока [Электронный источник] - URL: http://www.gks.ru/free_doc/new_site/bd_munst/munst.htm
2. Государственная программа Российской Федерации "Социально-экономическое развитие Дальневосточного федерального округа" [Электронный источник] - URL: <http://gov.garant.ru/SESSION/PILOT/main.htm>
3. Найден, С.Н., Колбина, Е.О. Города Дальнего Востока: социально-экономический потенциал и перспективы развития опорных центров расселения/ С.Н. Найден, Е.О. Колобина // Регионалистика. - 2014. - Т1. №4. - С. 23-35
4. Об утверждении методики оценки качества городской среды проживания: Приказ Минрегиона России от 09.09.2013. №371 [Электронный источник] - URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_152268
5. Проект стратегии социально-экономического развития Чукотского автономного округа до 2030 года [Электронный источник] - URL: <http://old.economy.gov.ru/minec/activity/sections/strategterplanning/komplstplanning/stsubject/projects/2019032302>
6. Федеральная служба государственной статистики [Электронный источник] - URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13206>

Годованец Е.Т.¹

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГО-ПРОСВЕТИТЕЛЬСКОЙ И ТУРИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СИСТЕМЕ ООПТ РОССИИ

¹Департамент наук о Земле ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель – к.г.н., доцент А.А. Глушко

Экологический туризм в настоящее время – один из наиболее популярных видов туризма. Он направлен на познание объектов и явлений природы и активный отдых, основанный на рациональном использовании объектов природы [1]. Основу системы ООПТ и особое пространство экотуризма составляют национальные парки и заповедники. На 2019 г. насчитывается 63 национальных парка – 0,5 % от общего количества ООПТ РФ, а их площадь составляет 26,6 млн га (11,1% от общей площади

ООПТ). Количество заповедников на территории России – 108 (0,9% от всех природоохранных территорий страны), их площадь составляет 33,6 млн га или 14,1% [3].

Принципы экологического туризма широко используются в работе национальных парков, а в последние годы и заповедников. В природоохранных и буферных зонах создаются музеи, оборудуются экологические тропы, проводятся экологические экскурсии под руководством специалистов [2]. Интерес к экологическому туризму значительно вырос: при относительно небольшом росте числа визит-центров, музеев и экотроп, наблюдается увеличение посетителей ООПТ в 3-10 раз. Так, число посетителей музеев при национальных парках (НП) увеличилось с 45 тыс. в 2001 г. до 224 тыс. в 2019 г. посетителей (в 4,9 раз). Количество посетителей визит-центров нацпарков, в свою очередь, увеличилось в 71 раз (с 24 тыс. в 2001 г. до 1,7 млн посетителей в 2019 г.) [3]. Отмечается ежегодный рост числа посетителей и в заповедниках. При этом, как правило, НП опережают заповедники по числу посетителей (исключение составили 2004 и 2011-12 гг.). Этому есть объяснение: НП в большей степени, чем заповедники обладают необходимой для экологического туризма инфраструктурой. Максимальное количество посещений парков отмечено в 2019 г. – почти 4,5 млн чел. Для заповедников – в 2018 г. – около 1,8 млн чел. [3] (рисунок 1).



Рисунок 1 – Динамика посетителей экологических троп и маршрутов на территории ООПТ в РФ в 2001-2019 гг., чел. [построено автором по 3]

Развитие экологического туризма отличается региональной спецификой. Это зависит от многих факторов, обуславливающих размеры, структуру, географию спроса на экологические туры и экскурсии. В целях выявления вовлеченности в экотуризм и степени аттрактивности ООПТ проведен опрос среди студентов ДВФУ, представляющих сегмент молодых, спортивных, активных потенциальных потребителей услуг экотуризма. Участников опроса – 30; способ получения информации – интервью. 20 респондентов указали, что они посещали какие-либо ООПТ. Треть опрошенных (10 человек) ответили, что подобного опыта в их жизни не было, но они хотели бы его приобрести в ближайшее время (6 респондентов). Респондентами было названо 22 наименования ООПТ, посещенных ими. В том числе 8 на территории Приморского края. Всего охраняемые территории Приморья посетило 18 человек (60%). Самый популярный объект – Ботанический сад-институт ДВО РАН – его посетили 16 респондентов. Это связано с высокой степенью доступности данной ООПТ. 4 респондента посещали НП «Земля леопарда». Были названы Лазовский заповедник им. Л. Г. Капланова (3 респондента), НП «Зов тигра» и заповедник «Кедровая падь» (по 2 человека), Дальневосточный морской, Уссурийский заповедники и дендрарий Горнотаежная станция. Все названные ООПТ обладают статусом федерального значения, отличаются относительно высокой транспортной доступностью, располагаясь в близости от Владивостока.

Часть респондентов (12) посещали ООПТ, расположенные за пределами Приморского края; всего указано 14 ООПТ. При этом самыми популярными стали природный парк «Белуха» и НП «Сайлюгемский» (Республика Алтай), их посетили 5 респондентов. Привлекательность данных ООПТ обусловлена расположением в горной живописной местности и высокой концентрацией туристских

объектов, среди которых главным является г. Белуха (4 506 м). Четверо респондентов посещали НП «Прибайкальский» (Иркутская область). Третий в рейтинге НП «Красноярские Столбы» (Красноярский край) посетили 2 респондента. В ответах респондентов указаны также «Алханай» (Забайкальский край), Хвалынский (Саратовская область), Забайкальский (Бурятия) национальные парки, «Бастак» (ЕАО), Зейский (Амурская область), Курильский (Сахалинская область) заповедники. Из заказников в ответах встречаются Фролихинский (Бурятия) и Благовещенский (Амурская область). Природные парки «Ергаки» (Красноярский край) и «Вулканы Камчатки» (Камчатский край) посещали по одному респонденту. Относительно целей посещения ООПТ все респонденты указали «туризм». Двое участников опроса указали также – «научная деятельность». Большая часть респондентов (18 человек) положительно оценили свои впечатления о посещении ООПТ, отметив, что желали бы посетить их повторно. Лишь один из участников опроса указал, что «природа не впечатлила». В качестве критичного отношения к ООПТ как территориям экологического отдыха и туризма, было отмечено наличие мусора.

Опрос показал, что среди студентов Дальневосточного федерального университета посещение особо охраняемых природных территорий с целью туризма является достаточно популярным. Всего респонденты посетили 22 ООПТ расположенных в 11 регионах России (Саратовская область, Красноярский край, Республика Алтай, Иркутская область, Республика Бурятия, Забайкальский край, Амурская область, ЕАО, Приморский край, Сахалинская область и Камчатский край). Такой разброс может быть связан не только со спецификой увлечений респондентов, но и с тем, что в ДВФУ съезжаются люди со всей России.

Список литературы

1. Джуртубаев, Х.Ч. Развитие экологического туризма на территории ООПТ. Туризм и местное население [Электронный источник] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razvitiye-ekologicheskogo-turizma-na-territorii-oopt-turizm-i-mestnoe-naselenie>
2. Романчук, О.Н., Суворов, А.П. Экологический туризм на особо охраняемых природных территориях [Электронный источник] – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskii-turizm-na-osobo-ohranaemyh-prirodnyh-territoriyah>
3. Федеральная служба государственной статистики. Окружающая среда. Особо охраняемые природные территории [Электронный источник] – URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/11194>

Дзен Г.Н.¹

ЛЕЧЕБНЫЕ ГРЯЗИ ЛАГУННОГО ОЗЕРА ИЗМЕНЧИВОЕ (О. САХАЛИН) КАК РЕКРЕАЦИОННЫЙ РЕСУРС

¹Департамент наук о Земле ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель - д.г.н., профессор П. Ф. Бровко

Рекреационный ресурс – составная часть туристских ресурсов, представляет собой совокупность феноменов социально-культурного характера и различных элементов природной среды. Природные и природно-антропогенные системы, тела и явления природы, артефакты, которые обладают комфортными свойствами и потребительской стоимостью, могут быть использованы в рекреационной деятельности [1]. Практически все природные ресурсы обладают рекреационным и туристским потенциалом, но степень использования его различна и зависит от рекреационного спроса и специализации региона.

Одним из важнейших природно-антропогенных объектов для изучения освоения природных ресурсов является контактная зона «суша – море» или береговая зона океана.

Морские береговые рекреационные системы способствуют наиболее полному удовлетворению различных рекреационных целей отдыхающих. Уникальными рекреационными ресурсами обладают лагунные берега, широко распространенные на Сахалине.

Среди современных направлений использования лагун и лагунного побережья все большее значение приобретает их рекреационное использование. Лагунные бары с выровненным рельефом и своеобразными береговыми ландшафтами являются перспективными для создания зон отдыха. На острове Сахалин на долю лагунных берегов, участков с отдельными лагунами и формами рельефа лагунного генезиса приходится 19% побережья, или 516 км из 2670 км общей протяженности береговой зоны [4]. Лагунное озеро Изменчивое обладает уникальными туристскими и лечебными ресурсами. Живописные берега, широкие песчаные пляжи с мористой стороны баров, благоприятные климатические условия Южного Сахалина уже сегодня сделали озеро излюбленным местом отдыха населения.

В числе природных «врачующих» факторов Сахалина не последнее место занимают лечебные грязи (пелоиды). К ним относятся донные осадки многих лагун, представленные илами. Лечебные грязи – это однородная тонкодисперсная, пластичная масса, состоящая из воды, минеральных и органоминеральных иловых отложений, обладающая высокой теплоемкостью и теплоудерживающей способностью, содержащая терапевтически активные вещества и живые микроорганизмы. В грязеобразовательном процессе участвуют разнообразные природные факторы, которые благодаря своим особенностям формируют определенный тип пелоида. В морских заливах, бухтах, лагунах и изолированных прибрежных участках, защищенных от интенсивных волн и течений, образуются морские сульфидные грязи. Для них характерна невысокая минерализация грязевого раствора (отсюда присутствие гипса) и постоянство ионного состава, а также значительное содержание воды.

Наиболее крупное месторождение лечебных грязей (общие запасы 10 млн. м³) республиканского значения находится в озере Изменчивое в юго-восточной части о. Сахалин. По морфогенетической классификации – это прибрежная лагуна, отделенная от Охотского моря аккумулятивной формой – косой. В ряду природной эволюции: морской залив (пролив) – лагуна – лагунное озеро, Изменчивое находится на стыке второго и третьего этапов. Применение к водоему терминов «лагуна» и «лагунное озеро» правомерно. Площадь озера 8,6 км², наибольшая длина – 4,35 км, ширина – 2,75 км. Длина береговой линии 11,5 км. С Охотским морем озеро соединяется проливом (протокой) искусственного происхождения. Протока из озера выходит напрямую в море, минуя залив Мордвинова. Берега озера низкие и поросли лесом. Вода в озере соленая. Максимальная глубина озера при малой воде 5,5 м, в прилив – 6,1 м. Средняя глубина в приливо-отливный цикл составляет 3,6 - 3,8 м. Максимальный объем – 0,0317 км³.

Котловина озера выровнена, без резких перегибов дна и представляет собой аккумулятивную равнину на глубинах 4 и более метров. В озере выявлены следующие типы донных отложений: каменистые отложения; пески разнозернистые, с галькой; песчанистые илы; глинистые илы [3]. Первые два типа относятся к группе реликтовых, т.е. не соответствующих современной волновой обстановке и сформированных в иных гидродинамических условиях – открытого залива и лагуны. Каменистые отложения представлены аргиллитами разной размерности – от щебня до валунов – и приурочены к выступающим в озеро мысам. Перед мысами сформированы выровненные абразионные террасы – бенчи, где мощность этих отложений незначительна. Характерно, что каменистые отложения встречается и на Тунайче у мысов Советский, Коммунаров, Лазо и других [2].

Широкая полоса этих отложений вдоль восточного берега озера Изменчивого в южном

направлении продолжается в Тунайче у мыса Дуркина и западнее острова Птичий. В целом мысы и ареал крупнообломочных отложений и плит (скалистого бенча) имеют субмеридиональное простирание и соответствуют одному из направлений разрывных нарушений в этом районе. Площадь каменистых отложений 1,8 км², или 21% площади озера.

Пески разнозернистые, с галькой и гравием, расположены узкой полосой вдоль западного и северного берега озера. Более широкий ареал песчаных отложений, характерных в целом для волноприбойной зоны, приурочен на юге озера к древнему проливу, соединявшему Изменчивое и Тунайчу, и к современному проливу на северо-востоке. Пески местами заилены, что характерно для замкнутого водоема, и занимают площадь 0,6 км² (7% площади озера).

Наиболее распространены на дне озера глинистые илы – 4,9 км² (56%). Для сравнения: в более крупных лагунах – Буссе и Тунайча – их ареал меньше и не превышает 40%. В Тунайче это объясняется активным волновым воздействием, где длина разгона волны может превышать 20 км, а в Буссе – значительным влиянием приливных течений через постоянно действующий пролив Сулова. В обоих случаях в водоемах увеличивается доля песчано-алевритовых осадков и, соответственно, сокращается доля глинистых илов.

Глинистые илы озера Изменчивого в верхнем горизонте тонкодисперсные черного цвета, с запахом сероводорода. Ниже они переходят в серые илы. Общая мощность отложений достигает 7 м. Черные илы представляют собой однородную пластичную массу. Влажность черных илов 50-67%, удельный вес 1,3-1,4 г/см³; сопротивление сдвигу 1700-2400 дин/см². Засоренность илов частицами крупнее 0,25 мм редкая, в среднем равна 0,4%. Наиболее высокая влажность илов – 59-63% – отмечается в слое 0 – 0,5 м, ниже – в слоях 0,5-2,5 м, она снижается до 49-54% [3]. Условия формирования и физико-химические свойства черных илов позволяют рассматривать их как «морские иловые сульфидные грязи средней минерализации», представленные практически во всех лагунах Сахалина.

В связи с интенсивным хозяйственным освоением нефтегазоносного шельфа острова, развитием транспортного, энергетического и агропромышленного комплексов, необходимо укрепить и принять эффективные меры по охране уникального природного объекта – лагунного озера Изменчивое. Это тем более важно, что охрана природных ресурсов является одной из важнейших задач при реализации национальных проектов в области туризма и природоохранных программ, включая проектирование и создание национальных парков.

Список литературы

1. Бровка П. Ф. Рекреационно-геоморфологические системы лагунных берегов Сахалина // Вестник Сахалинского музея. - 2013. - Т. 20. - С. 190-196
2. Бровка П. Ф., Дзен Г. Н., Малюгин А. В. Геоморфология и эволюция лагунного озера Изменчивое (о. Сахалин) // Геосистемы в Северо-Восточной Азии: территориальная организация и динамика. Владивосток: ТИГ ДВО РАН, - 2017. - С. 492-498
3. Гончаров М. Н. Лечебные грязи залива Изменчивого (отчет о разведке грязевых ресурсов озера Изменчивого для организации грязелечения в санаториях Сахалинской области). М., 1975. – 104 с.
4. Лагуны Сахалина / П. Ф. Бровка, Ю. А. Микишин, В. Ф. Рыбаков и др. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2002. - 80 с.

Дорофеев С.Д.¹, Коваленко Д.В.²

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЕКРЕАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ П-ВА ГАМОВА В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

^{1,2}Департамент наук о Земле ШЕН ДВФУ

^{1,2}Научный руководитель - к.г.н., доцент А.В. Широкова

Полуостров Гамова расположен в восточной части евразийского континента, на территории Дальнего Востока России, на юго-западе Приморского края (Рисунок 1). Площадь – 23 км². Обладает высокой степенью рекреационной привлекательности ландшафтов и природных условий, которые ежегодно привлекают значительный туристический поток со всего Дальнего Востока. Поскольку рекреационной оценки ресурсов полуострова и прилегающей территории не проводилось, данное исследование является актуальным. Цель данной работы – изучение территории на предмет рекреационного природопользования, для чего необходимо выделение основных природных компонентов, используемых в рекреационных целях. Обычно выделяют следующие природные компоненты: рельеф, климат, растительный и животный мир. Методы: картографический, сравнительно-географический.

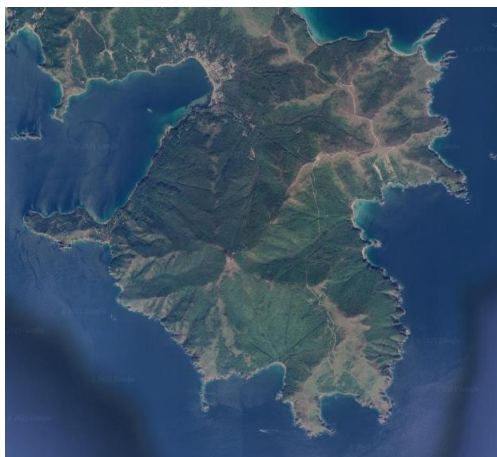


Рисунок 1 - Космический снимок п-ва Гамова [Google Earth Pro]

В рельефе района исследования преобладают низкогорья. Главной вершиной является гора Туманная (506 м). В орографическом отношении территория является продолжением восточного отрога Восточно-Маньчжурской горной страны. Полуостров имеет очень изрезанную береговую линию, вдоль которой выделяются кекуры, малые острова, мысы, бухты, заливы, прибрежные скалы, песчаные пляжи. Преобладающий тип берегов полуострова – абразионно-денудационный, также присутствуют аккумулятивные берега. Расчлененность рельефа обуславливает высокую степень эстетичности, что усиливается сочетанием горных ландшафтов и моря. Небольшие высоты благоприятствуют развитию спортивно-оздоровительного туризма (пеший туризм, прогулочный отдых, терренкур). Протяженная береговая линия (37 км) при обилии бухт, пригодных для купания, создает возможности для купально-пляжной рекреации. За счет изрезанной береговой линии и разной экспозиции на территории существуют очень разные условия для развития туризма. Все бухты в связи с разной ориентацией и степенью защищенности от ветра и волн имеют различную рекреационную емкость и ценность. В связи с этим здесь возможно развитие широкого спектра водного туризма от купально-пляжного курортного до экстремального спортивного туризма (дайвинг, серфинг, яхтинг).

Климатические условия района исследования определяются его положением на восточной окраине огромного континента на юге умеренного пояса и на западном побережье Тихого океана. Следствием этого взаимодействия является формирование муссонного климата.

Для полуострова характерна сезонная смена воздушных масс, возникающих под влиянием термических контрастов между континентом и океаном. В первую половину лета, когда в исследуемый район выносятся умеренный морской воздух с акватории дальневосточных морей, преобладает прохладная, пасмурная погода с морозящими дождями, что является лимитирующим фактором для развития в это время здесь купально-пляжного туризма. Во вторую половину лета, когда выносятся тропический морской воздух по западной периферии Северо-Тихоокеанского максимума, преобладает теплая, душная погода с непродолжительными ливневыми дождями. Количество комфортных дней – 30-40 [2]. В конце лета нередко тайфуны, приносящие штормовые ветры и сильные дожди, наносящие урон рекреационной деятельности. В августе на полуострове среднемесячная температура составляет 21,1°C. В отдельные летние дни температура воздуха может достигать 33–38°C. В августе выпадает наибольшее количество осадков – 162 мм с абсолютным максимумом в 487 мм. Максимальная среднемесячная температура воды в августе в заливе Посъета составляет 23°C, абсолютная максимальная – 29°C [2].

Изучаемая территория отличается уникальной растительностью с высокой степенью эндемизма. Здесь сохранены первичные растительные сообщества, исчезнувшие в других местах района. Основной тип растительности – широколиственные леса. Особенностью полуострова являются произрастающие вдоль побережья полуострова краснокнижные густоцветковые сосны, рододендрон Шлиппенбаха, амурский бархат, тис остроконечный, и другие краснокнижные виды, создающие условия для формирования здесь научного, экологического, познавательного туризма. Данная растительность повышает эстетичность ландшафтов, что благоприятствует фототуризму и прогулочному туризму. Животный мир полуострова также уникален. Поскольку в южном Приморье обитают животные и птицы, занесенные в Красную книгу, это является основой для развития экологического и научно-познавательного туризма. Обилие промысловых видов может способствовать развитию спортивно-промысловой рекреации: сбор грибов, ягод, рыбалка, подводная охота и т.д.

В результате анализа была составлена таблица 1, систематизирующая виды рекреационной деятельности по используемым природным компонентам.

Таблица 1

Виды рекреационной деятельности и используемые природные компоненты

Элемент ПТК	Рекреационные ресурсы	Тип рекреации	Виды деятельности
Рельеф	Горы: Туманная (506 м), Змеиная. Абразионные берега: кекуры, малые острова (остров Томящегося Сердца), мысы (Гамова, Шульца и пр.), бухты, заливы, прибрежные скалы. Аккумулятивные берега: песчаные пляжи (бух. Астафьева). Ландшафты высокой эстетичности.	Спортивный, спортивно-оздоровительный, экологический, научный, лечебно-оздоровительный.	Обзорные экскурсии, маршруты (пешие, авто-, мото-, вело-, конные), фототуризм и т.д. Купально-пляжный.
Климат	Тепловой режим воздуха; тепловой режим воды; соляность; ветер.	Спортивно-оздоровительный, спортивный.	Талассотерапия, гелиотерапия. Купально-пляжный отдых, пляжные и водные виды спорта (пляжный волейбол, яхтинг, каякинг, виндсерфинг, кайтинг, дайвинг, снорклинг и пр.)

Растительный мир	Эндемичные и краснокнижные виды: краснокнижные густоцветковые сосны, рододендрон Шлиппенбаха, амурский бархат, тис остроконечный и пр. Цветение: рододендрона Шлиппенбаха, рододендрона остроконечного, розы ругоза, вейгелы, эдельвейс двухцветный и пр. Съедобные: грибы, ягоды, орехи, папоротник и т.д.	Научный, познавательный, экологический.	Экологические маршруты научно-исследовательский, познавательный, фототуризм, собирательство.
Животный мир	Краснокнижная фауна: дальневосточный леопард, олень пятнистый, ларга, колючая акула и пр. Богатая морская фауна: окунь восточный, лакедра, терпуг, кальмар, камбала, нерпы, беспозвоночные и пр.	Научный, познавательный, экологический, промысловый	Экологические маршруты, научно-исследовательский, познавательный, фототуризм, рыбалка, подводная охота.

Список литературы

1. Григорьева Н.И., Кучерявенко А.В. Гидрологические условия юго-западной части зал. Петра Великого Изв. ТИПРО. - 2002. - Т. 131. - С. 78–95
2. Преловский В.И. Стратегия территориального развития рекреации и туризма в Приморском крае/В. И. Преловский, Ю. В. Смольянинов, А. П. Добрынин, П. Я. Бакланов; ред. В. И. Преловский. – 1996. - С 45-50
3. Сазыкин, А.М. Основы рекреационной географии и туризма Виды туризма (конспект лекций)/А.М.Сазыкин. - Владивосток: ДВГУ, 1998. – 9 с.
4. Урусов В.М., Варченко Л.И. Эколога-туристические проекты для юго-запада Приморья // Вестник КрасГАУ. - 2014. - №6. - С. 164-169

Жуковина М.Г.¹

О РАЗРАБОТКЕ ПЛАНА УПРАВЛЕНИЯ ЛАГУНОЙ БУССЕ НА О. САХАЛИН

¹Департамент наук о Земле ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель – д.г.н., проф. П.Ф. Бровко

Лагуна Буссе – полузакрытая лагуна, расположенная в южной части Муравьевской неизменности острова Сахалин. Формирование лагуны Буссе произошло в среднем-позднем голоцене в результате отчленения баром мелководного залива. Площадь лагуны 43 км², средняя глубина 4,8 м [2].

Юридический статус лагуны Буссе менялся – от водоема с добычей рыбы и промысловых водорослей в промышленных объемах (1945-77 гг.) и памятника природы (1977-2020 гг.) до природного парка (2020) [1].



Рисунок 1 – Космоснимок лагуны Буссе [GoogleEarthPro]

Лагуны являются уникальными природными объектами, которые к тому же имеют большой потенциал хозяйственного освоения. В виду гидрологического режима, морфологического строения, характера осадков лагуна Буссе, несомненно, имеет особое значение в создании хозяйств марикультуры.

Здесь обитают дальневосточный трепанг, тихоокеанская устрица, приморский гребешок, мидия и т.д. В зарослях зостеры обитает крупная травяная креветка – шримс. Наибольшую ценность имеет красная водоросль анфельция. Также стоит отметить, что лагуна является местом концентрации пролетных водоплавающих птиц [3].

Экотуризм – это еще один вид использования природного объекта. В последние годы отмечается устойчивый рост спроса на экологический туризм, как среди местных жителей, так и приезжих, в том числе иностранных граждан.

Реалии современной российской законодательной системы не имеют возможности строго контроля хозяйственного освоения прибрежной зоны, а лагуна является частью моря. Сложившаяся ситуация чревата серьезными последствиями для экосистем.

К примеру, сегодня туристская деятельность, в том числе и на пляжах, регулируется нормами Водного, Земельного, Градостроительного кодексов, различными законами и подзаконными актами федерального и регионального значения, что объективно затрудняет их эффективное и правильное применение как правоприменителями, так и обычными гражданами, особенно, если речь идет о неорганизованном туризме [4].

В виду отсутствия законодательной базы, которая бы регулировала правоотношения и интересы населения и природопользователей, автор, предлагает для таких природных объектов принимать на региональном уровне План развития лагуны.

Подобного рода план, представленный в виде руководства по управлению проблемами, является системой управления, разрешения проблем и сохранения ценных видов. Разработка плана включает обширные консультации с общественностью и заинтересованными сторонами, а также государственными органами, в целях достижения оптимального результата.

Данная система управления может помочь достижению следующих целей: лагуна и ее экосистемы будут находиться под защитой; пагубное воздействие можно уменьшить или смягчить; ценности могут быть идентифицированы и должным образом приняты во внимание с учетом потенциального развития; результаты различных стратегий могут быть проанализированы, чтобы в дальнейшем выбрать лучший вариант.

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

Сегодня, в отсутствие комплексного управления, использование ресурсов лагуны и ее освоение осуществляется неконтролируемо и бессистемно, без учета последующего влияния освоения на прибрежную зону и на прилегающие участки побережья.

Однако, такие положительные примеры, как реализация комплексного управления лагунами Сарома (Япония), Тамзынг и Каухай (Вьетнам), позволяют создать благоприятные условия для освоения природопользователями лагуны в рамках устойчивого развития, что позволит избежать деградации экосистем. Для достижения цели требуется активное сотрудничество между государством, научным сообществом, природопользователями и населением.

Таким образом, следует отметить необходимость Плана развития лагуны Буссе для ее развития с учетом ее значимости как природного парка.

Список литературы

1. Бровко П.Ф. Лагуна Буссе (о. Сахалин): от памятника природы к национальному парку // Науки о земле: от теории к практике (Арчиловские чтения - 2020). Чебоксары, - 2020. - С. 406-410
2. Бровко П.Ф. Лагуны Сахалина / П.Ф. Бровко, Ю.А. Микишин, В.Ф. Рыбаков, А.Н. Володарский, Н.С. Терентьев, Т.Н. Токарчук. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2002. - 80 с.
3. Бровко П.Ф. О создании национального парка «Тунайчинский» на острове Сахалин / П.Ф. Бровко, А.О. Горбунов, А.В. Малюгин, Н.И. Фомина // Региональные проблемы, - 2008, - № 9. - С. 97-100
4. Жуковина М.Г. Проблемы развития комплексного управления прибрежными зонами // Береговые исследования в Тихоокеанской России. Сборник научных статей. Владивосток: Изд-во ДВФУ, - 2020. - С. 214-228

Кияницин В. В.¹

РАЦИОНАЛЬНО-АДАПТИВНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЙМЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ РАЗДОЛЬНАЯ)

¹Департамент наук о Земле ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель - к.г.н., доцент А.М. Сазыкин

Рациональное использование территорий является одной из актуальных проблем человечества. С самых начальных этапов развития общества люди видели территорию, как место своего расселения, повседневной жизнедеятельности, производства. «От собирательства – до сферы обслуживания». На каждой стадии прогресса человек использовал потенциал территории, для повышения эффективности своей деятельности, что вело к увеличению комфорта жизненных условий.

В современном мире этот вопрос встал особенно остро по ряду причин:

1. Резкий рост населения с середины XX в., который продолжается по сей день;
2. Технологическое отставание развивающихся стран, в том числе и в агропромышленном комплексе, что ведет к увеличению нагрузки на эксплуатируемые территории;
3. Наследие прошлого, выраженное в ошибках территориального распределения производственных комплексов, в угоду быстрым темпам экономического роста.

Цель работы – рассмотреть возможности рационального природопользования пойменных территорий р. Раздольная.

Объектом исследования является пойменные территории реки Раздольной. Предметом – адаптивно-рациональное природопользование.

Адаптивно-рациональные природопользовательские мероприятия – ряд действий, решающий

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

проблему взаимодействия отношений, природа-человек. Цель данных мероприятий – нахождение компромисса. В основе оценки территории лежит – ландшафтный подход. Метод исследования – анализ картографического материала: фотоснимков, космоснимков, тематических карт данной территории. Результатом исследования являются рекомендации по сохранению, восстановлению экологического баланса.

Пойма реки от государственной границы до с. Чернятино преимущественно односторонняя, ниже становится двухсторонней. Ширина поймы меняется по участкам, достигая на некоторых из них ширины 5-8 км (в районе с. Раздольного – 1,3 км, в районе с. Борисовка – до 8 км) [2]. Полное затопление поймы происходит во время очень больших паводков, продолжительность стояния воды не превышает 2-5 дней. Периметр поймы составляет 355 км, площадь 359 км². В верхнем течении имеет узкую форму постепенно расширяясь к устью.

Экологическая ситуация на пойме, характеризуется как благоприятная для продолжения деятельности человека, но с негативной динамикой природно-социальных отношений. То есть потенциал территории не исчерпан, но тенденция к ухудшению экологической обстановки присутствует [3]. Причиной такого проявления служит моноотраслевое развитие территории, при отсутствии рекультивационных мероприятий. Возникающий конфликт между человеческой деятельностью и природой свидетельствует об отсутствии компромисса. Если компромисс в лице адаптивного подхода не будет найден, то тенденция может сохраниться, что приведёт территорию в экологическую непригодность [1].

Площадь, занимаемая сельскохозяйственными угодьями, увеличивалась, при этом структурированность угодий уменьшается, о чем свидетельствует изменение в однородности цвета на космоснимках. Если в 1989 г. спектрально можно увидеть границы тех или иных выращиваемых сельскохозяйственных культур, то уже в наше время данный маркер территориального природопользования отсутствует (рис.1).

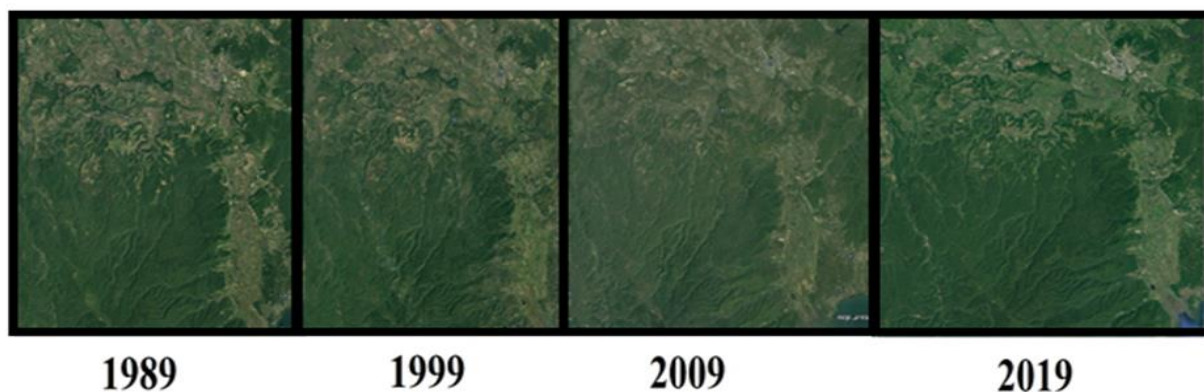


Рисунок 1 – Изменение территории поймы Реки Раздольная от 1989 по 2019 год на основе космоснимков с Google Earth

Также стоит отметить, что промышленные отходы, поступающие в воды при разливе, способствуют отравлению вредными химическими веществами почвы в нижнем течении реки Раздольная, что ведет к ухудшению качества и количества выпускаемой сельскохозяйственной продукции (рис. 2,3).



Рисунок 2 – Весенние половодье 2014.04.11 в пригороде Уссурийска фотоснимок с Google Earth

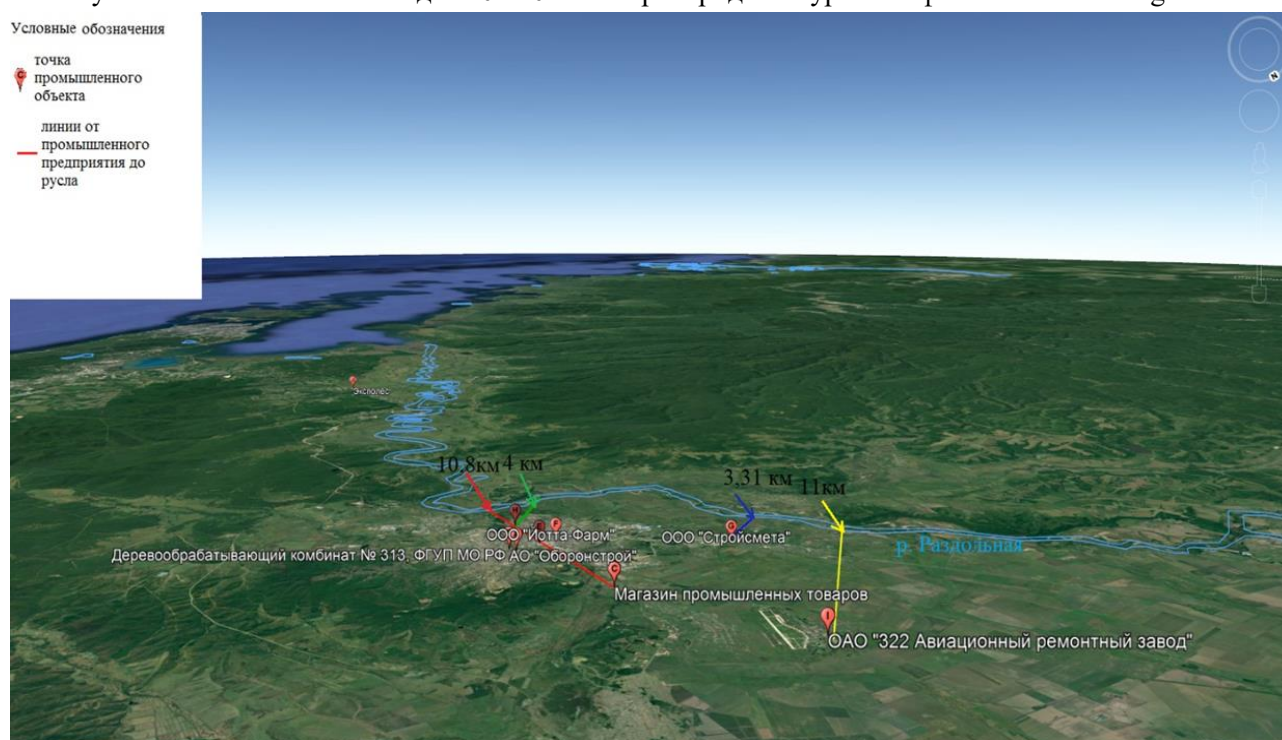


Рисунок 3 – Карта расстояний от промышленных объектов г. Уссурийска до русла реки Раздольная, составленная на основе космоснимка с Google Earth

И так, рассмотрев рационально-адаптивное природопользование пойменных территорий на примере поймы р. Раздольная, можно прийти к выводу, что территориальный вид рационально-адаптивного природопользования является на данный момент оптимальным для сохранения естественных ландшафтов, при минимальном ущербе хозяйственной деятельности.

Краевой политики по природопользованию пойменных территорий р. Раздольная нет. Процесс приобрел характер «самотечной организованности», то есть размещение хозяйственной деятельности регулируется местными структурами, но их решения имеют стихийный характер. То есть единое направление в организации взаимодействия природного базиса и хозяйственной деятельности отсутствует.

Территория имеет хороший экологический и рекреационный потенциал, хотя наблюдается тенденция к его снижению. Проблема минимизации конфронтации человеческой деятельности и природных факторов остается нерешенной.

Список литературы

1. Сидоренко А.В. Комплексная экодиагностика речного бассейна в целях организации устойчивого природопользования : На примере бассейна реки Раздольной // дисс. на соиск. уч. ст. д. геогр. н. – СПб, 2003. – 225 с.
2. Специалисты озвучили прогноз весеннего половодья и даты вскрытия рек в Приморье [Электронный источник] - URL: https://primpogoda.ru/articles/reki_primorya/reka_razdolnaya
3. Степаненко Н. Г. Региональные особенности природопользования в Приморском крае // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 7 (часть 2). – С. 256-259

Комин А. И.¹, Степанов Г. Ю.²

**ОЦЕНКА МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО ПОТЕНЦИАЛА РЕСПУБЛИКИ САХА (ЯКУТИЯ)
КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ
ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ОТРАСЛЕЙ**

^{1,2}Департамент наук о Земле ШЕН ДВФУ

^{1,2}Научный руководитель – к.г.н., доцент Л. И. Рябинина

Республика Саха (Якутия) была и остается регионом, где горнодобывающая промышленность в решающей степени определяет производственную инфраструктуру и доходную часть бюджета. Уровень производства ВРП на душу населения в субъекте за последние годы имеет тенденцию к росту и превышает среднероссийский показатель на 15% [1]. При этом в составе промышленной продукции в 2019 г. 65% приходится на продукцию цветной металлургии, а доля электроэнергетики и топливно-энергетической промышленности составляет 15% и 14% соответственно. В структуре добавленной стоимости РС(Я) доля промышленности составляет 44%, при этом в ее составе 80% приходится на продукцию сырьевых отраслей [2]. Таким образом, эффективность экономики республики в производстве ВРП достигается за счет высокой доли природоресурсных отраслей, преимущественно, цветной металлургии и топливной промышленности. Данное обстоятельство определило основную цель нашего исследования – оценить минерально-сырьевой потенциал (МРП) Якутии на современном этапе как фактор инвестиционной привлекательности горнодобывающих отраслей.

Общая оценка МРП региона проводилась путем суммирования балльной оценки каждого вида полезного ископаемого с учетом шкалы ценности ресурсов (1):

$$P = \sum \frac{xnk}{L} \quad (1),$$

где P – минерально-сырьевой потенциал региона, x – вид минерального ресурса, n – относительная ценность отдельного минерального ресурса, k – поправочный коэффициент на размер месторождения, L – поправочный коэффициент степени удаленности месторождения от железных дорог.

Балльный метод считается наиболее приемлемым для экономико-географического исследования, так как позволяет получить представление об относительной величине всей совокупности добываемых минеральных ресурсов территории. Относительная ценность каждого из полезных ископаемых Якутии определялась на основе математический приема С.Н. Соколова [3], из которого следует, что примененные в работе баллы ценности каждого ресурса тесно связаны с логарифмом по основанию 2 от мировой цены на него (в долларах за 1 т / 1 куб. м). Эта связь подтверждается и коэффициентом корреляции равным 0,89. В результате были рассчитаны баллы как общего МРП республики, так и по отдельным его составляющим группам (топливно-энергетические, рудные и нерудные ресурсы), а также и по важнейшим полезным ископаемым. Последнее важно для

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

определения вклада каждой из групп полезных ископаемых в общий МРП Якутии. Список малых, средних и крупных месторождений полезных ископаемых составлялся на основе информации ГИС-Атласа «Недра России» [4]. Удаленность месторождений от железных дорог рассчитывалась функцией Google maps с автоматическим измерением расстояний.

Проведенные расчеты подтвердили, что Якутия располагает наиболее значительным по объему и уникальным по качеству потенциалом минерального сырья среди всех субъектов Дальнего Востока. Общий потенциал МР (по состоянию на 2020 г.) составляет 25,5 баллов. Из них на топливно-энергетические ресурсы приходится 2,6 баллов, рудные – 11 и нерудные – 11,9 (рисунок 1).

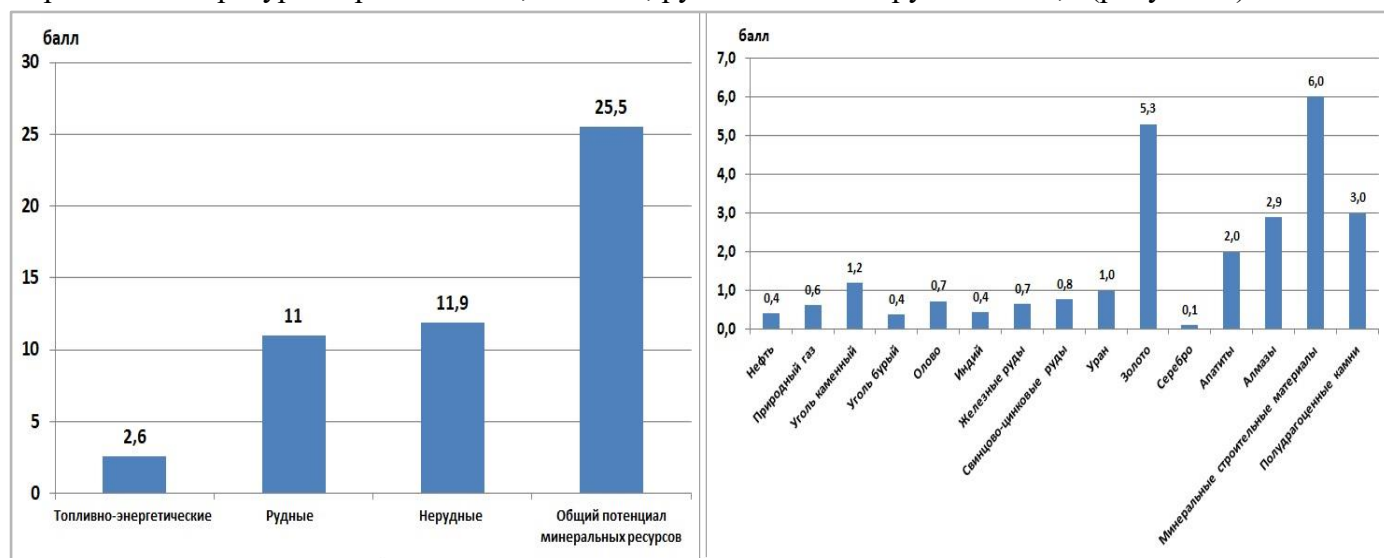


Рисунок 1 – Балльная оценка общего МРП Республики Якутия и его составляющих по группам и отдельным полезным ископаемым [рассчитано по 4]

Всего на территории республики выявлено свыше 1500 месторождений разных видов минерального сырья (25,5 балла), в том числе 150 кимберлитовых трубок (2 балла), более 700 золотоносных (5,3 балла), 44 оловянных (0,7 балла) и столько же каменноугольных (1,2 балла), 34 нефтегазовых (0,4 балла), 26 слюдяных (0,84 балла), 7 железорудных (0,7 балла), ряд сурьмяных, цеолитовых, апатитовых, урановых и других месторождений. Республика занимает в стране лидирующие позиции, обеспечивая, в частности, 100% добычи в России сурьмы, 98% алмазов, 20% золота, 40% олова [4].

Стоимостная оценка МРП РС (Якутия) по данным последней переоценки Министерства природных ресурсов в 2020 г. составила 78,4 трлн. руб. Удельный вес запасов основных видов полезных ископаемых республики в минерально-сырьевом потенциале России составляет: алмазы – 82%; золото – 17,2; уголь 5; железные руды – 6,2; олово – 28; сурьма – 81,5; цинк – 0,1; свинец – 0,4; вольфрам – 5; серебро – 3; ртуть – 7,9; уран – 61 [4]. Доказанные запасы и прогнозные ресурсы основных видов полезных ископаемых в количественном отношении могут быть в долгосрочной перспективе существенным резервом для России и мира в целом. Естественно, что успешное социально-экономическое развитие самой РС (Я) связано, прежде всего, с горнодобывающими отраслями. Только они способны привлечь крупный инвестиционный капитал, обеспечить стабильность бюджета государства, активизировать перерабатывающие отрасли и услуги, создать экономические условия для последующей диверсификации экономики республики. В ближайшее время начнется реализация мегапроекта «Комплексное развитие Южной Якутии», включающий проекты по развитию автомобильных дорог, добычи урана, нефтяной, газовой, угольной и металлургической промышленности, а также строительство ГЭС и железной дороги.

Список литературы

1. Российский статистический ежегодник. 2020: Стат. сб. / Росстат. – М.: 2020. – 826 с.
2. Статистический ежегодник РС (Я): стат. сб. / Федер. служба гос. статистики, Территор. орган федер. службы гос. статистики по Республике Саха (Якутия); [редкол. Т.А. Торговкина (пред.) и др.]. – Якутск: Якутский край, 2019. – 676 с.
3. Соколов, С.Н. Пространственно-временная организация производительных сил Азиатской России: монография / С. Н. Соколов. – Нижневартовск: Изд-во Нижневартовского гос. гуманитарного ун-та, 2006. – 302 с.
4. ГИС-Атлас «Недра России» [Электронный источник] – URL: <http://atlaspacket.vsegei.ru/#1702994f53da90d89>

Лукьянова В.А.¹

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОЙ ГЕОДЕМОГРАФИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЕ РОССИИ

¹Департамент наук о Земле ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель - к.г.н., доцент Л.И. Рябина

Арктическая зона Российской Федерации – это северная оконечность Европейской и Азиатской частей страны, расположенная вдоль побережья морей Северного Ледовитого океана. Площадь сухопутной части составляет 18% территории РФ – 3,1 млн. кв. км, а численность населения составляет 2,4 млн. чел. (1,7% населения страны). Ее границы с 2014 года четыре раза претерпевали изменения за счет включения в нее новых муниципальных районов [2]. Она представляет собой уникальный макрорегион, характеризующийся хозяйственным освоением с диаметрально противоположными тенденциями. С одной стороны, на ее сухопутной территории и шельфе сосредоточены значительные природные ресурсы нефти, газа, твердых полезных ископаемых, но, с другой, она характеризуется слабозаселенностью и условиями повышенной дискомфортности проживания населения.

Целью данной работы является анализ основных составляющих современной геодемографической ситуации в АЗ РФ и их влияние на формирование рынка трудовых ресурсов. Для этого использовалась методика последовательного ранжирования арктических субъектов трем категориям показателей (социально-демографических, расселенческих и экономико-демографических) [3] и произведен расчет их среднегодовых и средних значений в период за 2015 - 2020 гг.

Анализ процессов воспроизводства в целом по арктическому региону за последние пять лет выявил три периода в динамике численности населения: с 2014 по 2017 гг. – снижение (на 0,27%), с 2017 по 2019 гг. – увеличение (на 3%), а с 2019 г. и по настоящее время вновь понижение на 0,3% (рисунок 1).

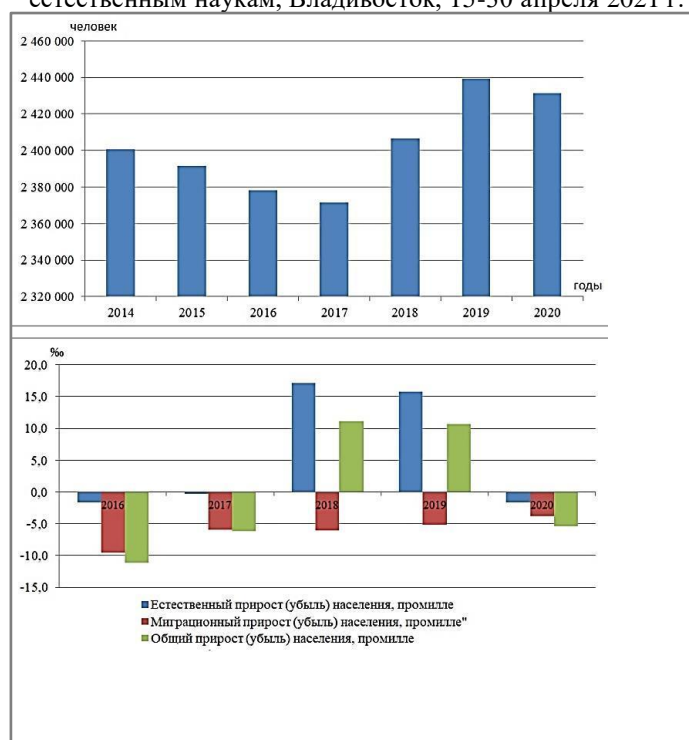


Рисунок 1 – Динамика и компоненты формирования численности населения территорий Арктической зоны РФ в период за 2015-2020 гг., на 1 января [построено по 1]

Сформировавшиеся тенденции напрямую связаны со сложившимися трансформациями компонентов воспроизводства населения на каждом из этих этапов. В целом, на протяжении исследуемого периода, наблюдается позитивное участие естественного прироста населения в общем воспроизводственном процессе (в среднем темпы прироста 2,8%) при неизменном сохранении миграционной убыли (в среднем -60,4%) [1]. При этом внутрорегиональный анализ показал, что из всех субъектов АЗ РФ только Ненецкий автономный округ имеет положительное значение коэффициента естественного прироста, а Чукотский автономный округ характеризуется относительно благоприятной миграционной привлекательностью.

Оценка расселенческих показателей (плотность населения, доля субъектов в общей численности населения) показала, что Мурманская (30,5%) и Архангельская (26,3%) области, а также Ямало-Ненецкий автономный округ (22,4%) концентрирует больше всего населения Арктической зоны. Наименьшее количество населения проживает в Красноярском крае (9,4%), Республике Коми (3%), Республике Саха (Якутия) (2,8%), Чукотском автономном округе (2,1%), Ненецком автономном округе (1,8%) и Республике Карелия (1,7%). По плотности населения выделяются Мурманская область (5,1 чел./км²), Архангельская область (3,6) и Республика Коми (3,0). Для остальных арктических территорий значения плотности варьируют от 0,03 до 0,99 чел./км².

Анализ экономико-демографических показателей, раскрывающей специфику арктического рынка труда, был проведен на муниципальном уровне и позволил сделать следующие выводы.

1. В российской Арктической зоне можно выделить шесть видов рынка труда, различающихся хозяйственной специализацией, средней заработной платой и уровнем безработицы: 1) добывающая (включает 6 муниципальных районов (МР) и 5 городских округов (ГО)); 2) обрабатывающая (1 МР и 4 ГО); 3) инфраструктурная (4 МР и 2 ГО); 4) социальная (7 МР и 2 ГО); 5) смешанная (11 МР и 8 ГО) и 6) закрытая (6 ГО).

2. О привлекательности рынка труда можно судить по среднемесячной заработной плате. В арктических рынках она более чем в 1,5 раза выше российского уровня, соответственно 90,7 и 57,9 тыс. руб. Самая высокая заработная плата в добывающих районах рынков труда, соответственно составляет

90,9 тыс. руб. Менее привлекательными выглядят социальные рынки труда с заработной платой 50,3 тыс. руб. [1].

3. Безработица является проблемой и составляет примерно 6%, что выше, чем в среднем по стране (5,8%). При этом на одних рынках труда она выше российского уровня, на других ниже. Здесь уровень регистрируемой безработицы составляет 4,4%, что в свою очередь превышает уровень безработицы по всей стране (3,7%) на 1,1% [1].

Таким образом, АЗ РФ сохраняет сложность ситуации с воспроизводством и миграцией населения, которая отражается на проблемах рынка труда. В настоящее время государство создает и реализует стратегические программы для развития региона.

Список литературы

1. Арктическая зона Российской Федерации [Электронный источник] – URL: https://www.gks.ru/free_doc/new_site/region_stat/arc_zona.html
2. Замятина, Н.Ю. Будущее российской арктической урбанизации [Электронный источник] – URL: <https://urban.ranepa.ru/intervyu/nadezhda-zamyatina-1/budushchee-rossiyskoy-arkticheskoy-urbanizatsii/>
3. Федоров, Г.М. Научные основы концепции геодемографической обстановки. Л.: ЛГУ, 1991. – 180 с.

Маслова М. Н.¹

ОСОБЕННОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ НА ТРАНСГРАНИЧНОЙ ТЕРРИТОРИИ БАССЕЙНА Р. ТУМАННАЯ

¹Департамент наук о Земле ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель - к.г.н., профессор Ю. Б. Зонов

В настоящее время при ускоренном процессе глобализации все больше стран стремятся развивать межгосударственные отношения, на трансграничных территориях в первую очередь. В общем понимании это определенная территория, пересекаемая какой-либо границей [3]. Трансграничные территории обладают определенной спецификой – единством, неразрывностью географической среды, единством звеньев хозяйственной инфраструктуры, а также единством экологического состояния территорий как следствие функционирования территориально-хозяйственных структур. Приграничные территории концентрируют в себе результаты взаимодействия и взаимовлияния в различных сферах [5].

Одной из проблем трансграничных речных бассейнов являются разногласия в области природопользования и природоохранного законодательства, а также в вопросах устойчивого функционирования природных систем [4]. Проявляются результаты деятельности, осуществляемой на территории других государств (чаще находящихся выше по течению) и оказывающей негативное влияние на окружающую среду, здоровье и безопасность населения.

В рамках выполнения магистерской диссертации по теме «Анализ использования земель бассейна р. Туманная (на основе дешифрирования космических снимков в программе ArcGIS)» основной целью является создание карты типов земель в бассейне реки Туманная на трансграничной территории РФ, КНР и КНДР.

Река Туманная (Тумыньцзянь, Туманган) берет начало на плоскогорье Чанбайшань с восточного склона вулк. Пектусан. На большем своем протяжении р. Туманная является пограничной между КНДР

и КНР. На последнем участке по реке проходит граница между Россией и КНДР (17 км). Площадь бассейна составляет 41 200 км². Это самая крупная река в Приморском крае, впадающая в Японское море на западной границе зал. Петра Великого [1].

Изучение международных трансграничных территорий требует совмещенного анализа природных и общественных системы. Однородность и целостность природных систем обуславливается едиными законами формирования природной среды и выражается в целостных геосистемах различных рангов, разделенных государственной границей. Однако, формирование структур природопользования в разных странах происходит по-своему [2].

Китаю предлежит 70% водосбора реки и почти 30% - КНДР, доля России в водосборе составляет менее 1%. Очевидно, что Китай является главным источником загрязнения бассейна р. Туманной и прилегающих морских вод. Человеческая деятельность (воздействие от промышленных предприятий, урбанизации городов, сельского хозяйства) стала ведущим фактором, определяющим структуру и функционирование бассейна. Этот фактор серьезно нарушил прежнее состояние экосистемы и ускоренно продолжает действовать. При этом, на территориях в водосборе реки находятся промышленные предприятия КНР и КНДР, по которым недостаточно информации об их влиянии на реку. Различия в природно-ресурсном потенциале приграничных территорий Китая, России и Северной Кореи, в структуре и развитии хозяйства, в освоенности территории, и, соответственно, в воздействии на окружающую среду, создают отличную друг от друга структуру использования земель [1].

Планирование и реализацию сбалансированной природопользовательской деятельности на трансграничной территории необходимо проводить с учетом аналогичных действий на сопредельных приграничных территориях прилегающих государств. Подобные исследования планировались в рамках проекта «Туманган» (страны-участницы: КНДР, КНР, РФ, Республика Монголия и Республика Корея), в котором предполагалось развитие района и защита окружающей среды от существующих и будущих загрязнений. Но реализация проекта закончилась на этапе обсуждения в 1990-х гг. [1].

При анализе трансграничных территорий важно использовать единообразные пространственные данные для корректных картографических расчетов. Поэтому основным источником информации для построения карты служат ДДЗ – спектрзональные снимки с космических аппаратов Sentinel-2 и Landsat 8 (за 2019-2020 гг.), которые обрабатываются и дешифрируются в программе ArcGIS. Основные достоинства космической информации со спутников – обзорность, одномоментность, высокая разрешающая способность, наглядность и выразительность. Снимки дают интегрированное и генерализованное изображение всех элементов земной поверхности, с высокой точностью отражают степень и формы хозяйственного освоения исследуемой территории. Также при дешифрировании космических снимков используются высоко детальные подложки, предоставляемых картографическими интернет-сервисами (Google Maps, Yandex Maps, и т.д.).

Однако, невозможно только на основе космоснимков изучить фактическую структуру землепользования и построить достоверную карту. Не все объекты можно дешифровать абсолютно точно, например, можно распознать промышленный объект, но какой он именно – по снимку сказать невозможно. При анализе землепользования важно использовать несколько источников информации, кроме ДДЗ – топографические карты, статистические и литературные данные. В этом возникает одна сложность. Открытых данных о природопользовании на приграничных территориях в КНР, и в особенности в КНДР, практически нет. В доступе существуют топографические карты 70-х гг для КНДР, по которым сложно судить о современном состоянии территории. Доступная статистическая информация по уездам и провинциям Китая дана для крупных административных единиц, по которым проблематично установить информацию для бассейна Туманной.

На сопредельных территориях России, Китая и Северной Кореи сложились свои системы

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г. природопользования. Для успешного экономического развития территории без увеличивающегося негативного экологического воздействия государствам необходимо учитывать хозяйственную деятельность на всей трансграничной территории. Однако, ограниченность информационных данных и отсутствие сотрудничества между тремя странами не позволяют решить вопрос обеспечения геоэкологической и экономической безопасности приграничных территорий.

Список литературы

1. Баукина, О. О. Проблема трансграничного загрязнения окружающей среды (на примере Р. Туманная) / О. О. Баукина, Л. П. Лазарева, А. С. Вах // Вологдинские чтения. – 2009. – №75. – С. 10-13
2. Ганзей, С.С. Международные трансграничные территории как объект геоэкологических исследований: На примере юга Дальнего Востока России и Северо-востока Китая / С.С. Ганзей: диссертация ... доктора географических наук. – Владивосток, 2005. – 327 с. : ил.
3. Ганзей, С.С. Трансграничные геосистемы юга Дальнего Востока России и северо-востока КНР. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – 232 с.
4. Плуталова, Т.Г. Мониторинг трансграничных территорий // Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии: труды III Всероссийской научной конференции с международным участием: в 4 т. – Барнаул. – 2017. – Т. 4. – С. 80-90
5. Степанько, Н.Г. Анализ эколого-экономической ситуации на приграничных территориях КНР и южной зоны российского Дальнего Востока // ФГБУН «Тихоокеанский институт географии» ДВО РАН. – 2017. – №11. – С. 113-121

Музыченко Т.К.¹

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ЗЕМЕЛЬ НАДЕЖДИНСКОГО МУНИЦИПАЛЬНОГО РАЙОНА (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)

¹Департамент наук о Земле ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель - к.г.н., доцент Ю.Б. Зонов

Изучение современной структуры земель важно для понимания современного состояния, эффективного управления и перспектив дальнейшего развития территории. Целью настоящей работы является изучение современной структуры использования земель Надеждинского муниципального района (далее – Надеждинского МР). Задачи работы – составление классификации типов земель, выполнение картографирования и проведение картографо-статистического анализа полученных данных.

При анализе структуры земель Надеждинского МР использовались методы геоинформационного картографирования и дешифрирования космических снимков. Была разработана классификация типов земель на основе геоэкологической классификации ландшафтов В.А. Николаева [1]. Контуры категорий земель были оцифрованы методом визуально-экспертного дешифрирования снимков с космических аппаратов (КА) Sentinel-2 и Landsat 8. В результате работ была получена карта пространственного распространения типов земель Надеждинского МР (рисунок 1).

В Надеждинском МР большая часть площади занята лесами – 69,47%. Лесные территории наиболее распространены на западе и на северо-востоке района.

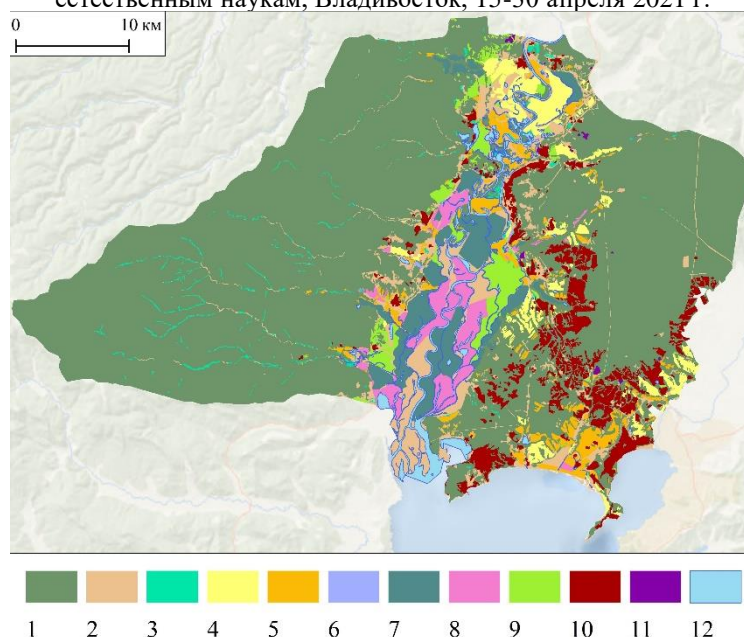


Рисунок 1 – Пространственное распространение типов земель в Надеждинском МР.

1 – леса, 2 – луга, 3 – редколесья, 4 – используемые пашни, 5 – неиспользуемые пашни, 6 – рисовые чеки, 7 – неиспользуемые рисовые чеки, 8 – сенокосы, 9 – пастбища, 10 – застроенные земли, 11 – карьеры, 12 – водные объекты.

Луга занимают 6,94% территории Надеждинского МР. Они, как правило, располагаются на юге района, в устье р. Раздольной. Редколесья занимают 0,88% территории района и, как правило, распространены на западе, рядом с лесами. Используемые пашни занимают 2,96% территории района. Они встречаются на севере и юго-западе района. Неиспользуемые пашни занимают 2,74% территории района. Они распространены на северной центральной части района, рядом с используемыми пашнями, а также на юго-западе района. Рисовые чеки занимают 0,07% территории Надеждинского МР и располагаются в центральной части района. Неиспользуемые рисовые чеки занимают 4,01% площади района и распространены в приустьевой части бассейна р. Раздольной, рядом с пастбищами и сенокосами. Застроенные земли занимают 5,31% от территории района. Данный тип земель наиболее распространен на юго-востоке района. Карьеры занимают 0,1% от территории района. Они располагаются рядом с застроенными землями в северной части района. 2,91% площади района занято водными объектами, в основном за счет Тавричанского лимана (таблица).

Таблица 1

Структура земель в Надеждинском МР Приморского края

Категория земель	% от площади района
Леса	69,47
Луга	6,94
Редколесья	0,88
Используемые пашни	2,96
Неиспользуемые пашни	2,74
Рисовые чеки	0,07
Неиспользуемые рисовые чеки	4,01
Сенокосы	2,48
Пастбища	2,17
Застроенные земли	5,31
Карьеры	0,1
Водные объекты	2,91

Представленный анализ раскрывает особенности пространственного распространения типов

земель на территории Надеждинского МР. Большую часть района занимают леса. При этом на западе района преобладают застроенные земли и неиспользуемые пашни, а в центральной части района распространены луга и неиспользуемые рисовые чеки.

Список литературы

1. Николаев, В.А. Ландшафтоведение. Семинарские и практические занятия / В.А. Николаев. – М.: Географический факультет МГУ, 2006. – 208 с.

Разицкая Д.А.¹

УЧЕБНЫЕ ПОЛЕВЫЕ ПРАКТИКИ КАК ЭЛЕМЕНТ ПОДГОТОВКИ СТУДЕНТОВ ГЕОГРАФОВ ШКОЛЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК ДВФУ

¹Департамент наук о Земле ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель - к.г.н., доцент А. Г. Дряхлов

Неотъемлемой частью учебного процесса географических специальностей являются учебные полевые практики. На полевых практиках студенты закрепляют теоретические знания, умения и навыки, овладевают полевыми методами исследования окружающей среды, изучают на практике примеры как рационального, так и нерационального природопользования. В процессе географических практик студенты овладевают методами полевых исследований отдельных компонентов природы. Масштабы географических объектов не позволяют изучать их непосредственно в аудитории. А непосредственное чувственное восприятие (визуальное изучение) является одним из важнейших способов познания окружающего мира. Учебная полевая практика опирается на знания, приобретенные студентами в ходе общегеографической практики после I курса и знания, полученные во время теоретических и практических занятий в 1–4 учебных семестрах. Руководители практики студентов II курса кафедры географии имеют большой опыт проведения полевых работ, поэтому при ее организации выдвигаются условия и ставятся задачи, близкие не к учебным, а к производственным.

Кафедра географии относится к числу полевых в ДВФУ, поэтому на протяжении 10 лет использует научный стационар «Смычка» ТИГ ДВО РАН. Задачи, стоящие перед будущими географами, невозможно решать без полевой или экспедиционной работы, которая заключается в ознакомлении с происходящими процессами на месте, отборе образцов и проб, проведении натурных измерений и т.п. Экспедиционные исследования – это самый наглядный метод закрепления теоретических знаний, полученных во время лекционных и семинарских занятий, поэтому полевые учебные практики играют важнейшую роль в подготовке географов и занимают более 25% от общего объема учебного плана.

Летние практики придают учебе в школе естественных наук отделению наук о Земле неповторимый колорит и часто играют решающую роль при выборе факультета и профессии. На Базе «Смычка» в Дальнегорском районе Приморского края студенты второго курса проходят комплекс отраслевых географических практик продолжительностью 4 недели (30 дней). Район практики должен обеспечивать возможность знакомства студентов с наиболее типичными условиями разных природных объектов в пределах района практик. Наиболее предпочтительными являются территории с сочетанием контрастных ландшафтов горных, равнинных, береговых морских с сохранившимися коренными или условно-коренными сообществами. В транспортной доступности должна находиться крупная речная долина.

В ходе нашего исследования на основе подходов, упомянутых в книге «Новые взгляды на географическое образование» [1] была разработана учебная программа по изучению состояния

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.
окружающей среды района научной базы «Смычка».

На основе ландшафтных исследований, на территории оз. Васькова и прилегающих территорий по договору о научном сотрудничестве с Тихоокеанским институтом географии ДВО РАН в рамках учебной практики студентов проведены работы по ландшафтному планированию территории, базирующемуся на методике С.Л. Рыси на [4] по оценке привлекательности, комфортности и устойчивости природных комплексов в целях развития туризма. С эстетико-ландшафтных позиции обоснована сеть туристических маршрутов. Результаты работы положены в основу подготовки номинации экологических маршрутов в район заказника «Черные скалы» для включения в список туристических маршрутов.



Рисунок 1 - Ландшафтная карта района оз. Васькова

Комплексная практика по физической географии (ландшафтная) также способствует формированию эколого-эвристических умений будущего специалиста географа.

Учебные полевые практики по географическим дисциплинам являются наиболее эффективным условием формирования у будущих географов экологической культуры. Таким образом, в результате исследований, проведенных в рамках полевых учебных практик студентами - географами департамента наук о Земле, разработано и апробировано несколько оригинальных методик оценки геоэкономического состояния ландшафтов на локальном и региональном уровнях. Летняя полевая учебная практика является неотъемлемым элементом высшего географического образования.

Список литературы

1. Н. Дж. Грейвз, Ф. Пинчмел, М. Нейш и др. Новые взгляды на географическое образование перевод с англ. В. В. Голосова ; под ред. [и с предисл.] В. П. Максаковского, Л. М. Панчешниковой Москва: Прогресс, 1986 - 461 с.
2. Жучкова, В.К. Организация и методы комплексных физико-географических исследований / В.К. Жучкова. – М.: МГУ, 1977. - 184 с.
3. Исаченко, А.Г. Ландшафтная Структура земли, расселение, природопользование. СПб: Изд-во, СПбГУ, 2008. - 320 с.
4. Рысин, С.Л. Методология и методика изучения рекреационного потенциала лесопарковых ландшафтов // Мониторинг рекреационных лесов. М.: ОНТИ ПНЦ РАН, - 2003. - С. 115-135
5. Солнцев, В.М. Структурное ландшафтоведение. Основы концепции. Некоторые аргументы. М., 1997. - 24 с.
6. Солнцев, В.М. Калущкова Н.Н. Программа практики по физической география (на равнине) // Программы учебных специальных полевых практик 2 курса. М., - 1999. - С. 49—55

Талицких Н.Р.¹, Махнёв В.А.²

ВЛИЯНИЕ ПАНДЕМИИ COVID-19 НА РАЗВИТИЕ ИНДУСТРИИ ТУРИЗМА В ПРИМОРСКОМ КРАЕ

^{1,2}Департамент наук о Земле ШЕН ДВФУ

^{1,2}Научный руководитель - к.г.н., доцент Глушко.А.А.

Туристская отрасль, некогда один из важных драйверов экономики Приморского края, с момента ввода антиковидных ограничений понесла значительные потери в различных секторах туристской индустрии и гостеприимства, в том числе основное влияние оказало закрытие границ с близко расположенными Китаем, Республикой Корея и Японией, известными как крупные центры выездного туризма.

Весомую роль в падении рынка сыграл тот факт, что Приморье в последние годы делало акцент на развитие преимущественно въездного туризма. В результате по итогам 2019 г. край входил в тройку ведущих регионов по количеству зарубежных гостей, уступив при этом лишь Москве и Санкт-Петербургу. И если до пандемии край принимал более 5 млн. человек прибывших с туристическими целями в регион, из которых порядка 763 тыс. были иностранцами, то в 2020 г. туристический поток значительно снизился и составил около 970 тыс. человек, из которых 43 тыс. прибыли из-за рубежа. Таким образом, суммарный туристический поток в крае сократился на 80 % и составил лишь 1/5 в сравнении с предыдущим годом [1].

Если причины прекращения въезда иностранных граждан ясны - закрытие границ, то с падением внутреннего туризма дела обстоят иным образом. Поводов для сокращения внутреннего потока несколько: режим самоизоляции, ограничения по передвижению между населенными пунктами и регионами внутри страны. На момент возобновления приема туристов в конце июня-начале июля 2020 г. часть россиян не успела спланировать свой отдых вообще, в том числе и на побережье Японского моря. Потенциальные посетители туристских центров Приморья, в том числе наиболее привлекательных летом баз отдыха на морском побережье, выбрали другие внутренние направления или вовсе отказались от поездок. В условиях закрытия границ и относительно доступных авиабилетов в Сочи и Крым, ввода прямых рейсов с Дальнего Востока, реализации мер государственной поддержки внутреннего туризма (август 2020 г.) часть многие (в том числе и жители Приморского края) предпочли Приморью отдых на популярных пляжных курортах Черноморского побережья. Это значительно повлияло на общий туристический поток в крае по итогам года.

По итогам 2019 г. индустрия туризма и гостеприимства в совокупности приносила в бюджет края порядка 5,1 млрд рублей. По данным на ноябрь 2020 г. от предприятий туристской отрасли в бюджет края поступило всего примерно 907 млн. руб. Это в 5 раз меньше в сравнении с предыдущим годом [1].

Серьезный урон понесли представители туротрасли – компании, агентства, операторы, специализированные магазины и гостиницы. Множество организаций в период самоизоляции и введения карантинных мер испытывали значительные проблемы или вовсе прекращали свою деятельность, что способствовало значительному сокращению рабочих мест в индустрии гостеприимства. Все это привело к росту безработицы. Так к июню 2020 г. уровень безработицы вырос в 2,8 раза по сравнению с 2019 г. Далее по мере возобновления работы ряда предприятий, на деятельность которых были направлены ограничения из-за пандемии, численность безработных начинает постепенно уменьшаться. В сентябре, по сравнению с июнем, число безработных сократилось, но по-прежнему превышает число безработных в сентябре 2019 г. В ноябре число безработных составило 17 292 чел., что на 10873 чел. меньше, но по-прежнему число безработных на

высоком уровне [2].

В начале апреля 2020 г. власти края, одними из первых ввели меры поддержки для организаций в сфере туристической индустрии. Так в крае были снижены ставки по 3 региональным налогам, выделены льготы и субсидии для предприятий сухопутного пассажирского транспорта, гостиниц, ресторанов и кафе, а также для туристических агентств и компаний. Существенное содействие оказывали и представители частного бизнеса, в том числе недвижимости, которые давали определенные отсрочки по платежам и снижали арендную плату для определенных представителей сферы гостеприимства края [3].

Подводя итог можно сделать вывод о том, что Приморье оказалось одним из наиболее пострадавших регионов страны в сфере туризма. Ориентированный на въездной туризм край остался без привычного иностранного туристического потока, а закрытые границы совместно с антиковидными ограничениями и мерами господдержки в плане открытия прямых авиамаршрутов в южную часть страны больше привлекли туристов на Черноморские курорты, оставив Японское побережье даже без традиционного притока дальневосточников.

Список литературы

1. Обустройство исторического центра Владивостока для туристов начнется в 2021 году [Электронный источник] – URL: <https://tass.ru/v-strane/10374047>
2. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Приморскому краю [Электронный источник] – URL: <https://primstat.gks.ru/>
3. Официальный сайт правительства Приморского края [Электронный источник] – URL: <https://www.primorsky.ru/>

Раздел III ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Гореликов Р.С., Ярмонов А.С.

ЭЛЕМЕНТЫ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ В КОМПОНЕНТАХ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОРТАЛА ЗНАНИЙ

Кафедра информационной безопасности ШЕН ДВФУ

Дальневосточный федеральный университет

Научный руководитель - к.т.н., доцент Ю.В. Добржинский

Распределенные системы позволяют работать удаленным пользователям с огромным количеством информации в наиболее удобной для них форме. В частности, распределенная обработка информации является самой результативной для оптимизации использования ресурсов и упрощения работы пользователя.

Основная задача разрабатываемой распределенной системы – предоставление пользователям ресурсов. Причин для такого разделения ресурсов множество, но назовем главные:

- экономичность (дешевле разрешить доступ нескольким пользователям к одному принтеру, чем покупать несколько принтеров);

- обеспечение целостности (одна и та же информация должна находиться в одном месте, иначе трудно поддерживать актуальность данных в любой момент времени)

Распределенная система предполагает, что ее существование незаметно для пользователя. Можно выделить несколько видов прозрачности будущей системы: местоположения, параллельного доступа, репликации и отказа.

Рассмотрим их более подробно:

1. Прозрачность местоположения. Возможно, хранимые данные будут расположены на разных серверах, но рядовой пользователь системы даже не узнает об этом, он будет видеть информационную систему как единое файловое пространство.

2. Прозрачность параллельного доступа. Пользователи распределенной системы будут иметь возможность параллельного доступа к общим данным. При этом будет обеспечено параллельное совместное использование ресурсами системы, а также сокрытие факта совместного использования ресурсов.

3. Прозрачность репликации позволит скрыть тот факт, что существует несколько копий ресурса. Пользователю не будет известно, что репликация данных существует.

4. Прозрачность отказа предполагает, что система скрывает ошибки путем подключения резервного программного или аппаратного обеспечения, использования помехоустойчивого кодирования и т.п..

Отдельно стоит упомянуть возможность масштабируемости системы. Здесь нет никаких ограничений, система обеспечивает простоту подключения к ней новых узлов, географически масштабируема, поскольку нет привязки к конкретной географической зоне. При росте общего количества узлов системы, администрирование системы не должно усложняться, поэтому систему можно считать масштабируемой в плане управления ресурсами.

Простота масштабируемости будет достигнута путем четкого анализа используемых в системе данных, хорошо структурируемой БД, а также использованием готового решения для реализации самой системы – Microsoft SharePoint Portal - программного средства, внедрение которого позволяет:

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

1. Создать внутренний интернет-портал организации.
2. Формировать в рамках данного портала функционал автоматизированной обработки документов, например, подписывать документы либо автоматически делать рассылку новых приказов по предприятию.
3. Обеспечить поиск по строке внутри любого документа на портале, причем с учетом прав пользователя.
4. Получить многоуровневую сетевую корзину для удаляемых документов.
5. Обеспечить возможность формализации задач (Tasking) для сотрудников и контроля степени их выполнения.
6. Реализовать полноценный электронный документооборот, управлять цепочками жизни документов, обеспечить совместное их редактирование.
7. Разнообразить жизнь офисов компании, решить проблему разделяемых ресурсов (переговорных комнат, курьерских служб, автопарка).
8. Облегчить адаптацию новых сотрудников за счет автоматизации контактной информации и отображения структуры подразделений.
9. Обеспечить безопасность всех хранящихся на портале документов и данных, строить отчеты об доступе к ним и получать всевозможные статистические данные об их использовании.
10. Устраивать опросы и анкетирование сотрудников по каким-либо важным вопросам.
11. Обеспечить интеграцию портала с другими системами на предприятии: CRM, ERP, пропускная система, кадровые БД и т.п.
12. Просматривать документы наиболее популярных офисных форматов прямо в окне браузера, что особенно удобно в нашу эпоху массового использования всевозможных относительно маломощных электронных устройств.

Список литературы

1. «Перспективы развития управления знаниями» [Электронный ресурс] – режим доступа: <http://znate.ru/osnovi-upravleniya-znaniyami.html?page=5>
2. Н.М. Абдикеев, А.Д. Киселев. Управление знаниями корпорации и реинжиниринг бизнеса. - М.: ИНФРА-М, 2011 г.
3. Щуров И. Образование будущего: в ожидании революции / И. Щуров // Компьютерра. - 2005. - №43 (615).
4. Бедрина С.Л. Бурцев А.Ю. «Управление знаниями бизнес-процессов»// Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 2.

Золотов И.С.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ, ВНЕДРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ПОЛИТИКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Кафедра информационной безопасности ШЕН ДВФУ

Дальневосточный федеральный университет

Научный руководитель – Старший преподаватель М.Е. Смирнов

Актуальность темы выступления определяется обострением проблем информационной безопасности (ИБ) даже в условиях интенсивного совершенствования технологий и инструментов защиты данных. Об этом свидетельствует беспрецедентный рост нарушений информационной безопасности и усиливающаяся тяжесть их последствий. Общее число нарушений в мире ежегодно

увеличивается более чем на 100%.

Цель исследования заключается в разработке, внедрения и контроля политики информационной безопасности.

Объектом исследования является система информационной безопасности.

Предмет исследования: Внедрение политики информационной безопасности.

Реализация поставленной цели потребовала постановки и последовательного решения следующих взаимосвязанных задач:

- раскрыть понятие и задачи информационной безопасности;
- дать характеристику угроз информационной безопасности;
- рассмотреть контроль и методы обеспечения информационной безопасности;

Научная новизна состоит в комплексном решении актуальной задачи, состоящей в совершенствовании системы обеспечения информационной безопасности, позволяющей повысить уровень устойчивости информационной безопасности.

Методологическую основу составили законодательные и нормативно-правовые документы РФ, разработки в области обеспечения информационной безопасности, методы и способы построения процессов управления информационной безопасностью в целях повышения ИБ в организациях, системный анализ.

Теоретическую и информационную базу составляют основные положения по информационной безопасности, системный подход к исследуемому объекту и предмету, в качестве информационных источников использованы аналитические и статистические материалы по информационной безопасности, материалы научных конференций, средств массовой информации, отражающие аспекты информационной безопасности.

Научно - практическая ценность работы заключается в том, что основные положения, выводы и рекомендации исследования нацелены на совершенствование системы обеспечения информационной безопасности

Список литературы

- 1 Баранова, Е.К. Информационная безопасность. История специальных методов криптографической деятельности: Учебное пособие / Е.К. Баранова, А.В. Бабаш, Д.А. Ларин. - М.: Риор, 2018. - 400 с.
- 2 Бегишев, И.Р. Безопасность критической информационной инфраструктуры Российской Федерации / И.Р. Бегишев // Безопасность бизнеса. - 2019. - № 1. - С. 27-32.
- 3 Бегишев И.Р. Уголовная ответственность за приобретение или сбыт цифровой и документированной информации, заведомо добытой преступным путем / И.Р. Бегишев // Актуальные проблемы экономики и права. - 2018. - № 1. - С. 123-126.
- 4 Бегишев И.Р. Современное состояние преступлений в сфере обращения цифровой информации/ И.Р. Бегишев // Информация и безопасность. - 2017. - № 4. - С. 567-572.
- 5 Бегишев И.Р. Синдром безопасной атаки: юридико-психологический феномен / И.Р. Бегишев // Юридическая психология. - 2018. - № 2. - С. 27-30.
- 6 Бегишев И.Р. Создание, использование и распространение вредоносных компьютерных программ/ И.Р. Бегишев // Проблемы права. - 2017. - № 3. - С. 218-221.
- 7 Бирюков, А.А. Информационная безопасность: защита и нападение / А.А. Бирюков. - М.: ДМК Пресс, 2017. - 474 с.
- 8 Гафнер, В.В. Информационная безопасность: Учебное пособие / В.В. Гафнер. - Рн/Д: Феникс, 2018. - 324 с.

Зорин А.В., Полянский Д.А.

АНАЛИЗ СПЕКТРА СИГНАЛА СИСТЕМ ПРОСЛУШИВАНИЯ, УСТАНОВЛЕННЫХ В АВТОМОБИЛИ

Кафедра информационной безопасности ШЕН ДВФУ

Дальневосточный федеральный университет

Научный руководитель - к.ф.-м.н., доцент Д.А. Полянский

В настоящее время существует множество различных способов несанкционированного получения информации. Прослушивание разговоров с помощью закладных устройств является одним из таких способов. Подобные устройства устанавливаются скрытно и предполагают передачу информации по каналам, которые не влияют на человеческие органы чувств, при этом способны распространяться на большие расстояния. Ввиду доступности и большого выбора средств прослушки утечка информации является серьезной проблемой как для частных лиц, так и для компаний и государственных структур. Ввиду этого возникла потребность в использовании средств и методы обнаружения устройств прослушки.

Наличие в автомобилях большого объема электроники, которая уменьшает эффективность использования нелинейных локаторов для поиска закладных устройств, наличие большого числа труднодоступных мест для установки, невозможность визуального осмотра, все это усложняет поиск закладных устройств, по сравнению с задачей поиска в помещениях [1].

Исследование проводилось с использованием тестового радиозакладного устройства, а именно радиомикрофона, состоящего из элементов:

- усилитель низких частот на основе транзистора КТ3130Б9;
- усилитель высоких частот на основе биполярного транзистора КТ368Б;
- две катушки индуктивности по 6 витков провода 0.5 мм на стержне диаметром 6 мм.;
- антенна;
- элемент питания 9В.

Устройство в такой конфигурации позволяет передавать радиосигнал на расстоянии до 100 метров при условии прямой видимости. Частота работы устройства зависит от качества припайки элементов и реализации катушек индуктивности, а именно в зависимости от сечения проволоки, диаметра обмотки и числа витков. Данный радиомикрофон работает на FM частотах от 90 до 120 МГц. Для настройки радиомикрофона на желаемую рабочую частоту необходимо сжимать и растягивать катушки индуктивности любым не металлическим предметом и одновременно ловить сигнал любым бытовым радиоприемником [2].

Реализация практического выявления работы радиозакладного устройства осуществлялась с помощью спектрального коррелятора OSCOR OSC-5000.

Для выявления факта работы радиозакладки было произведено сканирование в автоматическом режиме. На частоте 115.53 МГц был обнаружен высокий пик сигнала (рисунок 1). При подключении к найденной частоте OSCOR начал принимать звуковой сигнал, передаваемый радиомикрофоном.

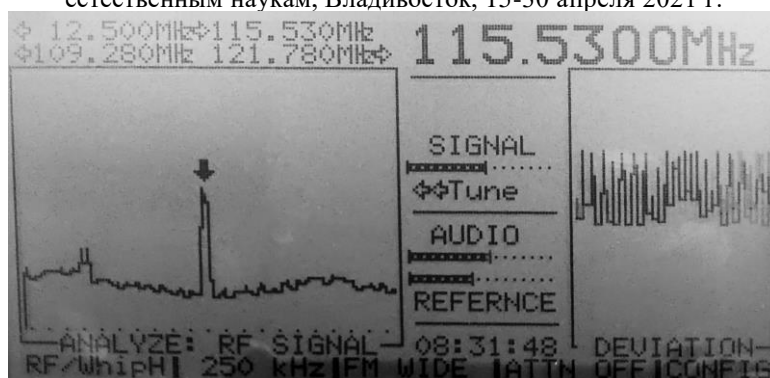


Рисунок 1 – Найденный в ручном режиме пик частоты работы радиозакладки

Также был определен радиус ближней зоны и зависимость интенсивности сигнала от расстояния между радиозакладкой и антенной спектрального коррелятора. Максимальные значения интенсивности сигнала достигаются на расстоянии от 0 до 5 метров. На графике отображена зависимости интенсивности сигнала радиозакладки от расстояния (рисунок 2).

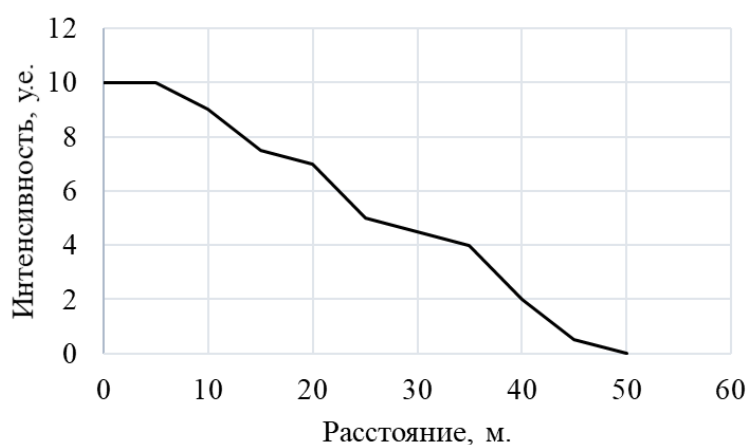


Рисунок 2 – График зависимости интенсивности сигнала радиозакладки от расстояния

Установка в автомобиль радиозакладок с малой ближней зоной будет являться деконспиративным признаком, ввиду постоянного перемещения автомобиля. Поэтому предпочтительно устанавливать радиозакладки в автомобиль большой мощности с большой ближней зоной для прослушивания автомобиля на достаточном удалении [3].

На основе полученных данных можно сделать вывод, что возможно выявить работу радиозакладного устройства, особенно с достаточно большой ближней зоной. Также могут применять радиозакладки с большей дальностью действия и меньшей ближней зоной, что обеспечит большую скрытность, а значит и сложность их выявления [4].

Список литературы

1. Каторин Ю.Ф., Разумовский А.В., Спивак А.И. Защита информации техническими средствами: Учебное пособие / под редакцией Ю.Ф. Каторина – СПб: НИУ ИТМО, 2012. – 416 с.
2. Павликов С.Н. Защита аудио и видео информационных каналов. – Владивосток: ВГУЭС, 2005. – 152 с.
3. Хорев А.А. Техническая защита информации: учеб. пособие для студентов вузов / В 3-х томах, т. 1. Технические каналы утечки информации. – М.: НПЦ «Аналитика», 2008. – 436 с.
4. Бузов Г.А., Лобашев А.К., Щербаков Д.А. Применение «OSCOR-5000» – проблемы и решения / Защита информации. Инсайд. 2005. – №4.

Зотов С.С., Сказин В.А.

ВЫЯВЛЕНИЕ АНОМАЛЬНЫХ СОБЫТИЙ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ ИЗ WINDOWS EVENT LOGS

Кафедра информационной безопасности ШЕН ДВФУ

Выявления аномальных событий, связанных с угрозами информационной безопасности, относятся к классу задач выявления и анализа паттернов. На основе данных журналов, таких как «Привилегии пользователя», «Информация о системе», «Информация пользователя» и коррелирующих с ними значений, возможно выделять события EventID, связанные с некорректными или вредоносными действиями на анализируемой системе [1]. Основная задача состоит в нахождении нелегитимных действий со стороны легитимных пользователей, а также нестандартного поведения системы и незавершенных событий.

Для выделения данных из системных журналов Windows и дальнейшего их анализа с применением методов машинного обучения, используются библиотеки python-evtx, numpy и pandas. Данные библиотеки позволяют корректно формировать наборы данных в дальнейшем преобразуемые в DataFrame. Предварительная подготовка данных состоит из нескольких этапов:

1. Автоматизированный сбор данных через python-evtx;
2. Подгонка значений времени к стандартным величинам;
3. Поиск строк, связанных с информацией о старте системы и основных процессов, запускаемых от имени системы;
4. Удаление ненужных параметров основываясь на словаре легитимных действий;
5. Добавление столбца времени работы пользователя, основываясь на данных входа и выхода из системы;
6. Преобразование матрицы значения привилегий для каждого записанного события в булев тип;
7. Добавление столбца счетчик событий для каждого пользователя.

Перечисленных выше список не является исчерпывающим для всех журналов событий, так как значения, выдаваемые системой, могут отличаться. Для унификации системных журналов необходимо на каждой анализируемой системе выставлять одинаковые правила ведения журналов событий в системе Active Directory или использовать уникальные значения, присущие каждому журналу событий, такие как: EventID, IPAddress, UserName, LogonType, Status, AuthenticationPackageName, Data, TargetUserName, SubjectDomainName, TimeCreated_SystemTime, Level, ErrorCode, ProcessID, SourceAddress, SourcePort, DestAddress, DestPort, IpPort, EventType, SourceName, ComputerName, TargetUserSid [4].

Для выявления аномальных событий используется метод анализа изменений по временному ряду [2] «ChangeFinder» и скрытая Марковская модель. В обоих случаях предсказываемыми параметрами является EventID и UserName (или SubjectDomainName). Первый метод позволяет выявлять выбросы и при достижении критических значений, которые устанавливаются в зависимости от требований чувствительности модели. Полученные значения счетчика для выбранного параметра суммируются на коротких промежутках времени. Квантование временного ряда зависит от uptime системы и может варьироваться между 5 минутами и часом, данные в разбитых по времени диапазонах суммируются по счетчику [3]. Выставление большего значения увеличивает ошибку первого и второго рода, для тех случаях, когда в систему могут удаленно подключаться несколько пользователей (пример - тонкий клиент, RDP сервер).

Второй метод позволяет выявлять значения, основываясь на различии предсказанных моделью значений и значений журнала событий. Использование скрытой Марковской модели обусловлено использованием в журналах событий object значений [5]. Для обучения модели в качестве целевой переменной мы выделяем EventID или LogonType. При использовании EventID в качестве целевой переменной возможно выявлять такие события как нелегитимных вход, попытки перебора пароля, блокировку служб Active Directory. Использование LogonType дополнительно позволяет определить тип попытки входа в систему пользователя. При использовании данного параметра необходимо проводить проверку полученных значений из СММ, текущего значения и значения из Active Directory с привилегиями пользователя по полю UserName.

Разработанная методика позволяет выявлять нелегитимные действия только после их наступления, т.к. событие подается в модель после его завершения. Подобных подход может применяться при анализе инцидентов информационной безопасности на предприятии, а также в области компьютерной криминалистики.

Список литературы

1. Soham Deshmukh, Rahul Rade. Attacker Behaviour Profiling using Stochastic Ensemble of Hidden Markov Models. arXiv preprint:1905.11824v1, 2019
2. D. Shi, R. J. Elliott and T. Chen, "On Finite-State Stochastic Modeling and Secure Estimation of Cyber-Physical Systems," in IEEE Transactions on Automatic Control, vol. 62, no. 1, pp. 65-80, Jan. 2017.
3. Rade R., Deshmukh S., Nene R., Wadekar A.S., Unny A. (2019) Temporal and Stochastic Modelling of Attacker Behaviour. In: Akoglu L., Ferrara E., Deivamani M., Baeza-Yates R., Yogesh P. (eds) Advances in Data Science. ICIIT 2018. Communications in Computer and Information Science, vol 941. Springer, Singapore
4. Windows Event Log – [Электронный ресурс] - <https://docs.microsoft.com/ru-ru/windows/win32/wes/windows-event-log>
5. Anomaly Detection Time Series: ChangeFinder – [Электронный ресурс] - <https://www.kaggle.com/caesarlupum/anomaly-detection-time-series-changefinder>

Коротков С.А., Захарченко Д.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОБИРАЕМЫХ КОМПАНИЯМИ ДАННЫХ О КЛИЕНТАХ

Кафедра информационной безопасности ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – ассистент Д.В. Захарченко

Существует множество факторов, ставших причиной быстрого роста интереса в области сбора информации о пользователе и способствующих развитию данного направления. Главным фактором стало упрощение сбора персональных данных, благодаря развитию Интернета и цифровизации жизни, что стало бы невозможно без широкого распространения электронных устройств и их повсеместной интеграции. Так, согласно отчетам аналитических компаний Hootsuite и We Are Social, количество мобильных устройств в мире достигло отметки в 5 миллиардов еще в 2017 году.

В ответ на рост интереса компаний к персональным данным, государства начали работу в сфере правового регулирования оборота персональных данных. Примером подобных действий является GDPR (General Data Protection Regulation) в Евросоюзе, Федеральный закон "О персональных данных" в России или CCPA (California Consumer Privacy Act) в США.

Для того, чтобы понять, сколь велик объем получаемой информации, необходимо провести анализ персональных данных, собираемых компаниями. Проведем сравнение некоторых метрик,

запрашиваемых различными компаниями, такими как Facebook и Vkontakte, отечественный поисковик Yandex и потоковый видеосервис YouTube (рисунок 1). А также дополнительно произведем анализ прибыли данных компаний и сервисов.



Рисунок 1 – Количество персональных данных, собираемых компаниями

На графике демонстрируется общее количество персональных данных клиентов, используемых данными компаниями. Для рассмотрения выделим группы: Facebook, Twitter и Vk – социальные сети; Apple, Samsung, Huawei и Sony – компании широкого спектра услуг; Google и Yandex – поисковые сервисы.

При изучении количества собираемых персональных данных можно отметить, что социальная сеть Facebook собирает в 3,5 раза больше данных о пользователях (71) чем YouTube (27) и в 2,3 раза больше, чем отечественная социальная сеть (31). Ни одна компания не следит так пристально за своими пользователями, как это делает Гарвардская социальная сеть - Google и Yandex собирают по 36 и 27 метрик соответственно; Apple, Samsung, Huawei и Sony – 20,10,10 и 17 метрик соответственно.

Сам факт сбора такого количества персональных данных может и не вызывать опасение, если не учитывать тот факт, что все указанные компании собирают информацию, представляющую интерес для злоумышленников – данные кредитных карт, включая номер карты, адрес выставления счета, срок действия и CVV код. При этом нет сведений о том, как хранится подобного рода информация.

Для помощи пользователям различных сервисов усилиями нашего коллектива ведется разработка сервиса, предназначенного для получения информации о типе и количестве метрик, собираемых какой-либо конкретной компанией о пользователе в доступной форме, в отличие от политик конфиденциальности, которые составлены зачастую максимально расплывчато и неясно. На данный момент проводится сбор информации о соглашениях, осуществляется разработка прототипа сервиса. В дальнейшем планируется создание полноценной системы для:

- мониторинга соглашений различных компаний
- предоставления подробной информации конечным пользователям.

Список литературы

1. Политика конфиденциальности компании Facebook [Электронный источник] – URL: <https://www.facebook.com/privacy/explanation>
2. Политика конфиденциальности приложения YouTube в AppStore [Электронный источник] – URL: <https://apps.apple.com/ru/app/youtube/id544007664>

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

3. Политика конфиденциальности компании Google [Электронный источник] – URL: <https://policies.google.com/privacy?hl=ru#footnote-personal-info>
4. Политика конфиденциальности приложения Vkontakte [Электронный источник] – URL: https://vk.com/data_protection?section=rules
5. Политика конфиденциальности компании Yandex [Электронный источник] – URL: <https://yandex.ru/legal/confidential/>
6. Facebook Reports First Quarter 2020 Results [Электронный источник] – <https://www.prnewswire.com/news-releases/facebook-reports-first-quarter-2020-results-301049682.html>
7. Alphabet Announces Fourth Quarter and Fiscal Year 2019 Results [Электронный источник] - URL: https://abc.xyz/investor/static/pdf/2019Q4_alphabet_earnings_release.pdf?cache=05bd9fe
8. Digital 2021 – We Are Social [Электронный источник] - URL: <https://wearesocial.com/digital-2021>

Кривошеева К.А., Зотов С.С.

ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ДЕЕРФАКЕ ВИДЕО

Кафедра информационной безопасности ШЕН ДВФУ

Институт математики и компьютерных наук

Научный руководитель – И.Г. Мирин

Дипфейк технологии предполагают синтез изображений, видео и аудио материалов. Иными словами, данная технология [3] позволяет производить реалистичную манипуляцию, заменяя голос и лицо одного человека на выбранное (таргетированное) лицо [1].

Суть исследования заключается в создании алгоритма, основанного на работе сверточных нейронных сетей, который позволит находить фейковые видеоматериалы, так как пока видео контент является самым распространенным в дискредитации общества. Исследование поделен на 4 больших этапа: анализ, представленных алгоритмов, и сбор данных для тренировки сети, затем обработка выбранных нами данных, то есть снятие метрик, характеризующих лицо. После подготовки выявленных из видео изображений, следует тренировка сети ResNet50[4] и получение модели. и финальным этапом проверка модели тестовыми наборами.

Метод предполагает работу сверточных нейронок, так как они направлены в основном на работу с изображениями. Поэтому для 3 этапа – работы с сетью для начала необходимо подготовить набор данных.

Для исследования было решено взять укороченный набор данных представленных Kaggle, которые были собраны для проведения соревнований по обнаружению дипфейков. Набор данных делится на тренировочный и тестовый, также тренировочный набор данных предварительно размечен на поддельный и реальный контент.

Видео из датасета были обработаны следующим образом: первое нужно обнаружить лица в каждом кадре. Для этого использовался метод, называемый гистограммой направленных градиентов [2]. Суть этого метода заключается в подсчете количества направлений градиента в локальных областях изображения. После выполнения этого метода на месте каждого отдельно взятого пикселя будет стрелка, являющаяся градиентом, цель которой показывать направление от светлых пикселей к более темным по всему изображению. Затем изображение следует разделить на небольшие квадраты для подсчета точек градиента, повернутых в разные направления, после чего заменим квадраты на стрелки, которые будут повернуты в одном направлении. Часть полученного изображения сравнивается с НОГ-изображениями, полученными в ходе обучения на других изображениях.

Полученные кадры с обнаруженными лицами образуют датасет, на котором будет учиться сверточная нейронная сеть ResNet50. Ее основное преимущество перед остальными сверточными нейронными сетями состоит в том, что в их архитектуре используется механизм соединения для быстрого доступа, цель которых выполнение сопоставления идентификаторов, пропуская один или несколько слоев. Добавление идентификатора решает проблему градиентного спуска, то есть при использовании метода прямого распространения градиентный спуск будет уменьшаться с каждой итерацией, следовательно, ошибка будет меньше, а точность выше.

Список литературы

1. Pavel Korshunov and Sébastien Marcel. Deepfakes: a new threat to face recognition? assessment and detection. arXiv preprint arXiv:1812.08685, 2018.
2. Thanh Thi Nguyen, Cuong M. Nguyen, Dung Tien Nguyen, Duc Thanh Nguyen, Saeid Nahavandi, Deep learning for Deepfakes creation and Detection. Preprint. September 2019. [Электронный ресурс] URL: <https://arxiv.org/abs/1909.11573>
3. Understanding the technology behind DeepFakes – [Электронный ресурс] - <https://www.alanzucconi.com/2018/03/14/understanding-the-technology-behind-deepfakes/>
4. Understanding and coding a ResNet in Keras – [Электронный ресурс] - <https://towardsdatascience.com/understanding-and-coding-a-resnet-in-keras-446d7ff84d33>

Лысюк Д.С., Зотов С.С.

АНОНИМИЗАЦИЯ ДАННЫХ

Кафедра компьютерных систем ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - к.ю.н., доцент Дремлюга Р.И.

Наряду с появлением больших данных и ростом потребности в исследованиях с их участием, возникла проблема анонимизации данной информации. В качестве решения данной проблемы предлагаются анонимизирование данных в исследовательских и статистических целях с условием полного обезличивания данных пользователей. Анонимизация данных может быть проведена двумя способами: удалением идентифицирующих признаков или их заменой на синтетическую информацию. Удаление данных искажает структуру текста и усложняет процесс его обработки, поэтому второй способ является наиболее подходящим. Данный процесс будет являться псевдоанонимизацией в соответствии с GDPR, если персональные данные больше не могут быть отнесены к конкретному субъекту данных без использования дополнительной информации, при условии, что такая дополнительная информация хранится отдельно и подлежит техническим и организационным мерам для обеспечения того, чтобы персональные данные не были отнесены к идентифицированному или идентифицируемому физическому лицу.1].

Процесс замены персональных данных синтетическими совсем не гарантирует обезличивание данных [2]. После извлечения из документа прямых идентификаторов, например, имя, номер телефона, номер социального страхования и др. В документе могут оставаться данные, которые могут быть косвенно, но однозначно связаны с человеком. Латанья Суини показал, что, хотя ни пол, ни дата рождения, ни почтовый индекс не идентифицируют человека однозначно, комбинация всех трех факторов достаточна для идентификации 87% людей в Соединенных Штатах [3]. Кроме квазиидентификаторов существуют и так называемые чувствительные атрибуты — это те данные, которые люди не хотят рассказывать о себе, например, болезни, заработная плата, сексуальная ориентация и др. [4] Комбинация данных этой категории также может идентифицировать личность.

Тем самым, вопрос анонимизации данных становится ещё сложнее и многограннее, чем может показаться и с улучшением технологий потребность в ней будет только расти, но и сложность реализации увеличится.

Список литературы

1. General Data Protection Regulation [Электронный источник] – URL: <https://gdpr-text.com/read/article-4/>
2. No Intruder, no Validity: Evaluation Criteria for Privacy-Preserving Text Anonymization [Электронный источник] – URL: <https://arxiv.org/pdf/2103.09263.pdf>
3. Simple Demographics Often Identify People Uniquely [Электронный источник] – URL: <https://dataprivacylab.org/projects/identifiability/paper1.pdf>
4. Data Privacy in the Age of Big Data [Электронный источник] – URL: <https://towardsdatascience.com/data-privacy-in-the-age-of-big-data-c28405e15508>

Маковский К. Е.

ТРЕБОВАНИЯ ПО ЗАЩИТЕ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ДИСТАНЦИОННОЙ РАБОТЫ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель - к.т.н., доцент Е. А. Верещагина

В сложившихся условиях распространения коронавирусной инфекции весьма актуальной задачей на период действия ограничительных мер стала задача обеспечения безопасной удаленной работы предприятий различного профиля. В связи с этим была поставлена цель выяснить и проанализировать опыт защиты информации в информационных системах в условиях «дистанционки».

В первую очередь следует учитывать позицию регулятора ФСТЭК (и других регуляторов по ИБ), который неоднократно выступал на различных IT-конференциях по данному вопросу, например, [1].

С точки зрения ФСТЭК, нормы 17-го и других приказов вполне могут быть применимы и при удаленной работе, однако в этом случае следует использовать специальные технические инструменты, которые, в свою очередь, должны соответствовать определенным требованиям. С учетом нехватки бюджетных средств (в частности, для выдачи каждому сотруднику по служебному ноутбуку со всеми необходимыми настройками по защите), ФСТЭК предлагает концепцию Live USB, которая заключается в использовании защищенной флешки, позволяющей удаленно подключаться к информационной системе предприятия и работать с документацией за пределами контролируемой зоны (флешка должна пройти процедуру проверки соответствия требованиям по ИБ). Live USB должна содержать всё необходимое ПО, начиная с операционной системы и заканчивая такими механизмами защиты, как двухфакторная аутентификация, доверенная загрузка, криптосредства и т. д.

В связи с вышеизложенным, ФСТЭК анонсировал разработку отдельного руководящего документа, ориентированного на разработчиков и испытательные лаборатории таких средств, однако маловероятно, что такой подход в целом приведет к усилению защиты информации и уровня ИБ, так как требования к средствам разрабатываются безотносительно к требованиям к процессам безопасной удаленной работы и, кроме того, будут являться закрытой информацией для пользователя (ДСП). Это может привести к тому, что конечные пользователи, уровень квалификации которых недостаточен, не смогут работать в дистанционном режиме. Сроков утверждения этого документа ФСТЭК не назвал, при этом также планируется внести соответствующие изменения в приказы ФСТЭК.

Важной отличительной особенностью документа о безопасной удаленной работе станет отсутствие дифференциации требований на классы защищенности, что приведет к неоправданным расходам на безопасность, вследствие чего многие субъекты регулирования ФСТЭК не смогут реализовать максимально возможные требования (средства защиты не ниже 4 класса).

Установка прикладного ПО на Live USB, в свою очередь, предполагает решение нескольких вопросов: минимально необходимый объем памяти на флешке, настройка разрешений в сертифицированной ОС, скорость загрузки и т. д. Важной проблемой является то, что абсолютно не все приложения, возможно, допускают запуск с Live USB. Ожидается, что эта флешка также будет являться хранилищем электронных ключей и сертификатов для электронных подписей, поэтому возможен конфликт требований и интересов ФСБ и ФСТЭК, тем более что приказы ФСБ об использовании криптосредств никак не учитывают работу в дистанционном формате. Применение технологии Live USB таит в себе еще один недостаток: необходимы тонкие настройки BIOS, которые не всегда доступны рядовому пользователю; кроме того, некоторые вместо ПК используют планшеты, в которые нельзя вставить флешку. Также нужно иметь в виду, что Минцифры планирует импортозамещение всех госорганов к определенному сроку, но при переходе на отечественные микроконтроллеры и модули флеш-карт придется заново переаттестовывать систему защиты, а также снова тратить деньги, время и силы на повторную закупку и на повторную установку. Безусловно, использование Live USB также приведет к дополнительным угрозам, некоторый перечень которых и мер защиты к ним представлен в Таблице.

Таблица

Применение личных средств вычислительной техники по технологии LiveUSB для обеспечения дистанционной работы

Дополнительные угрозы	Меры защиты
1. Перехват информации по каналам передачи данных, передаваемых между Live USB и информационной системой 2. Подмена доверенного пользователя Live USB 3. Внедрение на Live USB вредоносного кода через личное СБТ 4. Запуск Live USB с неавторизованного СБТ 5. Несанкционированное копирование защищаемой информации с Live USB на носители личного СБТ 6. Утечка защищаемой информации за счет подключения сторонних периферийных устройств к личному СБТ при работе на Live USB	1. Сертифицированное средство доверенной загрузки 2. Сертифицированная операционная система 3. Средство двухфакторной аутентификации 4. Сертифицированные криптосредства для защиты канала передачи данных и шифрования защищаемой информации на Live USB 5. Дистанционный доступ к системе через технологии RDP, VDI 6. Централизованное управление Live USB и удаленное администрирование

В перспективе планируется создание типового АРМ госслужащего (облачное решение по модели SaaS), доступ к которому будет осуществляться исключительно через сертифицированное ФСТЭК средство Live USB. По мнению представителя Минцифры, озвученному на ТБ-форуме [1], «...это будет на 100% доверенная среда, использующая на 100% доверенное ПО».

Как бы то ни было, переход на удаленный режим работы сопряжен с трудностями организации процессов управления безопасностью информационных потоков, и внимание следует уделять не только к безопасности конечных устройств, но и к периметру информационной системы, а также мониторингу сетевой активности, управлению инцидентами и т. д. Без этого нельзя себе представить безопасность удаленной работы.

Таким образом, в статье описаны перспективы, с которыми столкнутся все государственные и муниципальные органы, а также, возможно, другие организации (например, субъекты КИИ и/или операторы ИСПДн).

Список литературы

1. Актуальные вопросы защиты информации : [материалы XI конференции. 10 февраля 2021 г.] // Международный ТБ-форум : Технологии безопасности. – URL: <https://www.tbforum.ru/2021/program/information-security> (дата обращения: 22.03.2021)

Милов Т.Д., Зотов С.С.

РАЗРАБОТКА ВЕБ ФАЗЗЕРА ДЛЯ НАХОЖДЕНИЯ XSS УЯЗВИМОСТЕЙ

ШЦЭ ДВФУ Дальневосточный федеральный университет

Научный руководитель - к.ю.н., заместитель директора по развитию Юридической школы ДВФУ, руководитель направления «Кибербезопасность», Р.И. Дремлюга

В нашем исследовании мы затрагиваем проблемы безопасности веб приложений, а точнее поиска XSS (Cross site scripting) уязвимостей. Проблема безопасности веб приложений становится все более актуальной с каждым годом, особенно проблема безопасности фронтенд части приложений [1], так как технологии развиваются очень стремительно и функционал расширяется, давая тем самым злоумышленникам больше возможностей для атак. Поэтому наше исследование направлено на поиск именно XSS, являющихся наиболее популярными видами уязвимостей клиентской части веб приложения.

Для тестирования на XSS уязвимости используется метод фаззинга, заключающийся в передачи заведомо неверных данных на приложение и отслеживании ошибок и уязвимостей. В качестве заведомо неверных данных, в нашем инструменте передаются через GET или POST параметры по HTTP протоколу предполагаемые XSS атаки.

Проблема современных решений заключается либо в высокой цене, либо неактуальности и неэффективности инструментов, так как разрабатываются open source решения обычно энтузиастами в свободное время. Проанализированные существующие решения такие как XSSStrike [2], Shuriken [3], Dalfox [4] либо не являются достаточно эффективными, либо имеют места, которые можно улучшить.

Работа направлена на оптимизацию поиска XSS уязвимостей и разработку конкурентоспособного инструмента, автоматизирующего данный процесс. В качестве улучшения предполагается взятие примера с фаззеров вроде AFL (American Fuzzing Lop) [5, 6] и применение идей оттуда для веб фаззера XSS уязвимостей. Например, использование генетического алгоритма [7, 8]. Идея использования генетического алгоритма в фаззинге XSS уязвимостей, заключается в применении принципа естественного отбора для выбора наиболее эффективных атак. Отбор производится за счет скрещивания и мутаций наиболее перспективных атак, то есть конструирования новой атаки с помощью частей старых и произведения дополнительных изменений. Перспективность определяется реакцией приложения на атаку: будет ли атака произведена, будет ли получен нетипичный ответ от приложения, либо ничего не произойдет. Таким образом, мы производим не просто перебор атак по списку, а создаем новые оптимизированные атаки, которые быстрее находят уязвимость в приложении.

Список литературы

1. A survey of detection methods for XSS attacks Upasana Sarmah, D.K. Bhattacharyya, J.K. Kalita, 2018
2. XSSStrike [Электронный источник] – URL: <https://github.com/s0md3v/XSSStrike>

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

3. Shuriken [Электронный источник] – URL: <https://github.com/shogunlab/shuriken>
4. Dalfox [Электронный источник] – URL: <https://github.com/hahwul/dalfox>
5. AFL [Электронный источник] – URL: <https://github.com/google/AFL>
6. A systematic review of fuzzing techniques Chen Chen, Baojiang Cui, Jinxin Ma, Runpu Wu, Jianchao Guo, Wenqian Liu, 2018
7. OPTIMIZING WEB APPLICATION FUZZING WITH GENETIC ALGORITHMS AND LANGUAGE THEORY Scott Michael Seal, 2016
8. Web Application Vulnerability Fuzzing Based on Improved Genetic Algorithm Xinshi Zhou, Bin Wu, 2020

Рудниченко А.К.

МОНИТОРИНГ СТАБИЛЬНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ СЕТЕВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕССЕНДЖЕРА TELEGRAM

Кафедра информационной безопасности ШЕН ДВФУ
Научный руководитель - к.т.н., доцент Е.А. Верещагина

Зачастую в государственных учреждениях сетевая инфраструктура достаточно большая – покрывает несколько этажей, либо всё здание организации. Нередко бывает, что она распространяется на несколько зданий, формируя кампусную сеть организации. Таким образом, под управлением отдела информационных технологий может быть 400 компьютеров и более.

В целях обслуживания такого количества рабочих мест в организации используются разного рода управляемые коммутаторы, сервера 1С, сервера для терминальных сессий, файловые сервера и прочие. В связи с этим, не всегда возможно вручную определить, какой узел сети вышел из строя.

Определение доступности узла сети производится методом посылы запроса по протоколу ICMP. ICMP – сетевой протокол, входящий в стек протоколов TCP/IP, используется для передачи сообщений об ошибках, доступности или недоступности узла [1]. Стандартная утилита «ping» в операционной системе Windows использует ICMP протокол для отправки эхо-запросов узлу сети [1].

Мониторинг стабильности сетевой инфраструктуры с использованием мессенджера Telegram подразумевает использование следующих технологий:

- сервер на базе операционной системы Windows (физический или виртуальный);
- программное обеспечение – сервер, разработанный на языке программирования C# с применением обфускации исходного кода.
- программное обеспечение – клиенты, разработанные на языке программирования C# с применением обфускации исходного кода [2, 3].

Проверка доступности узлов сетевой инфраструктуры (рисунок 1) – это лишь часть функционала, планируемого к реализации.

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

Интернет и сеть	Сервер 2 192.168.0.6 Up (check 12:27:24)	Сервер 11 192.168.0.102 Up (check 12:27:25)	Компьютер 3 192.168.0.152 Up (check 12:27:28)	Компьютер 12 192.168.0.161 Up (check 12:27:30)
Интернет 8.8.8.8 Up (check 12:27:24)	Сервер 3 192.168.0.7 Up (check 12:27:24)	Сервер 12 192.168.0.103 Down (check 12:27:27)	Компьютер 4 192.168.0.153 Up (check 12:27:28)	Компьютер 13 192.168.0.162 Up (check 12:27:30)
Cisco 192.168.0.3 Up (check 12:27:24)	Сервер 4 192.168.0.10 Up (check 12:27:24)	Видеонаблюдение	Компьютер 5 192.168.0.154 Up (check 12:27:28)	Компьютер 14 192.168.0.163 Up (check 12:27:30)
Провайдер 1 212.46.211.23 Up (check 12:27:24)	Сервер 5 192.168.0.146 Up (check 12:27:24)	Регистратор 1 192.168.0.20 Up (check 12:27:27)	Компьютер 6 192.168.0.155 Up (check 12:27:28)	Компьютер 15 192.168.0.164 Up (check 12:27:30)
Провайдер 1 86.100.84.20 Up (check 12:27:24)	Сервер 6 192.168.0.147 Up (check 12:27:24)	Регистратор 2 192.168.0.21 Up (check 12:27:27)	Компьютер 7 192.168.0.156 Down (check 12:27:30)	Компьютер 16 192.168.0.165 Up (check 12:27:30)
Сервера	Сервер 7 192.168.0.148 Up (check 12:27:24)	Регистратор 3 192.168.0.26 Up (check 12:27:27)	Компьютер 8 192.168.0.157 Up (check 12:27:30)	Принтеры
AD Controller 1 192.168.0.1 Up (check 12:27:24)	Сервер 8 192.168.0.149 Down (check 12:27:25)	Компьютеры в сети	Компьютер 9 192.168.0.158 Up (check 12:27:30)	Принтер 1 192.168.0.170 Up (check 12:27:30)
AD Controller 2 192.168.0.2 Up (check 12:27:24)	Сервер 9 192.168.0.100 Up (check 12:27:25)	Компьютер 1 192.168.0.150 Down (check 12:27:28)	Компьютер 10 192.168.0.159 Up (check 12:27:30)	Принтер 2 192.168.0.171 Up (check 12:27:30)
Сервер 1 192.168.0.5 Up (check 12:27:24)	Сервер 10 192.168.0.101 Up (check 12:27:25)	Компьютер 2 192.168.0.151 Up (check 12:27:28)	Компьютер 11 192.168.0.160 Up (check 12:27:30)	Принтер 3 192.168.0.172 Down (check 12:27:31)

Рисунок 1 – Таблица с наблюдаемыми узлами сети

На данный момент в сети на устройствах под управлением операционной системы Windows уже используются специальные агенты, передающие на сервер по запросу следующие данные [4]:

- информация о процессорах, о нагрузке на центральный процессор;
- информация об оперативной памяти (в том числе свободной);
- информация о видеоадаптере;
- информация о жестких дисках, свободном месте на них;
- информация о службах Windows;
- информация о запущенных процессах;
- информация о пользователях в операционной системе.

Функционал системы мониторинга стабильности сетевой инфраструктуры в будущем будет расширяться и приобретать функционал мониторинга безопасности узлов сети. Таким образом, планируется:

- периодическая проверка установленных обновлений Windows;
- периодическая проверка состояния сетевых портов (открыты или закрыты);
- сбор информации о компьютерной технике для заполнения технического паспорта информационной системы. Выгрузка соответствующей информации;
- уведомление системных администраторов об изменении характеристик для внесения изменений в технический паспорт информационной системы;
- уведомление о добавлении программ в автозагрузку;
- запуск различных скриптов по расписанию, либо с периодичностью.

На данный момент производится алгоритмизация вышеописанного функционала для последующей разработки. Данный функционал будет представлять собой отдельный модуль. При этом модифицировать (обновлять) клиенты (агенты) не нужно будет.

Отдел информационных технологий взаимодействует с системой мониторинга посредством мессенджера Telegram. Использование мессенджера Telegram в качестве средства уведомления сотрудников отдела информационных технологий показало положительный результат на протяжении продолжительного времени работы. Кроме этого, Telegram позволяет создавать кнопки прямо в диалоге

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.
с чат-ботом, что значительно упрощает получение дополнительной информации и проведение анализа «на ходу».

Список литературы

1. Ping // Microsoft Docs [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/windows-server/administration/windows-commands/ping> (дата обращения: 07.12.2020).
2. Telegram.Bot - .NET Client for Telegram Bot API // GitHub [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://github.com/TelegramBots/Telegram.Bot> (дата обращения: 07.12.2020).
3. Верещагина Е.А., Рудниченко А.К., Колесникова Д.С. Методы и особенности взаимодействия клиентов информационной системы с центром управления в целях мониторинга инфраструктуры предприятия // Инженерный вестник Дона, 2020, №5 [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N5y2020/6490>.
4. Верещагина Е.А., Рудниченко А.К., Колесникова Д.С. Windows Management Instrumentation как способ мониторинга и аудита ИТ-инфраструктуры предприятия // Инженерный вестник Дона, 2019, №8 [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N8y2019/6125>.

Рудниченко Д.С.

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ НЕКВАЛИФИЦИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСИ В РАЗЛИЧНЫХ СФЕРАХ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Кафедра информационной безопасности ШЕН ДВФУ
Научный руководитель - к.т.н., доцент Е.А. Верещагина

В настоящее время сложно представить многие сферы деятельности без применения электронной подписи. Сдача электронной отчетности, юридически значимый электронный документооборот, работа в государственных информационных системах, закупочная деятельность, электронные торги – все эти и многие другие сферы используют электронную подпись в качестве подтверждения неизменности подписанных данных, для ускорения обмена информацией и в целях идентификации личности отправителя.

Одним из основных нормативно-правовых актов, регулирующих сферу применения электронных подписей, является Федеральный закон Российской Федерации от 06.04.2011 г. №63-ФЗ «Об электронной подписи» [1]. Статья 5 указанного Федерального закона определяет виды электронных подписей (рисунок 1).

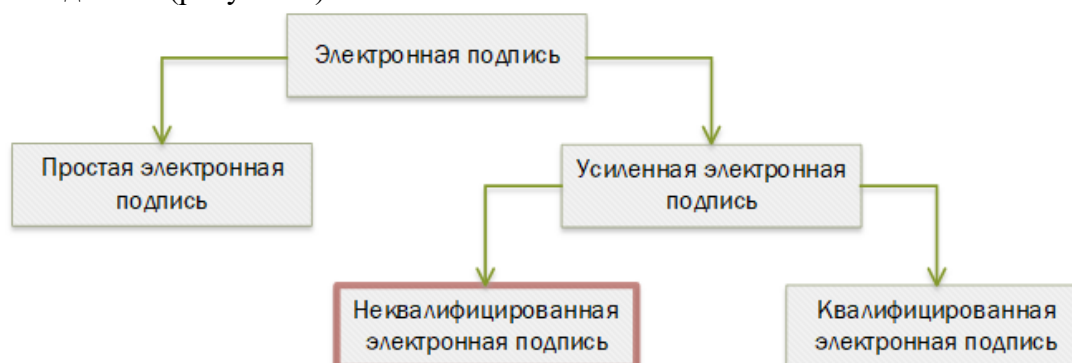


Рисунок 1 – Виды электронных подписей

Простая электронная подпись – это использование кодов, логинов и паролей. В отличие от простой электронной подписи, неквалифицированная не только подтверждает факт формирования электронной подписи, но также позволяет обнаружить факт внесения изменений в электронный документ после момента его подписания, определить лицо, которое подписало документ. Неквалифицированная электронная подпись получена в результате криптографического преобразования информации с использованием ключа электронной подписи.

Квалифицированная электронная подпись соответствует всем признакам неквалифицированной электронной подписи, но отличается от последней тем, что сертификат ключа проверки электронной подписи создаётся и выдаётся аккредитованным удостоверяющим центром [2].

Несмотря на то, что квалифицированные электронные подписи, выдаваемые аккредитованными удостоверяющими центрами, используются гораздо чаще, у неквалифицированных также есть свои преимущества. Чаще всего порядок их получения в разы проще, а также они выдаются на безвозмездной основе. Неквалифицированные электронные подписи имеют юридическую силу только в том случае, если это закреплено в соглашении (либо договоре) между участниками электронного взаимодействия. Самый частый пример – это банк-клиенты. Организациям выдаются неквалифицированные электронные подписи для доступа в банк-клиенты с целью перечисления заработной платы работникам учреждения.

Кроме этого, одной из областей применения неквалифицированных электронных подписей является организация электронного документооборота в учреждениях. Достигается это путём разворачивания средств удостоверяющего центра в локальной сети. Например, таким средством может выступать служба сертификации Active Directory (центр сертификации Active Directory). Для достижения поставленной задачи необходимо:

- развернуть сервер с операционной системой Windows Server;
- установить криптопровайдер, который будет использоваться для создания закрытых ключей электронной подписи;
- добавить серверу роль служб сертификации Active Directory;
- настроить порядок подачи запросов на сертификат в центр сертификации Active Directory.

Также, неквалифицированные электронные подписи могут применяться для обучения будущих специалистов по информационной безопасности. Например, можно включить в образовательную программу новый или дополнить существующий практический блок по работе с электронными подписями. Предполагаемая программа может включать следующие подблоки:

- развертывание и настройка центра сертификации Active Directory на базе различных криптопровайдеров (например, VipNet CSP или КриптоПро CSP);
- выпуск неквалифицированных электронных подписей для сотрудников организации и настройка рабочих мест пользователей для работы с ними;
- интеграция неквалифицированной электронной подписи с существующей системой электронного документооборота.

Выпуск неквалифицированной электронной подписи для обучающихся может решить задачу идентификации личности в электронной информационно-образовательной среде, то есть заменить привычные всем пару «логин-пароль».

Выпуск и использование неквалифицированных электронных подписей могут помочь решить задачу аутентификации пользователя в ОС Windows [3]. Это также позволит отказаться от привычной пары «логин-пароль» и в дальнейшем организовать автоматическую блокировку автоматизированного рабочего места при извлечении токена авторизации (устройства, на котором хранится закрытый ключ).

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

В настоящее время неквалифицированная электронная подпись – технология далеко не новая, но до сих пор она охватывает довольно малый объём услуг и задач. Тем не менее, она имеет довольно большой потенциал, так как для её реализации требуются меньшие финансовые затраты при возможном охвате достаточно широкого спектра задач. При этом повышается эффективность за счёт возможности удалённой работы и организации электронного документооборота вместо необходимости нарочно передавать документацию.

Список литературы

1. Федеральный закон от 06.04.2011 г. № 63-ФЗ «Об электронной подписи» [Электронный источник] – URL: <http://base.garant.ru/12184522/#ixzz6qOMJ9mor>.
2. Список аккредитованных удостоверяющих центров [Электронный источник] – URL: https://digital.gov.ru/ru/activity/govservices/certification_authority/.
3. КриптоПро Winlogon [Электронный источник] – URL: <https://www.cryptopro.ru/products/other/winlogon>.

Слепенчук Р.А., Захарченко Д.В

О БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ, ОСТАВЛЯЕМЫХ В КОМПАНИЯХ

Кафедра информационной безопасности ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – Ассистент Захарченко Д.В.

В настоящее время организации, вне зависимости от их масштабов, собирают всю возможную информацию о своих клиентах. Данная информация несёт огромную ценность, как для самой организации, так и для злоумышленников. Но не редки случаи, когда сама организация становится злоумышленником относительно использования персональных данных своих клиентов, нарушая свои соглашения с пользователями.

Компания – это объединение людей с целью получения прибыли. И иногда люди ради выгоды выходят за рамки закона. Имея доступ к персональным данным клиентам, компании могут использовать их для реализации различных мошеннических схем, незаконной передачи данным третьим лицам и т.д. Процент утечки данных по вине компаний невелик, но данные инциденты несут большую угрозу, чем другие. Одними из примеров случаев незаконной передачи информации третьим лицам компаниями за 2020 – 2021 года являются:

Мошенническая схема. Epsilon Data Management, одна из крупнейших маркетинговых компаний в мире, призналась, что сотрудники подразделения Direct to Consumer использовали сложные модели данных для выявления потребителей, которые могут с наибольшей вероятностью откликнуться на предложения товаров и услуг. DTC сознательно отправляли смоделированные данные ряду лиц для реализации мошеннических схем. Были отправлены данные более 30 млн. человек. Компания Epsilon Data Management заключила соглашение с Министерством юстиции США о снятии уголовного обвинения за продажу персональных данных миллионов американцев, так же компания согласилась выплатить штраф в размере 150 миллионов долларов, большая часть которого пойдет на выплаты компенсаций пострадавшим [1].

Несанкционированная реклама. Королевская голландская теннисная ассоциация (KNLTV) передавала личную информацию: имена, гендерную принадлежность, телефоны и адреса участников своим спонсорам. Имея данные потенциально заинтересованных покупателей, спонсоры KNLTV, используя телефонные номера и электронную почту, рассылали участникам ассоциации рекламу, связанную с их интересами. Информационный регулятор Нидерландов постановил, что теннисная

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

ассоциация нарушила Общий регламент по защите информации, и оштрафовал её на 525 тысяч евро [2].

Незаконная передача данных. Центр немецкого языка при Волгоградском Социально-Педагогическом Университете систематически собирал персональные данные волгоградцев – слушателей Центра и вопреки нормам действующего законодательства передавал их Немецкому культурному центру имени Гёте при германском посольстве, а также Гёте Институту в Мюнхене. Мировой суд Центрального судебного района Волгоградской области оштрафовал Директора центра немецкого языка на 50 тысяч рублей [3].

Продажа персональных данных компаниями – это еще одна статья доходов компании и пользователь никак не может воспрепятствовать этому. Регуляторами в таких ситуациях служат специальные органы контроля разных стран и законы, которые они регулируют. К примеру, министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций предложило при соблюдении нескольких требований использовать обезличенные персональные данные россиян, в том числе для предпринимательской деятельности [4]. В свою очередь, мировые кредитные организации, например, Bank of America Corp. и Lloyds Banking Group Plc., а также технологические гиганты Facebook Inc. и Alphabet Inc. уже нашли способы монетизировать накопленные данные, несмотря на то, что есть риск перейти допустимые границы конфиденциальности [5].

Список литературы

1. Marketing Company Agrees to Pay \$150 Million for Facilitating Elder Fraud Schemes [Электронный источник]. – URL: <https://www.justice.gov/opa/pr/marketing-company-agrees-pay-150-million-facilitating-elder-fraud-schemes>

2. Голландская теннисная ассоциация оштрафована на 525 тыс. евро [Электронный источник]. – URL: <https://www.tk.nl/nieuws/autoriteit-persoonsgegevens-legt-boete-op-voor-verkoop-persoonsgegevens/>

3 Центр немецкого языка оштрафован за передачу персональных данных волгоградцев в Германию [Электронный источник]. – URL: <https://volgasib.ru/virtual/skandali-4p/tsentr-nemetskogo-yazyka-oshtrafovan-za-peredachu-personalnyh-dannyh-volgogradtsev-v-germaniyu/>

4. Министерство цифрового развития предложило разрешить торговлю обезличенными данными россиян. [Электронный источник]. – URL: https://www.rbc.ru/technology_and_media/03/03/2021/603fab749a7947cc6ae37057

5. Продажа обезличенных данных клиентов [Электронный источник]. – URL: <https://www.infowatch.ru/analytics/data-loss-cases/yaponiya-bank-vystavit-klientskie-dannye-na-prodazhu>

Стриженко И.Ю., Коротков С.А., Боршевников А.Е.

ОБЗОР ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ АНОНИМИЗАЦИИ В ПРОТОКОЛЕ БЛОКЧЕЙН

Кафедра информационной безопасности ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – старший преподаватель А.Е. Боршевников

Главная проблема блокчейн сети Bitcoin заключается в том, что получатель и отправитель могут быть эффективно установлены. В случае если кому-то известен адрес, то можно отследить все передвижения средств на данном адресе. Анонимизация является одной из основных криптографической задач, которые могут решаться в рамках криптографических протоколов. Отсюда, в рамках протокола блокчейн решение данной задачи также может представлять практический интерес.

Нужно обозначить, что предварительно необходимо провести обзор методов анонимизации и их эффективности в протоколах блокчейн перед тем, как проводить разработку эффективного метода анонимизации. Это и является задачей данной работы. Часть из рассмотренных методов представлена в таблице 1, однако способов анонимизации несколько больше.

Таблица 1

Некоторые способы анонимизации в рамках протокола блокчейн

Название метода/протокола	Сильные стороны	Слабые стороны	Применяются в/для
ZK-SNARKs	Небольшой размер доказательства Быстрая верификация Относительно быстрая генерация доказательства	Сложная процедура установки публичных параметров Относительная сложность технологии Использование данного метода приводит к появлению токсичных отходов Неустойчива ко взлому с использованием квантовых компьютеров	Криптовалюта zCash
ZK-STARKs	Устойчива ко взлому квантовыми компьютерами Относительно мало времени тратится на генерацию доказательства Относительно мало времени тратится на проверку доказательства	Сложность технологии Большой размер доказательства	Электронное голосование Тайная верификация Проверка блокчейн транзакций
Idemix	Обеспечивает анонимность и неотслеживаемость транзакций Подпись заверяет атрибуты Подписи, лежащие в основе протокола позволяют эффективно доказать факт принадлежности подписи и соответствующих атрибутов без разглашения подписи и выбранных атрибутов.	Организации Idemix не могут одобрить chaincode транзакции или утвердить chaincode определение У Idemix фиксированный список атрибутов Функция отзыва еще не реализована Idemix не используется экспертными службами для утверждения (indoorment), используется только для проверки подписей	Используется сеть блокчейн Hyperledger fabric и основывается на схемах слепых подписей
PiVX	Использование децентрализованных бирж Небольшое количество энергии по сравнению с доказательствами выполнения работы (PoW) Открытый исходный код Использует быстрые технологии перевода валюты Позволяет делать внебиржевые сделки с токенами	Угнетение со стороны правительственных органов Потенциальный ускоренный темп инфляции из-за продвинутой анонимности Проект все еще находится в разработке	Проект ориентирован на анонимность в мобильных криптовалютах платежах из-за чего кошелек PiVX похож на кошелек для мобильных устройств

Протокол Грота-Сахая	Доказательство подписи без раскрытия подписи Доказательство того что два шифртекста шифруют одно и то же сообщение	Не интерактивные, доказательства Грота-Сахая, без возможности определения свидетеля не всегда работают корректно	Используются в разработке криптографических примитивов, не нуждающихся в гипотезе случайного оракула
Monero (bulletproofs)	Относительная простота протокола Используется продолжительное количество времени	Генерация и верификация доказательства занимает больше времени чем Zk-SNARK и Zk-STARK Не устойчива ко взлому с использованием квантовых компьютеров	Широко применяется для анонимных транзакций

Из указанных в таблице методов и протоколов более эффективными являются Monero и ZK-STARKs, Monero подтверждает свою эффективность большой базой активных пользователей, ZK-STARKs – применением в особо важных проектах.

На сегодняшний день методы, используемые для анонимизации в протоколе блокчейн требуют увеличения количества пользователей, заинтересованных в анонимных транзакциях, а также грамотной реализации со стороны разработчиков, обеспечивая доступные и наглядные механизмы взаимодействия пользователей друг с другом и с криптовалютами.

Список литературы

1. Ben-Sasson E. et al. Scalable, transparent, and post-quantum secure computational integrity //IACR Cryptol. ePrint Arch. – 2018. – Т. 2018. – С. 46.
2. Nitulescu A. zk-SNARKs: A Gentle Introduction.
3. Camenisch J., Drijvers M., Lehmann A. Anonymous attestation using the strong diffie hellman assumption revisited //International Conference on Trust and Trustworthy Computing. – Springer, Cham, 2016. – С. 1-20.

Тананов А.А.¹, Жуков В.В.¹, Кудрявцева Ю.А.¹

САБОТАЖ В КОРПОРАТИВНОЙ СРЕДЕ – УГРОЗА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

¹Кафедра информационной безопасности ШЕН ДВФУ

Под термином саботаж стоит понимать как умышленное неисполнение, так и небрежное исполнение определённых обязанностей, в том числе и злонамеренные действия, направленные на нанесение урона имиджу предприятия, его финансовому благополучию [3].

В большинстве случаев, если речь идет об обеспечении информационной безопасности на предприятии, подразумевается защита от внешних угроз. В то время как противодействие внутренним угрозам отходит на второй план. Однако, согласно ряду ежегодных исследований, проводимых компанией Positive Technologies [6], умышленные и неумышленные нарушения регламентов ИБ ставят под угрозу безопасность предприятия.

Принято считать, что в результате саботажа финансовые потери случаются очень редко. Однако последние исследования в этой области говорят об обратном [4].

Исследование внутренних нарушений затруднительно, так как возникает необходимость

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

оценивать не только технические, но и поведенческие аспекты, а также анализировать и прогнозировать такие показатели, что не всегда дает однозначные результаты.

Наиболее значимым фактором в оценке и прогнозировании саботажа является мотивация инсайдера. Его поведение зависит от его мотивации и технических возможностей, уровня доступа к системам на предприятии.

Неумышленный саботаж чаще всего происходит из-за низкой осведомленности сотрудников о политиках безопасности на предприятии или из-за низкого уровня компьютерной грамотности.

На диаграмме 1 в процентном соотношении представлено распределение факторов, приводящих к саботажу [4].



Диаграмма 1 – События, предшествующие саботажу [4]

Результаты мониторинга сетевой активности, полученные компанией Positive Technologies в 2020 году [2], показывают, что в каждой компании встречаются нарушения регламентов ИБ:

1. Используется программное обеспечение для удаленного доступа, устаревшие и незащищенные протоколы передачи данных. Переход компаний на удаленную работу повлиял и на сетевую активность — выросла доля подключений во внешнюю сеть по протоколу удаленного доступа RDP: в 2019 году составляла 3%, в 2020 году достигла 18%.

2. Практически в каждой организации (90%) замечена подозрительная сетевая активность: применяются инструменты для сокрытия трафика, выявлены подозрительные подключения на внешние узлы.

3. Попытки эксплуатации уязвимостей в ПО были замечены в каждой третьей компании. Часть из них – попытки атак внутри сети.

Уже сейчас многие крупные компании используют SIEM (Security information and event management) и NTA (Network Attack Discovery), системы позволяющие анализировать сетевой трафик для выявления атак.

Итак, в заключение стоит выделить меры предупреждения саботажа:

1. Внедрение систем мониторинга;
2. Тщательная проверка сотрудников на стадии трудоустройства;
3. Регулярные семинары и курсы, направленные на повышение компьютерной грамотности;
4. Доведение до сотрудников информации о политиках ИБ и контроль за их исполнением.
5. Поддержание положительной атмосферы в коллективе, система поощрений.

Кроме всех вышеперечисленных методов предупреждения внутренних угроз, стоит задуматься о разработке модели машинного обучения, которая на основе ряда показателей того или иного сотрудника будет делать вывод о возможности предстоящей диверсии.

Список литературы

1. Бондарев, В.В. Анализ защищенности и мониторинг компьютерных сетей. Методы и средства : учебное пособие / В. В. Бондарев — Москва : Издательство МГТУ им.Н.Э. Баумана, 2017. — 225 с.
2. Выявление инцидентов ИБ с помощью SIEM: типичные и нестандартные задачи, 2020 [Электронный источник] – URL: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/incidents-siem-2020/#id9>
3. Саботаж [Электронный источник] – URL: <https://www.anti-malware.ru/threats/sabotage>
4. Саботаж в корпоративной среде [Электронный источник] – URL: <http://iso27000.ru/chitalnyi-zai/zaschita-ot-insaiderov/sabotazh-v-korporativnoi-srede>
5. Скиба, В.Ю. Руководство по защите от внутренних угроз информационной безопасности. / В.Ю. Скиба, В.А. Курбатов — СПб.: Питер, 2008. — 320 с.
6. Топ угроз ИБ в корпоративных сетях, 2021 [Электронный источник] – URL: https://www.ptsecurity.com/ru-ru/premium/top-ugroz-ib-v-korporativnyh-setyah-2021/?utm_source=pt-analytics-top-ugroz-ib&utm_medium=button&utm_campaign=premium-analytics-nad

Частухин В.Ю., Захарченко Д.В.

ТЕНДЕНЦИИ В ОБЛАСТИ УТЕЧЕК ИНФОРМАЦИИ В 2020 ГОДУ

Кафедра информационной безопасности ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – ассистент Захарченко Д.В.

Персональные данные, коммерческая и государственная тайна, платежная информация и даже медицинские отчёты – все это может быть использовано третьими лицами для подрыва устоев общества, нарушения государственной безопасности, шантажа и обмана граждан. Утечки данной информации в сеть могут повлиять на частную жизнь человека или нарушить работу огромной организации.

По отчётам аналитиков экспертного центра безопасности Positive Technologies под конец третьего квартала 2020 года количество атак злоумышленников, направленных на незаконное получение информации, выросло на 54 % по сравнению с тем же периодом 2019 года. Если рассматривать мотивы преступников, то большинство злоумышленников совершало атаки из-за доступа к информации – 76%. 35% всех преступлений было совершено из-за получения финансовой выгоды. Остальные 9% были направлены на хактивизм. Статистика по типам украденных данных: 34% - учетные данные, 16% - персональные данные, 16% - личная переписка, 14% - платежная информация, отдельные категории данных составили 19%, украденные медицинские отчёты составили 1% [1].

За 2020 год можно выделить следующие наиболее крупные утечки по вине хакеров:

Хакинг. Компрометация SolarWind. Злоумышленники применили способ, называемый supply chain — компрометацию инфраструктуры подрядчика для использования его учетных данных и паролей в атаке на основную организацию. Данная атака показала неспособность крупных IT-компаний правильно оценивать риски и применять необходимые контрмеры [2].

Веб-атака и компрометация учетных данных. Взлом аккаунтов Twitter. В июле 2020 года внутренние системы Twitter были взломаны бандой злоумышленников, которые захватили ряд аккаунтов знаменитостей для продвижения мошеннической схемы с криптовалютами. Злоумышленники разместили информацию о «раздаче биткоинов» во взломанных профилях. Киберпреступники просили пользователей перечислить 1 тысячу долларов в биткоинах, чтобы в дальнейшем удвоить эту сумму. Преступники заработали около 117 тысяч долларов [3].

Согласно исследованию компании InfoWatch, проводимому в 2020 году, атаки хакеров составляют 52,6% всех утечек, тогда как внутренние нарушители – действующие сотрудники или бывшие работники – стали причиной 47,4% утечек данных. В большинстве своем виновником утечки данных стал именно внешний нарушитель – 57,7%. Остальными причинами утечек стали сотрудники – 36,5%, бывшие сотрудники – около 1%, подрядчики – 2,2%, руководство компаний – 2,6%. Стоит отметить, что по вине системных администраторов количество утечек данных составляет всего 0.1% от общего числа (Рисунок 1) [4].



Рисунок 1. Распределение утечек данных по виновнику

Приведем примеры утечек данных по вине внутреннего и внешнего нарушителя:

Утечка данных по вине внутреннего нарушителя. Компания Tesla подала в суд на бывшего сотрудника Алекса Хатилова (Alex Khatilov), обвинив его в краже конфиденциальных данных и нарушении контракта. По заявлению Tesla, внутреннее обвинение в краже было предъявлено программисту 6 января 2020 года [5].

Утечка данных по вине внешнего нарушителя. Известный учебный центр SANS Institute пострадал от утечки. В SANS подчеркивают, что вектором атаки стало фишинговое письмо, открытое одним из менеджеров. Известно, что злоумышленник, получив доступ к аккаунту сотрудника SANS, поменял настройки, в результате чего вся электронная почта стала автоматически перенаправляться на неизвестный внешний адрес email [6].

Список литературы

1. Cybersecurity threatscape: Q3 2020 [Электронный источник] – URL: <https://www.ptsecurity.com/ww-en/analytics/cybersecurity-threatscape-2020-q3/>
2. Самые заметные и опасные кибератаки 2020 года [Электронный источник] – URL: <https://cisoclub.ru/cyberattacks-2020/>
3. Какие кибератаки стали знаковыми в 2020 году [Электронный источник] – URL: https://www.gazeta.ru/tech/2020/12/29/13419242/cyberattacks_2020.shtml
4. Утечки информации ограниченного доступа: отчет за 9 месяцев 2020 г. [Электронный источник] – URL: https://www.infowatch.ru/sites/default/files/analytics/files/InfoWatch_2020_9_monts_data_leak.pdf
5. Tesla уличила сотрудника в краже коммерческой тайны [Электронный источник] – URL: <https://www.infowatch.ru/analytics/data-loss-cases/32878>
6. SANS infosec training org suffers data breach after phishing attack [Электронный источник] – URL: <https://www.bleepingcomputer.com/news/security/sans-infosec-training-org-suffers-data-breach-after-phishing-attack/>

Ярмонов А.С., Гореликов Р.С.

ОТСЛЕЖИВАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В ЭПОХУ ПОСТ-ФАЙЛОВ СООКІЕ: КАК САЙТЫ ОБХОДЯТ СОГЛАСИЕ GDPR НА ОТСЛЕЖИВАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ.

Кафедра информационной безопасности ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – к.т.н., Доцент Е.А. Верещагина

Аннотация: За последние несколько лет веб-сайты начали предоставлять пользователям согласие на использование файлов cookie в виде баннеров. В этой статье исследуется проблема, «используют ли веб-сайты более постоянные и сложные формы отслеживания для мониторинга пользователей, которые отказались использовать cookie.»

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Отслеживание пользователей, согласие пользователей, веб-отпечатки пальцев

За последние несколько лет наблюдается растущая озабоченность по поводу защиты данных пользователей. Это вероятно было результатом общего регламента по защите данных, который был принят в апреле 2016 года и вступил в силу в мае 2018 года. В результате несколько компаний и их связанные веб-сайты, начали спрашивать своих посетителей и пользователей о их согласии перед сбором (и обработкой) их данных.

Такое согласие обычно собиралось с помощью баннеров cookie, которые запрашивают согласие пользователей и также могут предлагать некоторые варианты выбора. Действительно, пользователям может быть предоставлено право на согласие или отказ в использовании cookie.

В этой статье было решено изучить следующую проблему: «Если пользователь не дает согласия или решает отклонить все файлы cookie, используют ли веб-сайты другие формы отслеживания для этого пользователя?»

К сожалению, результаты показывают, что даже когда пользователи отклоняют все файлы cookie, веб-сайты используют другие формы мониторинга пользователей и обработки их личных данных, тем самым нарушая законы о защите данных.

Синхронизация идентификаторов.

Каждый раз, когда пользователь посещает новый веб-сайт, множество файлов cookie и идентификаторы присваиваются ему, они позволяют первой или третьей стороне повторно идентифицировать его через Интернет и создать профиль, основанный на его поведении в Интернете. Для различных веб-объектов (например, издателей, аналитиков, брокеров данных, рекламодателей и т. д.) для выполнения таких транзакций, все различные присвоенные псевдонимы (т. е. идентификаторы), присвоенные каждой сущностью одному пользователю, должны быть связаны (т. е. синхронизированы) вместе. Это показывает, что пользователь, которого объект А знает как userABC, тот же самый пользователь, которого объект В знает как user123.



Рисунок 1: Пример операции синхронизации идентификатора. Два соответствующих идентификатора, которые они присвоили одному и тому же пользователю.

На рисунке 1 показан пример того, как происходит синхронизация идентификаторов. Предположим, пользователь просматривает `website1.com` и `website2.com`, в котором есть третьи стороны, такие как `tracker.com` и `Advertiser.com` соответственно. Следовательно, эти две третьи стороны имеют возможность назначить псевдоним пользователя и повторно идентифицировать его в будущем. То есть, уже `tracker.com` знает пользователя с идентификатором `user123`, и `Advertiser.com` знает того же пользователя с идентификатором `userABC`. Затем предположим, что пользователь заходит на сайт `website3.com`, который включает некоторый код JavaScript с `tracker.com`, что делает браузер - отправляет запрос GET на `tracker.com` (шаг 1), который отвечает запросом REDIRECT (шаг 2), инструктируя браузер пользователя, чтобы отправить еще один запрос своему соавтору `Advertiser.com` на этот раз, используя специально созданный URL (шаг 3), где используется псевдоним (например, `user123`). Когда `Advertiser.com` получает указанный выше запрос от пользователя он знает, как `userABC`, он узнает, что пользователь, которого `tracker.com` знает как `user123`, а пользователь `userABC` это один и тот же пользователь. Это позволяет двум объектам присоединиться к разным псевдонимам (например, файлы cookie, идентификаторы устройств, идентификаторы пользователей и т. д.), которые пользователь использует в Интернете.

Исследование работы Cookie.

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

Consent-O-matic - это ультрасовременный расширение браузера для автоматического обнаружения и обработки форм согласия GDPR. Каждый раз, когда расширение обнаруживает управление согласием Платформа (CMP), она регистрирует свою информацию (например, поставщик, кодировку, идентификаторы). Используя Consent-O-matic, браузер может автоматически выполнять одно из следующих трех действий при обнаружении формы согласия:

- (1) Принять все: предоставить согласие для всех целей обработки данных. всем третьим лицам, находящимся на посещаемом веб-сайте.
- (2) Отклонить все: отказать в согласии для всех целей обработки данных. всем третьим лицам, находящимся на посещаемом веб-сайте.
- (3) Никаких действий: избегайте любого взаимодействия с формой.

Обнаружение синхронизации сторонних идентификаторов: проводим автономный анализ собранных данных для обнаружения синхронизации идентификаторов операции. В частности, исследуем всю сеть на уровне приложения, трафика и поиска запросов, содержащих уникальные идентификаторы. Для HTTP GET-запросы, проверяем URL-адреса запросов и изучаем их путь и параметры. Для запросов HTTP POST проверяем данные, которые хранятся в теле запроса. Сообщаем о случае синхронизации ID только если уникальный идентификатор доставляется в домен, отличный от того который назначил его пользователю. Таким образом, разбираем значение каждого и ищем строки, которые можно использовать в качестве уникальных идентификаторов.

Так же намеренно игнорируем ключи, найденные в парах "ключ-значение", поскольку эти ключи полагаются на API, который использует веб-сайт, и не содержат никакой полезной информации, и не могут однозначно идентифицировать пользователей. Обработка этих ключей как возможных идентификаторов приведет к множественным ложным срабатываниям.

Чтобы уменьшить количество ложных срабатываний, мы намеренно фильтруем значения, которые включают информацию о согласии (например, значения ключей euconsent, eupubconsent, cmpconsent и cmpiab), такие значения могут использоваться для передачи согласия пользователя если на странице присутствуют различные СММ или сторонние организации.

Чтобы составить список таких ключевых слов, нужно использовать упрощенный сканер для посещения более 2,5 тыс. веб-сайтов и хранения всех файлов cookie. Вручную проводим проверку их значения и определяем более 80 ключевых слов, которые часто встречаются в файлах cookie, но не может использоваться для идентификации пользователя. В этот список входят ключевые слова, например, «домашняя страница», «не определено», «рабочий стол», «не задано» и «активно», среди прочего.

Последний шаг - определить возможные идентификаторы в HTTP-трафике. Для каждой строки предыдущего шага мы проверяем все HTTP-запросы. таргетинг на домены, отличные от того, который установил cookie, ищем точно совпадающие строки. Также ищем эти возможные идентификаторы в параметры URL, теле запросов и реферер заголовков.

Список литературы.

1. Оливер Ибе Компьютерные сети и службы удаленного доступа 2019г
2. Калинин А.О. Правовое регулирование интернета 2021г
3. Михаил Райтман Искусство легального, анонимного и безопасного доступа к ресурсам Интернета 2016г
4. Дмитрий Складов Искусство защиты и взлома информации 2004г

Разумов Е.А.¹, Зотов С.С.¹

ПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СИСТЕМ СЛЕЖЕНИЯ В ЕС, США, КИТАЕ И РОССИИ

¹ Школа цифровой экономики, направление «Кибербезопасность» ДВФУ

Научный руководитель – к.ю.н., доцент Р.И. Дремлюга

За последние пять лет роль информационной безопасности в мире сильно возросла, и каждое крупное государство озабочено созданием собственной системы слежки за гражданами или предприятиями для обеспечения собственной национальной безопасности. В зависимости от восприятия каждым отдельным актором вероятных угроз в информационной сфере, формируется определенная законодательная база, дающая практически неограниченные возможности для проведения тотального контроля и слежения [1]. Вследствие этого создаётся специальная инфраструктура для проведения слежки [2].

В данной работе предпринята попытка провести параметрический анализ имеющихся на вооружении у отдельных государств Европейского Союза, Соединённых Штатов Америки, Китайской Народной Республики и Российской Федерации систем слежения.

В качестве параметров для проведения анализа предлагается рассматривать количество и качество собираемой информации (персональные данные, геолокационные данные, переписки и сообщения в социальных сетях и мессенджерах), а также методы их сбора (перехват сообщений из мессенджеров, социальных сетей). Причем предлагается разделять на государственные структуры, занимающиеся непосредственно слежкой и на крупные корпорации, имеющие возможность наравне с правительством осуществлять полноценную слежку.

При проведении исследования был сделан вывод, что правительства Китая и США имеют широкие возможности для проведения слежки, т.к. в их подчинении имеется огромное количество программного обеспечения, предназначенного для сбора определенной информации. В отличие от ранее упомянутых стран, Россия [3] и такие страны Европейского Союза как Франция, Швеция и Германия имеют сравнительно небольшое количество специализированного ПО, которое в основном направлено на фильтрацию трафика в информационном пространстве (таблица).

Таблица

Основные системы слежения по странам:

Россия	Китай	США	ЕС (Франция, Швеция, Германия)
СОРМ	天网	XKeyscore	Titan traffic database
	实时市民运动信息平台	PRISM	Onyx
	防火长城	DCSNet	Project 6
	体化联合作战平台	NarusInsight	Nachrichtendienstliches Informationssystem
	绿坝花季护航	Boundless Informant	Frenchelon
	五七体制	Tailored Access Operations	
		MAINWAY	

Кроме этого, был сделан вывод, что за последнее время огромный вес в сборе и обработке данных приобрели крупные транснациональные корпорации, которые предоставляют различные сервисы, предполагающие сбор и обработку данных о деятельности отдельно взятого человека, включая проводимые им транзакции, геолокационные данные и так далее [4]. В отличие от других

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.
государств, в Китае осуществляется форма «сотрудничества» между бизнесом и государством [5], согласно которой корпорации априори находятся под контролем государства, что даёт определенным структурам осуществлять слежку не только засчёт наличия специализированного ПО, но также по предоставляемым данным от корпораций.

Список литературы

1. Cohen N. Hong Kong Protests Propel FireChat Phone-to-Phone App [Электронный источник] – URL: http://www.nytimes.com/2014/10/06/technology/hong-kong-protests-propel-aphone-to-phone-app.html?_r=1
2. Lindsay Jon R., Cheung Tai Ming, Reveron Derek S. China and Cybersecurity Espionage, Strategy, and Politics in the Digital Domain. Oxford, Oxford University Press Publ., 2015, 379 p.
3. Spy Files Russia [Электронный источник] – URL: <https://wikileaks.org/spyfiles/russia/>
4. Lindsay Jon R. The Impact of China on Cybersecurity. International Security. 2015, vol. 39, no. 3, p. 7—47.
5. Ventre D. Chinese Cybersecurity and Defense. London, Wiley-ISTE Publ., 2014, 301 p.

Раздел IV

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Абрамов В.А.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДВОДНОГО ТРУБОПРОВОДА С ПОМОЩЬЮ СТЕРЕОКАМЕРЫ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения
ШЕН ДВФУ

Научный руководитель: к.т.н., доцент кафедры ПММУиПО Кудряшов А.П.

Подводным трубопроводом будем называть протяженное инженерное сооружение, расположенное под поверхностью воды, предназначенное для транспортировки газообразных и жидких веществ, пылевидных и разжиженных масс, а также твёрдого топлива и иных твёрдых веществ в виде раствора под воздействием разницы давлений в поперечных сечениях трубы. Автономным необитаемым подводным аппаратом (АНПА) будем называть подводный робот, перемещающийся в толще воды с целью сбора информации.

Трубопроводы являются важным экономическим транспортным средством. Так как такие сооружения находятся под водой, то есть в неблагоприятной среде, то для обеспечения их бесперебойной работы необходима их регулярная инспекция. Инспекция трубопроводов происходит регулярно в небольшой период времени (2 недели - месяц), с целью определения его состояния, обнаружения неисправностей. Одними из подзадач инспекции являются обнаружение, распознавание, определение направления трубопровода. Автономные подводные роботы используют различные алгоритмы и наборы оборудования для решения этих задач. Такими наборами оборудования могут лазерный профилограф [1], быть гидролокатор бокового обзора (ГБО) [2], стереокамера.

Целью данной работы является реализация информационной системы для обнаружения трубопровода с помощью стереокамеры.

Сtereoкамера — тип камеры с двумя или более объективами, создающими отдельные кадры, позволяющие симулировать человеческое бинокулярное зрение (получать оптический эффект параллакса) и осуществлять стереоскопическую съёмку, давая трёхмерные (объёмные) фотографии.

Основными критериями для сравнения методов являются:

- Дальность сканирования
- Точность обнаружения
- Цена сборки

С точки зрения цены сборки стереокамера является более дешевым и доступным средством. В перспективе при условии хорошей подводной видимости стереокамера может сравниться по дальности сканирования с лазерным профилографом. При этом стереокамера может быть точнее, чем гидролокатор бокового обзора. Стоит упомянуть, что стереокамера во время выполнения своей основной работы так же дает возможность для выполнения параллельной задачи навигации.

В данный момент, на основе проведенного анализа предметной области ведется разработка информационной системы.

Список литературы

1. Багницкий А. В. и др. Модельное решение задачи автоматической инспекции подводных трубопроводов с помощью гидролокатора бокового обзора //Подводные исследования и робототехника. – 2011. – №. 1. – С. 17.
2. Инзарцев А. В. и др. Отладка алгоритмов инспекции подводных трубопроводов на борту анпа с помощью удаленного высокопроизводительного моделирующего комплекса //Подводные исследования и робототехника. – 2018. – №. 2. – С. 28-36.

Аксененко О.Ю.

АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ ПОДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Кафедра прикладной математики, механики, управление и программного обеспечения

ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – д.т.н., г.н.с. ИАПУ ДВО РАН В. А. Бобков

Развитие подводной промышленной инфраструктуры, включая подводные добычные комплексы, газовые и нефтяные трубопроводы и др., требует регулярной инспекции их состояния. К целям инспекции относятся контроль технического состояния объектов и устранение неисправностей, а также контроль экологии подводной среды, в связи с возможной утечкой нефти и др. В статьях [1-4] дается обзор по проблеме Subsea Infrastructure Inspection и отмечается необходимость разработки новых технологий на базе использования АПР наряду с ROV's.

В работах лаборатории машинной графики ИАПУ ДВО РАН, проводимых совместно с ИПМТ ДВО РАН, предложен подход к решению указанной проблемы навигации АПР на базе обработки видеоинформации. В рамках этого подхода должна быть решена задача идентификации объекта и координатной привязки АПР к системе координат объекта. Поэтому в настоящей работе предлагается алгоритм распознавания подводного объекта, основанный на использовании геометрической модели объекта и обработки пространственной геометрической информации, извлекаемой из стереоизображений. Данный алгоритм является одним из ключевых этапов вышеуказанной общей вычислительной схемы решения проблемы навигации при инспекции подводных объектов.

Алгоритм идентификации объектов по контурам заключается в следующем – на полученном множестве сопоставленных 3D отрезков можно выполнить фильтрацию с целью сократить время последующих этапов обработки данных. Фильтрация заключается в удалении отрезков, заведомо не принадлежащих искомому объекту. Затем в полученном множестве L сопоставленных отрезков (после фильтрации, если она применяется) формируются пары отрезков, лежащих в одной плоскости. Для каждой такой пары определяется точка пересечения.

Таким образом, получаем множество $S\{c_j\}$ угловых точек, к каждой из которых примыкает два образующих ее отрезка-ребра из множества L . Поскольку в множестве S могут присутствовать, как точки объекта, так и точки рельефа дна или точки других объектов, задача заключается в идентификации точек, принадлежащих искомому объекту, путем сопоставления их с точками модели объекта. Это позволит затем вычислить матрицу координатной привязки АПР к объекту, поскольку будут известны координаты нескольких точек объекта, как в СК модели объекта, так и в СК АПР.

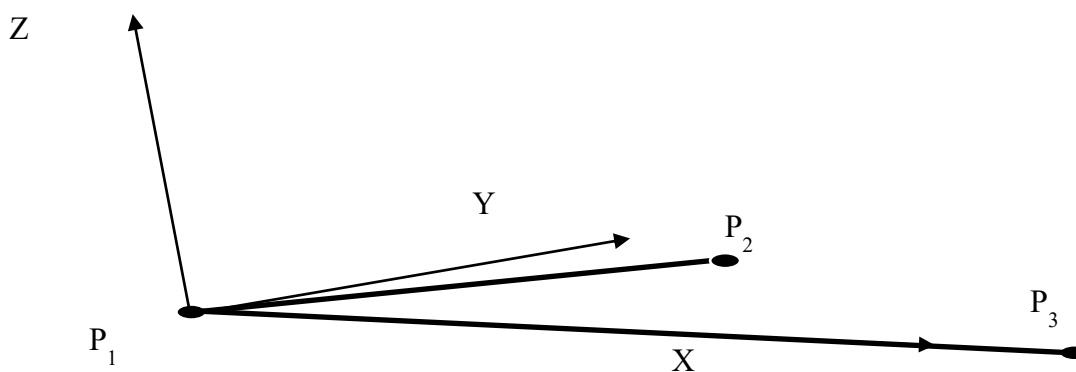


Рис. 1. Построение системы координат объекта
Объект строится по угловой точке P_1 и двум примыкающим к ней рёбрам-отрезкам P_1P_3 и P_1P_2 . Точка P_1 – начало CS , ось Z строится как нормаль к плоскости, образуемой ребрами-отрезками, (направлена вверх), а ось X берется по направлению отрезка P_1P_3 (по правилу правой CS). Ось Y берется как нормаль к плоскости ZX

Предложенное в настоящей работе решение задачи распознавания подводного объекта отличается от известных в литературе аналогов:

1. Геометрическая модель объекта, основанная на геометрических макропримитивах, генерируемых из векторизованных стереоизображений;
2. Алгоритм сопоставления получаемой АПР-м пространственной информации с моделью объекта. Алгоритм характеризуется более высокой достоверностью идентификации объекта и более низкими вычислительными затратами в сравнении с использованием только точечной модели объекта (характерные точки).

В дальнейшем планируется завершение программной реализации алгоритма и проведение вычислительных экспериментов на модельной (виртуальной) сцене и на реальных данных с оценкой эффективности предложенных алгоритмических решений.

Также планируется подготовка статьи в научный журнал по полученным результатам.

Список литературы

1. Christian Mai, Simon Pedersen, Leif Hansen, Kasper Jespen, Zhenyu Yang. Subsea Infrastructure Inspection: A Review Study // 6th International Conference on Underwater System Technology: Theory and Applications, 2016. DOI: 10.1109/USYS.2016.7893928.
2. Yulong Zhang, Miaozi Zheng, Chen An, Jung Kwan Seo. A review of the integrity management of subsea production systems: inspection and monitoring methods // Ships and Offshore Structures 14(8):1-15 January 2019.
3. L. Paul, S. Saedi, M. Seto, and H. Li, «AUV navigation and localization: A review», IEEE JOURNAL OF OCEANIC ENGINEERING, 2014.
4. Terracciano, D., Bazzarello, L., Caiti, A. et al. Marine Robots for Underwater Surveillance. Curr Robot Rep 1, 159-167 (2020).

Антонова Э.А., Халиуллин Р.А., Чагина П.А., Ремигайло А.А

СИСТЕМА, ИНТЕГРИРУЮЩАЯ В СЕБЕ РАЗЛИЧНЫЕ МЕТОДЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КЛАССИФИКАЦИИ. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения
ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – д.т.н, профессор И.Л. Артемьева

«Основой всякой классификации является сравнение объектов, в результате которого можно сказать, что объекты либо сходны, либо различны. Понятия сходство и различие являются основными в этой процедуре» [5]. Задача классификации состоит в нахождении класса, к которому относится некоторый объект задачи по заданным свойствам этого объекта. Классификация широко применяется как в науке (особенно, в естественных науках), так и в практической деятельности, причём научные классификации отличаются более устойчивым характером, поэтому сохраняются долгое время [1].

Практическая значимость проблемы (что сделано и что не сделано в настоящее время по решению проблемы):

1. В разных предметных областях существуют классификации объектов
2. Классификации бывают разными
3. Разные критерии классификации
4. Существует много разных методов решения задачи определения принадлежности объекта некоторому классу, однако нет описания этих методов, позволяющих выбирать наиболее подходящие для конкретной задачи
5. Отсутствует глобальная система, интегрирующая в себе различные методы решения задачи классификации.

Целью данного проекта является разработка модели интеллектуальной интернет системы, интегрирующей в себе методы решения задач классификации.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Провести обзор литературы, рассматривающей методы решения задачи классификации;
2. Выполнить анализ предметной области, построить ее модель, определить задачи, которые должна решать информационная система, разработать методы решения задач;
3. Разработать прототип веб-сайта;
4. Реализовать прототип части программной системы и провести его тестирование.

В математической статистике задачи классификации называются также задачами дискриминантного анализа.

В машинном обучении задача классификации решается с использованием обучения с учителем, поскольку классы определяются заранее и для примеров обучающего множества метки классов заданы. Аналитические модели, решающие задачу классификации, называются классификаторами.

Задача классификации представляет собой одну из базовых задач прикладной статистики и машинного обучения, а также искусственного интеллекта в целом. Это связано с тем, что классификация является одной из наиболее понятных и простых для интерпретации технологий анализа данных, а классифицирующие правила могут быть сформулированы на естественном языке.

К числу распространенных методов решения задачи классификации относятся:

- нейронные сети;
- логистическая и пробит-регрессия;

- деревья решений;
- метод ближайшего соседа;
- машины опорных векторов;
- дискриминантный анализ.

Список литературы

1. Асмус В. Ф. Логика. — М.: Огиз Госполитиздат, 1947. — С. 62—63.
2. Гаврилова Т. Онтологический подход к управлению знаниями при разработке корпоративных систем автоматизации. URL: bigc.ru/theory/km/ontol_podhod_to_uz.php#1
3. Загорюлько Ю.А. и Боровиков О. И. «Технология построения онтологий для порталов научных знаний» находится в журнале Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Информационные технологии.
4. Массель Л.В., Ворожцова Т.Н. и Пякова Н. И. «Онтологический инжиниринг для поддержки принятия стратегических решений в энергетике»
5. Каменецкий и др. 1975: 47-48
6. Артемьева И.Л., Реутов В.А., Цветников В.А. Онтология общей и неорганической химии для учебного процесса. // Дальневосточная математическая школа-семинар им. академика Е.В. Золотова: Тезисы докладов. Владивосток: “Дальнаука” ДВО РАН, 1999. С. 13-14.
7. Артемьева И.Л., Цветников В.А., Реутов В.А. Иерархическая модель онтологии физической химии. Часть 1. Модель метаонтологии «Сущности». Препринт. Владивосток: ИАПУ ДВО РАН, 201, 22 с.
8. Клещев А.С., Артемьева И.Л. Математические модели онтологий предметных областей. В 3-х частях. // Научно-техническая информация, сер. 2, 2001, №№ 1-4.
9. Клещев А.С., Артемьева И.Л. Необогатенные системы логических соотношений. В 2-х частях. // Научно-техническая информация, сер. 2, 2000, №№ 7-8.

Бабкин В.А., Заплата Е.А

РАЦИОНАЛЬНОСТЬ СОЗДАНИЯ СЕРВИСА ПО АВТОМАТИЗАЦИИ ПОИСКА ПАРКОВОЧНОГО МЕСТА

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель - к.т.н., доцент Е.И. Антонова

В современном мире в полный рост встала проблема поиска парковочных мест в городах, где большая часть населения пользуется личным транспортом. Темп производства автомобилей растет, как и желание иметь свой личный автомобиль у всё большего количества людей.

Данная проблема поиска парковочного места характерна не только для мегаполисов, но и для городов с меньшим населением, становясь важной проблемой, которая осложняет жизнь жителям и не дает покоя местным властям и муниципалитетам.

Целью работы является исследование возможности автоматизации процесса поиска парковочного места. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Постановка задачи автоматизации поиска парковочных мест
2. Обзор существующих автоматизированных информационных систем, которые могли бы решить проблему поиска парковочных мест

Существующие решения задачи составления маршрута и поиска парковочных мест

- Приложение "Парковки Москвы" [1]
- Горпарковки [2]
- Парковочное пространство Ростова-на-Дону [3]

Существующие системы анализа изображений

- OpenCV
- NEXSYS ImageExpert

В ходе анализа, наиболее подходящим средством, предоставляющим карты города, является использование сервиса «OpenSreetMaps».

В ходе анализа различных подходов к анализу изображений и существующих готовых систем были рассмотрены две системы, а именно OpenCV и NEXSYS ImageExpert Sample 2, их возможности, которые могут оказаться полезными в рамках задачи определения свободных мест на парковках.

Список литературы

1. Приложение "Парковки Москвы" / Приложение Google play – URL:<https://play.google.com/store/apps/details?id=ru.mosparking.appnew&hl=ru> – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. (Дата последнего обращения: 08.12.20)
2. Горпарковки / Приложение для android – URL:<https://play.google.com/store/apps/details?id=ru.gorparkovki.federal&&hl=ru&&showAllReviews=true> Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. (Дата последнего обращения: 08.12.20)
3. Парковочное пространство Ростова-на-Дону / Мобильное приложение – URL:<https://www.rndparking.ru/> – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. (Дата последнего обращения: 08.12.20)

Бажан В.Е., Радюк А.П.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА СБОРА ДАННЫХ О НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ДВФУ

Кафедра информационных систем управления ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – ст. преподаватель Е.А. Елсукова

Каждый учебный год в Дальневосточном Федеральном Университете (ДВФУ) собираются данные о научно-исследовательской деятельности студентов и сотрудников.

Кафедры собирают данные и формируют отчеты о деятельности студентов и сотрудников. Процесс сбора данных и формирования отчетов происходит вручную: сотрудники кафедр заполняют отчеты по 25 формам. Каждая форма — это электронная таблица Microsoft Excel.

В дальнейшем эти отчеты объединяются в единый отчет по каждой школе (факультету). Отчеты сотрудников кафедр объединяются в отчеты для кафедры, отчеты кафедр объединяются в отчеты школ. Процесс объединения отчетов также происходит вручную. На основании отчетов школ планируется и формируется научная повестка следующего учебного года и организуется работа по привлечению средств финансирования. Текущий процесс сбора данных о научной деятельности имеет ряд проблем:

1. *Отсутствие общей базы данных научных артефактов для школ и кафедр.* Это создает существенную проблему при формировании общего отчета: необходимо вручную объединить большое количество Excel-таблицы, что является требует значительного количества человеко-часов.

2. *Отсутствие механизма поддержки целостности данных.* Это приводит к дублированию данных, ошибках орфографии, неправильным форматам данных.

3. *Отсутствие средств модерации данных.* Проблемы с данными выявляются на этапе формирования единого отчета; в конце года. Это приводит к авральной работе сотрудников отдела научно-организационного управления и, как следствие, к низкому качеству финальных данных.

Для решения проблем сбора данных предлагается разработать информационную систему (ИС), которая предоставит следующее:

1. *Общая база данных (БД).* Наличие общей БД уберет необходимость вручную объединять отчеты. Вместо этого единые отчеты можно будет формировать на основании данных в БД.

2. *Механизм поддержки целостности данных.* Поддержка такого механизма на уровне БД и на уровне пользовательского интерфейса позволит устранить или сократить дублирование данных и данные в неправильном формате.

3. *Средства модерации данных.* Модерация данных заключается в разделении пользователей на рядовых пользователей и пользователей, с правами модераторов. Рядовые пользователи могут только добавлять данные, редактировать добавленные ими данные, просматривать данные других пользователей. Модераторы имеют такие же права, что и рядовые пользователи, а также могут редактировать и удалять добавленные другими пользователями (включая других модераторов) данные. Модераторы будут отслеживать ошибки, которые не могут быть выявлены механизмом целостности данных. К таким ошибкам, в частности, относятся: неправильный год публикации статьи, неверная ссылка на публикацию, пропущенный автор, некорректная категория конференции. Механизм модерации данных позволит контролировать данные по мере их добавления в течение отчетного периода.

Предлагается реализовать ИС в виде веб-приложения. Это позволит использовать ИС на большом количестве устройств (включая мобильные) без необходимости установки. ИС должна иметь три основных компонента:

1. *База данных.* БД хранит данные о пользователях ИС и данные о научной деятельности, внесенные пользователями.

2. *Пользовательских интерфейсов (ПИ).* ПИ делится на пользовательскую часть и административную часть. Пользовательская часть позволяет войти в систему, выйти из системы, а также внести, удалить, просмотреть и отредактировать данные о научной деятельности. Административная часть позволяет добавить новых пользователей, удалить существующих пользователей, изменить права существующих пользователей. Доступ в административную часть имеют только модераторы.

3. *Модуль формирования отчетов (МФО).* МФО собирает данные из БД по запросу пользователей и формирует отчет в виде Excel-таблицы.

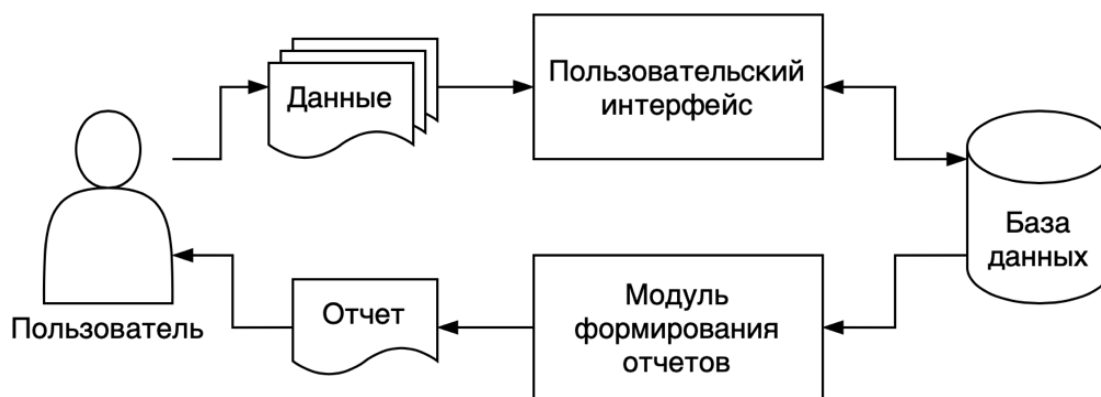


Рисунок 1 — Схема взаимодействия пользователя с веб-приложением

Процесс сбора данных о научной деятельности в ДВФУ с помощью Excel-таблиц имеет недостатки, которые приводят к неэффективному использованию труда сотрудников и преподавателей университета и низкому качеству данных в отчетах. Решить эти проблемы возможно путем разработки информационной системы для сбора данных и формирования отчетов в виде веб-приложения.

Барышникова В.А.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОНТОЛОГИИ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ, СФОРМУЛИРОВАННЫХ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – д.т.н., профессор И.Л. Артемьева

В настоящее время все большую популярность набирают системы с естественно языковым интерфейсом [1]. Так, производители продуктов и услуг все чаще используют программы, анализирующие отзывы о продукте на различных сайтах. А анализ текста на наличие опечаток и ошибок пунктуации – это то, без чего тяжело представить современные программы набора текста. Но пользователю часто требуется решать более сложные задачи. Например, решать трудоемкие вычислительные задачи по математике или ставить диагнозы пациентам. Предметные области для таких систем могут быть крайне сложными и объемными, из-за чего практически невозможно создать простой интуитивно-понятный интерфейс. Поэтому в таких системах простота работы с программой является крайне острым вопросом. Многим пользователям приходится проходить курсы по обучению работе с такими программами. Решить данную проблему может система с естественно языковым интерфейсом [2].

Для создания системы с естественно языковым интерфейсом необходим глубокий семантический текст. Однако, многие задачи обработки и анализа текстов еще не решены. Например, задача автоматизированного решения пользовательских задач, сформулированных на естественном языке. Она заключается в анализе текста задачи пользователя, написанном в свободной форме на естественном языке, и вычисление ответа на вопрос задачи.

При семантическом анализе текста необходимо использовать знания о мире и предметной области, в терминах которой записан анализируемый текст. В качестве примера предметной области рассмотрим органическую химию. Существуют следующие классы задач, которые активно решаются специалистами в этой области [5]: задачи вычисления физико-химических свойств химических соединений и реакций; задачи определения класса органического соединения; задачи определения пути синтеза химического соединения; прогнозирование физико-химических свойств органических веществ.

Рассмотрим задачу поиска синтезируемого соединения, если задано множество начальных соединений и множество соединений, которые должны принимать участие в процессе синтеза. Данная задача относится к классу задач определения пути синтеза химического соединения. Для понимания процесса решения этой задачи рассмотрим этапы ее решения, которые выполняет специалист. Специалисту необходимо проанализировать формулировку задачи. В ней могут быть указаны начальные вещества, их свойства, задано название или класс реакции, условия протекания реакции, свойства или класс синтезируемого вещества. Специалисту необходимо четко понять, какие исходные данные есть в задаче, и какие результаты должны быть получены входе ее решения. Эта информация задается в формальной постановке задачи.

Для построения системы автоматизированного поиска синтезируемого соединения по формулировке задачи на естественном языке, необходимо реализовать следующие компоненты программной системы: анализа формулировки задачи; поиска синтезируемого вещества; генерации объяснения результата; редактор базы знаний органической химии; редактор словарей предметной области.

Чтобы понять, о чем идет речь в тексте формулировки задачи, необходимо владеть терминологией предметной области. Аналогично, система решения задач органической химии, сформулированных на естественном языке, должна использовать терминологию предметной области для анализа постановки задачи. Кроме того, при решении поставленной задачи необходимо использовать знания предметной области.

Способы формулирования задач могут отличаться в зависимости от предметной области. Эти отличия могут проявляться в различии слов, связующих информацию в тексте формулировки задачи. Например, в формулировке задачи «какие углеводы образуются при электролизе.» слова «образуются при» не содержат специализированной терминологии предметной области, однако несут информацию о том, что дальше будут описаны входные данные задачи, такие как класс реакции и начальные вещества реакции.

Таким образом, при анализе формулировки задачи на естественном языке необходимо использовать терминологию предметной области, базу знаний предметной области и правила построения формулировок задач.

Задачу построения формальной постановки задачи по ее формулировке на естественном языке можно отнести к классу задач извлечения данных из текста.

Наиболее эффективными методами решения этой задачи являются методы извлечения фактов при помощи контекстно-свободных грамматик и словарей ключевых слов. Самым популярным в России инструментом, позволяющим реализовать этот метод, является Томита-парсер.

Список литературы

1. Большакова, Е.И. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и анализ данных / Е. И. Большакова, К. В. Воронцов, Н. Э. Ефремова, Э. С. Клышинский, Н. В. Лукашевич, А. С. Сапин – М.: НИУ ВШЭ, 2017.
2. Балдов, С. В. Естественно-языковые интерфейсы к структурированным источникам данных / С. В. Балдов, В. П. Зубков, Т. В. Малафеева, А. А. Шульпин – Воронеж: Информационные технологии моделирования и управления, 2005. - 720 с.
3. Батура, Т. В. Исследовательская система для анализа текстов на естественном языке / Т. В. Батура, О. В. Корда, Ф. А. Мурзин, А. А. Позименко – Новосибирск: Ин-т систем информатики им. А. П. Ершова СО РАН, вып. 12, 2005.
4. Лукашевич, Н. В. Модели и методы автоматической обработки неструктурированной информации на основе базы знаний онтологического типа / Н. В. Лукашевич – М. 2014.
5. Рештаненко, Н. В. Разработка и исследование методов создания специализированного компьютерного банка знаний для органической химии // Н. В. Рештаненко, И. Л. Артемьева – Владивосток, 2007. – 49 с.
6. Лукашевич, Н. В. Онтологии и тезаурусы / В. Д. Соловьев, Б. В. Добров, В. В. Иванов, Н. В. Лукашевич – Казань, Москва, 2006.

Беккерман Е.Д., Беккерман А.Д.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ РИСОВАНИЮ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - ст. преподаватель Р.П. Лось

Большинство людей хотели бы научиться рисовать. Но многие думают, что это слишком сложно и для этого нужно пройти обучение в художественной школе или университете. Существует множество ресурсов, обучающих теоретическим основам рисования. Для правильного усвоения и закрепления полученных знаний необходима практика и проверка результатов профессионалом, который укажет на ошибки и скажет, как их можно исправить.

В настоящее время интернет стал неотъемлемой частью жизни каждого человека, в том числе благодаря возможности проходить обучение и находить нужные учебные материалы. Людям стало удобнее учиться и получать новую информацию из интернет-ресурсов, не выходя из дома. Существует много профессиональных художников и преподавателей рисования, желающих обучить людей и иметь возможность поделиться своими знаниями в данной сфере. Поэтому планируется разработка интернет-платформы, где преподаватели могли бы популяризировать свои учебные материалы и имели бы возможность получать обратную связь от учеников.

В данной работе будет рассмотрено решение проблемы теоретического и практического способа обучения рисованию путем создания программного продукта, который при помощи интеллектуальной системы распознавания изображения сможет проводить анализ рисунка и сообщать об ошибках, а также предоставлять соответствующие рекомендации по их исправлению.

Целью данной работы является анализ предметной области обучения рисованию, и разработка проекта программного средства.

Поскольку существует множество различных электронных ресурсов, обучающих рисованию, были рассмотрены решения, наиболее удовлетворяющие заранее заданным требованиям. Рассмотренные ресурсы обучают рисованию только посредством предоставления учебных пособий, планируется же разработка такой платформы, в которой ученикам была бы предоставлена возможность в процессе обучения проверять рисунок. На основе анализа существующих программных средств были определены начальные функциональные требования к разрабатываемому программному средству и составлена концептуальная схема проекта.

Одним из требований является возможность создания курса преподавателем и прохождения его учеником. На основе анализа предметной области была сформирована общая структура курсов и разработан концептуальный план проверки рисунка, состоящий из трех основных этапов.

Первый этап является загрузка рисунка пользователем в систему и программное приведение изображения к необходимому для проверки рисунка формату.

Следующий этап - проверка рисунка. Для выбора подходящего алгоритма были рассмотрены существующие методы анализа изображений, такие как алгоритмы машинного зрения, выделение точечных особенностей изображений и т. д. Наиболее подходящим решением выделен метод сравнение рисунка ученика с эталонным рисунком – рисунком представленным учителем при создании курса и полностью удовлетворяющий определенным в уроке правилам.

И последним этапом концептуального плана проверки рисунка является сообщение ученику результатов проверки, полученных на предыдущем этапе.

Васильев О.И.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИНФОРМАТИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ В ВУЗОВСКИХ БИБЛИОТЕКАХ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – д.т.н., профессор И.Л. Артемьева

Цифровая трансформация определена в России как одна из национальных целей развития до 2030 года, что соответственно предусматривает её реализацию, в том числе в сфере науки и высшего образования [4].

Специалисты библиотечного дела отмечают особую роль, а также значение вузовской библиотеки в информатизации высшего образования. Понятие вузовской библиотеки имеет широкое определение в силу широкого набора функций, которые она призвана выполнять [1, 2, 5].

Однако остановимся на ряде определений классической терминологии, используемой в государственных стандартах.

Учебная библиотека: специальная библиотека, обеспечивающая удовлетворение специфических библиотечных потребностей пользователей (читателей), возникающих в процессе учебной деятельности в школах, училищах, техникумах, вузах и т.п [3].

Научная библиотека: библиотека, обеспечивающая развитие науки; удовлетворяющая информационные потребности научных учреждений и отдельных лиц, связанные с исследовательской деятельностью на основе соответствующего фонда и информационно-поискового аппарата [3].

Исходя из данных определений, можно говорить, что вузовская библиотека – это библиотека, которая является структурной частью высшего учебного заведения и ориентирована, прежде всего, на поддержку учебного процесса, научной и исследовательской деятельности среди своих пользователей.

Ведущие специалисты вузовских библиотек в своих научных работах заостряют внимание на перспективах библиотечной деятельности именно в рамках поддержки учебной, научной, исследовательской деятельности, прежде всего на основе внедрения последних достижений информационных технологий [1, 2, 5].

Особое внимание они уделяют разработке и реализации различных моделей электронного библиотечного обслуживания, а именно расширению его стандартного функционала, интеграции в цифровую образовательную среду вуза, взаимодействие с различным программным обеспечением, например: автоматизированными библиотечно-информационными системами, сторонними электронными библиотечными системами. Примерами таких моделей являются: проактивная библиотека в информационно-образовательной среде (Сибирский федеральный университет); эталонная модель электронной библиотеки научно-технологической долины МГУ «Воробьевы горы» на основе методики оценки качества электронных услуг ЭФ МГУ e-SQMSU; семантическая цифровая библиотека как основа для построения пространства научных знаний (ВЦ ФИЦ ИУ РАН) [1, 2, 5].

Модели электронного библиотечного обслуживания в значительной мере опираются на качественную, отвечающую их новым потребностям автоматизированную библиотечно-информационную систему. Она занимает особую роль так как выполняет функцию накопления данных о пользовательской востребованности основного фонда библиотеки. Эти и другие данные в свою очередь подвергаются анализу на основе той модели электронного библиотечного обслуживания, которая внедрена в конкретной вузовской библиотеке.

В качестве подведения итога можно заключить, что условная вузовская библиотека имеет широкие возможности относительно информатизации образования, если располагает достаточным

кадровым, техническим потенциалом, качественным набором программных средств и достаточным объёмом данных для оценки результатов своей деятельности.

Список литературы

1. Атаева, О.М. Разработка и реализация семантической цифровой библиотеки как основы для построения пространства научных знаний : дис. ... канд. техн. наук / О.М. Атаева. – Москва, 2019. – 155 с.
2. Барышев, Р.А. Проактивная библиотека в информационно-образовательной среде университета : монография / Р.А. Барышев. – Москва : ИНФРА-М ; Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2021. – 261 с.
3. Информационно-библиотечная деятельность. Библиография. Термины и определения. ГОСТ 7.0-99: межгосударственный стандарт.: принят Межгосударственным Советом по стандартизации, метрологии и сертификации (протокол № 15-99 от 26-28 мая 1999 г.). – М.: Стандартиформ, 1999. – 74 с.
4. «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»: Указ Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 года
5. Эталонная модель электронной библиотеки нового поколения для университета и бизнеса / Л.В. Лapidус, А.И. Погодаева, Д.А. Муканин, Е.И. Муканина // Информационное общество. – 2017. – №6. – С. 42 – 53.

Волков В.Д.

АРХИТЕКТУРА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ ЖАНРОВ МУЗЫКАЛЬНЫХ ПРОИЗВЕДЕНИЙ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель - ст. преподаватель Р.П. Лось

В предыдущей научной работе [1] был рассмотрен вопрос о возможности классификации музыкальных произведений по жанрам и были выделены характеристики, по которым и будет производится классификация: используемые музыкальные инструменты, спектральный анализ, темп и ритм.

Целью данной работы является описание архитектуры такого программного средства, которое, в свою очередь, должно быть масштабируемым и иметь возможность для повторного использования, а также позволять давать ответ при классификации с точностью 0,9 за приемлемый промежуток времени.

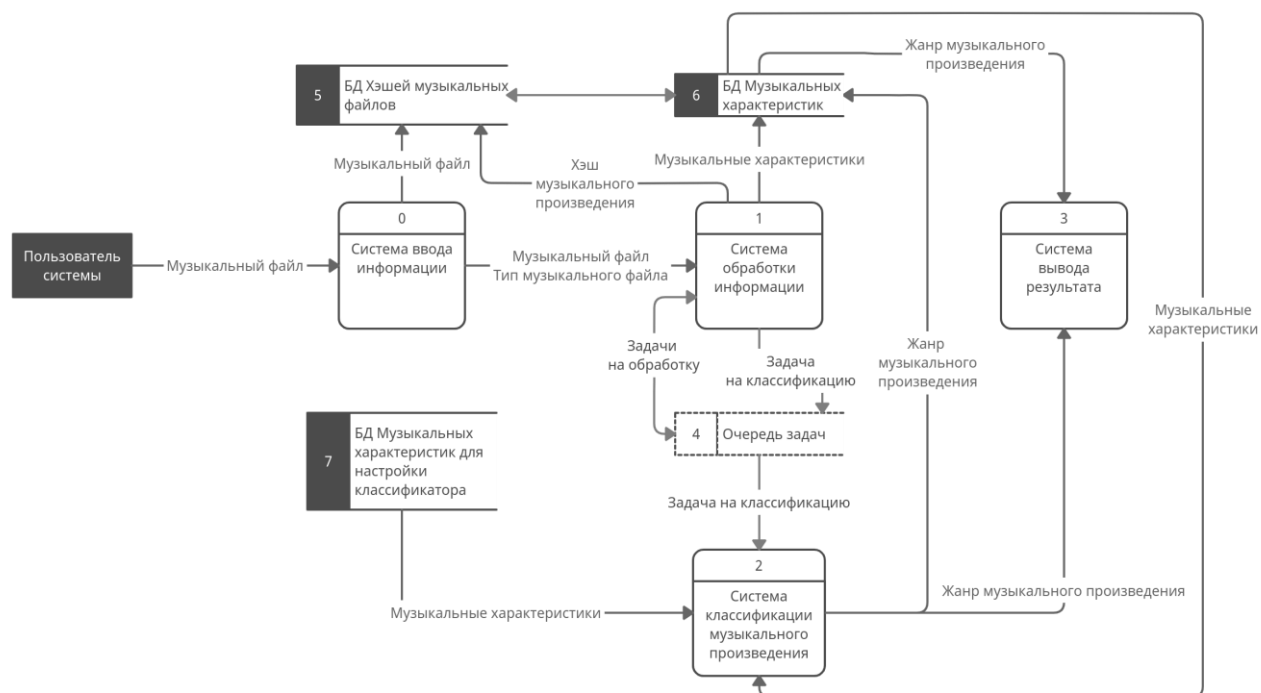


Рисунок 1 – Архитектурно-контекстная диаграмма программного средства для классификации жанров музыкальных произведений

Для достижения поставленной цели была разработана архитектура программного средства (рисунок 1). Данное программное средство будет содержать четыре основных системы.

Пользователь программного средства для решения своих задач задает на вход «Системе ввода информации» музыкальный файл, который будет зашифрован и сохранен в отдельной БД. Данное решение позволит сократить время классификации при повторной загрузке одного и того же музыкального файла. При повторном обращении сразу будет отдан ответ «Системой вывода результата» на основе записи в БД музыкальных характеристик.

В противном случае музыкальный файл вместе с его типом будут переданы в «Систему обработки информации», задачей которой является выделение необходимых для классификации характеристик. Подсистема будет иметь собственную очередь задач, с помощью которой можно будет добиться ускорения разбора музыкального файла за счет распараллеливания. Очередь позволит также ускорить работу при большой нагрузке на систему.

По окончании всех задач по обработке музыкального файла в очередь будет помещена задача на классификацию по определенным характеристикам музыкального произведения, которая передается «Системе классификации музыкального произведения». Эта система будет иметь собственную БД для настройки классификации, которую в ручном режиме можно редактировать для достижения более быстрой и точной классификации.

Последним элементом программного средства является «Система вывода результата», которая, в свою очередь, будет отображать в понятных для пользователя терминах происходящие внутри операции по классификации музыкального произведения, а также выводить конечный результат классификации.

Таким образом, в представленной работе разработана архитектура программного средства, которая опирается на архитектуру стандартного классификатора, что позволяет ей быть достаточной масштабируемой, а также иметь ряд дополнений, нацеленных на ускорение работы всего классификатора в целом.

Список литературы.

Волков, В.Д. Спецификация музыкальных жанров [Электронный ресурс]. - Научное электронное издание, материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам. URL: <https://www.dvfu.ru/upload/medialibrary/e3c/2020rus.pdf>

Гасанова С.Э.

**МЕТАМОРФНАЯ АНИМАЦИЯ КЛАССИЧЕСКИХ ФРАКТАЛОВ В R^2 :
АЛГОРИТМЫ И КОМПЬЮТЕРНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ**

Кафедра информатики, математического и компьютерного моделирования ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент И.С. Хан

Работа посвящена вопросам разработки и реализации алгоритмов метаморфной (далее фрактальной) анимации (ФА) классических фракталов в R^2 типа «папоротников» или «деревьев», генерируемых Системой итерированных функций (СИФ) [1], [2]. ФА, в отличие от «обычной» анимации, основана не на прямых векторных преобразованиях массивов изображений (обычно, очень объёмных), а на трансформации кодирующих К-функций (отображений) F_1, \dots, F_m из соответствующей СИФ W . ФА основана на следующей базовой операции. Начальный фрактал Q , генерируемый СИФ W , нужно преобразовать в новый $Q_1 = B(Q)$, где B – заданное преобразование. Для этого находим новую СИФ W_1 с новыми К-функциями $\hat{F}_i = T_i(F_i)$, где T_i нужные трансформации. СИФ W_1 генерирует искомый Q_1 . Основная трудность – найти новые T_i и новую СИФ W_1 . Т.о. проблема реализации ФА разделяется на три отдельные Задачи (31), (32), (33). 31 – аналитический поиск T_i и W_1 . 32- компьютерный экспериментально – численный поиск. 33 – алгоритмическая и программная реализация ФА в виде динамической визуализации цифровых массивов, представляющих анимируемые фракталы в R^2 . В работе в достаточно хорошей мере решены все три задачи. Все результаты и этапы анимации апробированы на известном эталонном фрактале Q^* «папоротник» [2], Рис.1.



Рисунок 1

Результаты решения 31. Для аффинных $F_i = A_i \vec{x} + \vec{b}_i$ на основе преобразований (1), (2), (3)

$$\begin{aligned}
 W &= \bigcup F_i(W), \quad W_1 = \bigcup \tilde{F}_i(W_1) \\
 BW &= \bigcup \tilde{F}_i(BW), \quad W = B^{-1} \left(\bigcup \tilde{F}_i(BW) \right) \\
 \bigcup B^{-1} \tilde{F}_i(BW) &= \bigcup F_i(W), \quad B^{-1} \tilde{F}_i B = \bigcup F_i(W)
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$\begin{aligned}
 \tilde{F}_i &= BF_i B^{-1}(\vec{x}); \\
 \tilde{F}_i &= BF_i B^{-1}(\vec{x}) = BF_i(B^{-1}\vec{x}) = \\
 &= B \left(A_i(B^{-1}\vec{x}) + \vec{b}_i \right) = BA_i B^{-1}(\vec{x}) + B\vec{b}_i =
 \end{aligned} \tag{2}$$

$$\begin{aligned}
 &= \tilde{A}_i \vec{x} + \tilde{b}_i; \\
 \tilde{F}_i &= BA_i B^{-1}(\vec{x}) + B\vec{b}_i.
 \end{aligned} \tag{3}$$

были найдены нужные T_i , \tilde{F}_i и новая СИФ W_1 , генерирующая $Q_1 = V(Q)$, где V – оператор поворота на угол φ . Пример на Рис. 2



Рисунок 2

Результаты решения 32. Для анимации типа «шевеление верхушки» было поставлено несколько экспериментов, в ходе которых было выявлено, что изменение 2-го коэффициента 1-го отображения приводит к нужному движению. Пример на Рис. 3



Рисунок 3

Результаты решения 33. Для проведения компьютерных экспериментов, а также для экранной визуализации всего динамического процесса осуществления найденных в 31 и 32 преобразований начального фрактала, был разработан программный комплекс в среде Python с использованием пакетов Tkinter, Imagio, PIL. Логическая схема ключевых операций представлена на Рис. 4

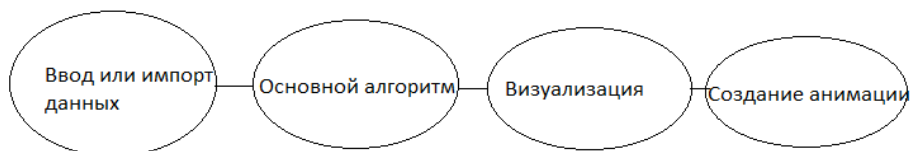


Рисунок 4

1. Ввод исходных данных (СИФ, угол поворота, смещение по осям);
2. Проведение основного алгоритма для каждого кадра с шагом 1 градус;
3. Визуализация всех кадров;

4. Соединение их в анимацию.

Полученные теоретические и технические результаты осуществления ФА классических фракталов говорят о больших перспективах и возможностях прикладного использования ФА как для коммерческих целей – gifки, видео, мультипликация и др., так и для решения серьёзных технологических проблем. Таких, как эффективное архивирование информации; надёжное шифрование и криптография; быстрая визуализация сложных динамически процессов, и т.д.

Список литературы

9. Кроновер Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах. Москва: Постмаркет, 2000. - 352с

10. Cyclical Metamorphic Animation of 3D Fractal Images Based on a Family of Multi-transitional 3D IFS Code Approach [Электронный источник] – URL:
https://www.researchgate.net/publication/331681070_Cyclical_Metamorphic_Animation_of_3D_Fractal_Images_Based_on_a_Family_of_Multi-transitional_3D_IFS_Code_Approach

Говоров В.Р., Рева С.Б.

АНАЛИЗАТОР В.А. ТУЗОВА: ПРИМЕНИМОСТЬ И ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ В СОВРЕМЕННОЙ ОБРАБОТКЕ ТЕКСТОВ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Л.И. Прудникова

Анализатор В.А. Тузова [1] – это комплексный инструмент, способный выполнять следующие задачи обработки текстов на русском языке:

- синтаксический разбор;
- представление предложения в виде дерева связей слов;
- разрешение лексической многозначности;
- частеречная разметка;
- семантический анализ текста;
- выявление смыслов отдельных слов.

В.А. Тузов работал над данным инструментом всю свою жизнь, постоянно улучшая его, расширяя словари и дополняя функционал. Однако в связи с таким непрерывным циклом разработки, анализатор и используемые им словари никогда не были формально оценены с точки зрения точности.

Работа В.А. Тузова «Компьютерная семантика русского языка» [1], написанная в 2003 году, посвящена описанию принципов работы анализатора и структуры словарей, которые в нем используются. Она предоставляет максимально подробное описание этого инструмента. Но, к сожалению, несмотря на подробную документацию, получить доступ к самому анализатору сейчас практически невозможно, поскольку сайт, на котором он находился, был отключен более десяти лет назад.

Целью данной работы является выявление потенциала анализатора В.А. Тузова в сфере обработки русского языка на современном этапе развития данной сферы.

Для достижения данной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- провести поиск возможных на данный момент способов получения доступа к анализатору, в том числе рассмотреть возможность создания копии этого программного средства с нуля с использованием доступной документации для проведения его дальнейшего тестирования;

- изучить функционал и возможности фактического инструмента, доступного на данный момент;
- выявить потенциал дальнейшего развития данного инструмента.

Принципы формализации, на которых основан анализатор, были описаны самим В.А. Тузовым и его учениками в работах [1-3].

В процессе изучения способов получения доступа к анализатору было обнаружено, что на данный момент доступ к нему в сети не предоставляется, поскольку автор больше не имеет возможности продолжать поддержку проекта. Воспроизведение же всей работы с нуля является трудоёмкой задачей, поскольку словари, составленные В.А. Тузовым, содержат более ста тысяч слов, разделённых на 1600 классов.

На основании вышеизложенного, единственной реальной возможностью получить доступ к анализатору представлялось установление контакта с людьми, имевшими непосредственный доступ к анализатору в период его разработки. И, несмотря на то, что последняя работа о данном инструменте была написана пятнадцать лет назад, а, соответственно, шансы связаться с кем-либо спустя столько лет представлялись низкими, эта попытка возымела успех.

Доступ к анализатору открыл множество возможностей для дальнейшего исследования, продемонстрировавшего, что последняя версия, доступная на данный момент, действительно выполняет все описанные этапы разбора текста и предоставляет на выходе информацию о структуре предложений, смысле слов, их формальном описании и частях речи. Однако сам анализатор В.А. Тузова оказался крайне требовательным к таким замедляющим процесс тестирования условиям, как расположение на диске, кодировка входных файлов и прочие. Также были встречены незначительные недоработки, понять причину которых не удалось из-за главной проблемы данного анализатора: отсутствия доступа к исходному коду программы. В связи с этим исследовать фактический процесс анализа или исправить обнаруженные недостатки не представляется возможным. Более того, программа была написана на языке Forth, и инструменты, использованные для сборки исполняемого файла, неизвестны, что сильно осложняет процедуру декомпиляции и лишает возможности проведения более глубокого изучения алгоритма работы анализатора.

Анализатор В.А. Тузова определенно представляет интерес для современной сферы обработки русского языка, но он имеет несколько недостатков, ограничивающих возможности для полноценного использования данного инструмента в продуктах, предоставляемых пользователю. Эти недостатки исправимы при условии наличия исходного кода программы, однако работа именно над этой задачей является наиболее сложной и требует более серьезного внимания научного сообщества.

Список литературы

1. Тузов, В.А. Компьютерная семантика русского языка / В.А. Тузов. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2003. – 391 с.
2. Тузов, В.А. Математическая модель языка / В.А. Тузов. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1984. – 176 с.
3. Мозговой, М.В. Машинный семантический анализ русского языка и его применения / М.В. Мозговой. – СПб.: СПбГУ, 2006. – 116 с.

Губенко И.Г., Пархоменко А.В.

ТРЕБОВАНИЯ К СОВРЕМЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – ст. преподаватель О.А. Крестникова

В настоящее время под экологическим мониторингом понимается информационная система наблюдений, оценки и прогноза изменений в состоянии окружающей среды, созданная с целью выделения антропогенной составляющей этих изменений на фоне природных процессов [1].

В процессе мониторинга решаются следующие задачи [1]:

- организация единой системы сбора и обработки данных наблюдений;
- обеспечение достоверности и сопоставимости данных наблюдений;
- организация хранения данных наблюдений, ведение специальных банков и баз экологических данных;
- оценка и прогноз состояния объектов окружающей природной среды;
- информационное обеспечение органов власти и управления комплексной информацией о состоянии окружающей природной среды и природных ресурсах, а также населения информацией о проблемах обеспечения экологической безопасности.

Следовательно, система экологического мониторинга должна накапливать, систематизировать и анализировать информацию о состоянии окружающей природной среды.

Для установления предельно допустимых норм воздействия, гарантирующих экологическую безопасность, в соответствии с природоохранительным законодательством Российской Федерации производится нормирование качества окружающей природной среды. На территории Российской Федерации основана Единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ) – система наблюдения, оценки, прогноза состояния окружающей среды и информационного обеспечения процесса подготовки и принятия управленческих решений по охране природы, защите от опасных экологических факторов и экологической безопасности [2]. Таким образом, при создании инструментальных систем в области экологии, стоит ориентироваться на то, что функционирование такой информационной системы будет тесно связано с ЕГСЭМ.

Обзор существующих программных средств для мониторинга (например, ОНД-86 Калькулятор, Gaussian Dispersion Model Calculator, УПРЗА «Эколог», Эра-Воздух, Призма-предприятие, ЭПК РОСА) показал, что их существенным недостатком является отсутствие возможности прогнозирования, в большинстве из них не предусмотрена обработка статистических данных. Также сравнение существующих программных систем экологического мониторинга показало, что их зарубежные реализации не применяются на территории Российской Федерации, а функционала современных российских программных средств недостаточно.

Обзор существующих экологических ГИС-систем (например, ГИС Экология, Windy, AirVisual, AirMatters, World's Air Pollution, Эковизор, Airly) показал, что не все программы имеют функционал для просмотра и оценки статистических данных в динамике, у многих она ограничена месяцем или неделей, многие из них отражают информацию только по конкретному району и не рассчитаны для масштабирования.

Таким образом, современная инструментальная система экологического мониторинга должна удовлетворять следующим требованиям:

- автономность работы;

- наличие базы знаний, опирающейся на ЕГСЭМ;
- большой перечень наименований загрязнителей различных биологических сред;
- возможность непрерывного сбора данных и их долгосрочное хранение в базах данных;
- возможность мониторинга субъектов различного масштаба (от предприятия до субъекта федерации);
- возможность проведения обработки и анализа полученных данных;
- использование методов математической статистики для построения моделей прогнозирования по совокупности показателей;
- наличие средств визуализации;
- интеграция с ГИС-системами;
- возможность работы в ручном режиме.

Список литературы

1. Горшков М.В. Экологический мониторинг. Учеб. пособие. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2010. – 313 с.
2. Федеральный закон от 10.01.2002 N 7-ФЗ (ред. от 09.03.2021) "Об охране окружающей среды" [Электронный ресурс] – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/f6a50cd79b1c4da6b375d6cbeb2bcd0239ddf341/ (дата обращения: 01.04.2021)

Данилов М.Д., Чесноков М.А.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА МИНИМИЗАЦИИ ЭНЕРГИИ ПАРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ В ВЕКТОРНЫХ МОДЕЛЯХ

Кафедра компьютерных систем ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - д.ф.-м.н., доцент К.В. Нефедев

Одной из важнейших характеристик в спиновых системах различных геометрических решеток является энергия парных взаимодействий. Основным состоянием является конфигурация с минимально возможной полной суммарной энергией. Поиск основного состояния является сложной задачей. Единственным исчерпывающим способом нахождения такого состояния является метод полного перебора. Он позволяет найти все возможные конфигурации, которые находятся в этой системе, но его огромным недостатком является экспоненциальное увеличение времени выполнения расчетов относительно размера матрицы.

Поэтому для выполнения всех расчетов и нахождения минимальной энергии необходимо использовать какие-либо другие методы или алгоритмы. Одним из таких алгоритмов является «Жадный алгоритм», заключающийся в принятии локально оптимальных решений на каждом этапе, допуская, что конечное решение также окажется оптимальным.

Для каждого диполя внутри используемой для примера матрицы рассчитывается суммарная энергия его взаимодействия с другими диполями. Первая часть алгоритма следующая: происходит поиск максимального значения энергии среди сумм энергий парных взаимодействий для каждого диполя, первый диполь с максимальным значением энергии переворачивается, после чего суммы энергий пересчитываются, затем алгоритм начинает выполняться заново и до тех пор, пока не останется ни одной суммарной энергии парных взаимодействий (Рис. 1).

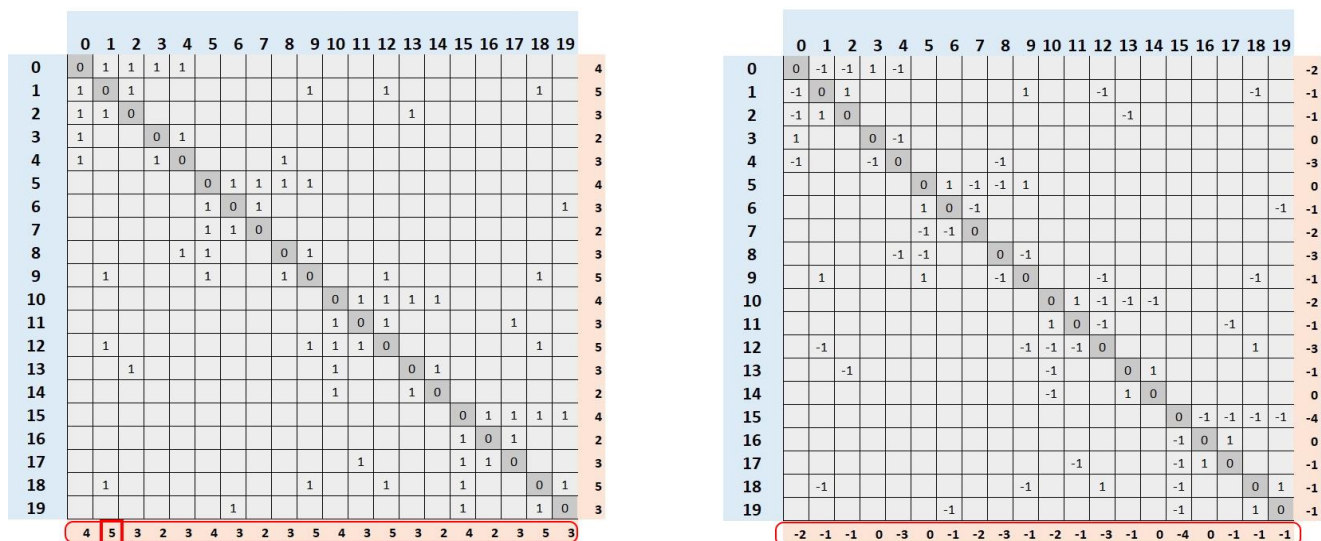


Рисунок 1 - Матрица энергии парных взаимодействий до (слева) и после обработки первой частью алгоритма (справа)

Как видно из Рис. 2 полная суммарная энергия парных взаимодействий сильно уменьшается в ходе обработки матрицы первой частью алгоритма. Линия снижения практически линейна, только на последних шагах темп уменьшения энергии замедляется. Тем не менее нет полной уверенности в том, что полученная энергия является минимально возможной. Для более точного результата используется вторая часть алгоритма.

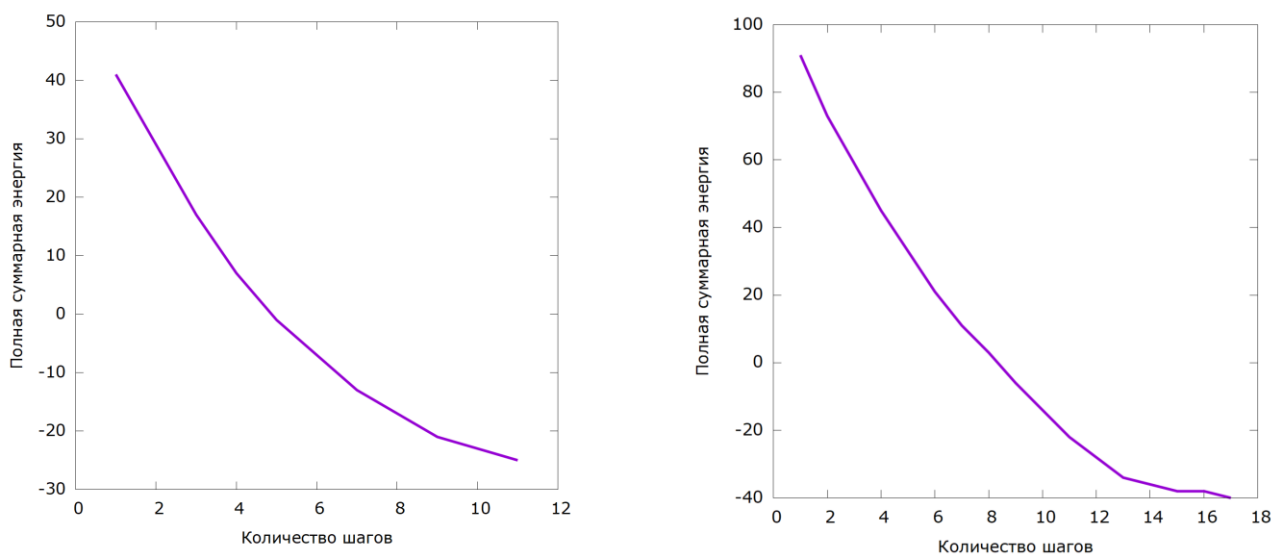


Рисунок 2 - Падение суммарной полной энергии при обработке матрицы (25 диполей - слева, 40 диполей - справа) первой частью алгоритма

Во второй части алгоритма мы проходим по получившемуся списку суммарных энергий, последовательно переворачивая каждый соответствующий диполь и проверяем, появились ли в списке положительные значения. Если их нет, тогда спин переворачивается обратно, и мы идем дальше по списку. Если положительные значения появились в списке, тогда к ним применяется первая часть алгоритма. Когда положительных значений не остается, мы переворачиваем спин обратно и продолжаем идти дальше по списку до конца.

Полная суммарная энергия рассчитывается на каждом шагу. Если найденная энергия меньше той, что была найдена в первой части алгоритма, то она принимается как энергия основного состояния

системы.

Возможно для повышения эффективности алгоритма необходимо его модернизировать таким образом, чтобы происходил переворот сразу нескольких спинов вместо одного. Вместо такой модернизации возможно также применение другого жадного алгоритма.

Дегтярь А.В., Солодовников В.К.

СЛОЖНОСТИ РАЗРАБОТКИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ МНОГОУРОВНЕВЫХ МОДЕЛЕЙ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения

Научный руководитель - д.т.н., профессор Артемьева И.Л.

Будем называть наукоемкой такую предметную область, при разработке информационной системы для которой требуются знания различных ее разделов. При решении задач информационная система использует модульные многоуровневые знания наукоемкой области, представленные в соответствии со структурой, задаваемой многоуровневой онтологией области [1].

Создаваемые для наукоемкой области программные проекты имеют сложную структуру, включают информационные компоненты, содержащие многоуровневые многомодульные онтологии и базы знаний, программные компоненты, используемые при решении задач разных классов, а также внешние системы, отвечающие за редактирование и представление знаний. Поэтому разработкой таких проектов может заниматься множество пользователей, у которых могут быть различные роли и права доступа, и каждый может отвечать за какой-то определенный блок. Это требует распределенного хранения проектов для более эффективной работы по разработке систем.

Существующие средства поддержки разработки интеллектуальных систем позволяют описывать два уровня: метаинформацию и создаваемую на ее основе информацию, не позволяя определять большее число уровней. Системы основаны на использовании представления метаинформации и информации с помощью языков, основанных на семантических сетях, системах фреймов или объектно-ориентированных формализмах. Такие модели позволяют задавать структуру метаинформации и информации, но не позволяют определить наборы ограничений, которым эта метаинформация и информация должна удовлетворять.

Данного недостатка лишены формализмы, основанные на классе многоуровневых моделей. Однако в литературе описаны лишь примеры созданных на их основе интеллектуальных систем для сложно структурированной области химии, но не существует инструментальной системы, поддерживающей процесс разработки таких интеллектуальных систем. *Цель данной работы* состоит в описании сложностей разработки интеллектуальных систем, основанных на многоуровневых моделях.

Для рассматриваемых систем необходимо использовать многоуровневые описания онтологий и знаний области, которые требуют специальную структуру представления и специализированный язык описания. В этом случае, для их создания, рационально использовать инструментальные системы.

Для использования многоуровневой модели, при разработке инструментальной системы, необходимо создание грамматики языка описания многоуровневых моделей, а также его контекстных условий. Однако описание синтаксиса и контекстных условий языка из литературы не известны.

Инструментальная система (Рис.1), необходимая для создания таких интеллектуальных систем, должна состоять из подсистем:

1. Подсистема работы с различными пользователями, в состав которой входят: онтология пользователей, система управления пользователями.

2. Подсистема импорта внешних систем (например, редакторов формул).
3. Подсистема поддержки разработки инструментальных систем, состоящая из: среды поддержки разработки, архива проектов, системы управления построением онтологии уровня i на основе $i-1$ и редактора кода.
4. Подсистема компилирования проектов: компилятор, анализатор, библиотека решателей задач и система обработки ошибок.

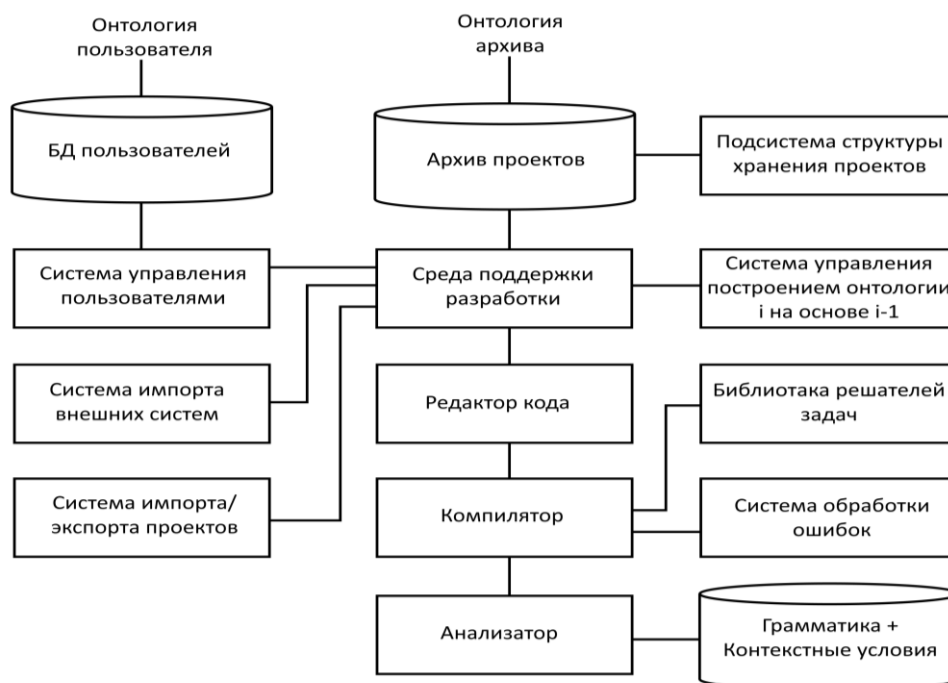


Рисунок 1 - Инструментальная система

Список литературы

1. Артемьева И.Л. Сложно-структурированные предметные области. Построение многоуровневых онтологий // Информационные технологии, 2009, № 1, с. 16-21.
2. Artemieva I.L. Multilevel ontologies for domains with complicated structures // In the Proceedings of the XIII-th International Conference "Knowledge-Dialog-Solution" - KDS 2007, June 18-24, Varna, Bulgaria, Sofia: FOI ITNEA. 2007. Vol. 2. PP. 403-410.

Джумагалиев Э. В., Кузьмин В. А.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БИБЛИОТЕКИ ОНЛАЙН-КУРСОВ, СОЗДАНЫХ И АДАПТИРОВАННЫХ СПЕЦИАЛЬНО ПОД НУЖДЫ ЛЮДЕЙ С ОГРАНИЧЕНИЯМИ СЛУХА И РЕЧИ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель - д.т.н профессор И. Л. Артемьева

Проблема коммуникации с людьми с нарушениями слуха и речи является очень важной в настоящее время, поскольку охват этой проблемы очень широкий, а специалистов, владеющих русским жестовым языком (РЖЯ), достаточно мало, а стоимость их услуг очень высокая.

Также существует проблема культурной ассимиляции людей с нарушениями слуха и речи. Они не могут адаптироваться к рыночной экономике, поскольку для того, чтобы им можно было что-то

предложить рынку, им необходимо пройти обучение. Однако существуют особенности жестового языка: слова, которые существуют в жестовом языке, нельзя перевести на русский, и из-за того, что в жестовом языке слов меньше, чем в русском языке, возникают проблемы перевода. По этой причине глухонемым необходимы образовательные курсы, созданные и адаптированные специально под их нужды.

Целью данного проекта является проектирование системы поддержки библиотеки онлайн-курсов, курсов, созданных и адаптированных специально под нужды людей с ограничениями слуха и речи.

Исходя из данной цели, поставлены следующие задачи:

- Выполнить обзор существующих решений
- Описать технологию разработки продукта

Обзор существующих решений.

Система по обучению слабослышащих людей должна оцениваться по следующим критериям:

1. *Accessibility* – система должна быть понятной и доступной для слабослышащих. Все обучающие видео должны быть переведены на РЖЯ и содержать субтитры;
2. *Learning* – система должна иметь обучающие курсы с видео-уроками;
3. *Practice* – система должна иметь практические задания, для закрепления пройденного материала и проверки полученных знаний.

Обзор онлайн-курсов

1. *Stepik* – одна из самых популярных платформ с обучающими курсами, целевая аудитория – школьники. Отсутствует *Accessibility* и нет обучающих курсов для слабослышащих [1].

2. *Coursera* – имеется один обучающий курс [2] для слабослышащих, но он на английском языке и британском жестовом языке (БЖЯ).

3. *Foxford* – существует один курс для преподавателей [3], который помогает понять, как обучать детей с нарушениями слуха. Курсов по самообучению для слабослышащих нет.

Технология разработки продукта

В приложении реализован каталог курсов (рисунок 1), из которого можно попасть в конкретный курс и начать изучение модуля, просматривая видео, читая текстовые конспекты и выполняя различные задания. Есть возможность создания ветки дискуссии по заданию, курсу, видео.

На каждом экране приложения есть возможность открытия чата с техподдержкой, причем техподдержка автоматически получает данные о контексте беседы (открытый экран приложения).

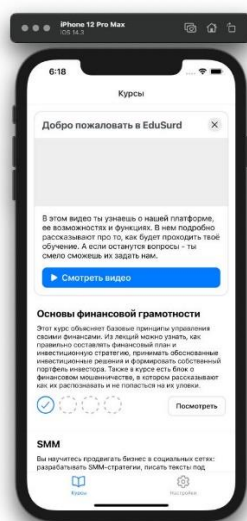


Рисунок 1 – Прототип приложения

Технологический стек

Для разработки клиентской системы был выбран React-Native. Локальная копия базы данных сервера будет храниться посредством Realm.

Сервер представляет из себя приложение на Typescript, которое обменивается с клиентом данными посредством GraphQL API.

База данных на стороне сервера будет храниться посредством СУБД MongoDB.

Список литературы

1. Образовательная платформа и конструктор бесплатных открытых онлайн-курсов и уроков Stepik [Электронный ресурс] – URL: <https://welcome.stepik.org/ru>
2. Проект по публикации образовательных материалов в интернете в виде набора онлайн-курсов Coursera [Электронный ресурс] – URL: <https://www.coursera.org/lecture/deaf-culture/hearing-impaired-deaf-and-dumb-coKM1>
3. Онлайн-школа Foxford [Электронный ресурс] – URL: <https://foxford.ru/teacher/courses/1826/landing>

Дымов М.В., Ромашкевич П.С.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КЛАССА УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЙ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель - д.т.н, профессор И.Л. Артемьева

Главной целью любого предприятия независимо от специализации является обеспечение эффективного и прибыльного производства. Оптимальное управление производством строится на достижении заданных социальных и экономических целей с максимальной при заданных условиях эффективностью. Экономическая эффективность – показатель результативности деятельности предприятия, представляющий соотношение результата и затрат, использованных для достижения этого результата. В итоге, экономически эффективное предприятие – это такое предприятие, прибыль которого покрывает расходы на производство и увеличивается со временем [1].

Задача оценки эффективности экономических компаний усложняется многогранностью определения эффективности в каждой компании определенной отрасли или рода деятельности [2]. В таких случаях принято выделять набор наиболее значащих характеристик, которые называются ключевыми, так как их динамика определяет успешность стратегии компании.

Ключевые показатели эффективности (англ. Key Performance Indicators, KPI) — это числовые показатели деятельности, которые помогают измерить степень достижения целей или оптимальности процесса, а именно: результативность и эффективность [3].

На данный момент нет реализованных систем автоматизации процесса исследования эффективности различных видов компаний, базирующихся на роде деятельности и отрасли компании с возможностью задания своего набора характеристик и правила их вычисления. Непростой задачей также является выдача рекомендаций на основе изменения ключевых показателей эффективности, так как она требует индивидуального подхода к каждому случаю.

Для решения вышеперечисленных проблем предлагается создание системы вычисления и анализа ключевых показателей эффективности компаний различных типов, относящейся к классу средств управления эффективностью предприятий.

Таким образом, задачами данной работы являются:

1. Анализ существующих программных систем для работы с данными компаний;
2. Определение объектов, построение модели предметной области и модели знаний;
3. Создание проекта программной системы.

На основании анализа систем «Forward DMP», «Elma KPI», «Highper», «KPI Monitor», а также «Audit Expert», «bambooBSC», «Программное обеспечение от компании «Бизнес технологии» и «Forecast NOW!» формулируются следующие требования к разрабатываемому программному средству:

1. Система должна относиться к клиент-серверному типу приложений (так как данные должны храниться на централизованном сервере, а клиент должен иметь возможность манипулировать с данными без дополнительной нагрузки на сервер);

3. Система должна позволять хранить данные о компании, подразделениях и сотрудниках в системе без использования отдельного хранилища (так как у компании его может не быть);

4. Система должна давать возможность пользователю задать набор характеристик и, при необходимости, расширить его;

5. Система должна предоставлять пользователю возможность расширения языка задания правил вычисления значений и удобный способ их подсчета;

6. Система должна не просто анализировать ключевые показатели эффективности для любого типа компаний, но и учитывать специфические для своей области показатели (которые задаются в другой системе);

7. Система должна предоставлять результат анализа показателей в виде таблиц, графиков, диаграмм, отчетов (в виде рекомендации) как для одной характеристики или объекта, так и для их совокупности.

Каждая компания определяется структурой, штатами, формой контроля, родом деятельности и отраслью. От них, в свою очередь, зависят ключевые показатели эффективности, по которым формируется результат анализа в виде графиков и рекомендаций.

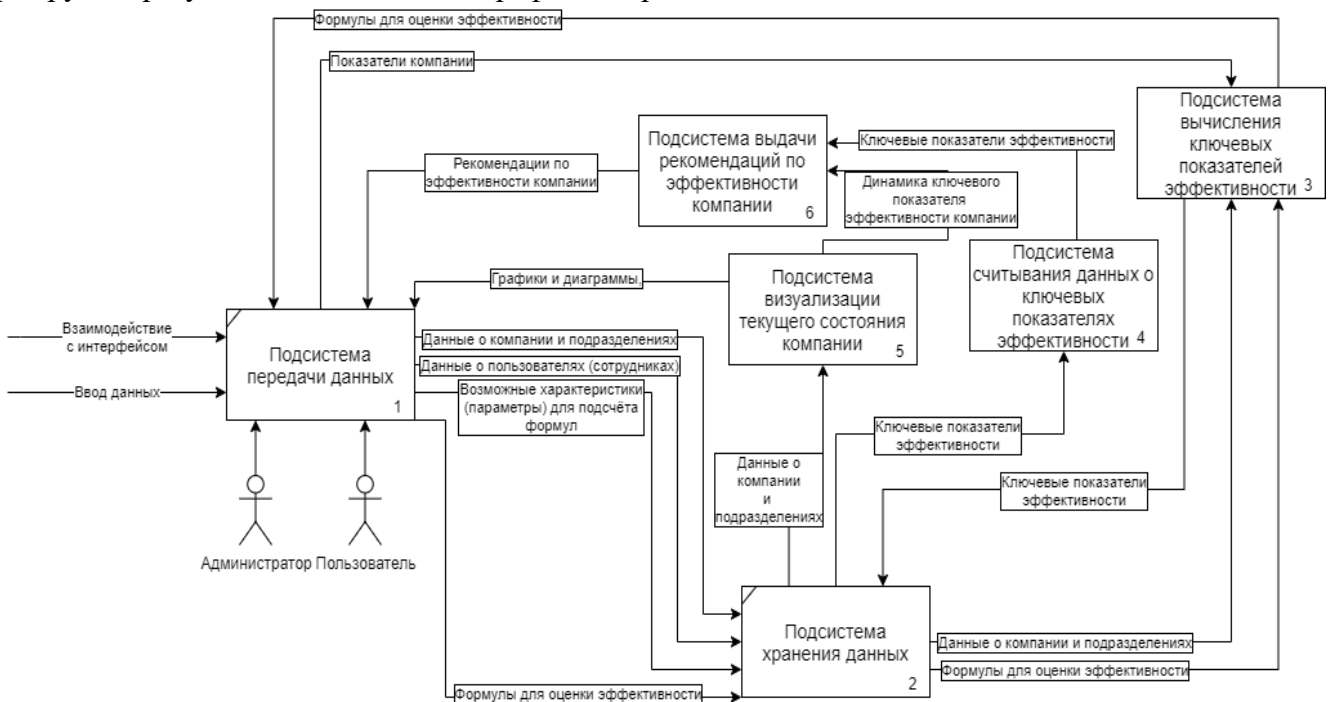


Рисунок 1 – Архитектурно-контекстная диаграмма системы

Архитектурно-контекстная диаграмма, отражающая работу системы в целом представлена на рисунке 1. На схеме показано, что администратор (сотрудник, которому доступна возможность задания

набора характеристик и формул расчета ключевых показателей эффективности) и пользователь вносят статистические данные, которые передаются в подсистемы вычисления, визуализации и выдачи рекомендаций на основе значений ключевых показателей эффективности за определенный промежуток времени.

Список литературы

1. Экономическая эффективность предприятия – что это, методы оценки и пути повышения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vfinansah.com/business/ekonomicheskaya-effektivnost-predpriyatiya> (дата обращения: 06.01.2021).
2. Самуэльсон П., Нордхаус У. Экономика. — М.: Вильямс, 2014. — С. 55. — 1360 с. — ISBN 978-5-8459-1714-0.
3. Вишнякова М. В. Мифы и правда о KPI / Худож. А. Васильева. – М.: ЛЕТОПИСЬ, 2017. – 274 с.

Егоров М.И.

МОДУЛЬ «БРОНИРОВАНИЕ» ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АВИАКОМПАНИИ

Кафедра информационных систем управления ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – ст. преподаватель Г.Л. Березкина

Существует достаточное количество компаний, занимающихся перевозкой пассажиров в воздушном пространстве. Одной из таких является «Авиакомпания «Якутия», основным недостатком которой является отсутствие возможности долгосрочного бронирования авиабилетов в онлайн-формате.

Проблему возможно решить созданием веб-приложения авиакомпании. Сервис предоставит возможность покупателям приобретать авиабилеты с любой точки, где имеется доступ к интернету через компьютер или смартфон. А компании позволит привлечь большее количество клиентов за счет оперативного бронирования билетов на авиарейсы, повысит лояльность покупателей к компании, а также уменьшит риск потери потенциальных клиентов.

Целью работы является разработка дополнительного модуля по бронированию для корпоративной информационной системы «Авиакомпания «Якутия».

В настоящее время создано немало информационных систем, занимающихся бронированием и продажей авиабилетов. Такие системы делятся на самостоятельные приложения и онлайн-сервисы. Далее будет проведен анализ наиболее крупных и популярных компаний по разработке программных средств в сфере авиаперевозок: «Amadeus» [1] и «АвиаБит» [2], каждая из которых занимается самостоятельными системами.

Amadeus является наиболее популярной компанией по разработке информационных систем как для авиакомпаний, так и для аэропортов в мире. Хранит в себе большое количество программных средств, таких, как графический терминал бронирования, система анализа и контроля бронирования, так и комплексное решение для авиакомпаний. Крупным недостатком является недружелюбный интерфейс (отсутствие документации и подсказок).

АвиаБит имеет отдельные решения для авиакомпаний и аэропортов. В качестве преимущества в системе используется дополнительный инструмент по бронированию в специальном веб-сервисе, что позволяет упростить работу ИС. Подобно программным средствам из «Amadeus», система имеет

достаточно сложный и недружелюбный интерфейс, требующий дополнительного обучения сотрудников.

На основании проведенного анализа было принято решение о самостоятельной разработке модуля по бронированию авиабилетов. Предлагаемая система позволит клиентам бронировать авиабилеты в онлайн-формате, а сотрудникам добавлять новые рейсы и изменять существующие.

Основными преимуществами будущей системы являются:

- Наличие одной программной среды как для клиентов, так и для сотрудников;
- Интуитивно понятный интерфейс.

Основными задачами для реализации ИС по бронированию являются:

- Планирование будущей информационной системы;
- Анализ бизнес-требований предприятия к информационной системе;
- Создание базы данных предприятия в среде коммерческой СУБД;
- Диалоги, экранные формы и документы рабочих мест пользователей;
- Разработка программного обеспечения макета рабочих мест пользователей;
- Разработка прототипа автоматизированной информационной систем.

Для выполнения выше поставленных задач будут реализованы следующие функции в онлайн-формате:

- Поддержка мультиязычности;
- Адаптивность к мобильным устройствам;
- Регистрация и авторизация пользователей;
- Поиск авиабилета по маршруту и по дате вылета;
- Бронирование авиабилета;
- Добавление нового рейса;
- Редактирование существующего рейса.

В качестве данных при регистрации будут использоваться ФИО, номер телефона, дата рождения и логин пользователя. Меню регистрации авиарейсов доступно только через аккаунт сотрудника, созданный с помощью менеджера по приему на работу. Функция открывает доступ к бронированию авиабилетов.

Поиск билета происходит по стандартному сценарию. При наличии доступных рейсов клиенту предоставляется возможность оформления бронирования в случае успешной авторизации, или возврата на страницу поиска.

Бронирование происходит только по предоплате: требуется внести процент от полной стоимости авиабилета. До истечения срока бронирования, равному некоторому отрезку времени, клиент может внести оставшуюся сумму для приобретения билета. В случае отказа от оплаты полной стоимости в поставленное время, бронь становится недействительной. При покупке авиабилета требуется ввести данные паспорта и банковской карты с целью оплаты. Клиент получает статус «Пассажир», данные для посадки хранятся в личном кабинете.

Редактированием и созданием новых рейсов могут заниматься исключительно сотрудники авиакомпании определенной должности.

Сотрудникам предоставляется скидка на авиабилеты и более длительный срок бронирования. Преимуществом возможно воспользоваться только в установленные сроки и на определенные рейсы.

Таким образом в процессе проделанной работы был спроектирован и разработан действующий прототип модуля информационной системы, позволяющий решить проблемы перед авиакомпанией.

Список литературы

1. Информационная система «Amadeus»//[Электронный ресурс]. – режим доступа: URL <https://amadeus.ru>
2. Информационная система «АвиаБит»//[Электронный ресурс]. – режим доступа: URL <http://www.aviabit.ru>
3. Сухомлинов А.И. Анализ и проектирование информационных систем: учебник для вузов. Дальневост. федерал. ун-т. –Владивосток: Издат. дом Дальневост. федерал. ун-та, 2016. 295 с.

Ерилов Ю.С., Нечухаева Я.В.

ПРОГРАММНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ ПРОБЛЕМНО-НЕЗАВИСИМОЙ ДИАГНОСТИКИ ПРОЦЕССОВ. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель –д.т.н., профессор В.В. Грибова

Во многих областях человеческой деятельности, касающихся экологии, здоровья, банковских операций и прочих, частью процесса управления является диагностика отклонений от желательного развития или состояния объекта/системы.

Под диагностикой понимается распознавание внутреннего процесса, который не присущ диагностируемому объекту при нормальном его функционировании (то есть отклонение). Будем называть диагнозом сам диагностируемый внутренний процесс или множество внутренних процессов, не присущих системе в нормальном состоянии. Нередко под диагностикой понимается не только распознавание отклонения параметров функционирующей системы от нормативных, но и выявление причин, приведших к возникновению этих отклонений в системе.

В некоторых предметных областях сложность диагностики связана с тем, что системы или объекты обладают, кроме типовых параметров, специфичными особенностями, присущими только объектам в данной предметной области, а условиями протекающих процессов внутри различных систем или объектов могут быть и события, происходящие в различные моменты времени. Поскольку трудоёмкость создания программных систем для конкретных областей велика, нужны эффективные технологии снижения затрат.

Можно выделить классы задач и для каждого класса разработать метод решения задачи, который будет повторно использоваться в различных системах. Работа [1] описывает онтологию предметно-независимой диагностики процессов, на основе которой можно построить программное средство для проблемно-независимой диагностики процессов. Построение такого программного средства, можно рассматривать как эффективную технологию снижения затрат. Данное программное средство должно проводить анализ всех типичных видов связей сущностей, важных для диагностики.

К настоящему времени разработано огромное количество систем диагностики для конкретных предметных областей или способных диагностировать многие разделы одной области знаний. Большинство из этих систем диагностики построено на базе интернет-технологий, но встречаются системы, не связанные с интернетом [2].

Программное средство предметно-независимой диагностики процессов должно представлять из себя оболочку, которая должна быть основана на математической модели онтологии предметно-независимой диагностики [1], в которой учитываются признаки и процессы, протекающие во времени. Такое средство должно проводить дифференциальную диагностику и дальнейшую диагностику

объекта с объяснением процесса исправления дефекта, а также должна быть возможность рассмотрения параллельно нескольких гипотез о диагнозе. Программная система, имеющая такие характеристики, должна быть способна проводить диагностику в приемлемое для специалиста время, и предоставлять удаленный доступ через интернет.

На данный момент был проведён обзор литературы, в ходе которого были выделены критерии сравнения систем диагностик. Сравнение, произведённое в дальнейшем, показало, что систем удовлетворяющих всем критериям не существует на сегодняшний день.

Список литературы

1. В.В. Грибова, Е.А. Шалфеева. Онтология диагностики // Онтология проектирования. – 2019. – Т.9, №4(34). – С. 449-461;
2. Островский Г. Е. Специализированная оболочка для создания интеллектуальных медицинских диагностических систем, - 2018 г.;

Жигулин А.С.

ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПОСТРОЕНИЯ РАДИООТПЕЧАТКА ПОМЕЩЕНИЯ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель - д.т.н., доцент В. М. Гриняк

Одна из проблем современной навигации – это определение местоположения внутри зданий и закрытых сооружений, где спутниковая связь работает неточно. В то же время, почти каждое современное электронное устройство, будь то смартфон или проектор, поддерживает технологии Wi-Fi и Bluetooth. Именно поэтому для задач внутренней навигации чаще всего используются решения на базе этих технологий.

Одним из таких решений является метод радиоотпечатков (Fingerprinting). В данном конкретном случае местоположение вычисляется путем сравнения измеряемых в реальном времени мощностей сигнала от окружающих Wi-Fi/BLE точек с заранее измеренными значениями, занесёнными в специальную базу данных (радиокарту помещения) [1].

В ходе проделанной работы были рассмотрены различные методы и алгоритмы, используемые в методе радиоотпечатков. Для сопоставления уровня сигнала, принимаемого устройством, с данными, хранящимися в радиокарте, был выбран модифицированный метод ближайших соседей. В качестве исследуемых метрик были выбраны: Евклидова метрика, метрика Чебышева и Манхэттенское расстояние. В результате было выяснено, что при использовании Манхэттенского расстояния достигается минимальное значение максимальной ошибки позиционирования, при этом значение средней ошибки также было на достаточно низком уровне [2].

Была так же определена оптимальная структура таблиц базы данных (рис.1), при помощи архитектурно-контекстной диаграммы (рис.2) и диаграммы потоков данных представлена архитектура системы, составлены требования и сценарии проведения тестирования подсистем и системы в целом.

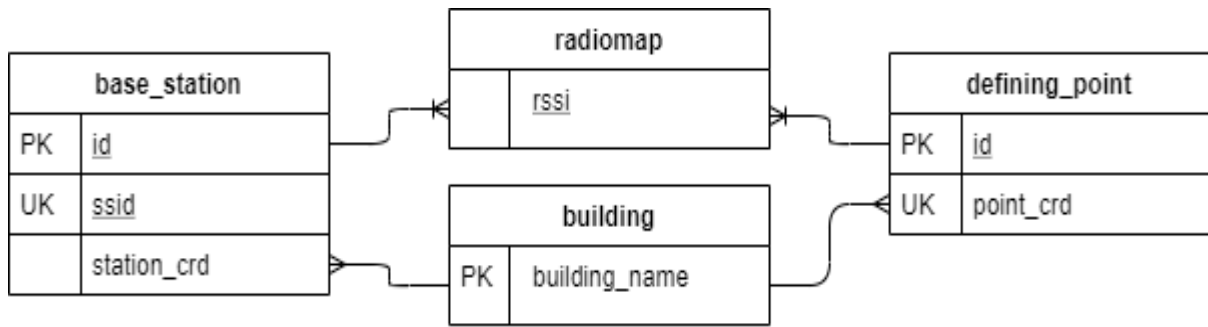


Рисунок 1 - ER-диаграмма

Архитектурно-контекстная диаграмма даёт общее представление о том, как система работает и взаимодействует с внешней средой. На рисунке 2 видно, что пользователь предоставляет системе информацию об опорных точках (идентификатор и координаты) и изображение этажа. Система в свою очередь собирает данные о базовых станциях и измеряет уровни сигнала, вкуже с точками получая информацию о радиоотпечатке, которую она заносит в базу данных. При необходимости система может запросить радиоотпечаток из базы данных и на его основе предоставить пользователю информацию о его местоположении.



Рисунок 2 - Архитектурно-контекстная диаграмма

Для того, чтобы показать, в чём заключается цель данной работы, нужно для начала выделить главные проблемы метода радиоотпечатков. У этого метода есть два больших недостатка, которые заключаются в особенностях проведения оффлайн фазы. Первый очевидный недостаток - необходимость проведения большого объёма работ по составлению радиокарты перед тем система начнёт работу Второй - необходимость перенастройки системы после изменения планировки здания [3].

Основной целью работы является создание программного продукта, позволяющего автоматизировать процесс конструирования радиокарты.

Список литературы

1. Гриняк В.М. Позиционирование внутри помещений с помощью bluetooth устройств / Гриняк В.М., Гриняк Т.М., Цыбанов П.А. // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса - 2018. – Т. 10, №2 – С. 137-147;
2. Ассур О.С., Филаретов Г.Ф. Исследование точности системы wi-fi позиционирования, построенной с использованием метода k-ближайших соседей [Электронный ресурс] // Вычислительные сети, теория и практика. - 2013. - № 2. - URL: <http://network-journal.mpei.ac.ru/cgi-bin/main.pl?l=ru&n=23&pa=7&ar=1> (дата обращения: 20.01.2020).
3. Малодушев С.В. Определение локации в корпоративных Wi-Fi сетях // Вестник ЮУрГУ. Серия «Математическое моделирование и программирование» - 2016. – Т. 9, №1 – С. 92-104;

Жлуткин Р.В.

РАЗРАБОТКА СЕТИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ТРАФИКА С ПОМОЩЬЮ СЕТИ УМНЫХ СВЕТОФОРОВ

Кафедра прикладной математики, механики, управление и программного обеспечения ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.т.н., доцент А. А. Чусов

Еще почти 100 лет назад мир столкнулся с негативными последствиями массовой автомобилизации [1]. После этого стали активно развиваться транспортные потоки. Издержками автомобилизации стали дорожные заторы, которые нарушали работу транспортных сетей и, как следствие, повышенный расход топлива и загрязнение воздуха, а также снижение средней скорости движения. С негативными последствиями массовой автомобилизации пытались бороться разными методами, от расширения дорожной сети до введения разного рода ограничений, которые действуют и до сих пор.

Светофоры и датчики давно поумнели, и пристально следят за всем, что происходит на дорогах мегаполисов. Светофоры связаны с компьютером, программа на котором принимает решение о том, как данным светофорам следует работать в текущий момент в зависимости от сложившейся дорожной ситуации [2].

Уже реализованные решения являются дорогостоящими, а то, как они работают, не решает самой проблемы пробок и затрудненного движения, а также не оптимизирует трафик. Решением же проблемы будет являться сеть автоматизированного управления и оптимизации дорожного трафика с помощью сети умных светофоров.

В каждый светофор в городе устанавливается микроконтроллер архитектуры ARM (Advanced RISC Machines), на котором расположены два датчика. К микроконтроллеру подключены две камеры: одна из них ведёт распознавание и регистрацию количества людей, а другая ведёт распознавание и регистрацию количества машин.

Распознавание объектов с изображения осуществляется через специальный алгоритм, который реализован на базе микроконтроллера ARM. Все светофоры города включены в единую сеть и к одному серверу, где структурно и логически будет выполняться оптимизация и будут приниматься решения об изменении загрузочных параметров узлов сети, а также находится алгоритм, необходимый для расчёта оптимального времени.

На основе плотности трафика распознанных и зарегистрированных камерами машин и людей, на сервере рассчитывается оптимальное время для перехода людей и проезда машин.

К примеру, если на дороге поблизости к светофору отсутствуют машины, по умолчанию, мог бы

гореть зелёный свет для пешеходов, что разгружало бы нагрузку на движение самих пешеходов. Аналогично с нагрузкой для машин с отсутствием пешеходов поблизости к переходу.

Также – оптимизация трафика в «час-пик». На основе зарегистрированных камерами машин на дорогах и проведённых расчётах в базе данных, можно было бы «предугадывать» ситуацию для светофоров и отправлять примерные расчёты на каждый последующий светофор поблизости.

Так как к структуре самого светофора будет добавлен только ARM-контроллер и две камеры, развертывание данной системы не вызовет больших финансовых затрат и трудностей.

Такая система будет работать, в отличие от существующих. Для того чтобы светофоры действительно оптимизировали трафик, все светофоры города (или, как минимум, района), должны работать по единому координированному принципу. Так как светофоры, стоящие перед «умным» не разгружают и не оптимизируют нагрузку, следовательно, использование одного-двух «умных светофоров» на проспекте, заполненном машинами – бессмысленно.

В данной работе будет рассмотрено решение **проблемы** загруженности дорожного трафика, образование транспортных пробок и оптимизация транспортных узлов.

Таким образом, **целью данной работы** является анализ существующих методов решения проблемы загруженности дорожного трафика, позволяющих оптимизировать транспортные узлы, и анализ методов моделирования дорожного трафика.

Список литературы

1. Ахмадинуров, М. М. Модели массового обслуживания в задаче оптимизации работы светофора / м. М. Ахмадинуров, г. А. Тимофеева. - г. Саратов, 2011. - с. 217-227
2. Бабичева Т.С. Методы теории массового обслуживания при исследовании и оптимизации движения на управляемых перекрёстках/ Бабичева Т.С. – г. Москва 2015. – с. 119-130

Журавлев Ф.А.

ГИД ПО РЕМОНТУ ПОМЕЩЕНИЙ. АНАЛИЗ ПРОБЛЕМЫ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – ст. преподаватель Р. П. Лось

В настоящее время существует несколько видов ремонтных работ, каждый из них имеет целый ряд мероприятий по отделке, замене, установке и т.д. Для неподготовленного человека существует только два варианта: нанять профессиональных рабочих, способных сделать ремонт, что влечет за собой дополнительные финансовые вложения или заниматься ремонтными работами самостоятельно. Для большинства видов ремонтных работ наем дополнительной рабочей силы излишен потому, что при должных знаниях легко получить необходимые навыки. Для получения нужных навыков, связанных с ремонтными работами, в сети интернет существуют сайты, предоставляющие пользователю информацию об интересующем его виде ремонта. Но все они не предоставляют пользователю полную информацию о каждом виде ремонтных работ.

Таким образом, целью работы является разработка информационной системы для автоматизации процесса сбора и поиска информации о способах осуществления ремонтных работ. Данная автоматизированная система будет называться «Гид по ремонту» и содержать в себе статьи, подробно рассказывающие о интересующем пользователя виде ремонта.

Для того, чтобы пользователь имел возможность полностью изучить все этапы того или иного вида ремонтных работ каждая статья должна отвечать на следующие вопросы:

- Что мне делать?
- Как мне это делать?
- Какие материалы и инструменты мне для этого понадобятся?
- Какие финансовые вложения мне для этого необходимы?

На основании анализа наиболее популярных сайтов, подходящих под определение «Гид по ремонту», можно сделать вывод, что системы, позволяющей ответить на все вышеперечисленные вопросы в полной мере нет. На рисунке 1 приведена сравнительная таблица данных сайтов.

Таблица

Сравнение наиболее популярных систем «Гид по ремонту»

Наименование сайта	Текстовый контент	Возможность добавлять медиафайлы	Возможность поиска статей	Наличие калькуляторов	Возможность выбора этапов ремонта	Информация о том, где купить необходимые материалы	Возможность оставлять комментарии к статьям
Ремонт своими руками	Нет	Только видео	Да	Нет	Нет	Нет	Да
Дизайн и ремонт	Да	Фото и видео	Нет	Нет	Нет	Нет	Да
Ремонт по правилам	Да	Фото и видео	Да	Нет	Нет	Нет	Да
StroyDay.ru	Да	Фото и видео	Да	Да	Да	Нет	Да
Идеи для вашего дома	Да	Фото и видео	Да	Нет	Да	Да	Да

Завьялова В.В., Ким С.Е.

КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ДАННЫХ О ДВИЖЕНИИ СУДОВ. АНАЛИЗ МЕТОДОВ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
 Научный руководитель - д.т.н., доцент В. М. Гриняк

Увеличение интенсивности движения судов имеет следствием рост аварийности. Известно, что в основе аварий лежат такие факторы как недостаточность навигационной информации, нехватка времени на обработку информации, человеческий фактор. Поэтому необходима система, осуществляющая поддержку принятия решений при обеспечении безопасности движения судов.

В настоящее время получили развитие информационные сервисы, собирающие и обрабатывающие данные о движении судов, полученных системой АИС (см., например, marinetraffic.com). Одной из главных целей задач обработки таких данных является выработка новых подходов к решению классических задач судовождения (оценка риска опасного сближения, предупреждение опасного сближения и планирование траектории) с использованием ретроспективных данных о трафике движения судов на конкретной акватории.

Как правило различные участки акватории характеризуются различными параметрами движения судов (скорость, курс, размеры, тип судна и т.п.). Имея в виду большие объемы ретроспективных и актуальных данных о движении, для упрощения анализа таких данных необходима группировка и упорядочивание, осуществить которую можно при помощи кластеризации.

Кластеризация (или кластерный анализ) – это процесс разбиения множества объектов на группы, называемые кластерами [1]. Внутри каждого кластера должны оказаться максимально “похожие” объекты, а между объектами различных кластеров отличия должны быть наибольшими. Кластерный

анализ позволяет определить кластеры данных, схожих друг с другом, выделить эти группы для классификации или выявить ранее незамеченные закономерности. Кластерный анализ относится к классу задач обучения без учителя, так как метки кластеров заранее неизвестны, в отличие от алгоритмов классификации, которым он иногда предшествует. Главной целью кластеризации является систематизация некоторых объектов. Разбиение выборки на группы схожих объектов упрощает дальнейшую обработку данных и принятие решений, позволяет применить к каждому кластеру свой метод анализа. Алгоритмы кластеризации имеют широкое применение в различных областях, в том числе и при определении аномалий путем построения кластеров и последующего выявления неклассифицированных объектов.

Методы кластеризации можно разбить на несколько основных видов [1]:

- Методы разбиения: определяют кластеры как связные области;
- Иерархические методы: постепенно строят кластеры, менее чувствительны к шуму;
- Плотностные методы: обнаруживают плотные объединенные компоненты данных («сгустки») [2], гибки по форме данных, менее чувствительны к аномалиям.

Метод разбиения k -средних разделяет точки данных (в нашем случае – координаты судов) на k непересекающихся кластеров путём нахождения k центральных точек (центроидов) и назначения каждой точке кластера, соответствующего ближайшему центроиду. Стоит отметить, что метод плохо работает с данными, имеющими аномалии и шумы. И поскольку не все траектории движения судов могут быть компонентами определенной схемы движения, так как судно имеет свободу передвижения в большинстве акваторий, такая кластеризация не может распознать те траектории, которые не следуют устоявшейся схеме движения.

Иерархические методы группируют данные в дерево кластеров (дендрограмму), представляющее собой последовательность вложенных кластеров. Есть два подхода для построения этого дерева: агломерационный (снизу вверх); дивизивный (сверху вниз). Основным недостатком таких методов является повышенная сложность. Иерархические методы медленны на больших наборах данных, особенно при использовании дивизивного подхода. Также, объединение/слияние кластеров необратимы и ошибку, которая накопится в будущем, невозможно рассчитать. Этим алгоритмам сложно справиться с кластерами разных размеров и с выпуклыми формами и именно поэтому они мало эффективны при анализе больших объемов данных траекторий движения судов в акватории.

Более эффективным по сравнению с иерархическими методами и методами разбиения считается алгоритм, основанный на *плотности пространственной кластеризации для приложений с шумами* (Density-based spatial clustering of applications with noise, DBSCAN) [3]. Метод не требует уточнения числа кластеров, имеет возможность выводить кластеры произвольной формы и включать в себя побочные продукты шумовой точечной классификации. Алгоритм DBSCAN лучше отвечает особенностям данных, может дать плохой результат при неравномерной или низкой плотности данных. Эксперименты по применению данного метода на реальных данных представлены на работе [3].

Целью работы является создание программного средства для кластерного анализа ретроспективных данных трафика морских акваторий.

Список литературы

1. Кутуков, Д. С. Применение методов кластеризации для обработки новостного потока / Д. С. Кутуков. — Текст : непосредственный // Технические науки: проблемы и перспективы : материалы I Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, март 2011 г.). — Санкт-Петербург: Реноме, 2011. — С. 77-83. — URL: <https://moluch.ru/conf/tech/archive/2/207/>

2. Гриняк В. М., Иваненко Ю. С., Шуленина А. В. Комплексная оценка опасности трафика морской акватории // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. - 2020. - Т. 12, № 1. -С. 90-104. - DOI: 10.24866/VVSU/2073-3984/2020-1/090-104

3. “DBSCAN: Density-Based Clustering Essentials”. [Электронный ресурс]: DataNovia: Online Data Science Courses (2018). — Режим доступа: <https://www.datanovia.com/en/lessons/dbscan-density-based-clustering-essentials/>.

Залатов В.П.¹, Пустовалов В.Е.², Пустовалов Е.В.¹

РОБОТ ГЕКСАПОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОММЕРЧЕСКИ ДОСТУПНЫХ ТЕНЗОДАТЧИКОВ

¹Кафедра компьютерных систем ШЕН ДВФУ

²БГТУ "ВОЕНМЕХ" им. Д.Ф. Устинова

Научный руководитель – д.ф.-м.н., доцент Е.В. Пустовалов

Природа демонстрирует удивительные примеры эффективности и уникальных характеристик своих созданий, например, насекомые могут двигаться по поверхностям с отрицательным углом наклона, чувствовать малейшие вибрации почвы, поднимать вес во много раз превышающий свой собственный, двигаться с точностью и со скоростями, по отношению к размерам тела, современных реактивных истребителей.

Платформа робота представляет собой прямоугольное основание с креплением блока тензодатчиков, к которым в свою очередь крепится конечность. Блок тензодатчиков одной частью присоединен к основанию, другой частью к платформе конечности. Использовались два типа блоков тензодатчиков: с двумя и тремя элементами. Каждый элемент представляет собой прямоугольный тензодатчик из алюминиевого сплава с мостовым подключением тензоэлементов. Для уменьшения габаритов конструкции сервоприводы конечности смонтированы в одном узле, что также обеспечивает большую защищенность электрической части от возможных загрязнений с поверхности. Сигнал с мостовых схем оцифровывался либо 24-битным АЦП НХ711, имеющим два канала, либо 12-битным АЦП встроенным в Arduino MEGA. В качестве сервоприводов использовались TowerPro SG92R с усилием 2,5 кг/см, расчетное усилие конечности в точке соприкосновения с поверхностью 0.6-0.8 кг [1]. Программа управления движением выполняется на Arduino MEGA, имеющим два канала внешнего управления – радиоканал 433МГц (12 управляющих команд), Wi-Fi через сервер на модуле ESP2866.

Модель конечности приведена на рисунке 1, модель гексапода - на рисунке 2. Решена обратная задача для координат конечности и углам поворота сервоприводов, рассчитаны нагрузки на конечность при заданном усилии сервомоторов [2].

Разработано программное обеспечение управления конечностями для платформы Arduino MEGA. Основным подходом при разработке было создание конечного автомата, как для каждой ноги, так и для всего устройства в целом [2, 3]. Таким образом, с точки зрения программного обеспечения, устройство всегда находится в одном из заранее определённых состояний, а управление (т.е. перевод устройства из одного состояния в другое) осуществляется с помощью событий. События, в свою очередь, могут быть сгенерированы как внешним управляющим воздействием (например, радиоуправление), так и по внутренним причинам (например, получение определённых данных по обратной связи от компонентов системы). Связь между контроллерами осуществляется по шине I²C.

Проведенное тестирование показывает, что реальные усилия на конечностях на 50-70% ниже расчетных, что связано с завышенными показателями мощности сервоприводов у производителя, а также потерями в сочленениях.

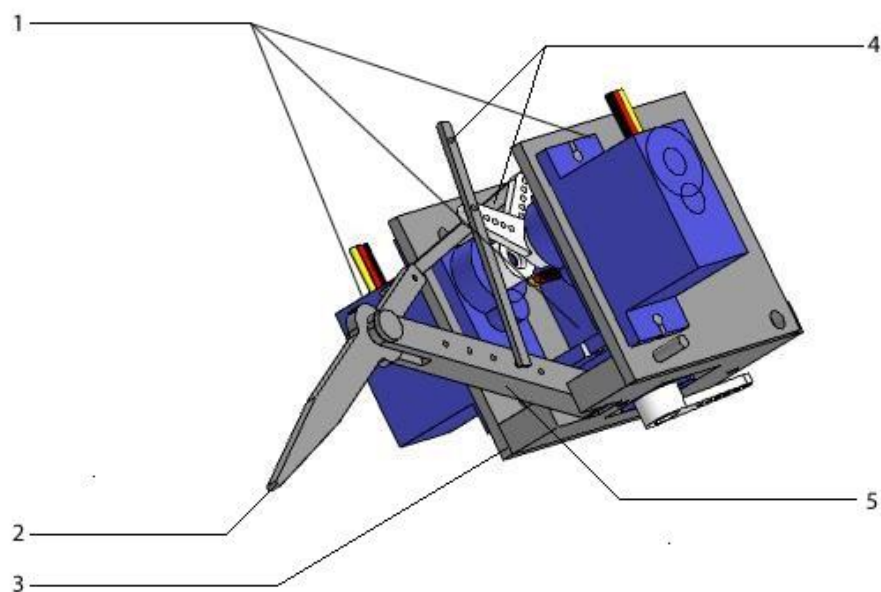


Рисунок 1 – Конечность гексапода в сборе (1 - Сервоприводы TowerPro SG92R; 2 - Составная часть конечности "голень" (leg); 3 - Корпус конечности; 4 - Соединительные тяги; 5 - Составная часть конечности "бедро" (hip))

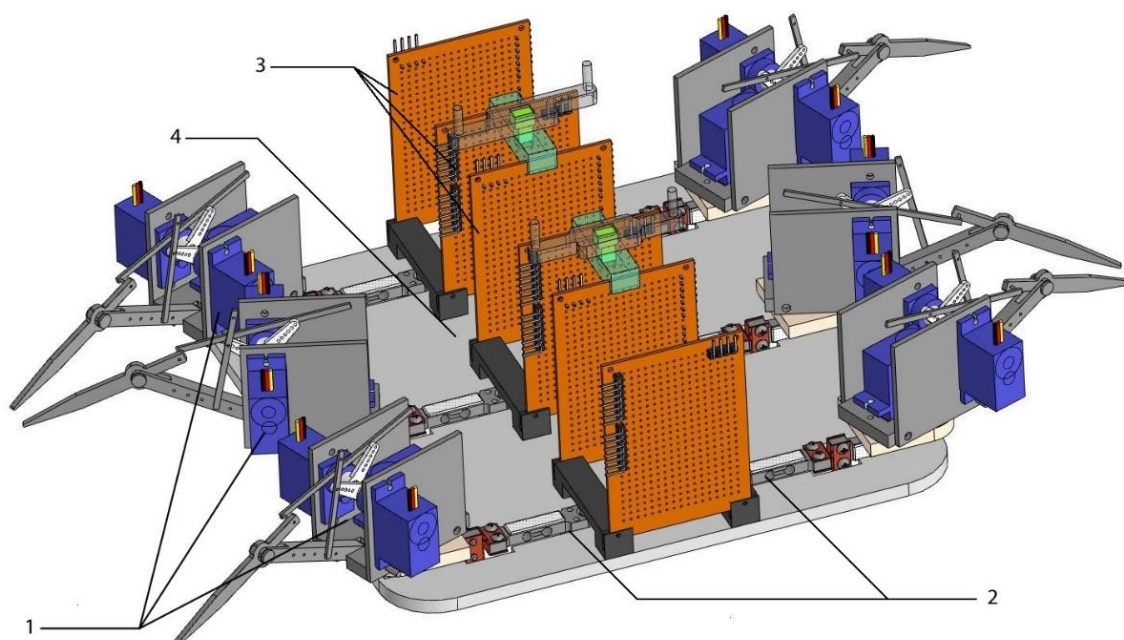


Рисунок 2 – Шасси гексапода в сборе (1 – Конечности; 2 – Пары тензодатчиков; 3 – Макетные платы для коммутации электроники; 4 – Рама гексапода (основание конструкции))

Список литературы

1. Карпутина А. Ю. Выбор сервопривода для манипулятора мехатронного технологического комплекса // Ученые записки Брянского государственного университета. – 2017. – №. 3. – С. 26.
2. Зенкевич С. Л., Ющенко А. С. Основы управления манипуляционными роботами (2-е издание), 2004 г. – 480 с.

3. Марченков С.С. Конечные автоматы. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008 г. – 56 с.

Зыков М.Г., Лебедев В.Р.

СИСТЕМА АНАЛИЗА ЭФФЕКТИВНОСТИ СОТРУДНИКОВ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – ст. преподаватель Р.П. Лось

В настоящее время существует огромное множество компаний, и в каждой из них регулярно увольняются сотрудники, а на их место приходят новые. Такой процесс носит название “текучесть кадров” или “индекс крутящихся дверей” [1]. При увеличении числа сотрудников также возрастает коэффициент текучести кадров, а высокие показатели этого коэффициента негативно влияют на компанию [2]. Возникает необходимость каким-то образом снизить индекс крутящихся дверей. Казалось бы, решение очевидно, необходимо своевременно получать обратную связь от сотрудников, так называемый feedback [3], на его основе давать индивидуальные советы по развитию, решать организационные проблемы и т. д. Однако, когда компания насчитывает десятки или сотни тысяч сотрудников, становится достаточно трудно, а зачастую и невозможно опросить всех сотрудников и получить качественную обратную связь. Таким образом, на данный момент, как в больших, так и в малых компаниях, существует проблема быстрого, качественного сбора обратной связи и ее обработки.

Современные IT-гиганты такие как Google, Microsoft, Amazon и т.д насчитывают в своем распоряжении сотни тысяч сотрудников, но при этом имеют сравнительно невысокие показатели текучести кадров. Так, например, компания Google, имеет в своем распоряжении свыше 60000 сотрудников [4], но при этом индекс крутящихся дверей держится на уровне 5% [5], что сравнимо с естественной текучестью кадров [1], [2].

Для уменьшения текучести кадров, получения своевременной обратной связи, выявления слабых мест в управлении персоналом при небольших трудозатратах, Google использует систему оценивания эффективности сотрудников - performance review [6]. Эта система позволяет своевременно узнавать потребности сотрудников, их проблемы, желания и мотивацию, позволяет проводить оценку эффективности деятельности персонала и их перспективы, а также дает возможность своевременно поощрить сотрудника за его заслуги или сделать выговор за плохие результаты [7]. Performance review на сегодняшний день является наиболее перспективной моделью управления персоналом [6], [7].

Весь процесс performance review можно поделить на три основных этапа:

1. Самооценка.
2. 360-мнение.
3. Проведение оценки.

Этап первый. Самооценка

Для того чтобы иметь возможность развиваться в профессиональном плане и соответственно иметь возможность карьерного роста, необходимо уметь оценивать себя [6]. Поэтому на первом этапе каждый сотрудник должен хорошо подумать о том, чего он достиг за отчетный период, чему научился, чего добился, а что сделал плохо, над чем ему еще стоит поработать, необходимо максимально здраво и хладнокровно оценить себя [8].

Этап второй. 360-мнение

Параллельно деятельность сотрудника оценивается тем, кто работал с ним в команде, с кем взаимодействовал по ходу работы или обучал. Такая оценка называется “обзор на 360 градусов” или

“360 мнение”. В ней люди кратко описывают свое впечатление о сотруднике и мнение о том, над чем ему стоит поработать, чтобы улучшить свои результаты [8].

Проведение оценки

Полный пакет мнений, включающий: самооценку, мнение коллег, людей, которых он обучал, коллег из других отделов, собирается руководителем и изучается. После изучения всех мнений руководитель формирует краткий обзор и дает оценку сотруднику. После чего может быть проведена беседа руководителя с сотрудником для обсуждения каких-то конкретных моментов [9].

Таким образом целью работы является разработка и реализация автоматизированной системы для организации процесса performance review. Данная система нацелена на автоматизацию процесса оценки производительности сотрудников и упрощения процесса оценки производительности сотрудников компании, что в свою очередь должно повысить эффективность performance review.

Список литературы

1. Текучесть кадров: коэффициент, причины, формула расчета текучести кадров | Calltouch.Блог : Электрон. текстовые дан. URL: <https://blog.calltouch.ru/chto-takoe-tekuchest-kadrov-kak-ee-rasschitat-i-snizit/> — (дата обращения 12.01.2021) Режим доступа: свободный.
2. Текучесть кадров – виды, причины и способы преодоления : Электрон. текстовые дан. URL: <https://www.insales.ru/blogs/university/tekuchka-kadrov> — (дата обращения 12.01.2021) Режим доступа: свободный.
3. Фидбек – что это такое? Определение, значение, перевод : Электрон. текстовые дан. URL: <https://chto-eto-takoe.ru/feedback> — (дата обращения 12.01.2021) Режим доступа: свободный.
4. Наша история успеха – Google : офиц. сайт. URL: <https://about.google/intl/ru/our-story/> — (дата обращения 12.01.2021) Режим доступа: свободный.
5. Корпоративная культура и кадровая политика компании Google : Электрон. текстовые дан. URL URL: http://export.efko.ru/kadry/international_corporate_culture/10564/ — (дата обращения 12.01.2021) Режим доступа: свободный.
6. Оценка сотрудников 21 века: метод «Перфоманс ревью» (performance review) HR и кадровая служба AQM.BY : Электрон. текстовые дан. URL: <https://aqm.by/stati/hr/otsenka-sotrudnikov-21-veka-metod-perfomans-revyu-performance-review/> — (дата обращения 12.01.2021) Режим доступа: свободный.
7. Performance Review в стартапе: как оценить компетенции сотрудника – Офтоп на vc.ru : Электрон. текстовые дан. URL: <https://vc.ru/flood/39061-performance-review-v-startape-kak-ocenit-kompetencii-sotrudnika> — (дата обращения 12.01.2021) Режим доступа: свободный.
8. HBR guide to delivering effective feedback / Harvard Business Review. – Boston, Harvard Business Review Press, 2016. – 224с.
9. Поставить галочку: помогает ли анкетирование повысить эффективность сотрудников : Электрон. текстовые дан. URL: <https://www.forbes.ru/karera-i-svoy-biznes/360927-postavit-galochku-pomogaet-li-anketirovanie-povysit-effektivnost> — (дата обращения 12.01.2021) Режим доступа: свободный.

Иваненко Ю.С.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ ДВИЖЕНИЕМ СУДОВ С УЧЕТОМ РЕТРОСПЕКТИВНЫХ ДАННЫХ ТРАФИКА МОРСКИХ АКВАТОРИЙ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – д.т.н., профессор В. М. Гриняк

Навигационная безопасность и ее обеспечение является основной проблемой, которая решается

при эксплуатации морских судов. [1]. И в последние годы наблюдается постоянный рост объёмов морских перевозок. Следовательно, увеличивается интенсивность трафика в акваториях морских портов и на подходах к ним. Например, в акваториях, прилегающих к крупным портам Азии, может одновременно находиться до 3.5 тысяч судов, движение которых носит характер разнонаправленных интенсивных судопотоков. Ситуация усложняется систематическим присутствием на акватории нетрадиционных транспортных средств, которые требуют особого внимания: суда военного и специального назначения, буксируемых к месту назначения буровых платформ и т. д. В этих условиях для эффективного обеспечения безопасности движения становится недостаточно традиционных подходов (решения задач оценки риска столкновения, предупреждения опасного сближения и планирования траектории безопасного движения). Это требует разработки новых методов и модельных представлений, обеспечивающих работу береговых систем управления движением судов и бортовых инструментальных средств как систем поддержки принятия решений в том числе – при планировании движения судов с учётом оптимальных схем безопасного коллективного движения и устоявшихся, выработанных эксплуатационной практикой, паттернов движения конкретной морской акватории.

Для решения задач организации движения различного транспорта, обеспечение безопасности движения судов на основе чисто формальных представлений вряд ли возможно. Причина этого состоит в значительной доле неформальных положений, используемых в судоводительской практике, обусловленных личным и коллективным профессиональным опытом разрешения опасных навигационных ситуаций в различных внешних условиях. Это требует создания соответствующих модельных представлений, проблемно-ориентированных методов и алгоритмов решения задач поддержки принятия решений.

Определение схем движения может осуществляться на основе наблюдений выполняется с помощью выделения устоявшихся, выработанных эксплуатационной практикой паттернов движения конкретной морской акватории. Перспективным путём к реализации данного подхода является анализ ретроспективных данных о трафике морских акваторий. В основу модельных представлений этой задачи может быть положена идея кластеризации параметров движения. Исследование проводилось на реальных данных о движении судов в Токийском заливе, собранных с ресурса marinetraffic.com с помощью специально разработанной программной системы. Были взяты данные о движении в течение одной недели, всего около 1.5 млн записей. Акватория разбивалась на квадратные участки со стороной 1 км. Кластеризация проводилась для каждого из участков, где число судов было больше 20. Признаками объектов считались курсы. Метрика расстояния между объектами задавалась как разность их курсов. Количество значений курсов на некоторых участках достигало 200. Использовался метод субтрактивной кластеризации. Значения параметров метода подбирались таким образом, чтобы корректно идентифицировать кластеры эталонной выборки. В результате характерный радиус кластера был определён равным 16° ; объекты считались принадлежащими кластеру, если они лежали ближе, чем в 20° от его центра (1.25). Итерационная процедура поиска центров кластеров заканчивалась, если потенциал очередного кластера не превышал 10% потенциала первого кластера – оставшиеся кластеры считались не значимыми. На рисунке 1 показаны данные о количестве найденных кластеров. Голубым показаны участки акватории, где курсы судов образуют один кластер, зелёным – два, желтым – три, красным – четыре. Участков с большим числом кластеров найдено не было.

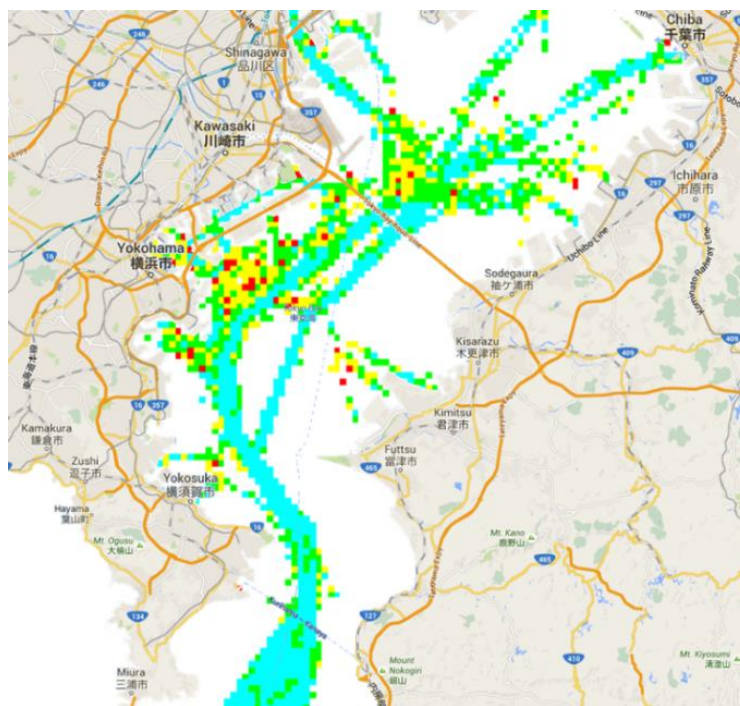


Рисунок 2 – Количество кластеров в данных о курсах судов по Токийскому заливу

Данные рисунка 1 показывают зоны регулярного движения судов с постоянными курсами – голубые участки. Зелёные участки – это области пересечения двух судопотоков. Жёлтые и красные – зоны пересечения нескольких судопотоков и зоны нерегулярного хаотичного движения. С помощью рассмотренного алгоритма кластеризации производились другие вычисления, необходимые для оценки характерных значений курсов и/или скоростей судов на тех или иных участках выбранной акватории.

Исследования рассмотренного подхода к оценке безопасности на реальных данных о движении подтвердили его перспективность, так как позволит обеспечивать безопасность движения судов (в том числе нетрадиционных и беспилотных) при высокой интенсивности движения. На основе подхода можно получить информацию о сформировавшейся схеме движения судов на выбранной акватории и осуществлять поддержку принятия решений при обеспечении безопасности бортовыми и береговыми системами управления движением [3].

Список литературы

1. Tam, Ch. K., R. Bucknall, and A. Greig. Review of collision avoidance and path planning methods for ships in close range encounters / *Journal of Navigation*. – 2009. – 62.3. Pp 455–476.
2. Лентарёв А.А. Основы теории управления движением судов // Владивосток: Морской государственный университет. – 2018. – 181 с.
3. Гриняк В.М., Девятисильный А.С., Люлько В.И. Оценка опасности трафика морской акватории по данным Автоматической идентификационной системы // *Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С. О. Макарова*. – 2017. – № 4. – С. 681–690. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-4-681-690.

Казачкова О.В.

СРАВНЕНИЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОЦЕНКИ СВЯЗИ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ И ДИЗАЙНЕРСКИХ РЕШЕНИЙ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – к.т.н., доцент С.В. Смагин

Многие люди редко задумываются о влиянии окружающих факторов на их собственное эмоциональное состояние, в частности, редко пользуются подобными знаниями при выборе интерьера своей квартиры. Так, состояние беспокойства, угнетения, гнева, или же радости в стенах комнаты напрямую зависят от цветов, преобладающих в ней. Цвета [2] оказывают влияние на человеческое мышление, чувственное восприятие действительности и даже на поступки. Особенно в тех случаях, когда этому не уделяется должное внимание. Цвета – это не что иное, как «визуализированные ощущения», согласно Люшеру, или, другими словами, результат реакции нервной системы на внешние раздражители.

Так, можно достигнуть определенного эмоционального состояния путем изменения интерьера (дизайнерских решений). В настоящее время разработаны программные средства, частично решающие некоторые задачи, необходимые для оценки связи эмоционального состояния и дизайнерских решений. Рассмотрим некоторые из них:

Houzz [5] – веб-сайт, предоставляющий изображения дизайна интерьера по указанным параметрам.

Dwell [6] – веб-сайт, позволяющий отобразить элементы декора по указанным параметрам, а также совершить покупку.

HGTV [7] – веб-сайт, который предоставляет дизайнерские решения от профессионалов с целью привнести в дом новейшие дизайнерские образы.

Homify [8] – веб-сайт, предоставляющий готовые варианты дизайна комнат (также доступен в App Store и Google Play).

Pinterest [9] – социальный интернет-сервис, предоставляющий возможность пользователям делиться друг с другом тематическими коллекциями фотографий, в поиске вдохновения и эстетического удовлетворения (также доступен в Google Play).

Таблица

Сравнение программных средств

Программные средства / Характеристики	Houzz	Dwell	HGTV	Homify	Pinterest
Предоставление дизайнерских решений на основе указанного эмоционального состояния	–	–	–	–	–
Заполнение перечня элементов интерьера, которые уже есть в наличии у пользователя с последующим их сохранением	–	–	–	–	–
Поддержка русского языка	+	–	–	+	+
Поиск магазинов с определенными товарами в своем городе и интернет-магазинов	+	+	+	–	–
Фильтр дизайнерских решений на основе предпочтений пользователя	+	+	+	+	+
Поиск профессиональных дизайнеров в своем городе и услуг онлайн	+	–	–	+	–

На основе проведенного сравнения программных средств можно сделать следующие выводы:

- ни одно из рассматриваемых программных средств не формирует дизайнерские решения на основе полученных данных об эмоциональном состоянии пользователя;
- ни одно из рассматриваемых программных средств не позволяет пользователю указать имеющиеся элементы интерьера в его комнате перед получением дизайнерских решений.

Таким образом, проблема реализации программного средства, автоматизирующего сбор и анализ информации о связи эмоционального состояния и дизайне интерьера является актуальной. Для оценки интерьера будут выделены следующие критерии:

- эмоциональное состояние пользователя в данный момент времени;
- эмоциональное состояние пользователя, которое он хочет испытывать;
- местоположение пользователя;
- средние показатели температурного режима в заданном районе города;
- предметы интерьера, находящиеся в наличии у пользователя;
- предпочтения пользователя в интерьере;
- контакты профессиональных дизайнеров города;
- ссылки и адреса магазинов города.

Входными данными такого программного средства будут являться данные об эмоциональном состоянии пользователя, местоположение, предпочтения в интерьере, предметы интерьера в наличии у пользователя. Выходными данными – дизайнерские решения, построенные на основе полученных данных. В настоящее время в ШЕН ДВФУ разрабатывается программное средство, в котором будут реализованы функции связи эмоционального состояния и дизайнерских решений, на основе вышеуказанных критериев.

Список литературы

4. Психология цвета / Гаральд Браэм; пер. с нем М.В. Крапивкиной. – М.: АСТ: Астрель, 2009. – 158, [2] с.
5. Houzz. Веб-сайт, предоставляющий изображения дизайна интерьера по указанным параметрам. URL: <https://www.houzz.ru/>
6. Dwell. Веб-сайт, позволяющий отобразить элементы декора по указанным параметрам. URL: <https://www.dwell.com/>
7. HGTV. Веб-сайт, который предоставляет дизайнерские решения от профессионалов с целью привести в ваш дом новейшие дизайнерские образы. URL: <https://www.hgtv.com/>
8. Homify. Веб-сайт, предоставляющий готовые варианты дизайна комнат. URL: <https://www.homify.ru/>
9. Pinterest. Социальный интернет-сервис, предоставляющий возможность пользователям делиться друг с другом тематическими коллекциями фотографий, в поиске вдохновения и эстетического удовлетворения. URL: <https://www.pinterest.ru/>

Кайсарова А. М.

РАЗРАБОТКА РЕДАКТОРА СТРУКТУРНЫХ ФОРМУЛ НА ОСНОВЕ ОНТОЛОГИИ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – д. т. н., профессор И. Л. Артемьева

Химические вещества можно представить с помощью их элементарных формул (рис. 1 а) – условной записи состава вещества посредством химических элементов и индексов. Но для получения наглядной информации о веществе используется структурная формула вещества (рис. 1 б), в которой указывается порядок соединения атомов в молекуле и валентность каждого элемента.

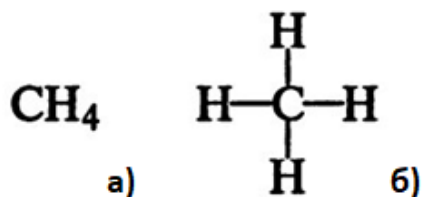


Рисунок 1 – Запись формулы вещества: а) – элементарная; б) структурная

Как компьютерная модель, структурная формула вещества является нестандартной величиной, поэтому чтобы использовать эту формулу в дальнейшем для решения задач, необходим редактор (рис. 2), который был бы способен преобразовать графически введенную пользователем структурную формулу к элементарной формуле соответствующего вещества и проверять их соответствие.

Требуется и обратное преобразование элементарной формулы в структурное представление. Поэтому разрабатываемый редактор должен быть способен отрисовать структурную формулу вещества по ее элементарной формуле.

Графический редактор при задании структурной формулы проверяет все онтологические соглашения, не позволяя пользователю задать несогласованные с онтологией формулы.

Рассмотрим фрагменты онтологии химии.

Онтология для элементарной формулы:

1. сорт вещества: $\{\}N \setminus \emptyset$
2. сорт химические элементы: $\{\}N \setminus \emptyset$
3. сорт максимальное значение индекса: $I [1, \infty)$
4. индексы $\equiv I [1, \text{максимальное значение индекса}]$
5. сорт элементарная формула (вещества $\rightarrow \text{seq}(\text{химические элементы} \times \text{индексы})$)

Онтология для структурной формулы:

6. тип связи [одинарная, двойная, тройная]

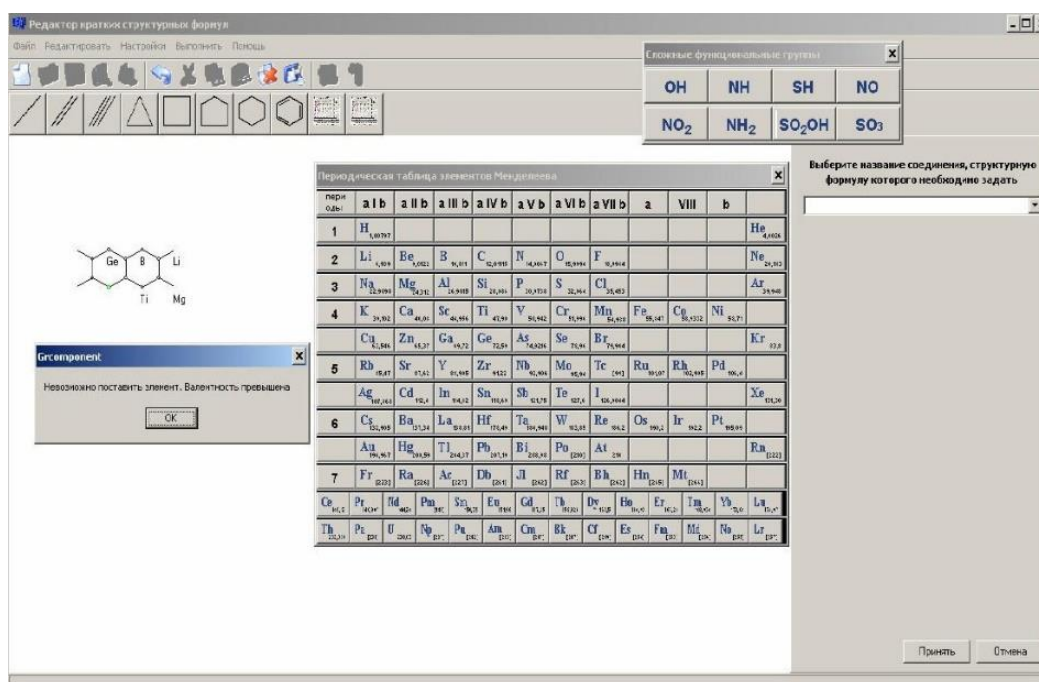


Рисунок 2 – Пример редактора структурных формул

Термин структурная формула обозначает функцию, которая ставит в соответствие элементарной формуле множество возможных структурных формул, удовлетворяющих следующим условиям:

- структурная формула содержит описание каждого химического элемента, входящего в определение элементарной формулы;
- число связей каждого атома некоторого химического элемента не может превышать максимально возможное значение валентности этого химического элемента;
- структурная формула соединения является одной из структурных формул, соответствующих его элементарной формуле [1].

Редактор структурных формул веществ помогает в удобном для пользователя виде вводить, выводить и использовать при решении задач структурные формулы, а подробное описание онтологии предметной области помогает специалисту при разработке такой программной систем понять используемые данные и ограничения для них.

Список литературы

1. Артемьева И.Л. Многоуровневые модели сложно-структурированных предметных областей и их использование при разработке систем, основанных на знаниях. Институт проблем информатики РАН.- Москва, 2009.- 432 с.
2. Артемьева И.Л., Рештаненко Н.В., Цветников В.А. Описание физико-химических процессов в модели онтологии химии // Информатика и системы управления. – 2008. - № 1 – С. 121-131.
3. Рештаненко Н.В. Разработка и исследование методов создания специализированного компьютерного банка знаний для органической химии. Владивосток, 2007. – 189 с.

Кичигина Т.А., Кузнецова С.Г., Сидельникова М.П.

РАЗРАБОТКА ГОЛОСОВОГО ПОМОЩНИКА ДЛЯ АБИТУРИЕНТОВ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ

Научный руководитель –к.т.н, доцент С.Н. Остроухова

В современном мире с каждым годом голосовые помощники становятся все более востребованы. Многие сервисы и компании обзавелись собственными помощниками. Наш университет не имеет собственных голосовых помощников, такая система помогла бы абитуриентам, которые не всегда с легкостью могут найти необходимую информацию на сайте.

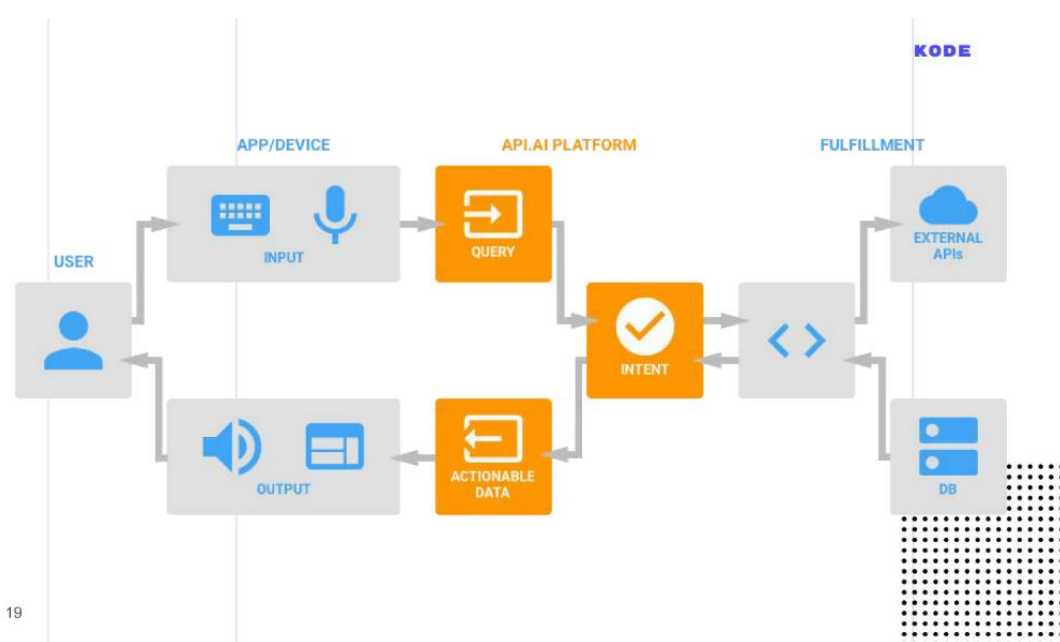
Целью работы является разработка голосового помощника для абитуриентов ДВФУ, поступающих на кафедру прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения. Помощник сможет ответить на следующие темы:

- направление подготовки;
- документы для подачи заявлений;
- сроки подачи документов;
- количество учебных мест;
- проходные баллы, и другие интересующие вопросы поступающих.

Главная цель проектирования – взаимодействие между пользователем и приложением. Одной из главных проблем является то, как люди формулируют вопросы и отвечают на них. В мире голосовых помощников есть специальный термин, который называется *context*. Это хранилище типа «ключ – значение», в которое складывается информация, и хранится до смены *context*. Так же он помогает разбивать приложение на логические зоны [1].

Концептуальная модель голосового помощника является универсальной, и состоит из трёх основных блоков:

1. Разбиение и распознавание речи
2. Выделение смысловых фраз, определение намерения пользователя
3. Ответ пользователю



19

Рисунок 1 – Концептуальная модель [2]

Технология разбиения и распознавания речи происходит следующим образом. Первым делом поток, содержащий речь, разбивается на небольшие фрагменты - фреймы. Затем начинается процесс распознавания, который разбивает аудио-фрагменты на отдельные слова. На следующем этапе происходит выделение ключевых фраз, по которым происходит поиск необходимой информации. В итоге, на выходе получается тестовое представление ответной фразы, являющейся реакцией голосового помощника на полученный запрос. Ответ голосового помощника передается в сервис синтеза речи TTS, который в дальнейшем озвучивается человеку. Text-to-Speech (TTS) – это технология, предназначенная для преобразования текста в человеческую речь [5].

Список литературы

1. Шкодник В. Голос будущего: как появились голосовые ассистенты // Высокие технологии, 2018 [Электронный ресурс]. - URL: <https://trashbox.ru/topics/117807/golos-buduschego-kak-poyavilis-golosovye-assistenty>
2. AppsConf 2018 - Конференция для разработчиков мобильных приложений [Электронный ресурс]. URL: <http://appsconf.ru/2018/abstracts/3847>
3. Колесникова Д.С., Рудниченко А.К., Верещагина Е.А., Фомина Е.Р. Применение современных технологий распознавания речи при создании лингвистического тренажера для повышения уровня языковой компетенции в сфере межкультурной коммуникации // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №6 (2017) <https://naukovedenie.ru/PDF/20TVN617.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

Клыжко З.Ю.

ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ НА ОСНОВЕ BLUETOOTH И WI-FI СИГНАЛОВ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель - д.т.н., доцент В. М. Гриняк

С помощью GPS, ГЛОНАСС и других систем человек может без труда определить свое местоположение на местности. Но существует проблема, главная особенность заключается в плохой доступности сигнала традиционных спутниковых средств навигации (GPS, Глонасс), а это является побудительным мотивом использования альтернативных источников навигационных данных: инерциальных навигационных средств (акселерометры, гироскопы), устройств передачи данных Bluetooth и Wi-Fi, магнитометра, компаса, датчиков атмосферного давления и т.д. [1]

Наиболее перспективным из технологий для позиционирования внутри помещений являются навигация с помощью Bluetooth и Wi-Fi устройств. Эти устройства позволяют достичь точности позиционирования до 3-5м, не дороги в обслуживании и установке, позволяют использовать типовое оборудование.

Преимуществом позиционирования на основе Wi-Fi является возможность развертывания системы на уже имеющийся инфраструктуре [2]. Существенным недостатком этой технологии является ограниченная точность определения местоположения и зачастую невозможность ее существенного увеличения.

Указанного недостатка лишено позиционирование на основе Bluetooth. Необходимость развертывания систем датчиков компенсируется их дешевизной, автономностью и возможностью неограниченного увеличения числа устройств в системе. С другой стороны, радиус эффективного

действия Bluetooth устройств ограничен расстоянием порядка 5-7 метров [2].

Существует два основных метода для позиционирования с помощью Bluetooth и Wi-Fi. Первый метод основан на радиопечатках: местоположение объекта определяется путём сравнения уровней сигнала от «видимых» датчиков с заранее измеренными значениями, привязанными к карте помещения. Второй метод (дальномерный) основан на измерении уровня принимаемого сигнала, оценке на его основе расстояния между объектом и датчиком и определении местоположения объекта путём решения задачи мультилатерации.

Метод радиопечаток целесообразно использовать в помещении с большим числом стен, так как в этом случае невозможно построить пригодную для практики модель зависимости уровня принимаемого сигнала от расстояния «объект-маяк».

Дальномерный метод хорошо работает на открытых пространствах (холл, коридор), когда возможно задать модель распространения радиосигнала. Известным примером такой модели является логарифмическая зависимость:

$$u = u_* - 10 \cdot n \cdot \log_{10}(d/d_*)$$

Здесь u – уровень сигнала, принимаемого объектом, d – расстояние от объекта до маяка, u_* – калибровочный уровень сигнала, измеренный на калибровочном расстоянии d_* от устройства, n – коэффициент поглощения сигнала окружающей средой. Параметры d_* и u_* являются задаваемыми техническими характеристиками конкретного маяка. Параметр затухания сигнала в среде n также считается известным.

Позиционирование на основе измерения уровня принимаемого сигнала состоит из трех этапов: 1) Сбор данных и калибровка датчиков (настройка системы), 2) Позиционирование.

На этапе сбора данных определяется расстояние «объект-датчик» с помощью измерения уровня сигнала. Для калибровки датчиков замеряются интенсивности сигнала на определенных расстояниях в течение некоторого времени. Таким образом получается эталонная выборка данных. На их основе определяются калибровочные значения уровней сигнала, расстояния и коэффициент поглощения сигнала окружающей средой, а, также (возможно) внутренние параметры устройства приемника.

На втором этапе с помощью геометрического метода мультилатерации определяется местоположение объекта.

Представляется перспективным построение гибридной системы, работающей на основе комплексирования данных Bluetooth и Wi-Fi. Указанная система совместит достоинства обоих подходов и способна существенно улучшить точность определения местоположения объекта.

Алгоритмические подходы такого комплексирования могут быть различными. Во-первых, это автономно работающие системы с дальнейшей обработкой результатов и нахождения местоположения путем определения взвешенной суммы координат. Во-вторых, для дальномерного возможно решение системы уравнений, включающей в себя одновременно данные и по Bluetooth, и по Wi-Fi. Наконец, третий подход основан на построении комплексного радиопечатка помещения (и по Bluetooth, и по Wi-Fi).

Таким образом, целью настоящей работы является создание прототипа программной системы для позиционирования внутри помещения с помощью гибридной технологии и комплексированием данных Bluetooth и Wi-Fi.

Список литературы

1. Гриняк В.М. Оценка реализуемости 3D-позиционирования внутри помещений на основе Bluetooth-устройств // Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. - 2020. - №3. - С. 110-124.
2. Гриняк В.М., Девятисильный А.С., Люлько В.И., Цыбанов П.А. Возможности позиционирования внутри помещений с помощью Bluetooth устройств // Моделирование, оптимизация и информационные технологии. - 2018. - №2. - С. 132-143.
3. Artur Baniukevic, Christian S. Jensen, Hua Lu. Hybrid Indoor Positioning With Wi-Fi and Bluetooth // Architecture and Performance. 2013 IEEE 14th International Conference on Mobile Data Management.

Кокорин И. В.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ МЕСТНОСТИ, УЧИТЫВАЮЩЕЕ ОСОБЕННОСТИ РЕЛЬЕФА И АНТРОПОГЕННЫЕ СООРУЖЕНИЯ. АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – ст. преподаватель Р. П. Лось

В настоящее время большинство программных средств, призванных подготовить будущих водителей к сдаче экзаменов и дальнейшей практике вождения в городских условиях, остается сильно ограниченными в плане функционала, т. к. в большинстве своем используют относительно плоскую карту с незначительными перепадами рельефа. В повседневной практике изменение рельефа приводит к таким последствиям как: ограниченность поля зрения при вождении, изменениях в поведении транспортного средства.

Данные факторы являются неизбежными в практике вождения в условиях перепада высот и могут породить множество экстренных ситуаций, в условиях которых большинство начинающих водителей будет неспособны принять корректное решение из-за отсутствия практических познаний в разрешении подобных задач в результате отсутствия надлежащих тренировочных программных средств.

Для большинства водителей возможность ознакомиться с подобными факторами в рамках повседневных условий будет иметь больший эффект по сравнению с симуляцией, базирующейся на абстрактных примерах. Однако в связи с тем фактом, что создание трехмерных карт в большей степени завязано на привлечении профессионалов (3D дизайнеров) для воссоздания виртуального окружения, реализация данного функционала может потребовать большого количества временных и финансовых ресурсов на реализацию.

Существующие программные средства для генерации карт местности фокусируются на воссоздании приближенной к реальности модели рельефа и зданий, при этом игнорируя дорожную инфраструктуру. Данный факт означает отсутствие на таких моделях таких элементов инфраструктуры как: дорожные развязки, мосты, сквозные проезды в зданиях [1].

В рамках актуальности данной проблемы по автоматизации данного процесса, а также снижению затрат на воссоздание карт такого формата имеет место необходимость создания программных средств способных самостоятельно выполнять данную задачу по построению 3х мерных карт местности.

Таким образом имеется необходимость в создании программного средства способного к автоматизированному генерированию 3^x мерных карт местности, объединяющих в себе как визуальное отображение особенностей рельефа, так и его взаимодействие с антропогенными объектами (зданиями и объектами дорожной инфраструктуры), находящимися на его поверхности, при этом создаваемая модель местности должна быть легко интегрируема в сторонние приложения для дальнейшего её использования. В качестве необходимых входных данных при решении поставленной задачи выступают сведения о рельефных характеристиках территории [2], а также о территориальных антропогенных сооружениях [3].

Основной целью программного средства, разрабатываемого в рамках курсовой работы, является помощь в инфологической работе специалиста области моделирования.

Список литературы

1. BlenderGIS Режим доступа <https://github.com/domlysz/BlenderGIS/blob/master/LICENSE>
2. Global Digital Elevation Map. Режим доступа: <https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>
3. Open Street Map. Режим доступа: <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/>

Копосова Д.А.

СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ ПРОЦЕССУ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В ОБЛАСТИ ХИМИИ. ПОДСИСТЕМА АНАЛИЗА ТЕКСТА ПОСТАНОВОК ЗАДАЧ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – д.т.н., профессор И.Л. Артемьева

Образование – важная подсистема социальной сферы. Эта подсистема обеспечивает процесс получения человеком навыков с целью их использования. В наши дни из-за большого объема информации и постоянного обновления учебных дисциплин снижается интерес к химии. Поэтому становится актуальным улучшение форм и методов обучения химии, которые повышают познавательную активность и мыслительную деятельность.

Актуальность выбранной темы состоит в том, что вопреки существованию большого количества программного обеспечения в области обучения, хорошие системы, включающие в себя анализатор текста постановок задач на естественном языке, решатель проанализированных задач разных классов и проработанную систему обучения процессу решению задач в области химии отсутствуют.

Цель данной работы состоит в создании подсистемы анализа текста задач в программной системе, которая обучает процессу решения задач в области химии.

В области обработки естественного языка извлечение информации – вид информационного поиска, где выделяется структурированная информация из неструктурированного текста [1]. Самая классическая задача в данной сфере – это сканирование текста на ЕЯ и заполнение БД выделенной информацией (фактами).

Для выявления наиболее подходящего инструмента извлечения данных из текста был проведен анализ существующих инструментов. В ходе анализа было выявлено, что наиболее подходящим инструментом является «Tomita parser».

«Tomita parser» – это инструмент извлечения структурных данных из текста на естественном языке. В извлечении структурных данных помогают контекстно-свободные грамматики и словари ключевых слов. Рассматривая структуру парсера, можно сказать, что на вход подается анализируемый

текст, словарь и грамматика. Сложность этих трех составляющих зависит от целей анализа [1].

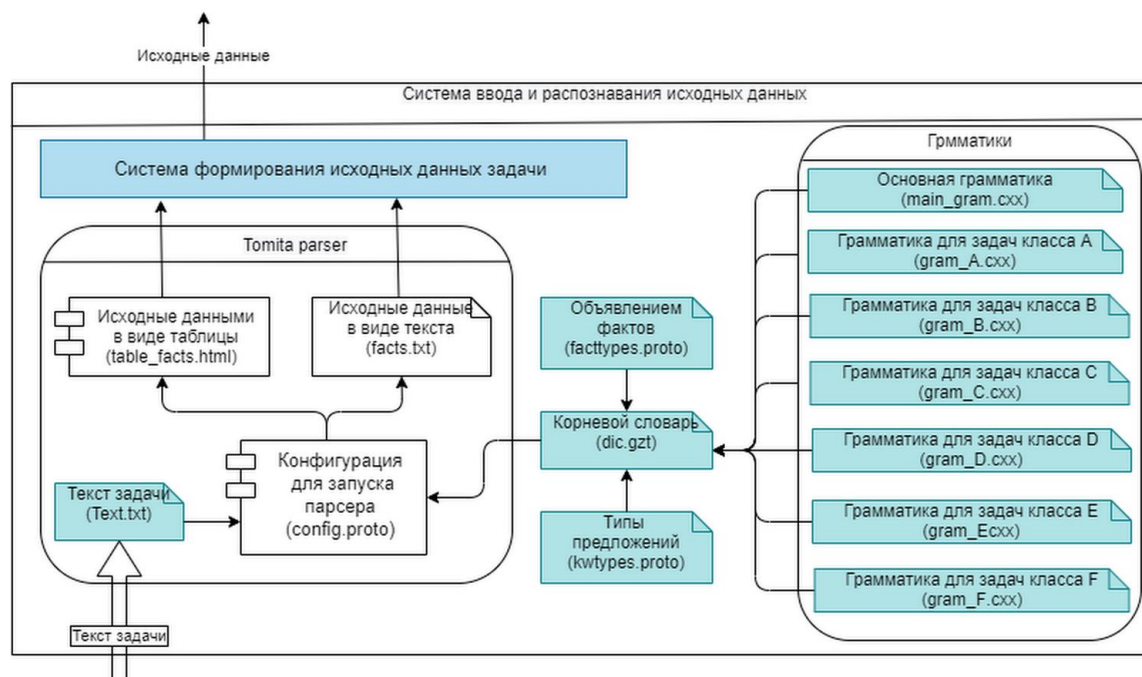


Рисунок 1 – Работа Томата-парсера

Так как основным инструментом «Tomita parser» являются грамматики, то для каждого типа химических задач написана своя грамматика. Ниже приведен список задач типа А [3].

А. Проверка знаний формул и элементов таблицы.

1. Определение строения атома элемента;
2. Определение относительной атомной массы элемента;
3. Вычисление молярной массы элемента.

Ниже приведена основная грамматика. Она является вспомогательной для всех задач.

```
#include <gram_A.cxx> // Подключение дополнительной грамматики
supp -> AnyWord<kwtype=supporting>; // Вводные конструкции
number -> AnyWord<wff=/[1-9]?[0-9]{1,2,3,4}/>; // Номера от 1 до 10000
Element -> Noun<kwtype=name_element>; // Названия элементов
Element -> AnyWord<kwtype=formula_element>; // Формулы элементов
determine -> AnyWord<kwtype=determine>; // Синонимы слова «Найти»
S -> task_A; //Аксиома
```

Ниже приведена грамматика для задач типа А.

```
Find_A -> AnyWord<kwtype=tasks_A>; // Слова связанные с типом задач А
task_A -> determine Find_A interp(facts.Find) Element interp(facts.Given_element);
task_A -> determine supp Find_A interp(facts.Find) Element interp(facts.Given_element);
task_A -> determine Find_A interp(facts.Find) "," Find_A supp number interp
(facts.Given_relative_atomic_mass);
```

После того как на вход «Tomita parser» будет подан текст задачи, например "Составить электронную формулу Br", "Определение относительной атомной массы элемента", парсер сформирует таблицу с извлеченными данными в структуре, которую задает грамматика

Chemical_facts		
Find	Given_element	Given_relative_atomic_mass
электронная формулу	Br	
ХІМІЧЕСЬКИЙ СИМВОЛ ЭЛЕМЕНТА		12

Рисунок 2 – Таблица фактов в «Tomita parser»

Помимо таблицы «Tomita parser» формирует отдельный файл с фактами из таблицы для каждой задачи. Ниже приведен пример с фактами.

Составить электронную формулу Br .

```
Chemical_facts{
```

```
Find = электронная формула
```

```
Given_element = Br}
```

Запиши химический символ элемента , относительная атомная масса которого 12 .

```
Chemical_facts{
```

```
Find = химический символ элемента
```

```
Given_relative_atomic_mass = 12}
```

Таким образом, данная система вместе со специально написанными грамматиками и словарями даст возможность извлекать из текстов постановок задач на естественном языке необходимые данные. Далее эти данные будут анализироваться решателем задач и после анализа будет строиться решение задачи, на основе которого в дальнейшем система будет обучать пользователей решению этой задачи.

Список литературы

1. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и анализ данных: учеб. пособие / Большакова Е.И., Воронцов К.В., Ефремова Н.Э.
2. Глинка Н.Л. Общая химия. – Л.: Химия, 2003. Режим доступа: http://lib.maupfib.kg/wp-content/uploads/2015/12/glinka_obshaja_himija.pdf

Кузьменко Д.А.

АРХИТЕКТУРНЫЙ ПРОЕКТ ПЛАТФОРМЕННО НЕЗАВИСИМОЙ ОСНОВАННОЙ НА ПРАВИЛАХ СИСТЕМЫ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель - д.т.н., профессор И.Л. Артемьева

Представление метода решения задач в виде правил является альтернативным способом для алгоритмов. Разработка на основе такой системы прикладных задач для сложных областей приводит к необходимости системы коллективной разработки. *Цель данной работы* состоит в описании архитектурного проекта такой системы.

Практика показывает, что команды разработчиков предпочитают использовать собственные конфигурации систем с применением различных существующих компонент. Связано это с потребностями конкретных команд разработки, с ограничениями платформ, а также с предпочтениями самих разработчиков. По этой причине наилучшим способом реализации поддержки многопользовательской работы является предоставление системой необходимого инструментария для взаимодействия с внешними системами.

Для коллективной работы с исходным кодом проектов необходима система контроля версий. Для оптимальной работы экспертных систем и эффективного их тестирования требуются значительные вычислительные мощности, поэтому система разработки должна включать в себя кластер и средства взаимодействия с ним. На рабочей станции самого разработчика должны присутствовать система поддержки разработки для работы с исходным кодом проекта и компилятор для локальной сборки проекта и его запуска на локальной машине. Данные требования позволяют составить общий вид системы разработки (рис. 1):

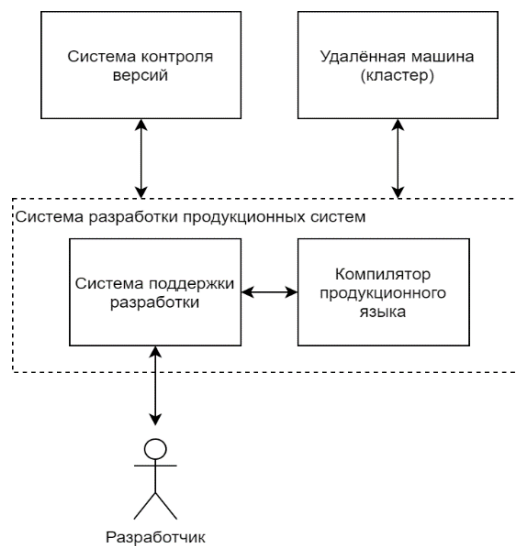


Рисунок 1 – Общий вид многопользовательской системы разработки

Проектируемая система использует систему конфлюэнтных продукций, т.е. результат логического вывода не зависит от порядка применения правил, что не требует введения средств управления процессом решения задачи, позволяя рассматривать конфлюэнтные системы продукций как средство для задания метода решения задачи, т.е. как язык программирования [3].

Проектируемая система в рамках рабочей станции представляет собой связку из Компилятора продукционного языка и Среды разработки логических программ (рис. 2).

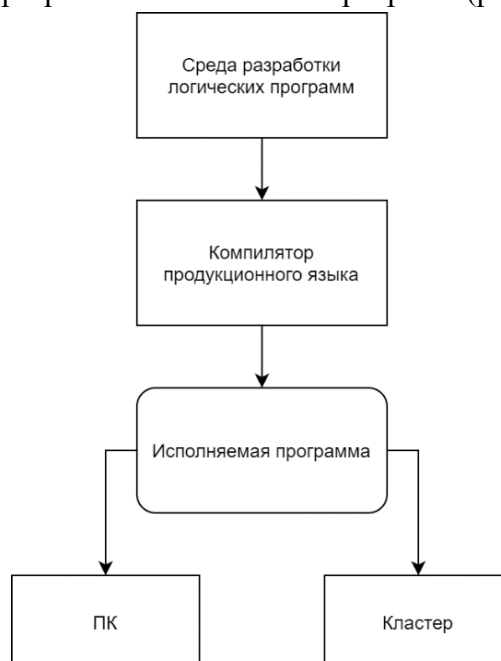


Рисунок 2 – Общая схема системы

Проект представляет собой совокупность следующих файлов:

- файл проекта с информацией о проекте и входящих в него файлах;
- файлы логических модулей на продукционном языке;
- файлы импорта и экспорта, имена которых совпадают с именами файлов логических модулей и описывающих их интерфейсы;
- файлы данных;

Файлы проекта являются текстовыми файлами, что упрощает работу систем контроля версий с проектами.

Среда разработки логических программ является редактором, предназначенным для работы с проектами программных систем. Данная среда позволяет пользователю посредством графического интерфейса выполнять базовые действия, такие как: создание, изменение и удаление проектов, модулей в проектах, задание настроек проекта, компиляция проекта или его модулей и запуск программы на текущей или удалённой машине [2]. Для обеспечения взаимодействия с любыми реализациями систем контроля версий и кластеров используются редактируемые скриптовые программы.

Результатом работы Компилятора продукционного языка является исполняемая программа на языке Java. Данный язык был выбран в качестве целевого, так как обеспечивает переносимость без существенных потерь в производительности.

Список литературы

1. Артемьева И.Л. Разработка и исследование системы недоопределённого вывода для декларативных продукций
2. Артемьева И.Л., Тютюнник М.Б. Продукционная система РЕПРО-С. Поддержка разработки. Владивосток: ИАПУ ДВО РАН, 2009.
3. Тютюнник М.Б. Разработка и исследование продукционной системы параллельного программирования, 2010 г.

Лебедев М.А.

«ПОСЛЕДНЯЯ МИЛЯ» КОСМИЧЕСКОГО ЦЕНТРА ДВФУ: АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КОСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

Кафедра информатики, математического и компьютерного моделирования ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - д.т.н., главный научный сотрудник А.И. Алексанин

Космический центр Дальневосточного федерального университета занимается приёмом и обработкой данных дистанционного зондирования Земли с искусственных спутников. На пути от спутника до потребителя данные проходят через ряд необходимых шагов: приём сигнала антенной, его декодирование, распаковка, географическая привязка, калибровка полученных значений сенсора, атмосферная коррекция и построение тематических продуктов в форме карт в нужной проекции или массивов данных. Данные необходимо поставлять в автоматическом режиме конкретным потребителям, занимающимся задачами в области океанологии, метеорологии и наук о земле. Данная работа посвящена проблеме организации автоматизированной системы обработки данных дистанционного зондирования Земли и предоставления их как по запросу, так и в режиме реального времени.

Сформулируем требования к системе. Система должна производить *тематическую обработку* спутниковых данных, т.е. применять различные алгоритмы для получения *тематических продуктов* – данных о различных физических характеристиках наблюдаемой местности, таких как температура

поверхности, биопараметры моря, оптические свойства атмосферы, характеристики растительности, динамика и свойства морского льда и др. В качестве входных данных система будет принимать данные уровня *l1b* – откалиброванные и привязанные к широте и долготе значения сенсора. Предварительную обработку данных (до уровня *l1b*) обеспечивает космический центр ДВФУ (рисунок 1).

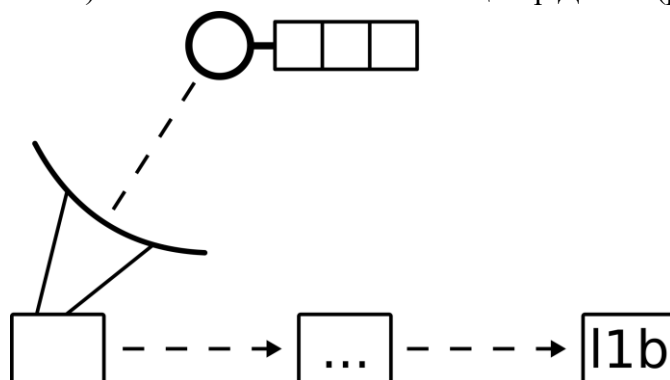


Рисунок 1 – Предварительная обработка спутниковых данных

Система должна иметь следующие качества:

- **универсальность** – система должна иметь возможность рассчитывать много различных тематических продуктов с различных спутников и сенсоров для того, чтобы сделать возможными исследования различного рода;
- **эргономичность** – система должна быть удобной в использовании и предоставлять данные в том формате, в котором они нужны пользователю;
- **актуальность** – система должна предоставлять только данные нужных тематических продуктов в географической области и временном интервале, нужном пользователю.

Опишем, как обеспечивается соответствие системы этим качествам.

Для реализации системы используются международно признанные пакеты программ, такие как OCSSW, и процедуры тематической обработки из пакета SeaDAS. Используемые средства позволяют рассчитывать около 300 параметров окружающей среды в форме карт в заданной географической проекции. Одна из сложностей задачи состоит в том, что форматы данных уровня *l1b* различаются, и не все из них могут усваиваться пакетами тематической обработки. Доработка пакетов тематической обработки для работы с новыми форматами входных данных или разработка промежуточных программ для нормализации данных уровня *l1b* – цель для отдельной работы.

Система предназначена для поставки данных для *автоматизированного рабочего места* исследователя. Самым полным программным решением для такого рабочего места на данный момент является графический пакет SeaDAS, однако часто пользователи используют программы, более удобные для их конкретной задачи, или же и вовсе пишут такую программу самостоятельно. Т.к. система может поставлять данные лишь в ограниченном числе форматов, выходные форматы, реализованные в системе, были выбраны исходя из наиболее распространённых программных решений. Эти форматы – HDF5, NetCDF4 и GeoTIFF. Оборудование автоматизированного рабочего места для обеспечения эффективного анализа данных – цель для отдельной работы.

Чтобы связать два вышеописанных шага, обеспечивающих, соответственно, универсальность и эргономичность системы, используется автоматический обработчик, осуществляющий, последовательно, запуск процедур пакетов для тематической обработки, преобразование данных в формат, нужный пользователю, и поставку этих данных. Автоматический обработчик может вызываться либо по запросу на данные из какого-то временного промежутка, либо по правилу, если требуется обработка данных, получаемых антенной в реальном времени. Запросы и правила пользователи

составляют с помощью портала, и они включают в себя информацию об области, необходимой пользователю, формат, в котором пользователь хочет получить данные, и тематические продукты, нужные пользователю, тем самым обеспечивая актуальность данных.

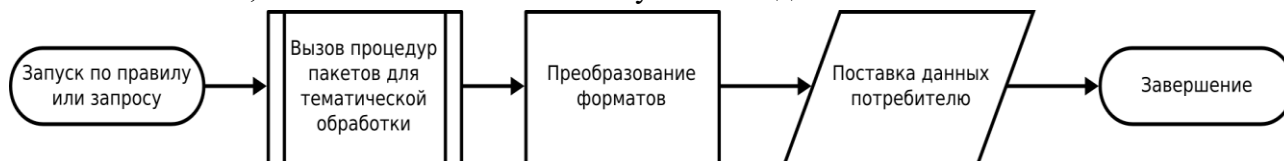


Рисунок 2 – Блок-схема работы автоматического обработчика

В настоящее время развёрнуты и протестированы вышеупомянутые пакеты программ. Реализованы запросы на расчёт базовых тематических продуктов по данным спутников Terra, Aqua, Suomi-NPP, JPSS01. Разрабатываются средства преобразования данных со спутников FY-3B и FY-3D.

Список литературы

1. OCSSW [Электронный источник] – URL: <https://oceancolor.gsfc.nasa.gov/docs/ocssw/>
2. SeaDAS – The Official NASA/OB.DAAC Data Analysis Software [Электронный источник] – URL: <https://seadas.gsfc.nasa.gov/>
3. ESA Satellite Missions Database [Электронный источник] – URL: <https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-missions/a>

Ленинг Д.А., Бор И.С

ТРЕНАЖЁР ДЛЯ МЕЖКУЛЬТУРНЫХ КОММУНИКАЦИЙ. АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ТЕКСТА НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – д.т.н., профессор И. Л. Артемьева

Для решения проблемы в сфере межкультурной коммуникации требуется создать программное средство, аналогов которого еще нет на рынке. И первым этапом в его реализации будет выбор технологии для первичной обработки текста на естественном языке.

Есть много инструментов для обработки текста, таких как: Томита парсер, NLTK, SpaCy, Natasha и так далее. В ДВФУ уже была рассмотрена одна из технологий, а конкретнее томита-парсер [1]. В данной работе будет рассмотрена библиотека на языке программирования Python под название SpaCy.

Выбор SpaCy обоснован тем, что он с достаточно высокой точностью может выделять именованные сущности и их тэгировать, а также строить взаимосвязи между словами. Благодаря этому представляется возможность для выделения таких объектов, как: место, люди, действие и другое. Таким образом возможно преобразовать входной текст в массив фактов для объектов, представленных в тексте.

Разумно обрабатывать необработанный текст сложно: большинство слов встречаются редко, и часто слова, которые выглядят совершенно по-разному, означают почти одно и то же. Одни и те же слова в разном порядке могут означать совсем другое. Даже разбиение текста на полезные словесные единицы на многих языках может быть затруднено. Хотя некоторые проблемы можно решить, используя только необработанные символы, обычно лучше использовать лингвистические знания для добавления полезной информации. Именно для этого и предназначен spaCy: необходимо вставить необработанный текст и получить обратно объект Doc, который поставляется с различными

аннотациями.

Пометка частей речи

После токенизации spaCy может анализировать и помечать заданный Doc. В данной ситуации используется обученный конвейер и его статистические модели, которые позволяют spaCy делать прогнозы о том, какой тег или метка наиболее вероятно применима в данном контексте. Обученный компонент включает в себя двоичные данные, которые создаются путем демонстрации системы достаточного количества примеров, позволяющих ей делать прогнозы, обобщенные для всего языка - например, слово, следующее за «the» в английском языке, скорее всего, является существительным.

Морфология

Флективная морфология — это процесс, при котором корневая форма слова изменяется путем добавления префиксов или суффиксов, которые определяют его грамматическую функцию, но не изменяют его часть речи. Мы говорим, что лемма (корневая форма) изменена (модифицирована / объединена) с одним или несколькими морфологическими признаками для создания поверхностной формы.

Анализ зависимостей

В spaCy есть быстрый и точный синтаксический анализатор зависимостей, а также богатый API для навигации по дереву. Синтаксический анализатор также обеспечивает обнаружение границ предложения и позволяет перебирать базовые словосочетания с существительными или «фрагменты». Вы можете проверить, есть ли Doc объект был проанализирован вызовом `doc.has_annotation("DEP")`, который проверяет, установлен ли атрибут `Token.dep`, возвращает логическое значение. Если результат будет `False`, итератор предложений по умолчанию вызовет исключение.

Список литературы

Матевосян К.Л. Система моделирования межкультурных коммуникаций. Анализ методов работы с текстом.// Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам. – 2020. – с. 102-104.

Лепёха А.А., Саранцев А.А.

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СТАБИЛИЗАЦИИ ЦИФРОВОЙ ВИДЕОЗАПИСИ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – д.т.н., профессор И.Л. Артемьева

В настоящее время многие проблемы, связанные со стабилизацией цифровой видеозаписи, уже решены. Однако, проблема оценки качества стабилизации цифровой видеозаписи все ещё остаётся открытой. Оценка стабилизации может проводиться как в момент записи (онлайн), так и после нее (офлайн).

Существует несколько подходов к решению этой задачи. В общем и можно разделить на две категории: аппаратные методы, которые, как правило основаны на дополнительной информации с гироскопа, датчиков на камере и т. д. [1,3] и цифровые методы, которые основываются только на кадровой последовательности. Однако больший интерес представляет оценка качества стабилизации видео «пост-фактом», то есть оценка максимально приближенная к тому как это делает человек. Ведь в конечном итоге запись видео происходит для дальнейшего просмотра, а стабильное и плавное видео ценится, как правило больше, больше.

До сих пор одним из самых распространённых способов оценивания стабилизации видео является оценка «на глаз», т.е. только по субъективному наблюдению. Например, если видеозапись имеет некоторую тряску или колебания заметные глазу, то цифровая видеозапись оценивается как нестабильная. Чем больше таких факторов, заметных глазу, тем более нестабильной считается видеозапись.

Очевидно, что такой подход к оценке качества стабилизации видеозаписи является неточным и требует больших затрат времени. К тому же, если попросить человека оценить качество стабилизации одной и той же видеозаписи многократно с некоторым интервалом, то с большой долей вероятности он оценит качество по-разному. Также, из-за субъективности оценка двух разных людей может сильно различаться. Всё это приводит к тому, что для приемлемой оценки необходимо затратить большое количество трудовых ресурсов.

Таким образом более предпочтительными в данном случае будут цифровые методы оценивания качества стабилизации видеозаписи, так как для оценки «на глаз» необходим только сам видеоряд без вспомогательной информации с датчиков камеры. При этом такой анализ позволил бы сохранить повторяемость оценок при обработке одних и тех же фрагментов видео в разное время, что является очень важным при использовании такого оценивания для каких-либо разработок и исследований.

В результате первичного поиска на российском и зарубежном рынках не было выявлено программных средств, позволяющих автоматизировать оценку качества видеозаписи каким-либо образом. Программное средство, решающее данную задачу, было бы крайне полезно, даже не учитывая вышеперечисленных недостатков субъективной оценки при использовании человеческих ресурсов. Например, автоматизация оценивания позволила бы улучшить методы стабилизации цифровой видеозаписи, открыв возможности для разработки новых алгоритмов.

В итоге возникает проблема разработки и реализации метода оценки качества стабилизации цифровой видеозаписи. Решение этой проблемы позволило бы облегчить работу разработчиков, которые занимаются улучшением существующих методов стабилизации видеозаписи.

В целом цифровые методы можно разделить на две группы: методы, основанные на искусственных нейронных сетях и методы, основанные на математических алгоритмах, которые лишены «случайности», которые часто присущи методам, связанным с машинным обучением.

Среди математически точных алгоритмов существуют уже готовые методы, реализация которых найдена, к сожалению, не была. Например, чтобы измерить качество стабилизации видеозаписи, которая записана на зафиксированную видеокамеру часто используют алгоритм PSNR, который вычисляет степень отклонения матрицы разности изображений от оптимальной (нулевой) матрицы. Чем выше значение PSNR, тем лучше стабилизация.

Очевидно, что для двух последовательных кадров видеозаписи расположение движущихся по сцене объектов может измениться. Если выделить каждый движущийся объект в свой макроблок, то можно определить математические законы перемещения объектов между кадрами. Вектор движения (англ. motion vector) используется для того, чтобы отобразить перемещение одинакового (или очень похожего) макроблока из одного цифрового изображения на другое.

Глобальный вектор движения – это вектор движения, рассчитанный на основе движения всего цифрового изображения. При вычислении глобальных векторов движения необходимо большое внимание уделять модели движения видеокамеры. Если модель движения определена, то все пиксели кадров будут подчиняться одному закону [2,4].

Одним из лучших способов вычисления глобальных векторов движения является алгоритм SIFT, состоящий из четырех частей [3,5]: обнаружение экстремумов в масштабном пространстве,

расположение ключевых точек (keypoints), определение направления и ключевых точек.

Алгоритм SIFT не требует изменений размеров и поворотов изображения. Также он корректно работает, если в кадре присутствует “шум”, изменяется освещение или угол обзора [2, 4].

Variation of intersection angles (VIA) – метод, в основе которого лежит идея вычисления угла между соседними глобальными векторами движения [2,4]. В отличие от методов, использующих PSNR и SIFT, метод VIA более простой и интуитивно понятный [2,4].

К сожалению, методов для оценки качества стабилизации цифровой видеозаписи, основанных на методах машинного обучения, а частности нейронных сетях, найдено не было. Однако, как показывает практика, такие методы активно используются непосредственно для стабилизации видеозаписи, а также для классификации движений на видео.

Например, в статье [3,14] представлена новая архитектура сверточной нейронной сети для распознавания действий на видео для объединения пространственно-временных признаков, которые можно выделить из видеоряда и дальнейшего распознавания действий на нем. Архитектура, как указывают авторы, основана на подходе с двухпоточной нейронной сетью, описанным в работе [4, 25]. В данной архитектуре первая ветка нейронной сети получает на вход одно изображение, полученное в некоторый момент времени t , а вторая ветка получает последовательность изображений за период $t - \frac{L}{2}$, где L – величина, зависящая от частоты кадров видеозаписи, так как на вход в нейронную сеть должен быть фиксированной размерности. В конечном счете выходы двух веток соединяются в слое слияния.

В статье [5, 12] описывается исследование, касающееся стабилизации видеозаписи, то есть избавления от тряски, дрожания видео и других отклонений по трем осям вращения. Для решения такой задачи авторы предложили генеративно-сопоставительную ([Generative adversarial network](#)) нейронную сеть, состоящую из двух блоков, один из которых генерирует стабильный кадр, а второй оценивает качество работы первого блока, то есть оценивает, является ли сгенерированный кадр хорошо стабилизированным или нет.

Для генерации стабильного кадра на основе нестабильных была использована архитектура рекуррентной нейронной сети с блоком STN (сеть пространственного преобразования), который позволяет так исказить изображение (уменьшение, увеличение, вращение и др.) для облегчения работы остальной части нейронной сети.

Также была определена сеть оценщик (discriminator), которая обучается различать устойчивые и неустойчивые кадры по аналогии человеческой субъективной оценки стабильности видеозаписи. Эта нейронная сеть по задумке должна решать задачу, которая очень приближена к нашей, но она сравнивает стабильность с некоторыми изначально стабильными кадрами, используя архитектуру чистой сверточной нейронной сети.

Таким образом проблема оценка качества стабилизации цифровой видеозаписи остаётся открытой, но на основе существующих методов можно уже реализовывать систему для использования на практике. Так алгоритм PSNR может выдавать некорректные результаты при движении видеокамеры или объектов на сцене. Алгоритм VIA (дисперсия пересекающихся углов) отлично проявляет себя при движении видеокамеры или объектов на сцене.

В свою очередь сверточные нейронные сети позволяют достигнуть высокой точности там, где неочевиден аналитический подход к решению задачи. Но из-за отсутствия примеров методов, подходящих для текущей проблематики, сложно понять полезность таких нейронных сетей. Смешанные нейронные сети, рекуррентные, генеративно-сопоставительные и др. позволяют стабилизировать видео или распознавать действия на них с высокой точностью и, похоже, являются

довольно универсальными, так как позволяют извлекать неочевидные паттерны из набора цифровых видеозаписей. Все это делает такие подходы перспективными в рамках нашей проблематики.

Список литературы

1. Bin C., Jianjun Z., Yi W. Research on Evaluation Method of Video Stabilization // Proceedings of the 2016 International Conference on Advanced Materials. Atlantis Press, 2016. – С. 251-556.
2. Lowe D. G. Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints // International Journal of Computer Vision. – 2004. – №60. – С. 91–110.
3. Sen-Zhe Xu, Jun Hu, Miao Wang, Tai-Jiang Mu Deep Video Stabilization Using Adversarial Networks // Computer Graphics Forum. – 2018. – №37(7). – С. 267-276.
4. Feichtenhofer C., Pinz A., Zisserman A. Convolutional two-stream network fusion for video action recognition // 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). – 2016. – С. 1933-1941.
5. Simonyan K., Zisserman A. Two-stream convolutional networks for action recognition in videos // Advances in Neural Information Processing Systems. – 2014. – №27. – С. 568-576.

Логачев Е.М.

3D-РЕКОНСТРУКЦИЯ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ОБЪЕКТОВ В ДИНАМИЧЕСКИХ СЦЕНАХ С ВОССТАНОВЛЕНИЕМ НЕВИДИМЫХ УЧАСТКОВ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОБЪЕКТОВ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель - д.т.н., зав. лаб. машинной графики ИАПУ ДВО РАН В.А. Бобков

Одной из актуальных проблем, признанной научным сообществом, остается проблема одновременного восстановления траектории движения автономного робота и построения 3D модели окружающей обстановки по видеоинформации. Данная проблема исследуется в мире давно и известна в литературе как SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) или SfM (Structure from Motion). Достаточно хорошо проблема исследована для статических сцен, однако, применительно к динамическим сценам (с движущимися объектами), предложенные методы мало или совсем неприменимы, что сужает круг возможных практических приложений. Следует отметить недостаточную степень универсальности существующих решений для динамических сцен и не всегда приемлемую эффективность программно - алгоритмических средств для практических приложений. Для решения задачи по реконструкции динамических сцен предлагались различные методы с использованием силуэтов, цвета/стерео, освещенности и движения, извлекаемые из видео, чтобы восстановить геометрию динамических элементов сцены. Большинство существующих работ базируются на контролируемом окружении, где известен фон и используются калиброванные и фиксированные камеры. Лишь некоторые подходы ориентированы на более общую постановку, но с определенными ограничениями. Также существующие методы не предполагают детальную визуализацию всей 3D сцены по заранее неизвестным точечным данным, на ряде кадров, и не включают в себя восстановление невидимых участков поверхностей объектов. Данный аспект моделирования важен в виду расчётов размеров объекта и дальнейшего вычисления маршрута.

Актуальность данной проблемы особенно высока в отраслях, где распознавание объектов применяется в естественной среде (видеонаблюдение, анализ данных камер мониторинга, робототехнические зрительные системы), где зрительный сенсор может иметь произвольный

ограниченный угол обзора по отношению к искомому объекту.

Целью данной работы является разработка алгоритма и проекта системы по 3D реконструкции и визуализации объектов в динамических сценах с восстановлением невидимых участков поверхностей объектов.

Методы

В данной работе рассматриваются:

1. Воксельные методы 3D-реконструкции

Воксельная графика представляет объекты при помощи атомарных элементов, расположенных в узлах сетки – вокселей. Каждый воксель может содержать некоторое количество данных, например, информацию о типе материала, плотности, упругости. Помимо этого, воксельная графика, в отличие от полигональной, позволяет визуализировать высоко детализированные объекты без использования дополнительных средств, визуализировать внутреннюю структуру объектов, позволяет производить модификации объектов на уровне вокселей.

Существуют различные подходы к реконструкции сцен с применением воксельных методов. Так в работе [1] описан алгоритм построения триангуляционной 3D модели сцены с оптимизированной структурой исходных данных, обеспечивающей повышение производительности алгоритма.

Также при реконструкции моделей сцены появляется задача зашивки дыр. В работах [2, 3] рассматриваются алгоритмы заполнения/зашивки дыр при построении 3D-моделей объектов со сложной геометрией воксельным методом. В версии программы из [3] был реализован метод с использованием октодерева. Предполагалось, что такая реализация позволила бы сократить затраты памяти на порядок, что дало бы возможность повысить размерность воксельного пространства и таким образом повысить детализацию финальной модели при использовании того же объема оперативной памяти.

В работе [2] было рассмотрено решение проблемы, описанной выше, которое заключается в методе построения весовой функции не вдоль линии взгляда, а вдоль нормали к каждому треугольнику.

2. 3D-реконструкция с учетом эпиполярных ограничений

Рассматриваемая модель является обобщением методов и алгоритмов, предложенных Гошиным Е. В. в работах [4-6] и позволяющая избежать проективных преобразований стереоизображений до начала этапа поиска соответствующих точек. Эта модель предусматривает возможность поиска соответствующих точек непосредственно на исходных стереоизображениях. Построение такой модели связано с двумя принципиально важными аспектами. Эпиполярные линии на стереоизображениях описываются уравнением прямой, поэтому координаты соответствующих точек на них — вещественные числа. В то же время соответствующие фрагменты на стереоизображениях характеризуются функциями распределения яркости на дискретном множестве отсчетов изображений и могут быть определены лишь с точностью до величины межпиксельного расстояния.

Общая модель реконструкции трехмерных сцен с учетом эпиполярных ограничений строится следующим образом. Предполагается, что заданы два стереоизображения заданных размеров. Каждый отсчет (пиксел) изображения имеет целочисленные координаты и характеризуется значением яркости. Для указанной пары изображений считаются известными (заданными).

Для повышения надёжности определения соответствующих точек предложен метод так называемого прореживающего фильтра. Его использование опирается на предположение, что относительное расположения объектов сцены и порядок следования принадлежащих им соответствующих точек на обоих видах совпадает.

Проектирование

На основании классификатора, который представлен в приказе Министерства цифрового

развития, связи и массовых коммуникаций российской федерации от 22 сентября 2020 г. № 486 об утверждении классификатора программ для электронных вычислительных машин и баз данных, был сделан вывод о том, что разрабатываемое программное решение относится к прикладному программному обеспечению.

Для решения задачи «реконструкции и визуализации 3D объектов сцены» программная система взаимодействует с базой данных точечных данных объектов.

Система состоит из 4 подсистем. На первом этапе точечные данные подаются в подсистему считывания точечных данных.

Затем, полученные данные систематизируются и передаются в подсистему реконструкции 3D модели сцены, где происходит создание 3D модели.

Далее данные сформированные на этом этапе отправляются в подсистему визуализации, где происходит формирование видеопотока.

Для работы с БД используется подсистема обработки запросов.

Архитектурно-контекстная диаграмма первого уровня программной системы представлена ниже (рисунок 1).

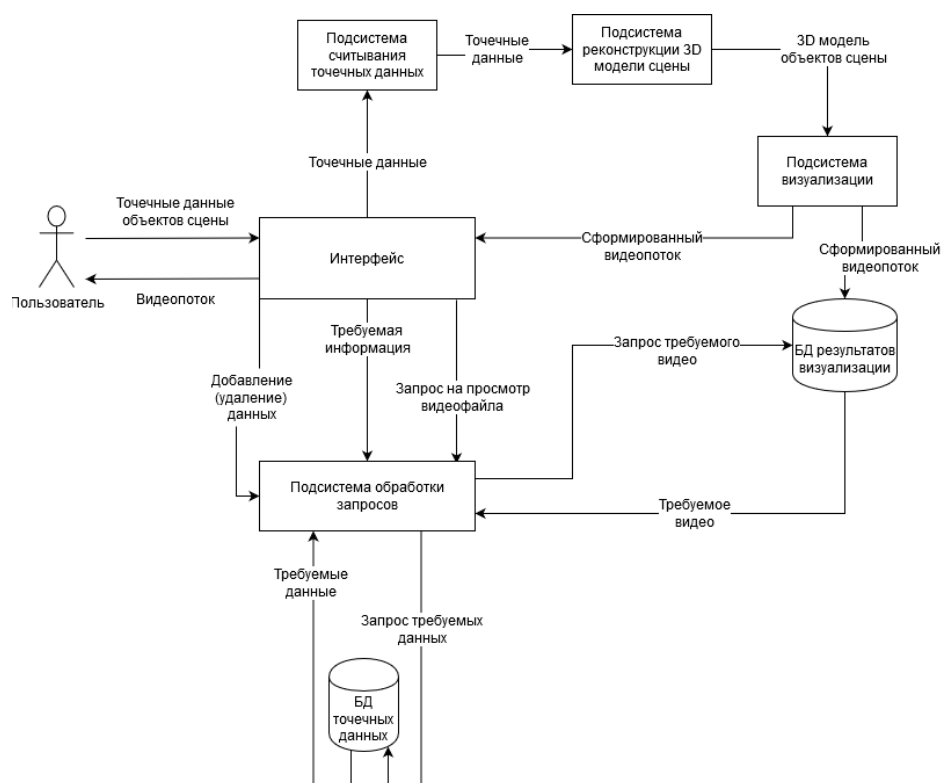


Рисунок 1 – Архитектурно-контекстная диаграмма первого уровня

В соответствии с методом построения диаграмм потоков данных (DFD) модель системы определяется как иерархия диаграмм потоков данных, описывающих асинхронный процесс преобразования информации от ее ввода в систему до выдачи потребителю. Источники информации (внешние сущности) порождают информационные потоки (потоки данных), переносящие информацию к подсистемам или процессам. Те, в свою очередь, преобразуют информацию и порождают новые потоки, которые переносят информацию к другим процессам или подсистемам, накопителям данных или внешним сущностям.

На рисунке 2 представлены функциональные процессы, связанные потоками данных, рассматриваемые в данной работе. Предварительная обработка данных:

На вход программному модулю поступают точечные данные, на выходе – видеопоток.

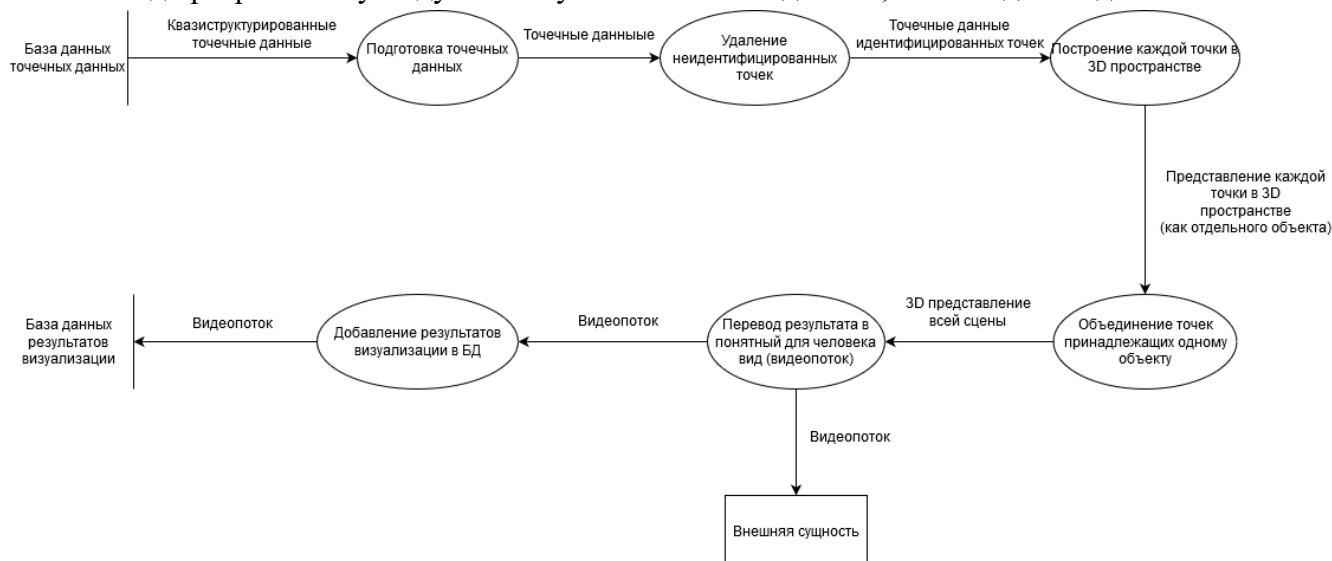


Рисунок 2 – Диаграмма потоков данных

В ходе выполнения проектирования системы были также рассмотрены основные отличия архитектуры стандартных систем для 3D моделирования от специализированных.

Основное отличие стандартных систем для 3D моделирования и визуализации от проектируемой специализированной системы в том, что стандартные системы не рассчитаны на работу с отдельными точками сцены. Единственным исключением являются системы частиц, однако их работа задаётся посредством скриптов и не предоставляется возможность работать с каждой частицей в отдельности. Также в стандартных системах не предусмотрено автоматическое просчитывание положения объектов в 3D сцене, так как оно (расположение, а также и движение объектов) задаётся пользователем вручную, либо при помощи скриптов.

Список литературы

1. В. А. Бобков, А.П. Кудряшов. Воксельный метод построения триангуляционной поверхности по множеству видов // Информатика и системы управления, №2, 2012, с. 1-38. — режим доступа: http://media/2012/N32_04.pdf
2. Davis J., Marschner S.R., Garr M., Levoy M. Filling holes in complex surfaces using volumetric diffusion // First International Symposium on 3D Data Processing, Visualization, and Transmission. – 2002.
3. Кудряшов А.П., Черкашин А.С. Построение единой триангуляционной поверхности по набору видов с зашивкой дыр // Информатика и системы управления. – 2015. – №1. – С.36-40. — режим доступа: http://media/2015/N43_04.pdf
4. Гошин Е.В. Методы поиска соответствий на изображениях трёхмерных сцен // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – 2014 – 005558882
5. Гошин Е.В. Реконструкция 3D-сцен на пучках эпиллярных плоскостей стереоизображений [Текст] / В.А. Фурсов, С.А Бибиков, Е.В. Гошин // Мехатроника, Автоматизация, Управление - 2013. -№9(150) - С. 19-24.
6. Гошин Е.В. Реконструкция 3D-сцен по неректифицированным стереоизображениям с прореживающей фильтрацией [Текст] / Е.В. Гошин // Известия Самарского научного центра РАН. - 2013 - Том 15. - №6(3).- С. 748-753.

Маношкина И.А.

ИНФОРМАЦИОННО-ПОИСКОВАЯ СИСТЕМА РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ НАУКИ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – д.т.н, профессор И.Л. Артемьева

Одним из важнейших критериев научности исследования является актуальность и научная новизна. Актуальность означает, что поставленные задачи требуют скорейшего решения для практики или соответствующей отрасли науки. Требование научной новизны говорит о том, что работа должна содержать решение научной задачи или новые разработки, которые расширяют существующие границы знания в данной отрасли науки [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**]. Исследователю постоянно нужно отслеживать нынешнее состояние научного знания, те исследования, которые проводятся в различных областях науки. Следовательно, необходимо отслеживать фактические результаты научных исследований на различных этапах, знать какие ученые занимаются интересующей его проблематикой, какие уже достижения в этой области существуют [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Для того чтобы ускорить отслеживание информации о текущих исследованиях и состоянии области науки необходимо разработать систему, которая бы позволяла фиксировать и систематизировать фактические результаты научного исследования. Чтобы удовлетворить описанную выше потребность необходимо создать информационно-поисковую систему результатов исследований в различных областях науки, который должен обеспечивать интеграцию и систематизацию результатов научных исследований для областей наук.

В качестве концептуальной основы для портала знания для научных областей, предполагается использовать онтологию предметной области. Под онтологией понимается структурная спецификация предметной области, т.е. формализованное представление основных понятий и связей между ними. Онтология является базовым компонентом информационной системы, она описывает систему знаний и определяет структуру хранения информации [**Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Задачами данной работы являются:

1. Проанализировать существующие подходы реализации подобных систем;
2. Создать концептуальный проект информационно - поисковой системы результатов исследований в различных областях науки;
3. Создать проект реализации системы;
4. Реализовать прототип системы и провести его тестирование и испытание.

Система имеет традиционную трехуровневую архитектуру: уровень доступа к информации, уровень обработки информации и базовый уровень. На рисунке 1 представлена архитектурная диаграмма системы.

Уровень доступа к информации обеспечивается подсистемой отображением интерфейсов. Главная функция подсистемы представление пользовательских запросов и результатов поиска, а также обеспечение удобной навигации. Благодаря использованию онтологии пользовательский интерфейс позволяет формулировать запросы в терминах предметной области портала.

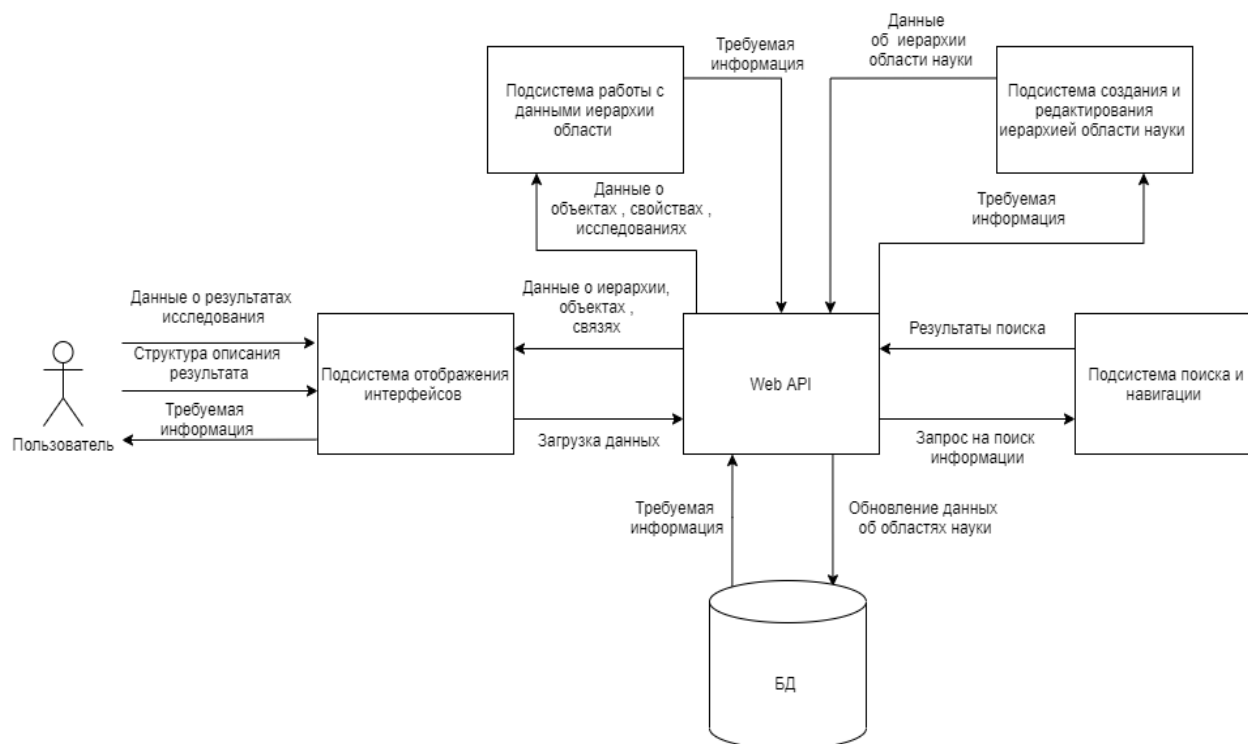


Рисунок 3 - АКД информационно-поисковой системы результатов исследований в различных областях науки

Уровень обработки информации включает подсистему навигации и поиска информации, а также подсистему работы с данными иерархии области науки, которая позволяет наполнять базу данных портала. Для управления контентом служит редактор данных, который позволяет создавать, редактировать и удалять сущности иерархии области науки и связи между ними.

В качестве хранилища данных используется база данных, в которой одновременно хранятся контент портала и описание онтологии. Настройка базы данных выполняется с помощью подсистемы создания иерархии области науки.

Список литературы

1. Пономарев А. Б. Методология научных исследований: учеб. пособие / А.Б. Пономарев, Э.А. Пикулева. – Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. – 186 с.
2. Кулагин А. С. Что такое научный результат и как его регистрировать и оценивать / А. С. Кулагин – Санкт-Петербург: Инновации № 12 (242), 2018. – 15 с.
3. Савченко, А.П Многослойная онтология как основа информационной системы поддержки научных исследований // Инфокоммуникационные технологии в науке, производстве и образовании (инфоком-6), 2014. – С. 293-298.

Матевосян К. Л.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ДЛЯ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА МЕЖКУЛЬТУРНЫХ СИТУАЦИЙ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – д. т. н., профессор И. Л. Артемьева

В настоящее время проблемы, связанные с взаимодействием людей в процессе межкультурной

коммуникации, имеют наиболее важный характер. Именно поэтому зачастую эта область становится предметом научного изучения. В век технологий пытаются всячески упростить процесс «столкновения культур», создавая всевозможные системы для решения поставленных задач.

На данный момент анализ и обработка текстовой информации является одним из способов преодоления «межкультурных барьеров», а потому существует целый перечень программных средств, основанных на этом. По сей день программисты совершенствуют существующие идеи, а также воплощают в жизнь новые, что позволяет значительно упростить «погружение» человека в новую для него культуру.

Наиболее важными аспектами, затронутыми данной проблематикой, являются аспекты, связанные с повседневной жизнью. Люди, приехав из одной страны в другую, сталкиваются с проблемой непонимания общепринятых правил новой для них страны. Разработка такой системы, которая позволила бы быстро и легко ознакомить человека с необходимым ему сводом правил, обосновать первопричину конкретной ситуации с точки зрения культуры, важна, так как именно такой подход может значительно облегчить процесс адаптации в новой стране.

Для извлечения данных (фактов) необходим инструмент, в качестве него был выбран Томита-парсер. Томита-парсер — инструмент извлечения структурированных данных из текста на естественном языке. Он позволяет разработчикам-лингвистам создавать и быстро прототипировать системы извлечения фактов с помощью контекстно-свободных грамматик. [1]

Контекстно-свободная грамматика – это грамматика, у которой в левых частях всех правил стоят только одиночные нетерминалы. [2]

В рамках выпускной квалификационной работы рассматривается Япония - её нормы и правила поведения в обществе. Например, в данной стране присутствует так называемый «метаболический закон» и запрет на съёмку при помощи квадрокоптеров. Ниже представлены фрагменты двух грамматик, которые позволяют извлечь нужные данные в разных вариациях:

//Первая грамматика

//Пол

PolName -> Word<kwtype=pol>;

//Мед. учреждение

hospitalW -> 'врач'|'доктор'|'лечение'|'госпиталь'|'больница'|'поликлиника'|'диета';

PP -> Prep hospitalW;

med -> Verb PP;

//Вес

WeightW -> 'сантиметр'|'килограмм';

WeightSokr -> 'см'|'кг';

Weight -> 'вес';

Count -> AnyWord<wff=/[1-9]?[0-9]?[0-9]/>;

WeightZn -> Count WeightW;

WeightZn -> Count WeightSokr;

WeightZn -> AnyWord Count WeightW;

WeightZn -> AnyWord Count WeightSokr;

WeightZn -> Adj Weight;

//Возраст

AgeW-> 'год'|'лет';

AgeNum -> AnyWord<wff=/[1-9]?[0-9]-?((ый)|(ть)|(ой))/?>;

Age -> AgeNum AgeW;

// Вторая грамматика

Video -> 'видео'| 'съёмка';

Picture -> Verb Video;

// штраф

Fine -> 'штраф';

FineVerb -> 'штрафовать'| 'оштрафовать'| 'заплатить';

// размер штрафа

Count -> AnyWord<wff=/[1-9]?[0-9]?[0-9]/>;

Currency -> 'иена';

CountZn -> Count Currency;

CountZnach -> Prep CountZn;

PP -> Verb Fine;

PP -> FineVerb CountZn;

PP -> FineVerb;

PP -> Verb CountZnach;

PP -> Verb CountZn;

Как видно из примеров, для того чтобы уметь извлекать необходимые факты, для каждой возможной ситуации необходимо продумать и создать соответствующую грамматику. Однако, для решения поставленной задачи необходимо автоматизировать процесс создания грамматики для любой ситуации.

Список литературы

1. Томида-парсер – Технологии Яндекса [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://yandex.ru/dev/tomita/>
2. Контекстно-свободные грамматики [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=Контекстно-свободные_грамматики,_вывод,_лево-и_правосторонний_вывод,_дерево_разбора

Намсараев Ж.Ж.¹, Харитонов В.Н.¹, Огнев А.В.¹, Самардак А.С.¹, Бризицкий Р.В.²

РАЗРАБОТКА АППАРАТНОЙ ЧАСТИ СИСТЕМЫ ТРЕКИНГА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ ПАРКИНСОНА

¹Кафедра физики и низкоразмерных структур ШЕН ДВФУ

²Кафедра информатики, математического и компьютерного моделирования ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор А.В. Огнев¹

В работе рассматриваются конструктивные особенности аппаратной части системы трекинга движений руки, работающей в искусственном магнитном поле, и методы калибровки датчиков:

акселерометра, гироскопа и магнитометра. Система трекинга позволяет производить оценку мелкой моторики рук и тремора пациентов при диагностике болезни Паркинсона.

В данной работе использованы MEMS-датчики ICM-20948 [1, 2], представляющие собой совокупность трех-осевых датчиков: акселерометр, гироскоп и магнитометр. Анализ данных с датчиков показал, что все три датчика имеют погрешности измерения величин ускорения, угловой скорости и магнитной индукции. Для компенсации этих погрешностей была проведена калибровка [3, 4].

Калибровка акселерометра производилась для компенсации отклонений показаний проекции силы тяжести. В состоянии покоя с направлением оси Z к земле, проекция силы тяжести должна быть равна нулю для осей X и Y , а для Z равна единице. Для калибровки акселерометра применялся метод усреднения показаний в состоянии покоя, что позволило определить величину отклонения по каждой из осей.

Калибровка гироскопа производилась для компенсации отклонений от нуля каждой из осей. Отклонения возникали вследствие внутренних деформаций и низкой точности самого гироскопа. Для калибровки гироскопа использовали усреднение показаний в состоянии покоя.

Калибровка магнитометра осуществлялась для компенсации внешних магнитных полей и центрирования показаний магнитометра, имеющих смещение относительно нуля каждой из осей. Для калибровки магнитометра нужно вращать его по каждой из осей в естественном магнитном поле Земли.

Для разработки системы трекинга несколько датчиков были подключены по одной информационной шине SPI к микроконтроллеру ESP32 [5] с беспроводной связью Wi-Fi. На микроконтроллере проводится сбор данных, поочередно считываемых по шине с датчиков, затем калибровка полученных данных. По данным с откалиброванных сенсоров вычислялись координаты и ориентация датчиков в пространстве относительно источника магнитного поля. Вычисленные координаты и кватернион, описывающий ориентацию в пространстве [6], передаются с микроконтроллера на компьютер по сети Wi-Fi с использованием протокола UDP [7].

Микроконтроллер ESP32 имеет основное вычислительное ядро и дополнительное для работы с сетью. Считывание данных и вычисления трекинга производятся на основном ядре, а передача результатов вычислений на дополнительное, что позволило повысить частоту обновления данных трекинга со 100 до 140 обновлений в секунду при работе шести датчиков.

Для питания устройства используется аккумулятор на 2000 мА*ч. Этого достаточно для автономной работы устройства в течение дня.

Основным результатом данной работы является разработка системы трекинга, анализ и применение эффективных методов калибровки таких датчиков как акселерометр, гироскоп и магнитометров. Разработанное устройство представляет собой перчатку. В дальнейшем запланированы клинические испытания разработанной системы трекинга.



Рисунок 4. Разработанное устройство

Авторы данной работы выражают признательность Минобрнауки России за финансовую поддержку по госзаданию (0657-2020-0013) и Фонду содействия инновациям за финансовую поддержку по гранту (360ГУЦЭС8-D3/56664).

Список литературы

1. Микроэлектромеханические системы – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Микроэлектромеханические_системы
2. Datasheet ICM-20948 – URL: <https://invensense.tdk.com/wp-content/uploads/2016/06/DS-000189-ICM-20948-v1.3.pdf>
3. G. Artese, A. Trecroci, Calibration of a low cost mems ins sensor for an integrated navigation system.
4. Bin Fang, Wusheng Chou and Li Ding, International Journal of Advanced Robotic Systems, 2014: An Optimal Calibration Method for a MEMS Inertial Measurement Unit.
5. ESP32 WROOM DevKit v1: распиновка, схема подключения и программирование. – URL: <http://wiki.amperka.ru/products:esp32-wroom-wifi-devkit-v1>
6. S.O.H. Madgwick, An efficient orientation filter for inertial and inertial/magnetic sensor arrays, 2010. p. 1-32.
7. UDP (User Datagram Protocol) – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/UDP>

Никишин А. М., Правой И. С.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОПТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель - д.т.н., доцент В. М. Гриняк

Задачи определения местоположения внутри помещений, например позиционирование в торговых, деловых, учебных центрах, актуальны для круга бытовых потребителей. Чаще всего эти задачи решают путем установки указателей и информационных стендов, но они малоинформативные и не всегда помогают сориентироваться в здании.

Самое распространенное решение задачи определения местонахождения - использование спутниковых навигационных систем второго поколения (ГЛОНАСС, GPS), но внутри помещения они либо недоступны, либо имеют слишком низкую точность. В этом случае используют альтернативные

источники навигационной информации: точки доступа в интернет Wi-Fi, устройства передачи данных Bluetooth, инерциальные навигационные средства (гироскопы, акселерометры). Их данные могут использоваться как по отдельности, так и совместно. Однако данные решения требуют затрат на установку, отладку специального оборудования. Также в таких системах могут возникать помехи из-за других Bluetooth или Wi-Fi точек.

Поэтому, разработка системы, которая будет лишена недостатков существующих решений является актуальной на сегодняшний день задачей. С распространением продвинутых мобильных устройств (смартфонов) решением данной проблемы может являться программное средство, представляющее из себя систему способную определять местоположение внутри помещения на основе оптических измерений.

Системы навигации на основе оптических измерений полагаются либо на естественные особенности (характеристики) изображения, либо на визуальные маркеры. Естественные особенности изображения – это края, цветовые области [1].

Другой подход к решению проблемы – это идентификация визуальных маркеров, размещённых в окружающем пространстве. Маркеры представляют из себя специально разработанные двухмерные паттерны, которые заранее прописаны для системы распознавания. Примерами меток могут служить QR-коды, штрих коды или метки, аналогичные тем, что изображены на рисунке 1.

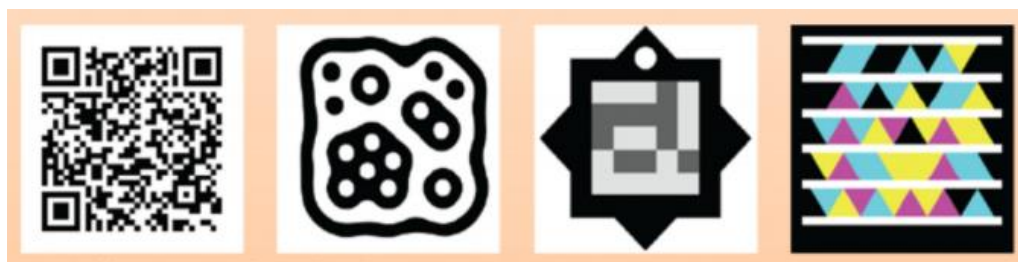


Рисунок 1 - Виды меток

Для определения местоположения нужно сравнить изображение, получаемое с камеры с изображением в базе данных. Процесс сравнения изображений разделяется на три этапа. Первый этап – нахождение множества особых точек с помощью методов, называемых детекторами. Данные методы обеспечивают инвариантность нахождения одних и тех же точек относительно преобразований изображения. Однако, недостаточно использования лишь детектора, так как результатом его работы является множество координат особых точек, которые на каждом изображении различны. Для этого на втором этапе происходит построение дескрипторов. Дескриптор – это описание точки, уникально идентифицирующее её среди множества всех точек. Дескриптор должен обеспечивать инвариантность нахождения соответствий между точками относительно преобразований изображения. Некоторые методы выполняют сразу обе задачи, детектирование особых точек и построение дескрипторов. И третий этап заключается в сравнении дескрипторов и поиске точек, совпадающих на обоих изображениях [2].

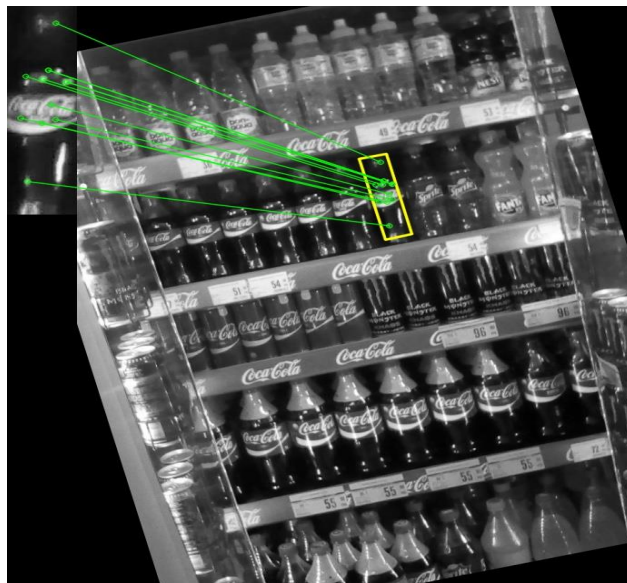


Рисунок 2 - Результат работы алгоритма нахождения особых точек

В результате, в программе по определению местоположения по оптическим измерениям будут задействованы два алгоритма: детектор и дескриптор. Во время работы алгоритмов сначала будут определены особые точки, после чего будет проводиться их сравнение с шаблонами маркеров. Если не будет найдено совпадений, то будет применяться алгоритм сравнения изображений по дескрипторам особых точек между полученным изображением и изображением из базы данных. Когда совпадение будет найдено, программа сможет определить местоположение устройства в помещении.

Список литературы

1. Experiencing indoor navigation on mobile devices Claudia Barberis, Andrea Bottino, Giovanni Malnati, and Paolo Montuschi // IT Professional. – 2014. – 16. Pp 50-57.
2. Конушин А. Слежение за точечными особенностями сцены // Компьютерная графика и мультимедиа. –2003. – Выпуск № 1(5).

Ноур А.И.

РАЗРАБОТКА РАБОЧЕЙ ВЕРСИИ ОБУЧАЮЩЕГО ПРИЛОЖЕНИЯ ПО ХИМИИ НА ОС ANDROID

Кафедра компьютерных систем ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – профессор, д.ф.-м.н. А.С. Самардак

Большинство выпускников опираются не только на свои школьные знания, но и на работу с репетиторами, на электронные образовательные ресурсы, ориентированы на успешную подготовку к ЕГЭ, да и в целом на изучение химии. В настоящее время большую роль в жизни играют смартфоны. И с каждым днем они вытесняют персональные компьютеры и ноутбуки в виду своей возрастающей мощности и мобильности. Очевидно, что и образовательные ресурсы должны представляться в виде обучающих мобильных приложений. Но в таком случае могут появиться следующие проблемы: низкий уровень знаний пользователя при решении сложных задач, недостаточно удобный и дружелюбный интерфейс, слабая проработка соответствующего контента. Все эти проблемы должны быть решены при создании мобильного приложения.

Разработка приложения происходит по методологии Iterative Model (итерационная модель), при

которой не требуется полной спецификации требований. Вместо этого разработка сосредотачивается на реализации функциональной части приложения. При этом основная задача этой методологии – как можно быстрее показать работоспособный продукт потенциальным пользователям [1].

В этой связи целью данного исследования является создание первой работоспособной версии мобильного приложения по химии для проверки функциональности приложения.

Основные требования, предъявляемые приложению:

- Доступность. Приложение можно использовать в любом месте, где есть Интернет, давая возможность проходить обучение.
- Низкая стоимость.
- Приложение должно быть понятным и простым для любого пользователя независимо от его уровня образования.
- Приложение должно предоставлять информацию в удобной для пользователя форме;
- Приложение должно содержать теоретический и практический материал для успешного освоения школьного курса химии.

Для разработки использовалась среда разработки Android Studio, поскольку имеет возможность отображать основные рабочие элементы в самой структуре будущего приложения, что позволяет более рационально подходить к разработке [2, 3].

Перед началом разработки приложения непосредственно в Android Studio необходимо учесть детали и показать их в виде диаграмм. Для проектирования архитектуры программы использовался язык моделирования UML.

Диаграмма вариантов использования показывает отношение между актерами и прецедентами. Актером в данном случае будет пользователь приложения, прецеденты – действия, которые он может совершить после открытия (рисунок 1).



Рисунок 1 – Диаграмма вариантов использования приложения со стороны Пользователя

Диаграмма деятельности «Обучение» (рисунок 2) показывает, каким образом пользователь получает доступ к теоретическому и практическому материалу. Изначально пользователь выбирает курс, затем тему и после этого делает выбор между теорией и заданиями.

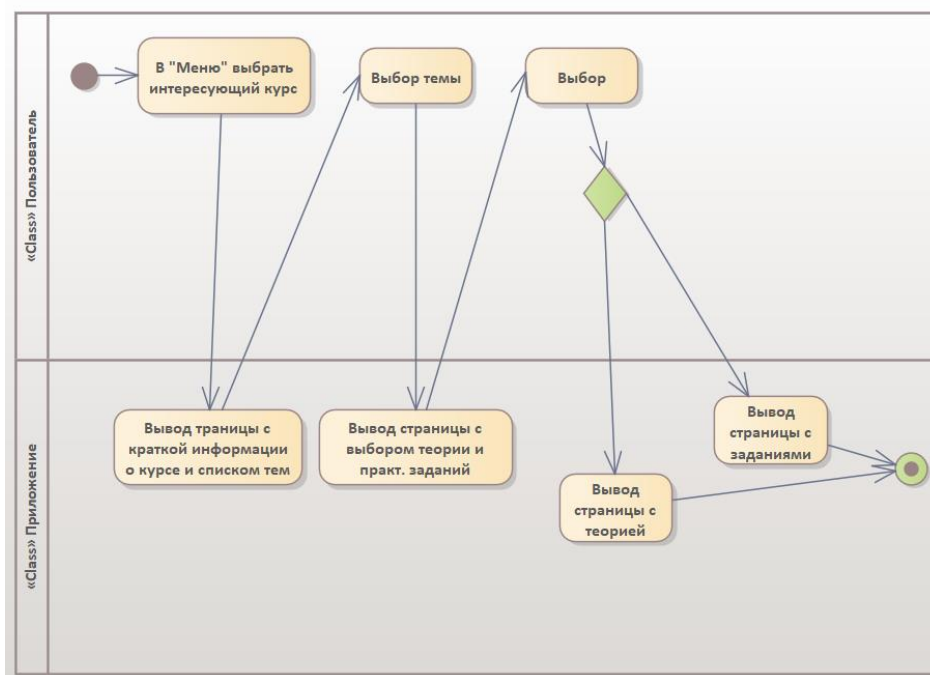


Рисунок 2 – Диаграмма деятельности «Обучение»

В результате был получен минимально жизнеспособный продукт (MVP), в котором реализован основной функционал приложения, а именно: изучение практического и теоретического материала по химии, а также прохождение тестов.

Таким образом, разработанная первая версия работоспособного приложения необходима, чтобы понять, удобно ли ей пользоваться. Данная версия приложения должна решить следующие проблемы:

- удобство использования приложения, корректное отображение составляющих страницы;
- работа основных функций и стабильность работы самого приложения.

Следующим этапом разработки является доработка версии для первичного тестирования. После тестирования анализируются отзывы от пользователей и дорабатывается приложение до финальной версии для вторичного тестирования. Затем осуществляется корректировка работы приложения и выпуск в Google Play.

Список литературы

1. Грекул, В.И. Управление внедрением информационных систем : учеб. пособие /В.И. Грекул, Г.Н. Денищенко, Н.Л. Коровкина. - М. : Интернет-Ун-т Информ. технологий, 2008. - 224 с.
2. Ситникова Я.В. Выбор мобильной платформа для мобильного авиа-приложения / Я.В. Ситникова, Н.Д. Брошкин // Экономические науки. – 2018. – Вып. 6. – Режим доступа: <https://research-journal.org/economical/vybor-mobilnoj-platformy-dlya-mobilnogo-avia-prilozheniya/>
3. Фадаев А.Ю. Сравнительный анализ программного обеспечения для разработки мобильных приложений / А.Ю. Фадаев, Е.А. Волкова // Электронный научный журнал «Наука и перспективы». – 2016. – Вып. 3. – С. 1-16.

Попова Л. Ю.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТА С ЗАБОЛЕВАНИЕМ ВЕРХНИХ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.т.н., с.н.с. Е. А. Шалфеева

Несмотря на очевидную положительную сторону прогресса, даже самые квалифицированные медицинские работники сталкиваются с рядом трудностей, вызванных появлением новых методов лечения и лекарственных средств.

Не менее важно то, что не все пациенты одинаково успешно реагируют на один и тот же протокол лечения. В мире, по данным Всемирной организации здравоохранения, растет процент нерационального использования лекарственных средств, что приводит как к необоснованным дополнительным затратам самих больных, так и к существенному ущербу их здоровью. Более того, каждое из действующих веществ имеет множество противопоказаний, особых условий использования, несовместимости с другими препаратами, которые врач должен помнить и учитывать при назначении лечения [1].

Поэтому возникает необходимость автоматизации оценки эффективности проводимого лечения и сравнения действительного состояния пациента с прогнозируемым, чтобы оперативно корректировать схему или протокол лечения.

В рамках выпускной квалификационной работы предметной областью является лечение заболеваний верхних дыхательных путей. Инфекции верхних дыхательных путей (ИВДП) представляют собой группу наиболее распространённых острых заболеваний, наблюдаемых в амбулаторных условиях. ИВДП являются самым распространённым инфекционным заболеванием среди населения в целом и самым частым диагнозом, выставляемым больному при посещении врача.

В работе решается одна из задач данной предметной области – задача мониторинга состояния пациента с целью оценки эффективности схемы лечения. Объектами задачи являются пациент и прогноз, сделанный на основании лекарственных препаратов, ранее выписанных пациенту медицинским работником. Информация о физическом состоянии пациента собирается по определенным параметрам (симптомам), необходимым врачу для анализа динамики развития заболевания. Признаки, характеризующие состояние пациента, рассматриваются как процессы, которые изменяются с течением времени. Эффективность лечения будет определяться степенью совпадения прогнозируемого и фактического состояния пациента: обычно, состояние пациента нормализуется, а новые симптомы не появляются (нормальные признаки не ухудшаются).

Для решения задачи мониторинга состояния пациента использовалась онтология знаний, состоящая из двух основных разделов:

I. Структура информации о воздействиях методов лечения и препаратов на организм [2].

Раздел содержит информацию о способе описания симптомов, проявляемых при рассматриваемых заболеваниях, и о способе описания лекарственных препаратов и их связях с изменением симптомов или состояния пациента.

II. Информация об историях болезни пациентов

Раздел информации о пациентах представлен в качестве их историй болезни (ИБ). Каждая история болезни содержит все понятия и связи, необходимые для связного описания состояний пациента.

Реализация сервиса, выполняющего поставленную задачу, производится на облачной

платформе IASaaS, где предложена инфраструктура и технология разработки облачных интеллектуальных сервисов. Каждый облачный сервис конструируется из информационных и программных ресурсов платформы. Все информационные компоненты представляются в унифицированном формате – в виде семантических сетей, что обеспечивает единые принципы для их создания, доступа и изменения [4].

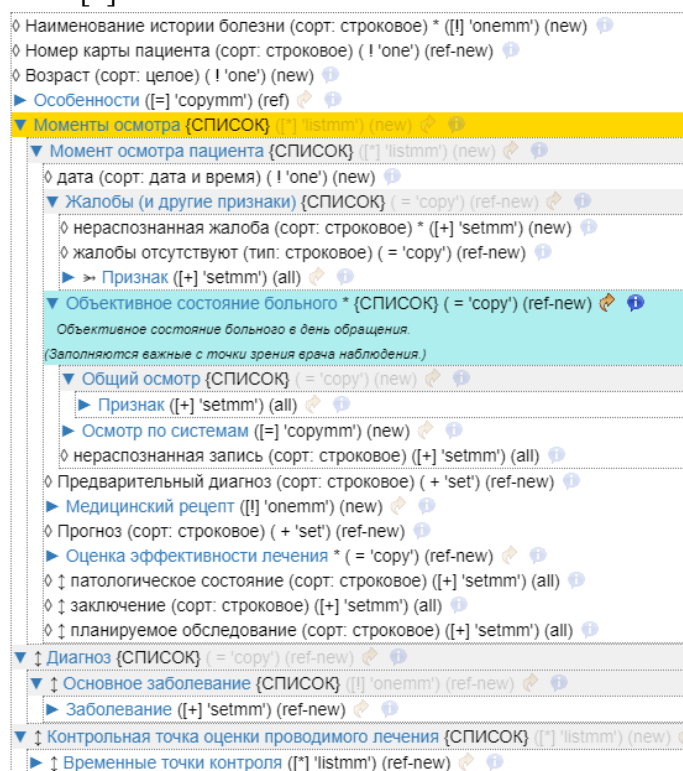


Рисунок 5 – Фрагмент онтологии мониторинга ИБ, размещенной на облачной платформе IASaaS (скриншот)

Разработка и внедрение мониторинговых технологий – одно из обязательных условий создания благоприятной среды со здоровьесберегающими функциями.

Список литературы

1. Грибова В.В., Окунь Д.Б., Черняховская М. Ю. Онтология и модель онтологии предметной области «Медикаментозное лечение» // Информатика и системы управления. – 2015. – № 2(44). – С. 70-79.
2. Грибова В.В., Окунь Д.Б. Онтологии для формирования баз знаний и реализации лечебных мероприятий в медицинских интеллектуальных системах // Информатика и системы управления. – 2018. – № 3(57). – С. 71-80.
3. Бельмер С. В., Белов В. А., Бережная И.В. Карманные рекомендации "ПЕДИАТРИЯ" // Ремедиум. – 2019. – 504 с.
4. Грибова В.В., Петряева М.В., Шалфеева Е.А. Облачный сервис поддержки принятия диагностических решений в гастроэнтерологии // Врач и информационные технологии. – 2019. – №3. – С. 65–71.

Балашенко П.Ю., Проскурин Д.А.

ИДЕЯ ПОДХОДА К ОЦЕНКЕ ИНТЕРНЕТ-ИМИДЖА КОМПАНИИ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.т.н., доцент С.В. Смагин

На данный момент интернет является одним из основных источников получения информации для большинства людей, поэтому коммерческие компании все чаще продвигают в нем свои товары и услуги. Как правило, информация размещается на официальном сайте компании, на новостных ресурсах и в социальных сетях. Положительный имидж компании в сети является приоритетным направлением работы специалистов по PR и маркетингу [1].

Оценивать интернет-имидж можно вручную, либо при помощи автоматизированных средств. Ручная оценка зачастую оказывается неполной, т.к. человек физически не может просмотреть и проанализировать тот объем информации, который требуется для вычисления подобной оценки. Также специалист может сформировать оценку имиджа компании лишь в текущий момент, и ограничен в возможности оценить его изменение в динамике [2]. При автоматизации процесса оценки имиджа также возникает ряд проблем. На данный момент не существует универсального средства для оценки имиджа компании в интернете. Остро стоит проблема автоматизации оценки для русскоязычного сегмента сети, т.к. сейчас в нем отсутствуют специализированные средства для оценки имиджа по качественным характеристикам (ввиду сложности оценки семантики русского языка) [3]. Разнородность показателей, влияющих на оценку имиджа компании, усложняют процесс разработки объединяющей их формулы. При этом создание такой формулы и последующая реализация ее в программном средстве позволит проводить исследования на предмет ее адекватности. Определенные в [4] количественные и качественные характеристики интернет-имиджа можно получить из различных источников, таких как поисковые системы, логи сайта компании, а также аккаунты компании в социальных сетях.

Попытка объединения собранных данных в общую оценку была предпринята в [5], когда были проведены исследования в процессе создания средства для анализа аудитории Instagram. Однако формула, состоящая из суммы нескольких нормированных показателей с весовыми коэффициентами, оказалась неинформативной. При серьезном отклонении от нормы нескольких показателей их сумма была равна нулю, хотя значения по отдельности свидетельствовали о подозрительной активности. Для оценки имиджа важны показатели и из разных соцсетей, и качественные характеристики. Как же объединить их в общую оценку?

Для решения данной проблемы предлагается воспользоваться аналогом метода агрегирования, описанным в макроэкономике. Агрегирование – это укрупнение показателей посредством их объединения в единый общий показатель [6]. Таким образом, оценка имиджа будет состоять из нескольких уровней иерархии, где нижний уровень занимают непосредственно данные о компании, а верхний – оценка имиджа. Причем формула также будет содержать описание данных, которые были при этом использованы – это позволит проводить корректное сравнение имиджа одной компании в разные промежутки времени, а также позволит сравнить компаний-конкуренты. Используя различные подходы к оценке компаний и выбирая среди них наиболее подходящие для оценки интернет-имиджа модели, можно выделить следующие показатели предпоследнего уровня, совокупность которых дает полное представление об имидже компании:

1) Узнаваемость – отражение того процента целевой аудитории, который знает о компании и отличает ее продукты от аналогичных. На данный критерий положительно влияет упоминание в

контексте деятельности компании на любых информационных ресурсах с учетом частоты упоминаний, количества просмотров и времени с момента последнего упоминания, а также активность пользователей в социальных сетях.

2) Отношение к компании – градация контекста упоминаний и комментариев о компании в социальных сетях (от резко-негативного до строго положительного). Отношение к компании со временем меняется, поэтому необходимо выделить временной промежуток, в течение которого упоминание остается актуальным. Для различных компаний, ввиду специфики деятельности, время может заметно различаться.

3) Стабильность. Ситуации, когда имидж компании меняется резко, достаточно редки. У резкой смены имиджа может быть несколько причин, среди которых PR-компания самой организации (сработавшая в положительную или отрицательную сторону), либо информационный вброс. Стабильность является показателем, зависящим от времени.

4) Достоверность оценки – процентная характеристика, выражающая шанс наличия недостоверной информации. Является сложной характеристикой, для построения которой необходимо учитывать изменения отдельных критериев узнаваемости (изменение активности пользователей не коррелирует с количеством упоминаний в интернете), проведение PR-компаний (в том числе не представленных в сети).

Таким образом, имидж компании затруднительно выразить в виде одного числа из некоторого диапазона, т.к. такое представление не является информативным. Однако оценка, состоящая из нескольких показателей, несущих часть смысловой нагрузки, вкладываемой в понятие имиджа, будет интерпретируемой и понятной для человека, что повысит доверие к программному средству. В настоящее время проектной командой программистов ШЕН ДВФУ проводится экспериментальное исследование программного средства, в котором реализована рассмотренная в работе идея подхода к оценке интернет-имиджа компаний.

Список литературы

1. Филатова, О.Г. Основы бизнес-PR: Учеб. пособие / О.Г. Филатова, Д.П. Шишкин. – СПб.: Филол. ф-т СПбГУ, 2012. – 195 с.
2. Балашенко П.Ю. Проблема создания технологии и критериев для оценки интернет-имиджа компании // Материалы Региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по естественным наукам, Владивосток. Электронный ресурс. С. 53-55. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43771023>
3. Проскурин Д.А. Сравнение программных средств для оценки и формирования интернет-имиджа компании // Материалы Региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток. Электронный ресурс. С. 111-113. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43776481>
4. Balashenko P.Yu., Proskurin D.A. Relevance of creating a technology for evaluating the company's image in the Internet // The 7th annual student scientific conference in English, Vladivostok. 2020. 97-100 pp. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43139605>
5. Академия Яндекса [Электронный ресурс] – URL: <https://academy.yandex.ru/posts/kak-studenty-cs-tsentra-sozdavali-servis-dlya-analiza-auditorii-bloggerov>
6. Куприн А.А. и др. Экономика: учебное пособие / А.В. Буга, И.И. Грозаву, Т.В. Данилова, Л.В. Дорофеева, В.С. Кудряшов, А.А. Куприн, А.Д. Шматко; под ред. А.А. Куприна; Сосновоборский филиал РАНХиГС. – СПб.: Астерион, 2018. – 456 с.

Пустовая О.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ЛОМОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Кафедра информационных систем управления ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – ст. преподаватель Г. Л. Березкина

Объектом исследования является ломоперерабатывающее предприятие, осуществляющее деятельность по сортировке и утилизации металлолома. Предметом исследования является процесс организации и осуществления приема металлолома в компании, которая располагается в городе Хабаровск. Так как в данной компании отсутствует информационная система учета деятельности предприятия, планируется внедрить ИС (информационная система), которая будет выполнять данную функцию.

Процессы приема, обработки и сортировки металлолома на предприятии являются ключевыми в ее коммерческой деятельности, поскольку включает в себя непосредственное осуществление взаимодействия с поставщиками компании: формирование ПСА в процессе приема металлолома, информирование персонала, отправка и перевозка металлолома и так далее. Следовательно, внедрение информационной системы для производственных процессов является решающей составляющей эффективного функционирования предприятия.

Целями данной работы являются: анализ предмета деятельности предприятия и выявление его проблем.

Исследования проводилось по следующим этапам:

- Изучение бизнес-процессов производственного отдела и связанных с ним отделов;
- Исследование деятельности производственного отдела и связанных с ним отделов;
- Выявление проблемных областей предприятия.

Общая деятельность предприятия разделяется на четыре основных блока: прием лома, обработка лома, отгрузка лома и завершение документооборота (рис. 1). Была проведена декомпозиция каждого блока до второго уровня.

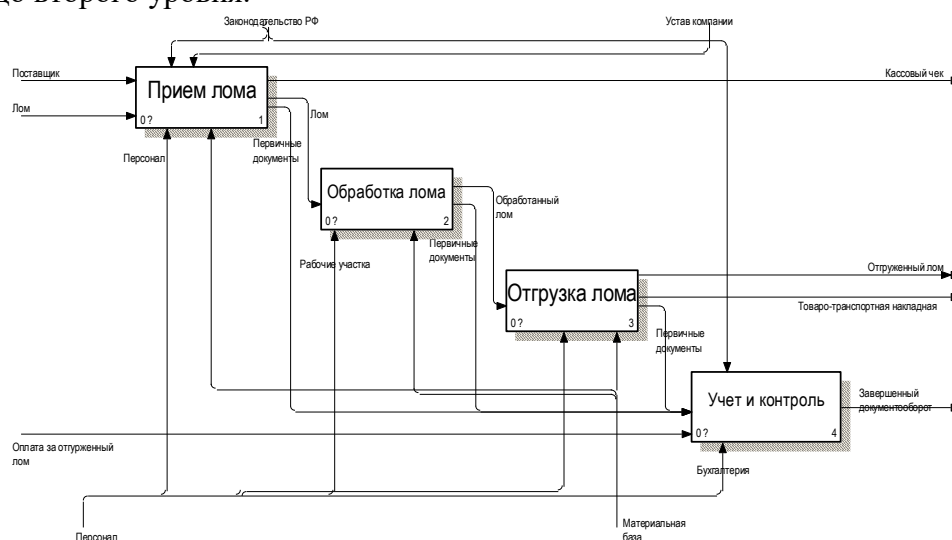


Рисунок 1 – Модель деятельности предприятия 1-го уровня (декомпозиция блока 0)

На вход блока «Прием лома» поступает поставщик, внутри блока «Прием лома» поставщик идентифицируется. Далее на выход поступает разрешение на прием лома, после чего происходит взвешивание машины с грузом (брутто). Отсюда мы получаем на выход вес машины с грузом, далее идет разгрузка машины и предварительная оценка груза, отсюда на выход мы получаем информацию о

вычитаемом весе и категории лома. Далее опять взвешиваем машину без груза и получаем вес чистого лома и его стоимость. Формируется ПСА по полученным данным, после получения ПСА выплачивается подсчитанная сумма и поставщику выдается чек. Также на выходе из блока «Прием лома» мы получаем сам лом и первичные документы, полученные в процессе его принятия.

На вход блока «Обработка лома» поступает лом. Его распределяют по категориям лома и уже распределенный лом отправляется на чистку, где очищается от мусора и некоторых примесей. Далее очищенный лом попадает под прессовку или резку, в зависимости от исходного размера и объема лома. На выходе блока «Обработка лома» мы опять же получаем первичные документы и уже обработанный лом.

На вход блока «Отгрузка лома» поступает обработанный лом по документам, которые получены для отгрузки лома, лом собирают и загружают в тару для перевозки. Факт готовности позволяет инженеру по ж/д перевозкам или главному механику (в зависимости от тары) выписать сопроводительный документ на перевозку груза.

Последний блок, блок «Завершение документооборота» подразумевает обработку и занесение требуемых данных в базу данных предприятия. Так как почти все документы в процессе приема, обработки и отгрузки лома являются неэлектронными, этот блок нельзя опустить.

На основе анализа предприятия и структурных схем были выделены следующие проблемные области предприятия:

- Использование предприятием готового программного обеспечения – часто возникает несоответствие между требованиями пользователей к программному обеспечению и его возможностями, что приводит к необходимости доработки программного обеспечения отделом информационных технологий;
- Основная проблема заключается в большом количестве информации на бумажных носителях, которые являются родоначальниками большого количества ручного труда;
- В процессе приема лома высокое влияние человеческого фактора оказывается на оценку лома, в результате чего идут потери финансов со стороны предприятия;
- Низкая экологичность в производственном процессе предприятия, потому что отходы, которые не являются металлом и составляют приблизительно 10-20%, сдаются на свалки или сжигаются, чем и загрязняют окружающую среду.

На основе анализа деятельности предприятия делается вывод, что на предприятии ответственность за выполнение данных процессов отвечает производственный отдел, который участвует в процессах приема металлолома, его обработки, сортировки и резки. А так как этот отдел является основным отделом предприятия, который отвечает за получение им прибыли, то именно его автоматизация обещает обеспечить высокую эффективность работы компании. Автоматизированный учет позволит наладить контроль за утилизацией и хранением вторсырья на предприятии.

Автоматизация деятельности производственного отдела позволит решить проблемы, связанные с экологической безопасностью, чем и обеспечивается актуальность работы.

Список литературы

1. Сухомлинов А.И. Анализ и проектирование информационных систем: учебник для вузов. Дальневост. федерал. ун-т. –Владивосток: Издат. дом Дальневост. федерал. ун-та, 2016. 295 с.
2. Маклаков С. ВРwin и ERwin. CASE-средства для разработки информационных систем – М.: Диалог-МИФИ, 2013. 306 с.

Радюк А.П., Бажан В.Е.

КОМПОНЕНТЫ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ОТЧЕТОВ О НАУЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ДВФУ

Кафедра информационных систем управления ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – ст. преподаватель Е. А. Елсукова

Одно из основных направлений деятельности Дальневосточного федерального университета – наука. Сотрудники и студенты университета публикуют статьи в журналах, завоевывают призовые места в научных конференциях и получают гранты. Проведенная работа по научной деятельности документируется каждый год школами в виде отчетов по общепринятым формам.

Как правило, сбором данных и составлением отчетов занимаются сотрудники школ из преподавательского состава, из-за чего их рабочая нагрузка увеличивается. Текущая организация процесса отчетности внутри ВУЗа занимает большое количество трудовых ресурсов у сотрудников, которые можно было бы частично сохранить. Для решения этой проблемы была поставлена задача - реализовать систему с использованием современных информационных технологий, целью которой является сократить время затраты сотрудников на сбор данных и формирование отчетности о научной деятельности ДВФУ.

В работе рассматриваются компоненты системы, которые непосредственно отвечают за формирование отчетов и *группы пользователей*.

Компоненты системы участвующие в формировании отчетов:

1. База данных, хранящая всю внесенную информацию о научной деятельности и пользователях системы.
2. Программный модуль для преобразования данных из базы данных в стандартный формат для отчетности университета.

В качестве СУБД предлагается выбрать PostgreSQL [2]. Основной причиной выбора данной СУБД является поддержка массивов в столбцах таблиц. Массивы в PostgreSQL позволяют хранить списки переменной длины из элементов базовых (встроенных) типов, пользовательских типов, перечислений и других типов. Внутри массивов удобно хранить, обрабатывать и валидировать списки авторов статей и материалов конференций, рассматривая их как отдельные элементы массива, а не единую строку.

Для реализации пользовательского интерфейса и модуля формирования отчета предлагается использовать Django[3]. Django — это фуллстэк-фреймворк для разработки веб-приложений. Фуллстэк означает, что данный фреймворк позволяет реализовать внешнюю часть приложения (фронтенд, взаимодействие с пользователем) и внутреннюю часть приложения (бэкенд, взаимодействие с базой данных).

Программный модуль для экспорта данных в excel-формат реализован с помощью библиотеки Django-tables2. Модуль отвечает за выборку данных из базы данных по фильтрам, например год публикаций или автор публикации. После данные сохраняются и оформляются в excel или csv формате в соответствии с необходимыми полями для отчета.

Для организации более удобного процесса составления отчетов, было решено выделить три группы пользователей с ограниченным доступом к компонентам информационной системы.

1. Сотрудник – имеет доступ только к странице для сбора данных.
2. Руководитель – имеет доступ к странице для сбора данных и странице для экспорта данных в нужный формат для отчета.

3. Администратор – имеет доступ ко всем компонентам веб-приложения, включая административную страницу и базу данных.

На рисунке 1 представлена схема взаимодействия групп пользователей с компонентами системы.

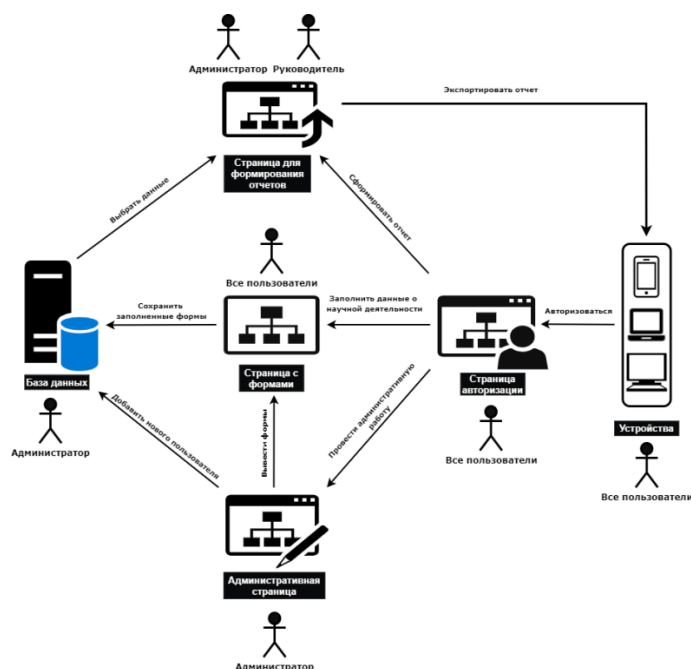


Рисунок 1 - схема взаимодействия пользователей с компонентами ИС

Сейчас разработка информационной системы находится на завершающей стадии и в ближайшее время будет запущено практическое тестирование информационной системы сотрудниками школы ШЭН. По результатам тестирования системы будет сформирован отчет с пожеланиями пользователей, на основе которого будет принято решение о добавлении дополнительного функционала или изменении текущего.

Список литературы

1. Бажан В.Е., Радюк А. П. Автоматизация сбора данных о научной деятельности университета и формирование отчетности // 67-я Международная молодежная научно-техническая конференция «Молодежь. Наука. Инновации». Секция 5: “Информационные технологии и моделирование”; Владивосток, МГУ им. адм. Г.И. Невельского, 25-27 ноября 2020. – Режим доступа: https://msun.ru/upload/files/program_konf_68.pdf
2. PostgreSQL: The World's Most Advanced Open Source Relational Database: [Электронный ресурс]. М., 1996-2021. URL: <https://www.postgresql.org>.
3. Django: [Электронный ресурс]. М., 2005-2021. URL: <https://www.djangoproject.com/>.

Резниченко И. А.

ОСНОВАННАЯ НА ЗНАНИЯХ СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ ПРОЦЕССУ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В ОБЛАСТИ ХИМИИ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЭН ДВФУ
Научный руководитель – д. т. н., профессор И. Л. Артемьева

База знаний – значимый компонент каждой интеллектуальной системы, в том числе и системы

обучения процессу решения задач в области общей химии. Один из наиболее известных классов таких программ – это экспертные системы [1]. Такие системы предназначены для поиска способов решения проблем в некоторой предметной области, основываясь при этом на записях базы знаний и на описании ситуации, предоставленном пользователем.

Главная цель создания баз знаний – помочь менее опытным пользователям найти существующее описание способа решения какой-либо задачи. В нашем случае это нахождение решения задачи в области общей химии, где пользователем, наиболее вероятно, является школьник или студент. Процесс актуализации баз знаний интеллектуальных информационных систем является достаточно трудоемким, требующим выполнения значительного числа поисковых операций [2].

Онтологию некоторой области знаний вместе со сведениями о свойствах конкретных объектов часто называют базой знаний [3]. Поэтому очевидно, что для хранения данных, описанных в онтологии такой предметной области, как общая химия, необходима база знаний. Причем онтология этой предметной области должна быть описана таким образом, чтобы она была понятна как специалистам-химикам, так и специалистам в области разработки программных систем.

Выделим наиболее важные требования к информации, хранящейся в базе знаний системы обучения процессу решения задач в области общей химии:

- Достоверность конкретных и обобщённых сведений, имеющихся в базе данных.
- Релевантность информации, получаемой с помощью правил вывода базы знаний.

Формула каждого химического вещества (как и любая химическая реакция) в области химии должна быть получена из законов, которые существуют в этой области и определяют построение той или иной формулы (химической реакции).

Как правило, база знаний экспертной системы содержит факты (сведения о предметной области) и правила – набор соглашений, по которым можно получать новые факты, применяя эти соглашения к уже известным фактам. Главная цель создания любой базы знаний – сокращение времени и трудозатрат на решение типовых инцидентов.

В рамках выпускной квалификационной работы рассматривается база знаний, хранящая информацию о химических элементах, веществах, реакциях и способная формировать новые химические вещества и реакции и заносить их в базу знаний посредством применения законов и соглашений, описанных в онтологии данной предметной области.

Например, следующий закон позволяет правильно формировать формулы химических веществ – «Алгебраическая сумма степеней окисления всех химических элементов в веществе равна 0». В онтологии этот закон выглядит следующим образом:

$$\forall v1 \in \text{вещества} (\sum (v \in \{ (v \in \text{химические элементы}) \mid (\exists \text{ind} \in I[1, \text{length}(\text{химическая формула}(v1))]) \mid v = \pi(1, \pi(3, \pi(\text{ind}, \text{формула}(v1)))) * \pi(2, \pi(3, \pi(\text{ind}, \text{формула}(v1)))) * \pi(2, \pi(\text{ind}, \text{формула}(v1)))) \}) = 0)$$

Приобретение знаний – это то, что ограничивает развитие систем с базой знаний. Поэтому для эффективного построения базы знаний необходимо понимать способы обработки знаний, их хранения и поиска, свойственные человеческому разуму, а также принципы накопления человеком опыта.

Список литературы

1. Донских Д.Н., Барабанов В.Ф. [Использование экспертной системы с продукционной базой знаний и нейронной сети для распознавания сигналов](#). Пенза, 20207 – С. 438–442.

2. Одинцов Б. Е. Роботизация процесса актуализации баз знаний интеллектуальных информационных систем предприятия. – Общество с ограниченной ответственностью "ИС-Пабблишинг", 2020. – С. 42–45.

3. Чистов Д.В. Новые информационные технологии в образовании: применение технологий «1С» для развития компетенций цифровой экономики. // Научно-практическая конференция: Сборник. – 2018.

Рыбалка М.С.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ВЫБОРА МАРШРУТОВ СУДОВ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА БЕЛЛМАНА-ФОРДА

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель - д.т.н., доцент В. М. Гриняк

Морской транспорт занимает важнейшую нишу в экономике. Маломерные суда - плавсредства не более 20 метров длиной и вместимостью до 12 человек – имеют свою особую специфику. Так, они не подлежат диспетчерскому регулированию, что может приводить к небезопасным действиям судоводителей и создавать аварийные ситуации. По данным ГИМС, на 28.03.2019 в Приморье числилось около 38 тысяч маломерных судов.

На данный момент капитаны маломерных судов могут организовывать движение своих транспортных средств:

- полагаясь на свой опыт организации движения в определённой акватории, соблюдая правила движения по акватории;
- полагаясь на чужой опыт организации движения в определённой акватории, соблюдая правила движения по акватории;
- используя программные средства-навигаторы, соблюдая правила движения по акватории;

Применение специализированных программных средств планирования маршрутов маломерных судов требует решения двух задач:

- 1) Планирование траектории движения судна на локальной акватории (обеспечение навигационной безопасности в условиях коллективного движения)
- 2) Оптимизация движения с точки зрения сокращения длины пройденного пути, затраченного времени, минимизации расхода топлива и т.д.

В статье [1] рассматривается метод выбора кратчайшего маршрута, основанный на применении алгоритма Беллмана-Форда. Данный алгоритм позволяет решить задачу о кратчайшем пути из заданной точки в общем случае, когда вес любого ребра может быть отрицательным. Этот алгоритм отличается своей простотой. К его достоинствам также относится то, что он определяет, содержится ли в графе цикл с отрицательным весом, достижимый из заданной точки.

В алгоритме Беллмана-Форда используется ослабление, в результате которого величина $d[v]$, представляющая собой оценку веса кратчайшего пути из заданной точки s к каждой из вершин $v \in V$, уменьшается до тех пор, пока она не станет равной весу кратчайшего пути из s в v . Значение TRUE возвращается алгоритмом тогда и только тогда, когда граф не содержит циклов с отрицательным весом, достижимых из заданной точки.

Для корректного подсчета длин всех кратчайших путей в графе требуется всего $(n - 1)$ итерация, где n -число вершин графа. После этого ни одно ослабление не может гарантированно завершиться улучшением оценки расстояния до какой-либо вершины. Данное утверждение справедливо в случае

отсутствия отрицательного цикла. При его наличии алгоритм Беллмана–Форда сможет бесконечно делать ослабления среди вершин этого цикла и вершин, достижимых из него.

Так как рассмотренный алгоритм Беллмана–Форда прост в реализации, а выявленный недостаток – неэффективность алгоритма на графе с отрицательными путями – нивелируется невозможностью отрицательных путей в поставленной задаче, данный алгоритм можно считать подходящим для решения задачи автоматизации планирования траектории движения судна на локальной акватории.

После того как алгоритм обработки данных выбран, необходимо решить, каким образом граф будет представлять акваторию и как будут присваиваться веса рёбрам графа. Воспользуемся методом, представленным в статье [2]: пусть дана система координат xu , где ось x соответствует географической долготе, а y – широте. Введём множество из N точек p_i с координатами x_i, y_i . p_1 – точка начала движения судна, p_N – конечная точка маршрута. Пусть множество возможных маршрутов судна лежит на плоскости xu внутри квадрата со стороной, равной длине отрезка с вершинами в начальной и конечной точках маршрута (p_1 и p_N соответственно). При этом точка p_1 лежит в середине стороны квадрата, а точка p_N – в середине противоположной стороны (то есть отрезок p_1p_N делит квадрат пополам). Заполним этот квадрат точками так, чтобы они образовывали правильную прямоугольную сетку как на рисунке 1.

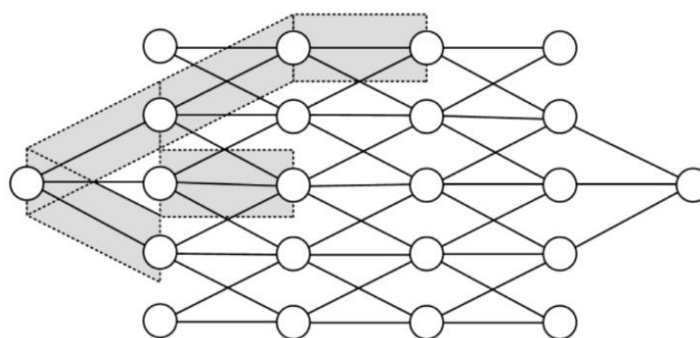


Рисунок 6 - Разбиение акватории вершинами графа

Для определения весов рёбер графа используются ретроспективные данные о трафике на участке акватории, который этот граф моделирует. Вес каждого ребра получается в результате оценки нескольких параметров движения судов. В эти параметры входят: размеры судна, его скорость, курс и координаты расположения в определенный момент времени. Конкретные значения количества вершин графа и максимальной длины ребра определяются исходя из специфики участка акватории, моделируемого этим графом.

Список литературы

1. Чертков А.А. Автоматизация выбора кратчайших маршрутов судов на основе модифицированного алгоритма Беллмана-Форда / А.А. Чертков // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2017. – Т.9. – №5. – С. 1113–1122. DOI: 10.21821/2309-5180-2017-9-5-1113-1122
2. Гриняк В.М., Иваненко Ю.С., Шуленина А.В. Планирование маршрутов судов на основе кластеризации траекторий / В.М. Гриняк, Ю.С. Иваненко, А.В. Шуленина // Материалы 13-й мультиконференции по проблемам управления, Санкт-Петербург, 2020г.

Капитан Д.Ю.^{1,2}, Рыбин А.Е.^{1,2}, Падалко М.А.^{1,2}

ОПТИМИЗАЦИЯ ГИБРИДНОГО АЛГОРИТМА МОНТЕ-КАРЛО

¹Кафедра компьютерных систем ШЕН ДВФУ

²Институт Прикладной Математики, ДВО РАН

¹Научный руководитель - д.ф.-м.н., доцент К.В. Нефедев

В настоящее время большинство исследований в области магнитных носителей информации вызвано удивительным ростом объемов данных. Наиболее популярным методом моделирования различных спиновых структур является алгоритм Монте-Карло [1]. Однако данный алгоритм имеет существенный недостаток: в области фазовых переходов процесс моделирования замедляется.

При низких значениях температуры значение $\beta = \frac{1}{k_B T}$ много больше нуля, и, исходя из формулы 1, вероятность переворота спина стремится к нулю. Это явление называют эффектом критического замедления.

$$P_{flip} = \min\{1, \exp[-\beta\Delta E]\} \quad (1)$$

В работе [2] представлен метод численного моделирования, позволяющий значимо увеличить размеры счетных систем, за счет модернизации классического метода Монте-Карло. Однако, даже гибридный алгоритм имеет свои недостатки – низкую точность решения и относительно медленное достижение термодинамического равновесия в системе.

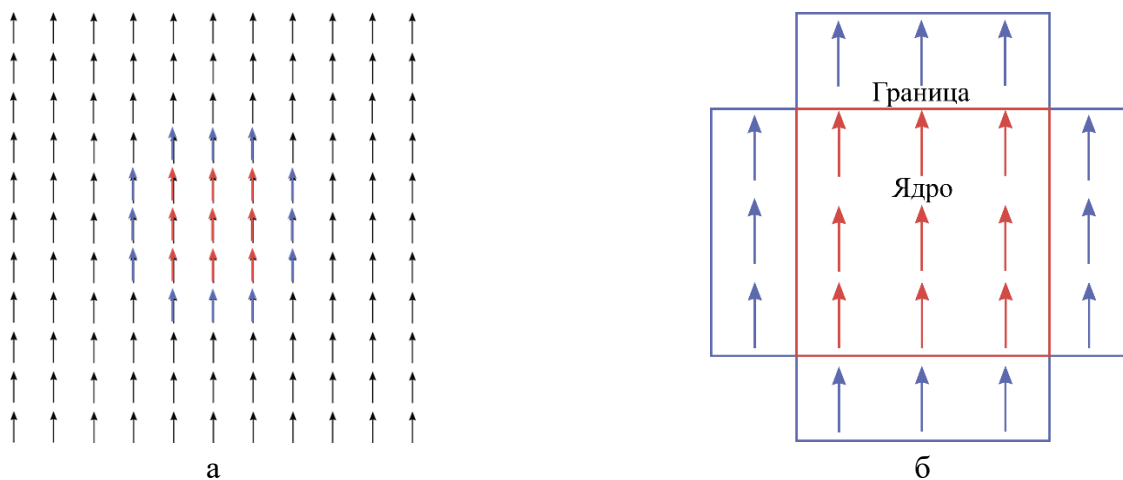


Рисунок 1 - а) Система спинов двумерной модели Изинга. б) Блок для прохода по системе, красным выделены спины входящие в ядро, синим - граничные спины ядра

В данной работе авторы предлагают оптимизированную версию гибридного алгоритма с использованием алгоритма червя [3] для поиска минимумов решетки. Работа этого алгоритма представлена ниже:

1. Создается решетка спинов Изинга с периодическими граничными условиями (т. е. решетка замкнутая)
2. Для каждого спина из решетки определяются соседи
3. Производится первичный расчет энергий
4. Из числа спинов с высокой энергией случайным образом выделяется спин, вокруг которого строится область, состоящая из ядра и границы, где под ядром понимается набор спинов, которые переворачиваются за один Монте-Карло шаг, а граница - соседние спины ядра

5. Рассчитываются энергия и намагниченность всех возможных конфигураций ядра и границы блока спинов полным перебором методом червя с учетом соседей и граничных условий

6. Повторяем шаг 5 до достижения термодинамического равновесия в системе.

Рассмотрим детальнее алгоритм червя. Он базируется на методе высокотемпературного разложения. В его основе лежит выражение статистической суммы через длины всевозможных петель на решетке. В ходе Монте-Карло моделирования связи могут создаваться и уничтожаться. Исходя из этого Монте-Карло-процедуру движения конца червя формулируем следующим образом: выбираем один из двух концов, затем выбираем один из 5 вариантов его перемещения (рис. 2-а,б). Он может двигаться влево, вправо, вниз и вверх (рождение спин-спин связи происходит с вероятностью $W_{+}=\text{th}(-J/T)$ и уничтожение - $W_{-}=1/\text{th}(-J/T)$), перпендикулярно нам (рождение связи спин-поле с вероятностью $W_{+}=\text{th}(-H/T)$ и уничтожение - $W_{-}=1/\text{th}(-H/T)$). Заметим, что петли не могут накрывать друг друга. Поэтому, если в процессе движения конец червя проходит по связи, то она уничтожается, иначе – создается. В расчете участвуют только замкнутые петли.

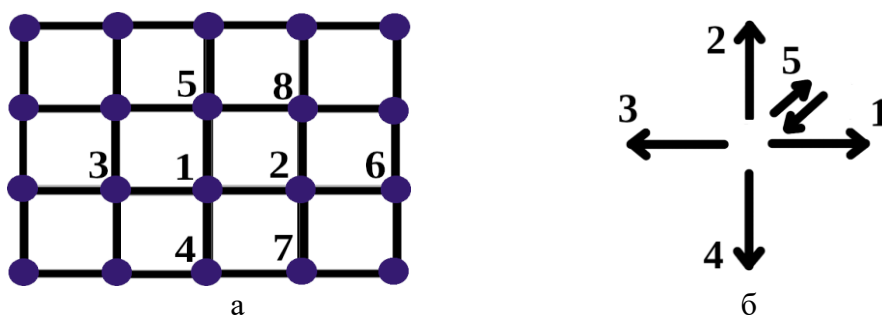


Рисунок 2: а- обозначение спинов в формулах для статистической суммы, б – варианты движения концов червя

Достоинство данного гибридного алгоритма состоит в том, что с помощью него можно вычислять сразу множество свойств магнитных наносистем больших, но конечных размеров, кроме того, алгоритм способен приводить сложные системы спинов Изинга к основному состоянию.

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №0657-2020-0005.

Список литературы

1. Metropolis, N. Equation of state calculations by fast computing machines / N. Metropolis et al. // The journal of chemical physics. – 1953. – Vol. 21. – №. 6. – P. 1087-1092
2. Makarov A., On the Numerical Calculation of Frustrations in the Ising Model / A. Makarov et al. // JETP Letters – 2019. – Vol.110 – p.702-706
3. Boninsegni, M., Prokofev, N. V. and Svistunov, B. V. Worm algorithm and diagrammatic Monte Carlo: A new approach to continuous-space path integral Monte Carlo simulations/ M. Boninsegni, N. V. Prokofev, B. V. Svistunov // Phys. Rev. E, Vol. 74, Iss. 3 — September 2006, 036701.

Савченко М.Е.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА АКТУАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ АВТОДОРОГ СМАРТФОНАМИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель –к.т.н., доцент С.Н. Остроухова

Автомобили стали неотъемлемой частью жизни всех людей в мире. К сожалению, плохое

качество дорог, а также незнание о дорожных препятствиях, которые ждут водителя на дороге, могут испортить поездку или привести к дорожно-транспортному происшествию.

Почти каждый водитель пользуется онлайн картами, чтобы прокладывать нужный маршрут и быть в курсе большинства дорожных событий, но не существует приложений, которые бы предупреждали водителя о состоянии дорожного покрытия и информировали о более безопасном маршруте.

Целью работы является разработка системы мониторинга актуального состояния автодорог смартфонами пользователей. Приложение будет считывать дорожные неровности и предупреждать о них других водителей транспортных средств.

Современные гироскопы и акселерометры, установленные в современных устройствах, обладают отличными характеристиками, высокой точностью считывания вибраций и быстрой скоростью расчета и преобразования измерений. Благодаря этому, их можно использовать для считывания неровностей на дороге, когда телефон находится в автомобиле. Значения датчиков позволяют не только определять наличие неровностей, но и различать их разные виды, что поможет дать полную осведомленность происходящего на предстоящем пути водителю. Например, на рисунке 1 представлены реальные данные с акселерометра телефона, находящегося в автомобиле при переезде двух лежачих полицейских на скорости 20-30 км/ч.



Рисунок 1 – Переезд двух «лежачих полицейских» (скорость 20-30 км/ч)

Таким образом, совокупность всех этих данных, полученных с помощью акселерометра и гироскопа, может дать уникальный отпечаток каждого типа дорожного дефекта. Например:

1. неровная дорога — характеризуется одинаковыми средними колебаниями от датчиков на протяжении долгого периода времени, а также средней скоростью менее разрешенной на данном участке дороги;
2. выбоины — характеризуются одномоментными колебаниями от датчика и резким замедлением перед ней;
3. колейность — характеризуется особенностями данных от датчиков при перестроении транспортного средства;
4. иные особенности дорожного полотна.

Список литературы

1. https://sovtest-ate.com/news/publications/sovremennye-mems_giroskopiy-i-akselometry/ (Сайт о характеристиках современных МЭМС-гироскопов и акселерометров)
2. <https://habr.com/ru/post/460159/> (Статья на «Хабр» с реальными данными акселерометра и гироскопа при движении автомобиля по дорогам разного качества)

Семиречев А.С

ОБУЧАЮЩАЯ СИСТЕМА ДЛЯ НАЧИНАЮЩИХ ИГРОКОВ В НАСТОЛЬНЫЕ ИГРЫ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – ст. преподаватель Лось Р.П.

Для того, чтобы начать играть в настольные карточные игры нужно прочитать правила игры. Обычно это брошюра на 5–20 страниц, в зависимости от сложности игры. Правила крайне важны для понимания игроками механик – использование игровых объектов (карт и др.), хода игры и условий победы – игры, что необходимо для эффективной и интересной игры. К сожалению, иногда правила написаны таким образом что, их чтение и понимание вызывает затруднение, а иногда правила и вовсе доступны только на иностранном (обычно английском) языке.

В связи с этим игроки обращаются к различным ресурсам. Среди таких ресурсов выделяют:

- Сайты настольных игр
- Компьютерные приложения
- Видеоролики
- Игротеки

Подробнее рассмотрим каждый из этих видов ресурсов.

На сайтах настольных игр можно скачать правила к игре, в том числе с последними поправками, а также найти ответы на часто задаваемые вопросы по спорным ситуациям в игре. Недостатком этого ресурса является малая количество информации, недостаточная для того, чтобы играть с нуля, а также необходимость иметь постоянный доступ к интернету.

Компьютерные приложения позволяют игроку посмотреть на игру перед покупкой, а также попробовать поиграть. Но, к сожалению, не каждый персональный компьютер соответствует требованиям этих приложений, либо приложения, которые соответствуют, имеют интерфейс только на иностранном (в основном английском) языке.

Видеоролики хороши тем, что их огромное количество на разных языках. В них рассказывают о правилах игры и показывают игровые объекты, с которым придётся взаимодействовать игроку. Недостатком этого ресурса является то, что в них нет интерактивности и в большинстве случаев человек, до этого не игравший в настольные игры, может не понять некоторых терминов, присутствующих в таких роликах.

Игротеки – это мероприятия в определённых местах, на которых специалисты объясняют правила игр, дают в них поиграть любому желающему, отвечают на вопросы по играм и помогают до полного понимания правил игроком. Данная работа посвящена проблеме обучения игроков настольным играм и созданию обучающей системы.

Система обучения настольным играм должна дать понимание игроку о том, что из себя представляет та или иная настольная игра, то есть показать игровые объекты, объяснить правила игры, предоставить доступ к ответам на вопросы игроков об этой игре и предоставить игроку доступ к недолгой тренировочной партии, а также иметь следующие качества:

- **Универсальность** – такая система должна иметь обширную и актуальную базу настольных игр, чтобы игрок мог получить доступ к любой существующей настольной игре.
- **Эргономичность** – система должна быть удобной в использовании и не трудной в освоении для людей не знакомых с настольными играми.

- **Доступность** – такая система также должна быть доступна в местах, удалённых от больших городов, в которых не проводятся игротеки и где нет постоянного доступа в сеть интернет для описанных выше ресурсов.

Как было описано выше, ни один из существующих ресурсов не обладает всеми вышеперечисленными качествами. В настоящее время ведётся работа по созданию системы, обладающей качествами универсальности, эргономичности и доступности, в виде мобильного приложения.

Синягина А.Д.

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ПРОВЕДЕНИЯ ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ «ОКЕАН ЗНАНИЙ»

Кафедра компьютерных систем ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - к.т.н., доцент Т.В. Горборукова

В современном мире все больше и больше внимания уделяется переносу образовательного процесса в электронные образовательные среды. Это коснулось не только среднего и высшего уровней образования, но дополнительных возможностей, таких как участие в олимпиадах.

Целью данной работы является анализ существующих проблем проведения олимпиады «Океан знаний», которая входит в перечень олимпиад по приказу Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 27.08.2020 №1125 [1], для последующей разработки системы дистанционного проведения олимпиады. Победа или призовое место по профилю в данной олимпиаде дает шанс поступить без вступительных испытаний на любое направление в Дальневосточный федеральный университет (ДВФУ) или воспользоваться льготами другого высшего учебного заведения, согласно правилам приема того учреждения, при условии, что выпускник набрал балл ЕГЭ по профилю не менее 75 баллов [2].

На данный момент известны такие средства проведения олимпиад как:

- 1) Решение заданий самостоятельно – участник скачивает имеющиеся материалы и заполняет их письменно, впоследствии отправляя скан-копии заполненных бланков ответов и иных документов;
- 2) Использование онлайн-опросов для тестирования, таких как Microsoft Forms, Google Forms, Blackboard, Testportal и др.;
- 3) Проведение олимпиад в очном режиме – участники являются в назначенный период и получают контрольно-измерительные материалы в месте проведения, которые используют только во время олимпиады.

Идея дистанционного проведения олимпиады «Океан знаний» является новым сервисом онлайн обучения и подразумевает собой создание проекта удобного портала для потенциальных участников и их родителей/законных представителей, с наличием на портале всех необходимых документов и локальных актов, регулирующих те или иные отношения субъектов олимпиады, а также возможностью использования личного кабинета участника. Данная система предполагает возможности для участников показать свои способности в тех или иных дисциплинах, а для ДВФУ – показать себя как площадку для потенциального поступления на высший уровень образования.

Проведение олимпиады состоит из двух этапов:

- 1) Отборочный этап проводится в дистанционной (заочной) и очной формах, в том числе на региональных площадках.
- 2) Заключительный этап – проводится в очной форме в утвержденные сроки на базе ДВФУ,

ВДЦ «Океан» во время смены «Российский интеллект» и на региональных площадках олимпиады.

К участию в заключительном этапе допускаются победители и призеры отборочных этапов олимпиады. Участие в отборочном этапе в дистанционной форме подразумевает большой риск возникновения обмана со стороны участников олимпиады – процент вероятности «списывания» правильных ответов и решений на задания, представленные на отборочном этапе, очень высок. Одним из способов минимизации списывания является такой инструмент как система дистанционного надзора или прокторинг. Алгоритм прокторинга предназначен для сопровождения процесса территориально удаленного прохождения экзаменов [3]. Он позволяет реализовать организаторам такие действия, как:

- 1) идентификация личности участника – во избежание подмены личности участника;
- 2) контроль действий участника во время проведения той или иной формы аттестации или испытания;
- 3) контроль обстановки, в которой участник находится во время проведения той или иной формы аттестации или испытания;
- 4) подтверждение результатов аттестации или испытания.

Для более наглядного просмотра всех шагов отборочного этапа была составлена схема, по которой необходимо двигаться участнику данного этапа (рис.1).



Рисунок 1 – Алгоритм прохождения участника отборочного этапа олимпиады «Океан знаний»

Далее была рассмотрена подробно содержательная часть алгоритма прохождения участника отборочного этапа олимпиады и возможности его улучшения с целью улучшения и последующей автоматизации этого процесса.

Проведенный анализ показывает, что большинство процессов не автоматизированы на данный момент. Существующий способ проведения подвержен рискам не является окончательно оптимизированным, так как большая часть работы выполняется вручную. Дистанционное проведение олимпиады потребует выполнение следующих этапов, таких как:

- 1) создание портала – удобного сайта, в ходе посещения которого пользователь может зарегистрироваться, ознакомиться со всеми необходимыми материалами и документами, просмотреть архивы и так далее;
- 2) выбор системы дистанционного надзора – прокторинга, который является ключевым моментом в проработке отборочного этапа олимпиады;
- 3) выбор системы тестирования – данная часть является не менее важной для участников и экспертов, которые будут оценивать работы, выполненные во время отборочного этапа;
- 4) проектирование сертификата участника в случае соответствия его баллов статусу победителя или призера отборочного этапа.

Исходя из вышесказанного, компонентный состав дистанционного проведения олимпиады может выглядеть следующим образом (рис.2):

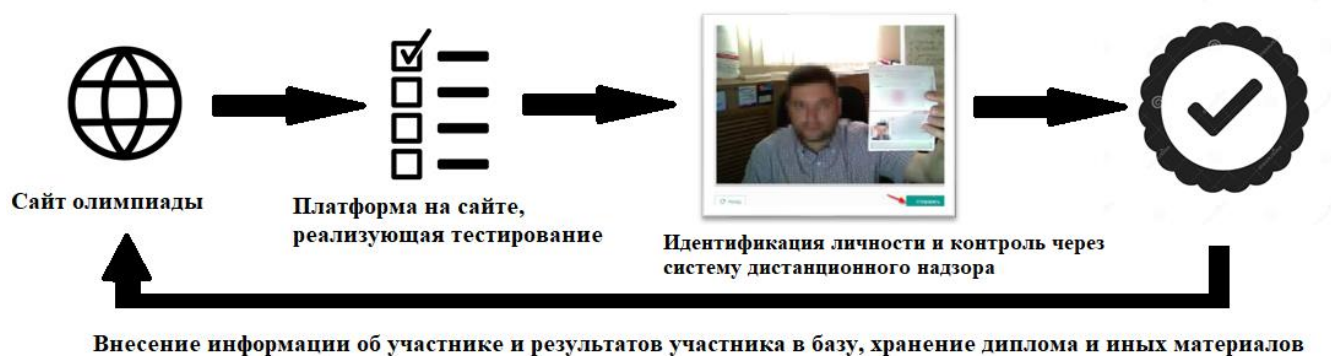


Рисунок 2 – Компонентный состав дистанционного проведения олимпиады

Список литературы

1. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 27.08.2020 № 1125 "Об утверждении перечня олимпиад школьников и их уровней на 2020/21 учебный год" (Зарегистрирован 02.10.2020 № 60193).
2. Официальный портал Олимпиады «Океан знаний» [Электронный ресурс]. <https://www.dvfu.ru/admission/olympic-games-and-the-preparatory-courses/olympics/school-olympiad-ocean-of-knowledge/>
3. Добровинский Д.С., Ловецкий И.В., Попов М.А. - Прокторинг как инструмент развития дистанционного образования. – статья в журнале – материалы конференции. // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. – том 2. – 2018. – С.27-32.

Полеся В.А., Скопецкий А.Г., Шевченко А.В.

КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ОДНОМЕРНОЙ ДИНАМИКИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ РАЗНОМОДУЛЬНЫХ И ПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к. ф.-м. н., доцент О.В. Дудко

С каждым годом повышается потребность в использовании разномодульных и пористых материалов для придания определенных типов жесткости различным конструкциям. Однако экспериментально исследовать все варианты применения конкретных сплавов является ресурсоемким процессом, требующим больших финансовых и временных затрат на проведение экспериментов. Таким образом, использование математических и механико-математических моделей, верифицированных с уже имеющимися экспериментальными данными, является актуальной задачей для получения выводов относительно конкретных материалов на такой основе.

Ввиду сложности механических свойств разномодульных и пористых материалов, задача моделирования механики их деформирования является достаточно сложной, даже если принято предположение об одномерном протекании процесса. Ранее были предложены вычислительные подходы [1], [2] для решения нестационарных краевых задач одномерной динамики разномодульных и пористых сред, однако всякий раз такое решение связано с построением новых систем уравнений и проведением большого количества вычислительных экспериментов. Таким образом, целью настоящей работы является создание программного средства, позволяющего на основе специального вычислительного алгоритма провести полный цикл решений избранного класса краевых задач динамики деформирования разномодульных и пористых материалов. Такое программное средство

должно включать визуализацию задания краевых условий и графическую интерпретацию полученного результата.

Для достижения поставленной цели в работе были поставлены следующие задачи:

- 1) обзор литературы;
- 2) создание онтологии выбранной области исследования;
- 3) постановка задачи с точки зрения программиста;
- 4) разработка спецификации требований к компьютерной системе;
- 5) разработка архитектурной схемы компьютерной системы;
- 6) разработка макета компьютерной системы.

Переходя к разработке программного средства, выделим следующие задачи:

- 1) реализация визуального построения кусочно-линейной аппроксимации нестационарного краевого условия задачи;
- 2) реализация решения системы модельных уравнений с полученным кусочно-линейным краевым условием;
- 3) реализация визуального представления полученного решения.

Каждая из приведенных задач должна быть реализована как программный компонент компьютерной системы.

На основе поставленных выше задач, приведем спецификацию требований к компьютерной системе. Так, это должно быть программное средство, которое:

- 1) позволяет задавать различные краевые условия в графическом виде, а также задавать механические константы материала и параметры первоначального состояния среды;
- 2) решает определенный класс задач – одномерные задачи динамики деформирования разномодульных и/или пористых материалов;
- 3) отображает полученный результат в визуальном и численном виде.

Для решения поставленных задач и удовлетворения перечисленным требованиям к компьютерной системе будет использован уже упомянутый выше специальный вычислительный алгоритм [2], основанный на кусочно-линейной аппроксимации гладких нестационарных краевых условий, а также реализованы алгоритмы, позволяющие выводить входные и выходные данные в графический интерфейс пользователя.

На рисунке 1 представлена предварительная схема для компонент компьютерной системы. На ней изображена последовательность взаимодействий между предположительными компонентами системы, которые соответствуют составленной спецификации требований к системе.

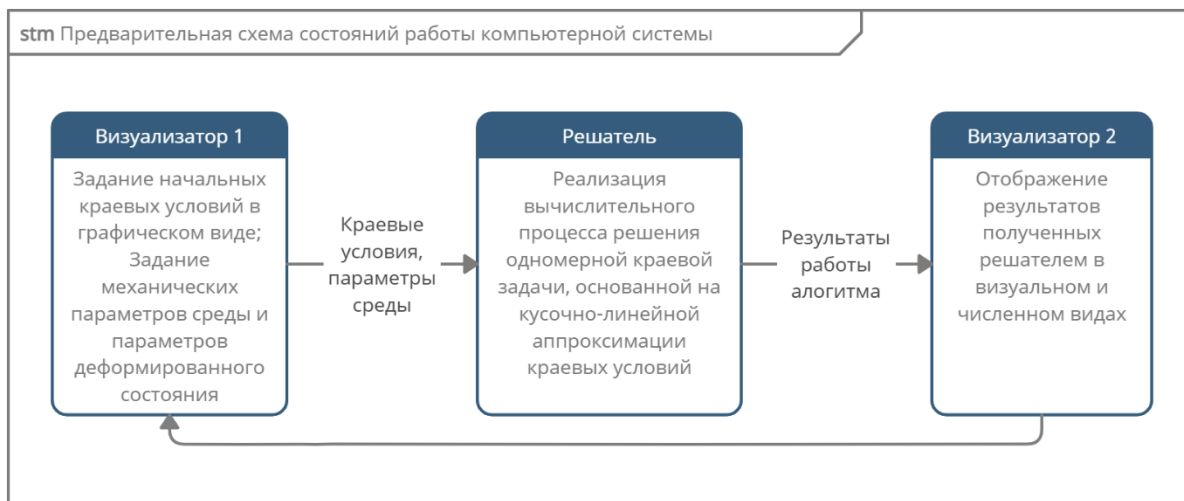


Рисунок 1 – Предварительная схема состояний работы компьютерной системы

Таким образом, в настоящий момент произведен поиск и анализ литературы, определена цель и выделены основные задачи работы, создана краткая онтология программного средства, определены спецификации требований и разработана схема взаимодействия концептуальных модулей будущей компьютерной системы.

Список литературы

1. Дудко О.В., Лаптева А.А., Рагозина В.Е. Нестационарные одномерные динамические задачи разномодульной упругости с кусочно-линейной аппроксимацией краевых условий // Вестник ПНИПУ. Механика. 2019. № 4. С. 5–15.
2. Лаптева А.А., Рагозина В.Е., Дудко О.В. Кусочно-линейная аппроксимация краевых условий и решений в задачах одномерной нестационарной динамики разномодульных упругих сред // Вестник ЧГПУ им. И.Я. Яковлева. Серия: Механика предельного состояния. 2020. №4 (46). С. 36–46.

Азатьян Н.С., Тербушев И.Д.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА СБОРА ДАННЫХ С ОТКРЫТЫХ ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСОВ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – д.т.н., профессор В. М. Гриняк

С ростом объемов морских перевозок растёт интенсивность движения в зонах наиболее оживлённого судоходства, что приводит к повышенному риску возникновения опасных ситуаций. Поскольку объём морского трафика с каждым годом растёт всё больше, возникает острая потребность в его оптимизации.

Для решения данной проблемы, в первую очередь, требуется анализ обстановки на акваториях с наиболее оживлённым движением. Для качественного проведения анализа требуется большой объём структурированных данных с областей, представляющих наибольший интерес для исследователей.

Для сбора подобного рода данных лучшим вариантом будет обратиться к интернет-ресурсам [1], [2]. Есть множество сайтов, которые предоставляют данные о перемещениях судов на акваториях, однако не все из них дают доступ к ретроспективным данным, по крайней мере на бесплатной основе. Поэтому, для удовлетворения потребности исследователей в ретроспективных данных, требуется

создание программы, которая будет получать данные с сайтов и хранить их в удобном для обработки формате.

Данные на сайтах представлены в виде таблиц, содержащих название судна, ИМО, координаты, размеры, флаг, под которым оно идёт, классификация и название порта, куда оно следует. Для проведения анализа достаточно использовать данные о названии, ИМО, координатах и классе судна, остальное не представляет интереса.

Существует несколько методов получения информации с интернет-ресурсов, а именно: отправка Get запросов на сервер, взаимодействие с Restful API сайта и парсинг web страниц. Для того, чтобы воспользоваться первыми двумя методами, необходимо либо знать API сайта, либо иметь знания, позволяющие взаимодействовать с сервером сайта. Поскольку сторонний человек не может обладать подобного рода информацией, единственным вариантом остаётся воспользоваться методами парсинга.

Парсинг – это синтаксический анализ сайтов, который проводит специальная программа или скрипт. Собранная информация представляется в определенном виде, по определенным правилам, алгоритмам и проводится на одном из языков программирования. В ходе парсинга программа получает исходный код страницы, проходит по нему, как по обычным словам и находит некоторые соответствия, которые записаны в её программный код.

Существуют следующие методы парсинга: анализ DOM дерева, парсинг строк, использование регулярных выражений и XML-парсинг. Парсинг строк подходит в случаях, когда все данные предоставляются в виде фиксированного шаблона и значения параметров стандартные, а меняются только их значения. Использование регулярных выражений подходит только для извлечения данных, имеющих строгий формат. Написание парсера, с использованием только регулярных выражений является в корне неправильным подходом, так как в результате может возникнуть много проблем в ходе использования такой программы. С другой стороны, можно использовать регулярные выражения, комбинируя их с другими методами. Написание XML парсера не подходит, так как большинство сайтов, с которых нужно получить информацию реализованы на HTML, а в этом случае программа будет тратить большинство времени на преобразование HTML формата в XML формат, что явно не подходит для написания производительной программы. В сравнении с перечисленными методами анализ DOM дерева подходит больше всего, так как он наиболее универсален и тратит умеренное количество ресурсов системы. Также, для полноты картины, следует рассмотреть уже готовые парсеры [3], [4].

Сейчас существует множество готовых парсеров, однако не все из них бесплатны, или могут работать с конкретными сайтами. Их можно разделить на два типа: десктопные и облачные. По технологии парсеры разделяются на: Браузерные расширения, Надстройки над Excel таблицей и Google таблицы, которые используют формулы IMPORTXML и IMPORTHTML.

Также множество парсеров уже разделены на сферы, для которых они наиболее подходят:

- Парсеры для организаторов совместных покупок.
- Парсеры цен конкурентов
- Парсеры для быстрого наполнения сайтов
- Парсеры для Seo-специалистов

Поскольку уже готовые парсеры обладают большим инструментарием для извлечения нужных данных, их можно было бы применить и для работы с сайтами, на которых размещается информация о передвижениях судов. Но всё же лучшим решением является написание программы, настроенной на работу с конкретными сайтами, поскольку это позволит автоматизировать процесс сбора данных без привлечения стороннего ПО. Для этого существует множество библиотек, работа с которыми позволит

добиться наилучшего результата.

В дальнейшем планируется разработка такого приложения, которое сможет автоматически и с определённой частотой извлекать и обрабатывать данные о перемещениях судов с конкретных интернет ресурсов, а также сохранять эти данные на устройство.

Список литературы

1. Головченко Б.С., Гриняк В.М. Информационная система сбора данных о движении судов на морской акватории // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. 2014. № 2. С. 156-162.
2. Kuzhbanova E.A., Porshnev S.V. Technology for extracting instant coordinates of sea vessels in a selected part of the World Ocean from online maps // Journal of Physics: Conference Series. 2020. Vol. 1679. Pp. 032053.
3. 30+ парсеров для сбора данных с любого сайта [Электронный источник]. – URL: <https://habr.com/ru/company/click/blog/494020/>
4. Как выбрать решение для парсинга сайтов: классификация и большой обзор программ, сервисов и фреймворков [Электронный источник]. – URL: <https://vc.ru/services/158626-kak-vybrat-reshenie-dlya-parsinga-saytov-klassifikaciya-i-bolshoy-obzor-programm-servisov-i-freymvorkov>

Давиденко Д.В., Туреев С.Б.

КОМПЬЮТЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И СРЕДСТВА ПОДДЕРЖКИ ОБРАЗОВАНИЯ В МЕДИЦИНЕ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения, ДВФУ
Научный руководитель – д.т.н., профессор В.В. Грибова

В настоящее время сложилась ситуация, когда объем медицинских знаний удваивается ежегодно, а удерживать все данные в памяти и назначать безошибочное и корректное лечение становится невероятно сложно. Вследствие чего число врачебных ошибок постоянно растет. Врачебная ошибка занимает третье место в рейтинге причин летального исхода.

Основными причинами подобных ошибок можно назвать недостаточную компетентность, дефекты знаний, стандартов, их игнорирование. Также важно отметить, что ранее обучение врачей происходило у «постели больного», а теперь требуется согласие пациента, что приводит к усложнению обучения.

Чтобы уменьшить число врачебных ошибок, необходимо увеличить возможность получения необходимых врачу знаний, усовершенствовать систему обучения по применению знаний в практической врачебной работе. Ввиду широкого распространения информационных и интернет-технологий появилась возможность поддержки решений врача, внедрения принципиально новых методов в учебный процесс, отработки различных практических ситуаций в задачах близким к реальным.

Современное общество находится на таком уровне развития, когда уже необходимо отходить от обучения как заучивания фактов. Эффективным решением может стать использование обучающих систем, которые в последнее время очень активно развиваются и внедряются в высшие учебные заведения [1].

Компьютерные обучающие системы можно разделить на демонстрационные, интерактивные и компьютерные тренажеры.

Одними из наиболее эффективных и инновационных средств обучения являются компьютерные тренажёры. Компьютерный тренажёр – это программа, предназначенная для формирования у обучающихся устойчивых навыков действий в сложных ситуациях и обеспечивающая выполнение нужных для этого функций преподавателя [2].

Типами компьютерных тренажеров являются: электронный программный экзаменатор, демонстрационный тренажер, тренажеры, обучающие распознаванию образов, тренажеры, обучающие работе по алгоритму, тренажеры, обучающие поведению в нестандартных ситуациях, тренажеры, обучающие решению задач с разветвленным деревом допустимых значений.

Внедрение современных, компьютерных технологий в обучение врачей можно охарактеризовать как логичный и необходимый шаг в развитии современного образования в целом. Благодаря компьютерным технологиям, у начинающих специалистов появилась возможность отработать наиболее сложные аспекты своей деятельности, не нанося никакого вреда пациентам.

В настоящее время для обучения и повышения квалификации специалистов в разных сферах образования применяется и активно развивается case-метод (Case Based Learning). Это «исследовательский подход, который используется для глубокого и многогранного понимания сложной проблемы в контексте реальной жизни», который направлен не столько на получение новых знаний, сколько на формирование профессиональной компетентности, умений и навыков мыслительной деятельности [3].

Использование кейс-метода в обучении с помощью интерактивных Web-технологий реальных клинических случаев позволяет моделировать различные клинические ситуаций с использованием современных веб-технологий, в том числе редких клинических случаев с отработкой навыков диагностики и алгоритмов лечения, алгоритмов действий в той или иной клинической ситуации, дает возможность для многократной отработки определенных упражнений и действий по предложенным алгоритмам, обеспечивает индивидуальный подход в подготовке или повышении квалификации медицинских кадров, и как следствие обеспечивает улучшение качества оказания медицинской помощи.

Системы, использующие case-метод: METEOR, Docs'n'drugs, сайт New England Journal of Medicine, сайт Rare Diseases and Scientific Inquiry.

Интеллектуальная система – это взаимосвязанная совокупность средств, методов и персонала, имеющая возможность хранения, обработки и выдачи информации, а также самостоятельной настройки своих параметров в зависимости от состояния внешней среды (исходных данных) и специфики решаемой задачи [4]. Интеллектуальные обучающие системы в ряде направлений имеют значительные преимущества перед существующими методами обучения в медицине. Студенты могут практиковаться без последствий для реальных пациентов в среде, смоделированной интеллектуальной системы. В этой среде, обучающая система предлагает постоянную обратную связь и помощь, направленную на эффективное овладение материалом. Постоянно контролируя и поддерживая представление о том, как студент прогрессирует, система может адаптироваться для обеспечения индивидуализации обучения. Примером интеллектуальной обучающей системы является ReportTutor (SlideTutor).

Системы, помогающие врачам в назначении лечения, можно разделить на три основных класса [5]: экспертные системы, основанные на знаниях (SPELTA, RTP-DSS, IndiGO), системы на основе методов машинного обучения (IBM Watson.) и медицинские информационные системы (Aarogya, Caresoft Hospital Information System, Medstar HIS, MMI Mediface, Clinical Rules, Droice Labs, ISABEL, Litmusdx).

На текущий момент существует множество разнообразных компьютерных систем и средств поддержки образования в медицине, однако еще не созданы такие программные решения, которые были бы ориентированы на широкий спектр заболеваний и помогали бы врачу назначить лечение с учетом персональных особенностей пациента. Таким образом, работа по созданию подобных средств является действительно актуальной задачей, которая позволит выйти образованию в сфере медицины на качественно новый уровень.

Список литературы

1. Хачатурова С.С. Необходимость использования электронных обучающих систем для повышения качества учебного процесса // Проблемы современной науки и образования. – 2016. – № 11(53). – С. 61–63.
2. Поляк В.Е. Компьютерные тренажеры и интерактивные электронные технические руководства: как их использовать в учебном процессе? [Электронный ресурс]/ URL: nito.rsvpu.ru/files/nito2013/presentations/Поляк.pps
3. Crowe S., Cresswell K., Robertson A., Huby G., Avery A., Sheikh A. The case study approach. // BMC Medical Research Methodology. 2011 June 27.
4. Козлов А.Н. Интеллектуальные информационные системы
5. Грибова В.В., Окунь Д.Б., Ковалев Р.И. Специализированная оболочка для построения интеллектуальных систем назначения медикаментозного лечения.

Устюгов И.Ф.

СИСТЕМА ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ВНУТРИ ПОМЕЩЕНИЙ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ДАННЫХ WI-FI И BLUETOOTH

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель - д.т.н., доцент В. М. Гриняк

На сегодняшний день существует множество решений задачи определения местоположения объекта в пространстве. Самые популярные из них – решения, применяющие технологии спутниковой системы навигации, среди которых наиболее распространены GPS и ГЛОНАСС, так как именно они обеспечивают полное покрытие и бесперебойную работу для всего земного шара.

Однако задачу нахождения местоположения объекта внутри зданий и закрытых сооружений такие технологии решают с трудом, так как спутниковая система навигации в подобных местах практически недоступна. Более того, эта система может оценивать высоту объекта над поверхностью земли лишь с небольшой точностью по сравнению с долготой и широтой, следовательно, проблема этажей не рассматривается вовсе.

В связи с этим для решения такого рода задач применяется локальная система внутреннего позиционирования, или Indoor positioning system. Ключевой вопрос, требующий тщательного изучения – точность позиционирования в реальных условиях применения и способы её повышения.

Технологий, применяемых для реализации систем позиционирования внутри помещений достаточно много: камера, инфракрасное излучение, тактильные системы, звук, RFID и множество других. Но самые наиболее часто используемые на практике лишь две – Wi-Fi и Bluetooth [1], [2].

Технически система позиционирования внутри помещений может быть реализована следующими методами Wi-Fi:

1. Методы, основанные на построении модели распространения сигнала. Примером такой

модели может быть модель Мотли-Кинана, о которой будет сказано далее.

2. Методы, базирующиеся на идеях теории классификации: детерминистские методы, которые используют методы группы ближайшего соседа, и вероятностные методы, применяющие теорему Байеса.

На практике основными методами, применяемыми при решении задачи локального позиционирования с использованием WiFi-сетей, являются:

1. Модель Мотли-Кинана. Является классической моделью распространения Wi-Fi сигнала:

$$RSS(d) = RSS(d_0) - 10 * a * \log(d/d_0),$$

где $RSS(d)$ – мощность сигнала (RSS – Received Signal Strength), определяемая устройством на расстоянии d от точки доступа; $RSS(d_0)$ – мощность сигнала, измеренная на расстоянии d_0 от точки доступа; a – коэффициент, учитывающий распространение сигнала Wi-Fi в окружающей среде.

2. Модифицированный метод k -ближайших соседей. Определяет оценку местоположения объекта как взвешенное значение центра масс фигуры – центроида.

3. Наивный байесовский классификатор. Основан на применении теоремы Байеса. Оценка местоположения объекта получается путем определения максимума апостериорной вероятности местоположения объекта.

Улучшением технического решения проблемы может служить как одновременное использование нескольких методов позиционирования, так и одновременное использование нескольких беспроводных технологий. Подробнее о последнем: решением повышения эффективности системы позиционирования может быть установление дополнительных стационарных источников, использующих беспроводную технологию BLE (Bluetooth Low Energy).

Одной из задач, которая может быть решена с помощью методов Indoor-навигации, может быть улучшение системы пожарной безопасности в помещении.

Данная система может помочь определить количество и местонахождение людей в случае возникновения пожара в здании. Это может быть реализовано при условии, что каждый человек в здании будет иметь при себе устройство, в наличии которого есть технологии Wi-Fi и/или Bluetooth. Самым простым примером такого устройства является смартфон, который каждый из нас использует в повседневной жизни.

Данные с датчиков, к которым подключены устройства людей, будут поступать на монитор оператору службы пожарной безопасности, который получит возможность увидеть, где именно расположены устройства, учитывая при этом возможную погрешность данных, принимаемых с датчиков. Кроме того, система позволит выводить на экран количество устройств, подключенных к датчикам в данный момент. Все собранные данные оператор сможет передать пожарным, которые в свою очередь получат возможность скорректировать свои действия в случае необходимости.

Список литературы

1. Фальков Е.В., Романов А.Ю. Применение маячков Beacon и технологии Bluetooth Low Energy для построения систем навигации в зданиях // Новые информационные технологии в автоматизированных системах. 2015. №18. С. 62-65.

2. Филаретов Г.Ф., Ассур О.С. Разработка комплексного метода позиционирования объектов по данным беспроводных сетей Wi-Fi и устройств BLE (Bluetooth Low Energy) // Известия института инженерной физики. 2015. №2(36). С. 2-10.

3. International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation [сайт]. URL: <https://ipin-conference.org>.

Федоренко Д.А.

ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ИСПРАВЛЕНИЯ АКЦЕНТА У НОСИТЕЛЕЙ КИТАЙСКОГО ЯЗЫКА
Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель - д.т.н., профессор И.Л. Артемьева

Со стремительным развитием мира большинство регионов стали оживленной площадкой для международного сотрудничества и межкультурной коммуникации. В мире сформировалось мультикультурное, полилингвальное пространство, внутри которого общение происходит на языке-посреднике – английском, который является неродным для большинства людей [1]. В процессе общения между представителями разных стран неизбежно происходит взаимовлияние родного языка и языка-посредника друг на друга, вследствие чего появляется акцент, это явление в лингвистике называется интерференцией.

Сейчас для изучения иностранного языка и для избавления от акцента все более популярными становятся автоматизированные тренажеры, которые позволяют практиковать иностранный язык в любое время и в любом месте, без использования услуг репетитора и носителя изучаемого языка, которые могут стоить довольно дорого.

В данный момент существует множество автоматизированных тренажеров для избавления от акцента, например, наиболее популярными являются следующие:

- 1 One Stop English.
- 2 Cambridge English Online.
- 3 Visi Speech.
- 4 Irbis Lab.

Среди этих тренажеров есть те, которые предлагают обучение в игровой форме, у некоторых систем есть возможность сравнения своего произношения с правильным вариантом, произнесенным носителем языка, а также есть графические представления артикуляции. Однако, практически все тренажеры не предоставляют возможности проверки правильности произношения, а также ни один тренажер не ориентирован на носителей азиатских языков. Это обуславливается тем, что в данных системах не уделяется внимание фонетическим и артикуляционным особенностям языка, родного для обучающегося.

Из всего вышесказанного можно сделать вывод о необходимости создания автоматизированного тренажера для исправления китайского акцента в английском речи.

Для определения акцентированной речи могут быть получены различные характеристики акцента речевого сигнала [3]. Эти характеристики можно разделить на временные особенности (длительность озвучивания, средняя длительность слова), частотные характеристики и образцы интонации, и все они могут быть полезны для обнаружения акцентированной речи. Извлекая информацию об акценте из речевого сигнала и используя эту информацию для независимой системы распознавания, можно улучшить автоматическое распознавание речи.

Однако, для распознавания акцента необходимо иметь обширную базу надиктованных текстов или слов от носителей языка, чтобы в дальнейшем программа могла оценить прогресс обучающегося и высказать предположения о наличии либо отсутствии у него акцента.

Наиболее эффективными и распространенными методами выделения характеристик звукового сигнала являются следующие методы [4]:

- 1 MFCC (Mel-Frequency Cepstral Coefficients).
- 2 LPCC (Linear Predictive Cepstral Coefficients).

3 PLP (Perceptual Linear Predictive).

Для того чтобы программная система смогла определить акцентное произношение слов пользователем её необходимо определенным образом обучить. С этой стороны задача определения акцента сводится к задаче распознавания речи (или же распознавания образов). Так, системе необходимо указать что является акцентным произношением слова, а что – нет.

Для распознавания человеческой речи можно использовать следующие алгоритмы [2]:

- 1 динамическое трансформирование времени;
- 2 скрытая Марковская модель;
- 3 нейронные сети.

Список литературы

- 1 Лукина Е. М. Обучение произношению языка-посредника с опорой на родной язык (на примере разработки автоматизированного тренажёра для устранения акцента в китаизированном английском). // Филологические науки. Вопросы теории и практики / Тамбов: Грамота. - 2016. № 5 (59): в 3-х ч. Ч. 1. - С. 107-111.
- 2 Хеин Мин Зо. Алгоритмы динамического программирования в распознавании речи // Auditorium. - 2017. № 4 (16). - С. 48-52.
- 3 Колесникова Д.С. Применение современных технологий распознавания речи при создании лингвистического тренажера для повышения уровня языковой компетенции в сфере межкультурной коммуникации // Колесникова Д.С., Рудниченко А.К., Верещагина Е.А., Фомина Е.Р. - Вестник евразийской науки, том. 9. – 2017. № 6 (43). - С. 17.
- 4 Кравченко К.В. Автоматизированная система дикторонезависимого голосового русскоязычного управления операционной системой Windows // Кравченко К.В., Дьяченко Р.А. - Современные проблемы науки и образования. 2012. № 3. - С. 115.

В.Н. Харитонов¹, Ж.Ж. Намсараев¹, А.В. Огнев¹, А.С. Самардак¹, Р.В. Бризицкий²
**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ТРЕКИНГА НА ОСНОВЕ ДАТЧИКОВ МАГНИТНОГО
ПОЛЯ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ ПАРКИНСОНА**

¹Кафедра низкоразмерных структур ШЕН ДВФУ

²Кафедра информатики, математического и компьютерного моделирования ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель – д.ф.-м.н, доцент Огнев А.В.

Одну из ключевых ролей при диагностике болезни Паркинсона (паркинсонизма) играет выявление признаков гипокинезии – снижения двигательной активности [1].

В данной работе предпринимается попытка создать систему трекинга, позволяющую произвести с достаточно высокой скоростью и точностью оценку мелкой моторики рук и тремора пациентов при диагностике болезни Паркинсона по показаниям таких сенсоров как акселерометр, гироскоп и магнитометр.

Для работы с данными MEMS-сенсоров был реализован метод считывания показаний на базе микроконтроллера ESP32, включающий в себя применение к выходным данным датчиков полосового фильтра, позволяющего установить частоты среза для установления ограничений как сверху, так и снизу. Кроме того, данный тип микроконтроллеров позволяет осуществлять отправку данных посредством беспроводных сетей типа Wi-Fi или Bluetooth.

Используемый датчик ICM-20948 представляет совокупность нескольких сенсоров. Каждый из этих сенсоров имеет погрешность измерения ускорения, угла наклона и магнитного поля. Перед тем как производить расчеты величин, необходимых для решения задачи трекинга, проводилась калибровка сенсоров используя алгоритмы [6], [7].

Вычисление координат по методу магнитного трекинга проводится с использованием формул для расчета в точке пространства вектора индукции магнитного диполя, создаваемого диполем [2].

В результате работы разработанной системы трекинга производилось отслеживание перемещения MEMS-сенсора в одно-, двух- и трехмерном случаях.

Для оценки относительной ориентации сенсора в поле одного диполя был применен фильтр Маджевика, уточняющий углы гироскопа по совокупности таких показателей как данные акселерометра, гироскопа и магнитометра. Для того, чтобы данные трекинга были актуальны при любом характере вращения, применяется метод матричных преобразований показаний датчиков. Результат работы разработанного метода трекинга в случае стационарно установленного источника магнитного поля и в случае, когда источник поля располагается непосредственно на кисти, показаны на рисунках 1 и 2 соответственно.

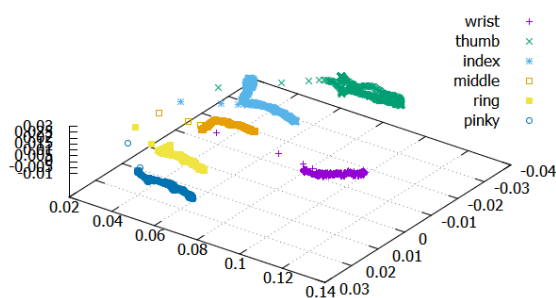


Рисунок 1 – Результат трекинга относительно стационарно установленного источника магнитного поля

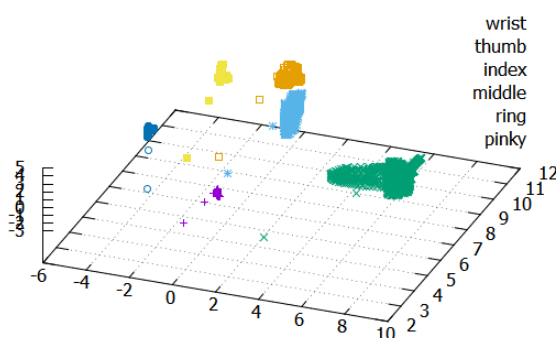


Рисунок 2 – Результат работы трекинга относительно источника поля, установленного на отслеживаемой конечности

После того как определены ориентация и пространственное положение датчика, полученные данные использовали для визуализации процесса перемещения в виртуальной среде UNITY 3D.

Для управления виртуальной моделью предлагается использовать метод FABRIK. Алгоритм данного метода является открытым и широко применяется в сфере управления роботизированными манипуляторами. Данный метод так же позволяет достаточно гибко настраивать ограничения движения сегментов.

Разработанный прототип был апробирован на тестах, применяемых для диагностики состояния пациентов с болезнью Паркинсона. Показано, что используемые аппаратные решения и методы

определения положения сенсоров, в совокупности с методом обратной кинематики работает быстро и позволяет регистрировать мелкую моторику пациентов с восстановлением положения сегментов кисти пациентов. Дальнейшие работы направлены на разработку алгоритмов анализа получаемого массива данных с целью предоставления объективной оценки эффективности терапии болезни Паркинсона.

Авторы данной работы выражают признательность Минобрнауки России за финансовую поддержку по госзаданию (0657-2020-0013) и Фонду содействия инновациям за финансовую поддержку по гранту (360ГУЦЭС8-D3/56664).

Список литературы

1. Fox S. H., Katzenschlager R., Lim S. Y. et al. The Movement Disorder Society Evidence-Based Medicine Review Update: Treatments for the Motor Symptoms of Parkinson's Disease // *Mov. Disord.* 2011; 26 (Suppl 3): p 2–41.
2. Hui-Min Shen, ICIRA 2017: Intelligent Robotics and Applications, China, 2017 p. 428-437.
3. S.O.H. Madgwick, An efficient orientation filter for inertial and inertial/magnetic sensor arrays, 2010. p. 1-32.
4. Accelerometer data filtering [Электронный источник] – URL: https://www.unige.ch/cisa/wiki/lib/exe/fetch.php?media=psychophysiology:accelerometer_data_filtering.pdf.
5. Andreas Aristidou, Joan Lasenby, Elsevier Inc 2011: FABRIK: A fast, iterative solver for the Inverse Kinematics problem.
6. G. Artese, A. Trecroci, Calibration of a low cost mems ins sensor for an integrated navigation system.
7. Bin Fang, Wusheng Chou and Li Ding, International Journal of Advanced Robotic Systems, 2014: An Optimal Calibration Method for a MEMS Inertial Measurement Unit.

Чуйко М.Ю.

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА ГЕНЕРАЦИИ 2D УРОВНЕЙ

Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – старший преподаватель Р.П. Лось

Игры важны для общества и с каждым годом всё сильнее влияют на него. Согласно исследованию аналитической компании DFC Intelligence к середине 2020 года количество людей, так или иначе увлекающихся видеоиграми, перевалило за три миллиарда [1]. Это больше трети населения всей планеты, на которые активно воздействуют игры, в которые они играют.

В индустрии игр всё большее место занимает идея автоматической генерации контента. Процедурная генерация контента используется в огромном количестве современных игр. Генерация с помощью алгоритма позволяет сэкономить деньги и человеческие ресурсы, отдав часть работы на откуп программе, что особенно критично для игровых компаний, находящихся в суровой реальности бизнеса и маленьких независимых студий [2].

Также идея системы, которая подстраивает игру под каждого игрока давно интересует сообщество разработчиков. Рассматривая эту тему, инди-разработчик Хизер Робертсон выступила на GDC 2018. В нём она продемонстрировала, что данный подход способен сделать игру более захватывающей и интересной для игрока, а значит и более выгодной для издателя [3].

Однако даже сейчас очень мало примеров игр, которые активно используют систему адаптации

к игроку. В ходе исследовательской работы было выяснено, что эту проблему может решить внедрение подобных систем в индустрию инди-игр. Инди-игры - компьютерная игра, созданная отдельным разработчиком или небольшим коллективом без весомой финансовой поддержки издателя компьютерных игр. Такие игры оказывают большое влияние на всю индустрию. Так один создатель модов придумал режим игры, который в итоге получил название «Battle Royale» в 2017 году перевернул игровую индустрию. [4] Игры от крупных издателей начали вводить этот режим в свои продукты. Можно сказать, что инди-проект стал для них ориентиром и убедил в успешности идеи.

Отсюда следует вывод, что, если бы инди разработчики могли легко реализовать идею адаптивной игры, выпускать с ней интересные проекты, то вся индустрия охотнее занималась внедрением этой идеи в дорогостоящие проекты, тем самым реализовывая её преимущество для всей индустрии. Для этого необходимо понять, что мешает инди-разработчикам внедрять процедурную генерацию и заниматься разработкой адаптивных уровней.

В ходе работы были рассмотрены самые распространённые способы реализации процедурной генерации уровней в инди индустрии. Таблица

Таблица

Распространённые методы процедурной генерации 2D уровней

Методы	BSP	Шум Перлинга	Простой алгоритм
Простота реализации метода генерации	+	-	+
Разнообразие уровней	+	+	-
Затраты на доработку уровней	-	-	+
Применимость к различным жанрам 2D игр	-	+	+
Учёт действий игрока при генерации уровня	-	-	-

Также в ходе исследования не было обнаружено ни одного ПО, облегчающее работу с процедурной генерацией и автоматизирующее создание адаптивных систем генерации 2D уровня. Популярны игровые движки, такие как Unity, Unreal и Godot также не обладают вышеупомянутым софтом.

В результате проведённого исследования сделаны следующие выводы: 1. Индустрия игр становится всё важнее для общества. 2. Инди игры имеют сильное влияние на индустрию игр. 3. Не существует общеизвестных методик, подходов к реализации систем процедурной генерации 2D уровней. 4. Адаптивная генерация уровней перспективная, но малоизученная концепция 5. Необходимо разработать ПО, позволяющее автоматически создавать системы адаптивной генерации 2D уровней и упрощающее внедрение методов процедурной генерации в игру.

В дальнейшем планируется разработать плагин к Unity 3D, для облегчения работы с методами процедурной генерации и автоматизации создания системы адаптивных 2D уровней.

Список литературы

1. Исследование: число увлекающихся видеоиграми людей превысило 3 миллиарда [Электронный источник] - URL: <https://dtf.ru/gameindustry/189500-issledovanie-chislo-uvlekaushchihsya-videoigrami-lyudey-prevysilo-3-milliarda>
2. Процедурная генерация, её история, проблемы и невероятные креативные возможности [Электронный источник] - URL: <https://kanobu.ru/pub/436865/>
3. Level Design Workshop: Procedural Regeneration: Matching the World to the Player [Электронный источник] - URL: <https://www.youtube.com/watch?v=rf4VaRldwOY>.

4. Важность инди для игровой индустрии [Электронный источник] - URL:
<https://dtf.ru/games/75439-vazhnost-indi-dlya-igrovoy-industrii>

Раздел V КЛЕТОЧНАЯ БИОЛОГИЯ, МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ, БИОХИМИЯ И ГЕНЕТИКА

Власенко А.Е.¹, Кузнецов В.Г.^{1,2}

ПРОТЕО-ТРАНСКРИПТОМНЫЙ АНАЛИЗ ПЕПТИДНЫХ ТОКСИНОВ СЕКРЕТА НЕМЕРТИН *KULIKOVIA ALBOROSTRATA* И *CERHALOTHRIX CF. SIMULA*

¹Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского (ННЦМБ ДВО РАН)

²Кафедра клеточной биологии и генетики ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель - к.б.н., с.н.с. Т.Ю. Магарламов

Немертины – тип преимущественно хищных морских червей, включающий около 1200 видов [3], которые подразделяются на три основные группы: палео-, гоппонементины и пилидиофора. Немертины используют токсины различной природы для защиты и нападения. К ним относятся токсины пиридинового ряда, тетродотоксин (ТТХ) и его аналоги, а также пептидные токсины [1]. Существует тенденция, согласно которой пиридиновые токсины характерны для гоппонемертин, пептидные токсины специфичны для немертин класса пилидиофора, а ТТХ и его аналоги обнаруживаются у всех трех классов немертин, однако, наибольшая концентрация и разнообразие ТТХ и его аналогов характерны для видов класса палеонемертин. Выделение и детекция токсинов всех описанных типов является трудоемким процессом, осложняющим проведение обширных скринингов. В последнее время вследствие стремительного развития технологий секвенирования становится популярным транскриптомный подход анализа генов, что в совокупности с протеомным анализом дает достоверную картину состава пептидных токсинов.

В настоящей работе исследовалось содержание пептидных токсинов в ТТХ-содержащем секрете немертин *Kulikovia alborostrata* (пилидиофора) и *Cephalothrix cf. simula* (палеонемертин) посредством использования комбинации методов матрично-активированной лазерной десорбции/ионизации масс-спектрометрии с времяпролетным масс-анализатором (MALDI TOF/TOF) и секвенирования транскриптома на платформе MinION Oxford Nanopore. Исследование включало следующие этапы: (1) – стимуляция немертин, сбор секрета; (2) – экстрагирование белков из образцов секрета; (3) – анализ белков секрета методом MALDI TOF/TOF; (4) – выделение РНК немертин, синтез кДНК; (5) – подготовка библиотеки кДНК, секвенирование на платформе MinION Oxford Nanopore; (6) – биоинформатический анализ, идентификация пептидных токсинов.

Сопоставление результатов транскриптомного и протеомного исследования секрета немертин позволило выявить новые для данных видов пептидные токсины. Так, у немертины *C. cf. simula* в секрете впервые был обнаружен neurotoxin B-II, ранее выделенный из гетеронемертин *Cerebratulus lacteus* [4]. Из секрета немертины гетеронемертин *K. alborostrata* был выделен nemertide alpha-1 – токсин *Lineus longissimus*, также принадлежащего к гетеронемертинам [2], а также U-actitoxin-Avd3q – токсин актинии *Anemonia viridis*, ген которого был ранее обнаружен в геноме гетеронемертин *Notospermus geniculatus* [5]. Полученные данные впервые позволили сделать вывод о возможности содержания пептидных токсинов у немертин, принадлежащих к классу палеонемертин, а также у ранее неисследованных гетеронемертин. Кроме того, факт наличия в секрете немертин наряду с ТТХ, являющимся блокатором потенциал-зависимых натриевых каналов, токсинов отличной природы, действующих на другие мишени, может говорить о существовании нескольких механизмов защиты немертин, специфично направленных на отпугивание разных типов организмов.

Список литературы

1. Göransson, U. The toxins of nemertean worms / U. Göransson, E. Jacobsson, M. Strand, H.S. Andersson // *Toxins (Basel)*. – 2019. – Vol. 11. – P. 1–36.
2. Jacobsson, E. Peptide ion channel toxins from the bootlace worm, the longest animal on Earth / E. Jacobsson, H.S. Andersson, M. Strand, S. Peigneur, C. Eriksson, H. Lodén, M. Shariatgorji, P.E. Andrén, E.K.M. Lebbe, K.J. Rosengren, J. Tytgat, U. Göransson // *Scientific Reports*. – 2018. – Vol. 8, № 1. – P. 4596.
3. Kajihara, H. Checklist of nemertean genera and species published between 1995 and 2007 / H. Kajihara, A.V. Chernyshev, S.C. Sun, P. Sundberg, F.B. Crandall // *Species Divers.* – 2008. – Vol. 13, № 4. – P. 245–274.
4. Kem, W.R. Purification and characterization of a new family of polypeptide neurotoxins from the heteronemertine *Cerebratulus lacteus* (Leidy) / W.R. Kem // *J. biol. Chem.* – 1976. – Vol. 251. – P. 4184-4192.
5. Luo, Y.J. Nemertean and phoronid genomes reveal lophotrochozoan evolution and the origin of bilaterian heads / Y.J. Luo, M. Kanda, R. Koyanagi, K. Hisata, T. Akiyama, H. Sakamoto, T. Sakamoto, N. Satoh // *Nat Ecol Evol.* – 2018. – Vol. 2, № 1. –P. 141-151.

Волконская В.В.^{1,2}, Огнева З.В.¹, Киселев К.В.¹

ВЛИЯНИЕ ВНЕШНЕЙ ОБРАБОТКИ СТИЛЬБЕНАМИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ АРАБИДОПСИСА К УЛЬТРАФИОЛЕТОВОМУ ОБЛУЧЕНИЮ

¹ФНИЦ Биоразнообразия ДВО РАН, Владивосток, Россия

²Кафедра биохимии, микробиологии и биотехнологии ДВФУ, Владивосток, Россия;

Из-за прикрепленного образа жизни растения подвергаются воздействию многих стрессовых воздействий, таких как засоление почв, высокие и низкие температуры, засуха и ультрафиолетовое облучение (УФ). Вред чрезмерного нахождения растений под УФ: преждевременное увядание растений, малая урожайность, ожоги листьев, отсутствие роста. Для снижения негативного воздействия УФ растения выработали ряд защитных стратегий. Так, изменения в анатомии листьев (в частности, толщины и пигментации) защищают фотосинтетический аппарат от избытка УФ. Однако эти механизмы обычно сокращают количество поглощаемой листом фотосинтетически активной радиации и поэтому снижают фотосинтез. Другой подход: синтез в клетках растений полиаминов, белков с антиоксидантной функцией, аскорбата, глутатиона и широкого спектра вторичных метаболитов, которые характерны в большей степени именно для растений. Среди вторичных метаболитов растений показано, что содержание стильбенов и флавоноидов резко увеличивается при обработке УФ [3].

Стильбены растений – это фенольные соединения с ценными биологически активными свойствами. К стильбенам относят несколько веществ, но *транс*-резвератрол (или *транс*-ресвератрол) является ключевым, потому что он чаще всего встречается в природе и его свойства лучше изучены [1]. Ранее никто не показывал прямое защитное действие стильбенов против УФ. Участие стильбенов в защите от УФ предположено на основе многочисленных данных, которые говорят, что содержание стильбенов резко увеличивается после обработки УФ. Поэтому целью данной работы было исследование влияния экзогенной обработки стильбенами и предшественниками фенольных соединений на устойчивость растений арабидопсиса *Arabidopsis thaliana* L. к УФ облучению.

Показано, что нанесение с помощью пульверизатора водных растворов *транс*-резвератрола (1 и 5 мМ) значительно увеличивало выживаемость листьев *A. thaliana*, в то время как защитное действие других стильбенов и предшественников фенольных соединений было менее значимым [2]. Таким

образом, впервые с помощью прямого нанесения стилибенов на листья растений показано их защитное действие против УФ. Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (19-316-90004).

Список литературы

1. Yu, C.K.Y. Constitutive accumulation of cis-piceid in transgenic arabidopsis over expressing a sorghum stilbene synthase gene / C.K.Y. Yu, C.N.W. Lam, K. Springob, J. Schmidt, I.K. Chu // *Plant Cell Physiol.* - 2006. – Vol. 47. – P. 1017-1021.
2. Dubrovina, A.S. Regulation of stilbene biosynthesis in plants / A.S. Dubrovina, K.V. Kiselev // *Planta.* – 2017. - Vol. 346. - P. 597-623.
3. Aleynova, O.A. Stilbene accumulation in cell cultures of *Vitis Amurensis* Rupr. overexpressing VaSTS, VaSTS7 genes / O.A. Aleynova, V.P. Grigorchuk, A.S. Dubrovina, V.G. Robin, K.V. Kiselev // *Plant Cell Tiss. Organ Cult.* - 2016. – Vol. 125. - P. 329-339.

Калинина К.А.¹, Шуменко П.Г.²

НОВЫЕ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *CRYPTOCOTYLE* (TREMATODA: OPISTHORCHIIDAE)

¹Кафедра клеточной биологии и генетики ШЕН ДВФУ

²Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН

²Научный руководитель - к.б.н, с.н.с. ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, доцент департамента медицинской биологии и биотехнологии ШБМ ДВФУ Ю.В. Татонова

Представители рода *Cryptocotyle* Lühe, 1899 являются паразитами рыбоядных птиц и млекопитающих [5]. В настоящее время род насчитывает около 10 видов, валидность большинства из которых подтверждена морфологическими данными [2]. Несмотря на то, что виды этого рода широко распространены в мире, они мало изучены на молекулярном уровне, о чем говорит доступность молекулярных данных только для четырех видов: *Cryptocotyle lata*, *C. dominicana*, *C. concava* и *C. lingua* [1,2,3,5]. Поэтому в данной работе были проанализированы генетические данные для двух новых видов, *Cryptocotyle* sp. 1 и *Cryptocotyle* sp. 2, а также получены новые нуклеотидные последовательности для вида *C. lata*. В работе был проведен анализ филогенетических реконструкций, построенных с использованием маркеров ядерной ДНК (ген 28S рРНК, ITS2 рДНК) с привлечением данных из генного банка NCBI [4] и изучены длинные (около 30 п.н.) повторы, найденные на участке ITS1 рДНК.

Из анализа полученного материала выяснено, что на всех филогенетических реконструкциях представители рода *Cryptocotyle* формируют отдельный кластер. Это хорошо прослеживается на деревьях, построенных на основе маркера ITS2 рДНК, где внутри рода *Cryptocotyle* выделяются две группы: первая включает виды *C. lingua*, *C. dominicana* и *Cryptocotyle* sp. 2, а вторая – *Cryptocotyle* sp. 1 и *C. lata*. На другом дереве, построенном на основе нуклеотидных последовательностей гена 28S рРНК, где также можно выделить отдельный кластер для изучаемого рода, виды *Cryptocotyle* sp. 1 и *C. lata* формируют отдельную ветвь. По отношению к образовавшейся отдельной ветви виды *Cryptocotyle* sp. 2 и *C. lingua* являются внешними (вид *C. lingua* занимает базальное положение).

При изучении последовательностей участка ITS1 рДНК *Cryptocotyle* sp. 1 и *Cryptocotyle* sp. 2, было обнаружено сходное расположение повторов с другими представителями рода *Cryptocotyle*. Однако количество повторов *Cryptocotyle* sp. 2 оказалось меньше, чем у трех других изучаемых видов.

Итак, на основе полученных данных выявлено, что *Cryptocotyle* sp. 1 и *Cryptocotyle* sp. 2 принадлежат к роду *Cryptocotyle*. Изученные виды отличаются от всех остальных известных, для

которых в настоящее время имеются генетические данные.

Список литературы

1. Blakeslee, A.M.H. Blackwell Publishing Ltd Solving cryptogenic histories using host and parasite molecular genetics: the resolution of *Littorina littorea*'s North American origin // A.M.H. Blakeslee, J.B. Byers, M.P. Lesser / Molecular Ecology. - 2008. - №17. - P. 3684–3696.
2. Casalins, L.M.. A New Species of *Cryptocotyle* (Digenea: Heterophyidae) Infecting Kelp Gull and a Galaxiid Fish in Patagonian Freshwater Environments: Morphological and Molecular Analyses / L.M. Casalins, M.P. Arbetman, G.P. Viozzi, V.R. Flores // Journal of Parasitology. - 2020. - №106. - P. 203–210.
3. Gonchar, A. Genetic diversity in *Monoxenous* and *Trixenous digeneans* sharing one molluscan host species / A. Gonchar // Паразитология. - 2020. - №6. - P. 491-503.
4. National Center for Biotechnology Information NCBI [Электронный источник] – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
5. Stunkard, H.W. The life history of *Cryptocotyle lingua* (Creplin), with notes on the physiology of the metacercariae / H.W. Stunkard // Journal of Morphology. - 1930. - №50. - P. 143–191.

Кожевникова Ю.В.¹, Климович А.А.², Стышова О.Н.²

ОЦЕНКА ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРЕПАРАТА «КОУРОХИТИН» ПРИ АЛЛЕРГИЧЕСКИХ ПОРАЖЕНИЯХ КОЖИ

¹Кафедра биохимии, микробиологии и биотехнологии ШЕН ДВФУ

²Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г.Б Елякова ДВО РАН

Научные руководители: ¹к.м.н. доцент А. В. Цыбульский, ²д.б.н. в.н.с. А. М. Попов

Сотрудниками ТИБОХ ДВО РАН был разработан дерматопротекторный препарат наружного применения «Коурохитин» следующего состава: хиназолиновый алкалоид триптантрин (ТР) 0,01% – действующее вещество; вспомогательные вещества: гидролизат хитозана 0,06% - носитель ТР; диметилсульфоксид – 1% - растворитель ТР; глицерин 0,4% – стабилизаторующий, эмульгирующий и смягчающий ингредиент, сохраняющий консистенцию средства; аспаргиновая кислота 0,4% – детоксифицирующее и дополнительное противовоспалительное средство; вода 98,13% [1]. В настоящей работе, оценена терапевтическая эффективность данного препарата при лечении аллергических дерматозов.

На экспериментальной *in vivo* модели аллергического контактного дерматита (АКД), индуцированного 2,4-динитрофторбензолом, было показано, что «Коурохитин» оказывал корригирующее действие на патофизиологические, гематологические и иммунологические параметры при АКД. «Коурохитин» способствовал снижению уровня эритемы на участке кожи, пораженном аллергеном, почти в 2 раза (рисунок 1 а). Применение препарата «Коурохитин» также ингибировало выработку основных провоспалительных цитокинов, участвующих в патогенезе АКД: интерлейконов 1 и 2, фактора некроза опухоли альфа, интерферона гамма и гранулоцитарно-макрофагального колониестимулирующего фактора (рисунок 1 б).

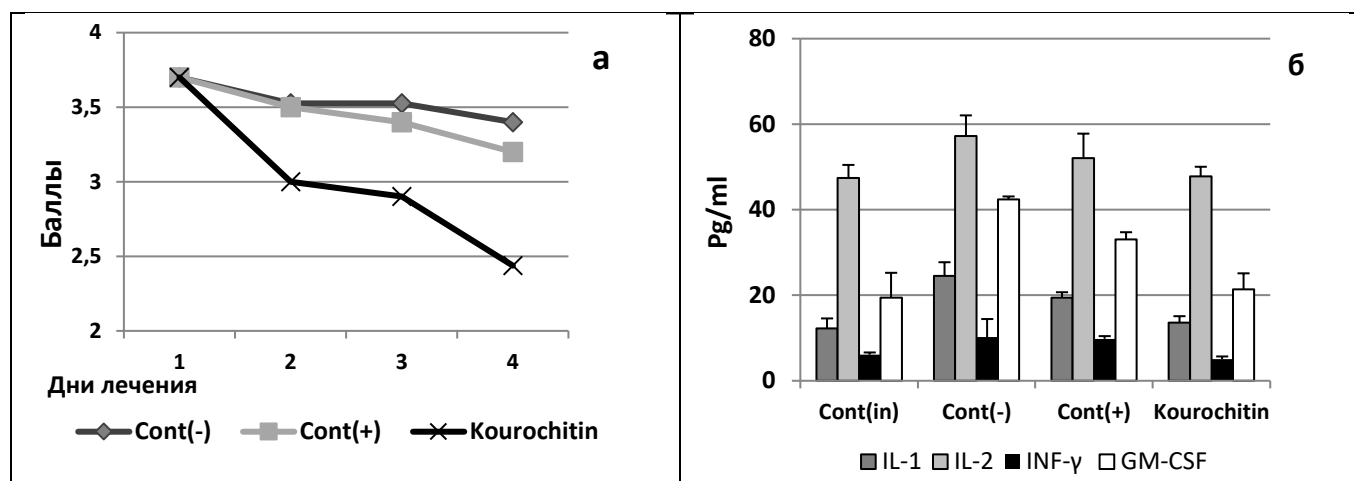


Рисунок 1 – Показатели выраженности эритемы (а) в баллах от 0 до 4 (ось ординат) в разных группах животных после каждого дня лечения (ось абсцисс). Сравнительный анализ влияния препаратов «Коурохитин» и «Синафлан» на уровень цитокинов (ось ординат в Pg/ml) в гомогенате кожи экспериментальных животных при АКД (б). Группы животных: Cont(in) – интактный контроль (здоровые животные); Cont(-) – отрицательный контроль (без лечения); Cont(+)- положительный контроль «Синафлан»; Kourochitin – гель, содержащий 0,01% TP. Цитокины: IL-1, 2 – интерлейкины – 1 и 2; INF-γ– интерферон-гамма; GM-CSF–гранулоцитарно-макрофагальный колониестимулирующий фактор.

Кроме того, гематологический анализ крови показал, что «Коурохитин» нормализовал содержание эозинофилов, базофилов и моноцитов в крови экспериментальных животных (таблица).

Таблица

Гематологические показатели животных разных экспериментальных групп

Группа	WBC X 10 ³ кл/мкл	NEU %	LIM%	MONO%	EOZ%	BAZ%	GEM
Cont(in)	3,7±0,51	29,25±4,72	48,6±3,64	6,39±3,29	3,96±0,79	2,83±1,65	148,7±7,24
Cont(-)	4,8±1,01	33±3,54	47,4±2,86	9,65±2,41	5,35±0,82	5,9±0,54	140,1±3,41
Cont(+)	3,6±0,47	33,6±0,47	46,3±2,63	6,71±2,63	5,78±0,24	3,15±0,76	147,3±2,60
Kourochitin	4,1±1,04	32,45±7,88	43,4±8,6	5,25±1,1	3,32±1,34	2,79±0,73	142,6±6,29

Примечание: HGB – гемоглобин; WBC– общее количество лейкоцитов; Процентное соотношение основных видов лейкоцитов: LIM– лимфоциты; NEU– нейтрофилы; MONO– моноциты; EOZ– эозинофилы; BAZ– базофилы. Cont(in) – интактный контроль; Cont(-)– отрицательный контроль; Cont(+)- положительный контроль «Синафлан»; Kourochitin – лечение препаратом «Коурохитин».

На модели имиквимод-индуцированного псориаза было показано, что применение препарата «Коурохитин» приводило к уменьшению у экспериментальных животных степени тяжести псориаза на коже (рисунок 2).

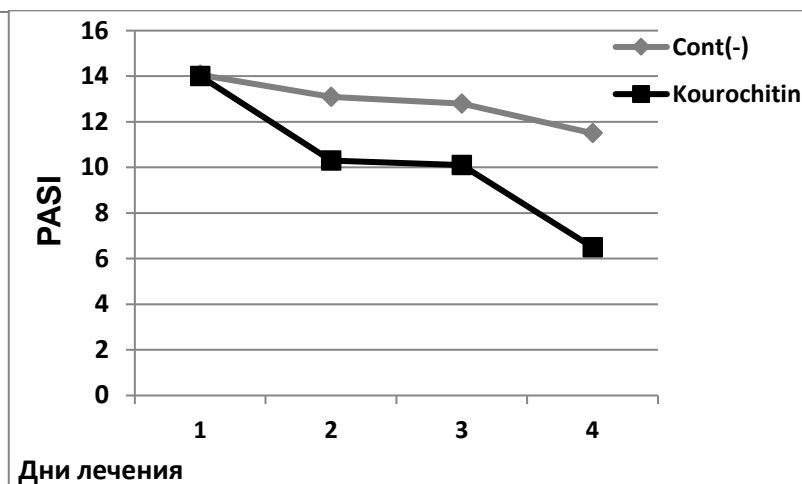


Рисунок 2 – Влияние препарата «Коурохитин» на индекс PASI: PA - площадь псориатического поражения и SI - тяжесть поражения (визуальная оценка выраженности псориатического проявления: гиперкератоз, шелушение, участки некроза)

Кроме того, при ветеринарных исследованиях трёхдневное лечение препаратом «Коурохитин» собак с атопическим дерматитом на ушах практически полностью устраняет признаки аллергических проявлений на коже.

Полученные результаты указывают на то, что препарат «Коурохитин» как противовоспалительное, противоаллергическое и ранозаживляющее средство, является потенциальным препаратом для лечения дерматологических заболеваний, в частности аллергических поражений кожи.

Список литературы

1. Патент РФ 2694059, А61К 31/519; А61К 31/722; А61К 31/198; А61Р 17/00. Фармацевтическая композиция, обладающая лечебным действием при различных кожных патологиях / Климович А.А., Гафуров Ю.М., Попов А.М., Стышова О.Н., Цыбульский А.В., Московкина Т.В., Москвина Т.В., Стоник В.А. Заявитель и патентообладатель ФГБУН Тихоокеанский биоорганической химии им. Г.Б. Елякова ДВО РАН. – № 2019105396; заявл: 26.02.2019; опубл: 09.07.2019, Бюл. № 19 – 18с.

Коновалова С.П.¹, Тыртышная А.А.²

ВЛИЯНИЕ ЭТАНОЛАМИДА ЭЙКОЗАПЕНТАЕНОВОЙ КИСЛОТЫ НА АКТИВНОСТЬ ГЛИАЛЬНЫХ КЛЕТОК И НЕЙРОГЕНЕЗ ГИППОКАМПА ПРИ НЕЙРОВОСПАЛЕНИИ

¹Дальневосточный федеральный университет (ДФУ)

²Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского ДВО РАН

²Научный руководитель – к.б.н., старший научный сотрудник А.А. Тыртышная

Нейровоспаление является ключевым патологическим событием, сопровождающим нейродегенеративные процессы в центральной нервной системе при многих неврологических заболеваниях, в том числе при болезни Хантингтона, болезни Альцгеймера и болезни Паркинсона [4]. Такая воспалительная реакция характеризуется изменением морфологии глиальных клеток, как астро-, так и микроглии [7]. Нейровоспаление способствует снижению когнитивных функций, и недавние исследования показывают, что оно отрицательно влияет на нейрогенез гиппокампа [6], высокая степень нейропластичности которого делает его уязвимым к подобным патологическим состояниям. Также

отмечается, что действие производных полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) снижает интенсивность процессов нейровоспаления [2]. В частности, этаноламид эйкозапентаеновой кислоты (ЕРЕА) обладает противовоспалительным эффектом, снижая продукцию NO и MCP-1 [1]. Представленные в литературе данные о биологической активности ЕРЕА свидетельствуют о возможном использовании вещества в качестве нового терапевтического средства при коррекции нейродегенеративных расстройств.

Целью настоящего исследования является оценка влияния ЕРЕА на процессы липополисахарид-индуцированного нейровоспаления в гиппокампе.

Эксперименты проводились на трехмесячных самцах мышей линии С57В1/6. Нейровоспаление вызывали путем внутрибрюшинных инъекций бактериальных липополисахаридов (ЛПС) в дозировке 500 мкг/кг/день, 7 дней. ЕРЕА вводили подкожно в дозе 10 мг/кг/день, 7 дней. Животных разделили на 4 группы: 1) «Контроль» - животные, получавшие инъекции физраствора 2) «ЛПС» – животные с нейровоспалением 3) «ЕРЕА+ЛПС» – животные с нейровоспалением, подверженные лечению этаноламидом ЭПК 4) «ЕРЕА» – животные без нейровоспаления, получавшие этаноламид ЭПК. Через 7 дней животных из каждой группы выводили из эксперимента, проводилось изъятие головного мозга, изготовление парафиновых срезов толщиной 10 мкм с помощью роторного микротомата для проведения иммуногистохимического исследования.

Известно, что нейровоспалительные процессы вызывают активацию астроцитов [3], хотя клеточные и молекулярные механизмы, ведущие к этому, до конца не известны. Интенсивность окрашивания глиального фибриллярного кислого белка (GFAP) в астроцитах была увеличена в областях СА1, СА3 и в зубчатой извилине гиппокампа (DG) в группе «ЛПС», при этом в группе с лечением и в группе «ЕРЕА» показатели не выходил за рамки контрольной группы во всех изучаемых областях, при $p < 0,0001$ для СА1, СА3 и $p < 0,05$ для DG. При иммуногистохимической окраске на маркер астроглии S100 мы выявили повышение его экспрессии в областях СА1, СА3 и DG. В то же время статистически значимых различий между группой «ЕРЕА+ЛПС», контрольной группой и группой, дополнительно получавшей вещество, не было зафиксировано ($p < 0,0001$ для СА1, и $p < 0,05$ для СА3 и DG). Чрезмерная активация микроглии при нейровоспалении повреждает окружающую здоровую нервную ткань, при этом факторы, выделяемые умирающими нейронами, в свою очередь, усугубляют хроническую активацию микроглиоцитов, вызывая прогрессирующую потерю нейронов [5]. При определении экспрессии маркера общего пула микроглии Iba-1 в областях СА1 и СА3 был выявлен микроглиоз как в группе с лечением, так и в группе с нейровоспалением по сравнению со здоровыми мышами, и группой без нейровоспаления, получавшей вещество ($p < 0,05$). В области зубчатой извилины гиппокампа процент площади микроглиоцитов был на одном уровне у всех исследуемых животных. Полученные данные могут говорить об остром протекании процессов нейровоспаления на 7 день эксперимента. Экспрессия маркера новообразованных нейронов даблкортина (DCX) в группе «ЛПС» была в 1,5 раза снижена по сравнению с контрольной группой ($2025,24 \pm 116,26$ vs $3182,77 \pm 260,77$ клеток/мм³), при этом нейрогенез в группах «ЕРЕА» и «ЛПС+ЕРЕА» был на уровне здоровых мышей ($p < 0,001$).

Таким образом, нейровоспаление сопровождается изменением активности глиальных клеток и снижением уровня нормального нейрогенеза гиппокампа. Введение ЕРЕА препятствует развитию чрезмерной глиальной активации, тем самым снижая интенсивность процессов нейровоспаления и сохраняя нормальный уровень нейрогенеза.

Исследование выполнено при поддержке РФФ (проект № 20-75-00012).

Список литературы

1. Balvers, M.G.J. Docosahexaenoic acid and eicosapentaenoic acid are converted by 3T3-L1 adipocytes to N-acyl ethanolamines with anti-inflammatory properties / M.G.J. Balvers, K.C. Verhoeckx, P. Plastina [et al.] // *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular and Cell Biology of Lipids*. – 2010. – Vol. 1801, № 10. – P.1107–1114.
2. Calder, P.C. Marine omega-3 fatty acids and inflammatory processes: Effects, mechanisms and clinical relevance / P.C. Calder // *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Molecular and Cell Biology of Lipids*. – 2015. – Vol. 1851, № 4. – P. 469–484.
3. Hostenbach, S. Astrocyte loss and astrogliosis in neuroinflammatory disorders / S. Hostenbach, M. Cambrona, M. D'haeseleer [et al.] // *Neuroscience Letters*. – 2014. – Vol. 565. – P. 39-41.
4. Stephenson, J. Inflammation in CNS neurodegenerative diseases / J. Stephenson, E. Nutma, P. van der Valk, S. Armor // *Immunology*. – 2018. – Vol. 154, № 2. – P. 204–219.
5. Subhramanyam, C.S. Microglia-mediated neuroinflammation in neurodegenerative diseases / C.S. Subhramanyam, C. Wang, Q. Hu, S.T. Dheen // *Seminars in Cell & Development Biology*. – 2019. – Vol. 94. – P. 112–120.
6. Sung, P-S. Neuroinflammation and Neurogenesis in Alzheimer's Disease and Potential Therapeutic Approaches / Pi-Shan Sung, Po-Yu Lin, Chi-Hung Liu [et al.] // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2020. – Vol. 21, № 3. – P. 1–23.
7. Yang, Q. Neuroinflammation in the central nervous system: Symphony of glial cells / Q. Yang, J. Zhou // *Glia*. – 2018. – Vol. 67, № 6. – P. 1017–1035.

Кузнецов В.Г.^{1,2}, Власенко А.Е.¹

ПОИСК АМИНОКИСЛОТНЫХ ЗАМЕН В Р-ПЕТЕЛЬНЫХ ДОМЕНАХ ПОТЕНЦИАЛ-ЗАВИСИМОГО НАТРИЕВОГО КАНАЛА ПЕРВОГО ТИПА У НЕМЕРТИНЫ *KULIKOVIA ALBOROSTRATA* (ТАКАКУРА, 1898)

¹Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского Дальневосточного отделения Российской академии наук (ННЦМБ ДВО РАН)

²Кафедра клеточной биологии и генетики ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель - к.б.н., ст.н.с., Т.Ю. Магарламов

В настоящее время у многих представителей различных классов немертин обнаружен тетродотоксин (ТТХ) [5]. При этом его количественное содержание сильно варьирует от вида к виду. Обладая высокой биологической активностью, ТТХ может оказывать свое воздействие в концентрациях <1 нг/гр массы тела и используется немертинами для охоты или для защиты от хищников [6]. Мишенью данного токсина являются потенциал-зависимые натриевые каналы (Nav), связываясь с которыми ТТХ перекрывает поток ионов натрия, препятствуя тем самым распространению нервных импульсов, в том числе и на мышечные волокна, вызывая нервнопаралитический эффект. Так как данное соединение обладает низкой молекулярной массой, оно способно свободно проникать в различные ткани и органы. Поэтому животные, накапливающие и использующие токсин в своих целях, должны иметь какие-либо защитные механизмы, позволяющие им самим не подвергаться его воздействию. В различных таксонах, включающих как беспозвоночных, так и позвоночных животных, например, у рыбы фугу *Takifugu rubripes*, тритона *Taricha granulosa*, змеи *Thamnophis sirtalis*, моллюска *Mya arenaria* были обнаружены аминокислотные замены в Р-петлях селективного фильтра натриевого канала снижающие аффинность его к ТТХ в сотни и тысячи раз [3].

Это позволяет перечисленным видам или накапливать токсин в больших количествах или поесть высокотоксичную пищу, не испытывая негативных физиологических эффектов. Натриевые каналы всех животных содержат в своем составе четыре Р-петельных домена и мутации во всех четырех могут влиять на прочность связывания токсина, зачастую оказывая кумулятивный эффект. У беспозвоночных, в том числе и у немертин, существует два типа потенциал-зависимых натриевых каналов первого (Nav1) и второго (Nav2) типов, различающихся по специфичности к пропускаемым ионам. ТТХ способен блокировать только Nav1.

В представленной работе производился поиск аминокислотных замен в Р-петельных доменах потенциал-зависимого натриевого канала у *Kulikovia alborostrata*, с использованием биоинформатических и молекулярно-биологических методов. Поскольку на текущий момент практически нет никакой информации по нуклеотидным и аминокислотным последовательностям Nav1 у немертин, в работе использовались сырые транскриптомные данные гетеронемертин: *Lineus longissimus*, *Lineus lacteus*, *Lineus ruber*, *Lineus viridis*, взятые из архива Sequence Read Archive (SRA) NCBI. А также собранный и аннотированный транскриптом *Notospermus geniculatus* [1], где была найдена частичная последовательность гена Nav1. Первоначальная задача подбора геноспецифических праймеров на Р-петельные домены осуществлялась с помощью выравнивания коротких ридов немертин из базы SRA на ген канала *N. geniculatus* и поиска консервативных участков. Были подобраны пары праймеров ограничивающие все четыре домена. ПЦР амплификация производилась с использованием кДНК полученной из *K. alborostrata*. Секвенирование ампликонов выполняли с помощью метода Сэнгера. Так как из всех пар праймеров отработали только праймеры на третий Р-петельный домен, дальнейшая расшифровка других участков осуществлялась с помощью метода Step out RACE ПЦР. На данном этапе работы удалось секвенировать части Nav1 канала *K. alborostrata* длиной 541 п. н. и 798 п. н., которые включают селективные фильтры второго и третьего доменов, соответственно. После расшифровки последовательностей был проведен поиск и анализ аминокислотных замен в генах Nav1 каналов. Для этого аминокислотный состав Nav1 каналов немертин, полученный выравниванием, был сравнен с соответствующими фрагментами канала полихеты *Capitella teleta*, рыбы фугу *Takifugu rubripes* и секвенированной нами последовательностью селективного фильтра II и III домена *K. alborostrata*. В результате было обнаружено, что в регионе домена, формирующего внешнюю пору канала, некоторые немертины имеют замену, характерную только для видов рыб, содержащих ТТХ [4]. Нетоксичная полихета, а также немертина *L. lacteus* имеют в этом положении изолейцин, немертина *L. longissimus* – метионин, а у токсичной рыбы фугу и немертин *Cerebratulus* sp., *N. geniculatus* и изучаемой нами *K. alborostrata* в этом положении находится треонин. Как показано на Nav 1,4 каналах позвоночных такая замена снижает аффинность канала к ТТХ в 15 раз [2]. Область селективного фильтра II домена не содержала никаких аминокислотных замен у всех сравниваемых видов. Наличие единственной замены относительно слабо снижающей аффинность к ТТХ Nav1 канала *K. alborostrata*, хорошо согласуется с низким содержанием токсина в теле червя, которое не превышает 10 нг на 1 г массы [5].

Список литературы

1. Andrade, S.C. A transcriptomic approach to ribbon worm systematics (nemertea): resolving the Pilidiophora problem / S.C. Andrade, H. Montenegro, M. Strand, M.L. Schwartz, H. Kajihara, J.L. Norenburg, J.M. Turbeville, P. Sundberg, G. Giribet // Mol. Biol. Evol. - 2014. - Vol. 31. - P. 3206-3215.
2. Jost, M.C. Toxin-resistant sodium channels: Parallel adaptive evolution across a complete gene family / M.C. Jost, D. M. Hillis, Y. Lu, J. W. Kyle, H. A. Fozzard, H. H. Zakon // Mol. Biol. Evol. - 2008. - Vol. 25. - P. 1016–1024.

3. Lee, C.H. Interaction between voltage gated sodium channels and the neurotoxin, tetrodotoxin / C.H. Lee, P.C. Ruben // Channels. - 2008. – Vol. 2. – P. 407-412.
4. Venkatesh, B. Genetic basis of tetrodotoxin resistance in pufferfishes / B. Venkatesh, S.Q. Lu, N. Dandona, S.L. See, S. Brenner, T.W. Soong // Curr Biol. - 2005. - Vol. 15. - P. 2069–2072.
5. Vlasenko, A.E. Tetrodotoxin and its analogues profile in nemertean species from the Sea of Japan / AE. Vlasenko, P.V. Velansky, A.V. Chernyshev, V.G. Kuznetsov, T.Y. Magarlamov // Toxicon. - 2018. - Vol. 156. - P. 48-51.
6. Yamamori, K. Tolerance of Shore Crabs to Tetrodotoxin and saxitoxin and antagonistic effect of their body fluid against the toxins / K. Yamamori, S. Yamaguchi, E. Maehara, T. Matsui // Nippon Suisan Gakkaishi. - 1992. - Vol. 58. - P. 1157-1162.

Лысак А.А.^{1,2}

СОСТОЯНИЕ ПРООКСИДАНТНОЙ И АНТИОКСИДАНТНОЙ СИСТЕМЫ У ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНЬЮ ЛЁГКИХ

¹Владивостокский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания» – Научно-исследовательский институт медицинской климатологии и восстановительного лечения

²Кафедра клеточной биологии и генетики ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель – д.б.н, профессор Т.И. Виткина

Хроническая обструктивная болезнь легких (ХОБЛ) - респираторное заболевание легких, характеризующееся обструкцией нижних дыхательных путей, воспалительными процессами и разрушением тканей [5]. Одной из причин прогрессирования ХОБЛ является развитие в организме больных неконтролируемого окислительного стресса. Легкие особенно уязвимы к окислительному стрессу из-за относительно высокого содержания кислорода в окружающей среде, повышенного кровоснабжения и воздействия внешних патогенов и токсинов. Потенциальными мишенями для окислительного повреждения являются белки, липиды и ДНК [3, 4]. Для контроля окислительного стресса в организме используется глутатионовая ферментативная система [1,2].

Целью данной работы являлось изучение нарушений баланса прооксидантной и антиоксидантной системы у пациентов с ХОБЛ легкой степени тяжести стабильного течения.

Исследование осуществлялось на базе Владивостокского филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения “Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания” – Научно-исследовательского института медицинской климатологии и восстановительного лечения в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации (пересмотр 2013 г.) с одобрения этического комитета. Исследование включало анализ параметров периферической крови 111 мужчин и 114 женщин с ХОБЛ легкой степени тяжести стабильного течения. С применением иммуноферментного анализа исследованы следующие молекулярные маркёры: 8-ОН-дезоксигуанозин (8-ОНdG), протеин карбонил (ПК), глутатион (Г), глутатион редуктаза (ГР), глутатион пероксидаза (ГП).

Статистический анализ проводился с помощью программы Statistica 10.0 (Statsoft). Данные представлены в виде медианы и квартилей. Анализ различий между группами проведен с применением метода Манна-Уитни.

По итогам проведенного исследования были получены результаты, демонстрирующие интенсивность функционирования про- и антиоксидантной систем (таблица). Как видно из таблицы, у пациентов с ХОБЛ, в отличие от здоровых лиц, возрастает уровень 8-ОНdG (на 86%) и ПК (на 39 %),

что свидетельствует об усилении свободно-радикального окисления нуклеиновых кислот и белковых молекул.

Глутатион, глутатион редуктаза и глутатион пероксидаза, являясь окислительно-восстановительными компонентами глутатионовой системы, участвуют в нейтрализации свободных радикалов и активных форм кислорода (АФК), образовавшихся в результате активности альвеолярного эпителия, лёгочных макрофагов и нейтрофилов периферической крови. Концентрация глутатиона и глутатион пероксидазы у пациентов с ХОБЛ возрастает в полтора раза (на 36 и 50%, соответственно), что свидетельствует об активной работе глутатионowego звена антиоксидантной системы. Глутатион редуктаза остаётся на приблизительно том же уровне.

Таблица

Параметры прооксидантно-антиоксидантной систем у пациентов с ХОБЛ лёгкой степени тяжести стабильного течения (Ме, квартили)

Группы	8ОНdg, нг/мл	Протеин карбонил, нмоль/мг	ГР, нг/мл	ГП, нг/мл	Глутатион, мкг/мл
контроль	7,98	0,51	1,38	0,54	54,06
	7,2-8,4	0,45-0,58	1,1-1,5	0,48-0,62	47,4-61,9
ХОБЛ легкой степени тяжести	14,88	0,71	1,40	0,81	73,30
	13,7-15,4***	0,67-0,8*	1,1-1,62	0,67-0,89*	68,8-79,2*

Таким образом, у пациентов с ХОБЛ лёгкой степени тяжести в периферической крови наблюдается наличие окисленных аддуктов белков и ДНК. Возрастание уровня параметров глутатионowego звена (в первую очередь глутатион пероксидазы) свидетельствует об интенсификации реакций со стороны антиоксидантной защиты, направленных на сдерживание процессов окислительной модификации. Однако, наблюдаемые окислительные повреждения биомолекул, формирующиеся у пациентов с ХОБЛ лёгкой степени тяжести вне обострения, говорят о развитии окислительного стресса, который может стать триггером для дальнейшего прогрессирования респираторной патологии.

Список литературы

1. Барскова, Л.С. Регуляция тиол-дисульфидными антиоксидантными системами окислительного стресса, индуцированного атмосферными взвешенными частицами / Л.С. Барскова, Т.И. Виткина // Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – 2019. – № 73. – С. 112-124.
2. Виткина, Т.И. Баланс глутатион-зависимых процессов в альвеолярных макрофагах крыс линии Wistar при воздействии твёрдых взвешенных частиц атмосферного воздуха / Т.И. Виткина и др. // Гигиена и санитария. – 2020. – Т. 99, № 2. – С. 200-205.
3. Виткина, Т.И. О роли тиолдисульфидной системы в защите организма человека от действия аэрозольного загрязнения воздуха / Т.И. Виткина и др. // Гигиена и санитария. – 2017. – Т. 96, № 8. – С. 701-706.
4. Толпыгина, О.А. Роль глутатиона в системе антиоксидантной защиты / О.А. Толпыгина // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН. – 2012. – №2, № 84. – С. 178-180.
5. Brandsma, C.A. Recent advances in chronic obstructive pulmonary disease pathogenesis: from disease mechanisms to precision medicine / C.A. Brandsma, T.L. Hackett // J Pathol. – 2020. – Vol. 250, №5. – P. 624–635.

Маринина К.С.¹

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОЛИФЕРАТИВНОГО ЯДЕРНОГО АНТИГЕНА PCNA В ПРОЦЕССАХ КОНСТИТУТИВНОГО И РЕПАРАТИВНОГО НЕЙРОГЕНЕЗА МОЛОДИ КЕТЫ *ONCORHYNCHUS KETA*

¹Кафедра биохимии, микробиологии и биотехнологии ШЕН ДВФУ

²Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского ДВО РАН

²Научный руководитель - д.б.н. профессор РАН, вед. н.сотр. Пущина Е.В.

В работе проводились исследования методом полусухого голубого вестерн иммуноблоттинга, качественное определение наличия маркера пролиферации PCNA в гомогенате мозга молодежи кеты *Oncorhynchus keta* в нативном состоянии и в условиях острой травмы. Для исследования были взяты 4 животных годовалого возраста с массой 35-50 г и длиной тела 11-13,5 см. Гомогенизация осуществлялась механическим перетиранием в 0,1М фосфатном буфере с добавлением 20% коктейля ингибитора протеаз Sigma-Aldrich USA. Центрифугировали 20 мин при 15000 g в роторе Beckman Coulter. Разделение белков супернатанта проводили электрофорезом ПАГ. Перенос на мембрану проводили методом полусухого иммуноблоттинга. PVDF мембрана окрашивалась спиртово-уксусным раствором Кумасси R250. На мембране при иммунодетектировании использовался 0,3% перекисный блок и после 1% казеиновый 0,1% БСА блок с добавлением 0,01% Tween-20. Мембраны инкубировались с первичными моноклональными антителами мыши против PCNA в разведении 1:150 в 0,1М фосфатном в течении ночи или более. Вторичные антитела - конъюгированными с пероксидазой HRP антителами осла против антител мыши (Invitrogen, USA в разведении 1:150). Иммуногистохимическая реакция проявлялась с помощью субстрата для проявления пероксидазы красного цвета (VIP substrate Kit. Cat№SK-4600: vector labs Burlingame USA). В качестве маркера сравнения молекулярной массы также наносился 0,1% БСА (69 КДа) [1].

На рисунке 1 показано определение белка на мембране интактного мозга, что свидетельствует о прохождении конститутивного нейрогенеза у молодежи костистых рыб в постнатальном периоде развития.

На рисунке 2 определение белка периода острой травмы. На мембранах четко выраженные, более яркие чем на контроле треки, а также обнаруживаются специфические треки PCNA выше метки БСА и, соответственно, весом выше 69кДа.

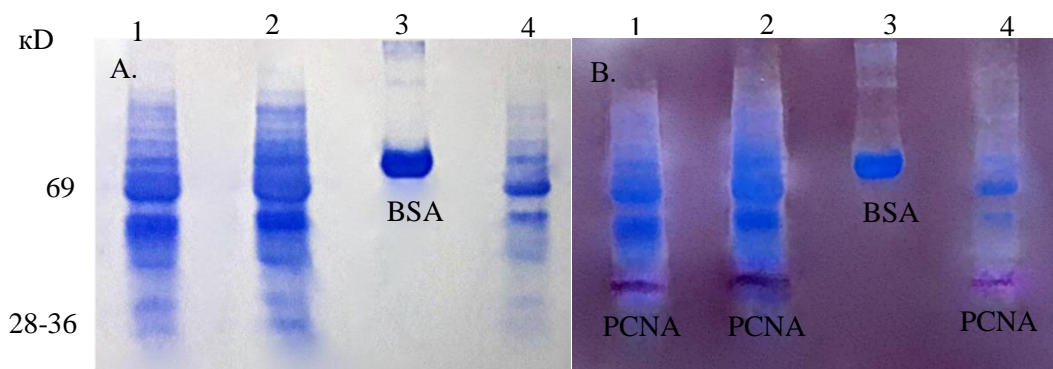


Рисунок 1 – определение PCNA маркера методом «голубого» полусухого переноса в интактном мозге молодежи *Oncorhynchus keta*

А – PVDF мембрана после предварительного окрашивания Кумасси R250; В - мембрана после иммунодетектирования с видимыми треками PCNA. 1- мозжечок, 2 - средний мозг, 3 – БСА (бычий сывороточный альбумин), 4 – конечный мозг

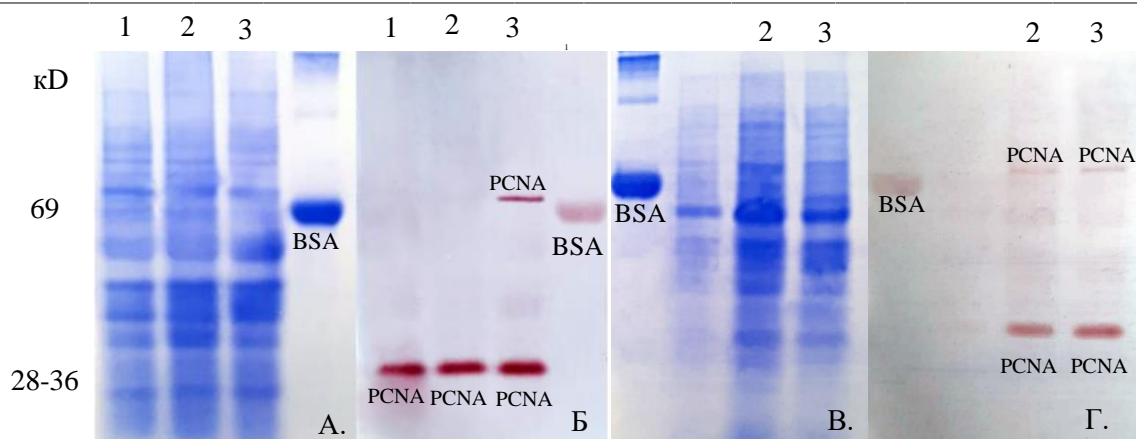


Рисунок 2 – определение PCNA маркера методом «голубого» полусухого переноса острая травма мозга молодки *Oncorhynchus keta*

А, В - PVDF мембрана, окрашенная Кумасси R250; Б - мембрана после иммунодетектирования инкубация в первичных антителах 36 часов; Г- мембрана после иммунодетектирования инкубация в первичных антителах 12 часов. 1 – конечный мозг, 2 - средний мозг, 3 – мозжечок

По литературным данным это свидетельствует об определении нераспавшегося на мономеры весом 28-36кДа функциональной формы PCNA в виде тримера [1,2]. Подобные треки появляются в образцах мозжечка и среднего мозга, но полностью отсутствуют в конечном и в интактном мозге. Подобная картина сходится с данными микроскопии полученными Пущенной и др., в которых описывается увеличение PCNA+ клеток в нейрогенных нишах при травме среднего мозга *Oncorhynchus keta* и при травме конечного мозга у *Oncorhynchus masou*, что говорит об увеличении количества белка в условиях репаративного нейрогенеза и повышает шанс визуализировать минорные нераспавшиеся фрагменты в наиболее богатых пролиферирующими тканями отделах мозга [3,4].

Список литературы

1. Нарыжный, С.Н. Ядерный антиген пролиферирующих клеток (PCNA): координатор клеточных функций в норме и патологии: диссертация на соискание степени доктора биологических наук : 03.01.04 / Нарыжный Станислав Николаевич; [Место защиты: Науч.-исслед. ин-т биомед. химии РАМН].- Москва, 2011.- 265 с.
2. Hlinkova, V. Structures of monomeric, dimeric and trimeric PCNA: PCNA-ring assembly and opening / V. Hlinkova, G. Xing, J. Bauer, Y. J. Shin, I. Dionne, K. R Rajashankar, S. D Bell, H. Ling // Acta Crystallogr D Biol Crystallogr – 2008 - Vol 64, № 9, P. 941-949.
3. Pushchina, E.V. Persistent and reparative neurogenesis in the juvenile masu salmon *Oncorhynchus masou* telencephalon after mechanical injury / E.V. Pushchina, E.I. Zharikova, A.A. Varaksin // Russian Journal of Developmental Biology – 2017 – Vol. 48, №5, P. 307–320.
4. Pushchina E.V. Proliferation and Neuro- and Gliogenesis in Normal and Mechanically Damaged Mesencephalic Tegmentum in Juvenile Chum Salmon, *Oncorhynchus keta* / E.V. Pushchina, I.A. Kapustyanov, A.A. Varaksin // Russian Journal of Developmental Biology - 2019 - Vol. 50, № 2, P. 59–76.

Мироненко В.А.¹

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕМОЦИТОВ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ *ANADARA BROUGHTONII* ЯПОНСКОГО МОРЯ

¹Кафедра клеточной биологии и генетики ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель – ассистент Ю.Н. Сокольников

Anadara broughtonii уникальный промысловый вид двустворчатых моллюсков [2, 3], в гемолимфе которых среди гемоцитов в значительной степени преобладают гемоглобин содержащие эритроциты. Данный фактор, возможно, может создавать условия для формирования иных механизмов клеточной иммунной защиты, чем у большинства представителей *Bivalvia* [1,4,5]. Таким образом, целью данной работы стал комплексный морфофункциональный анализ клеточного состава гемолимфы *A. broughtonii* из Японского моря.

На первом этапе работы был проведен анализ клеточного состава нативной гемолимфы, а на втором этапе были выделены отдельные клеточные группы с помощью фракционирования в градиенте плотности Percoll. Для общей морфологической оценки препараты клеток окрашивали различными гистохимическими красителями и подсчитывали соотношение клеточных морфотипов. Для оценки функциональной активности гемоцитов определяли их фагоцитарный статус, а также содержание лизосом и активных форм кислорода (АФК).

Анализ нативной гемолимфы показал, что эритроцитов в среднем $91,5 \pm 3,3$ млн/мл, тогда как число амебоцитов не превышает $8,5 \pm 3,3$ млн/мл (рисунок 1 А) и они представлены несколькими клеточными формами, отличающимися морфологией и размерами (рисунок 1 Б). Среди последних преобладающим клеточным типом являются агранулярные нейтрофилы ($56,0 \pm 7,3$ % от общего числа гемоцитов), которые содержат кислые мукополисахариды и основные белки. На долю базофилов приходилось $30,1 \pm 3,9$ %, а эозинофилов – $13,9 \pm 1,8$ %.

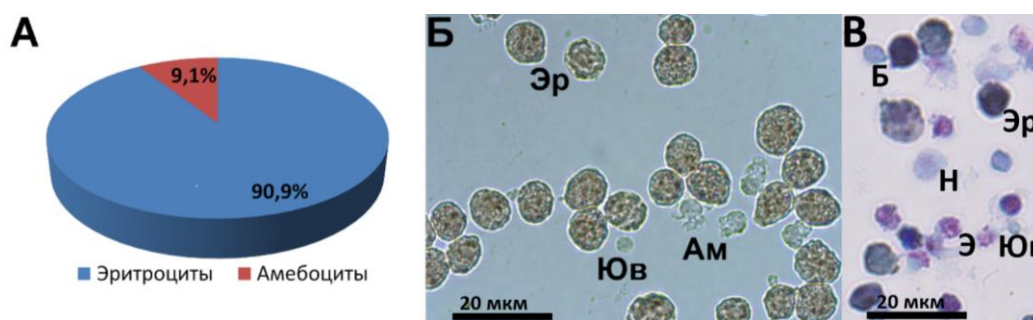


Рисунок 1 – Клеточный состав гемолимфы *A. broughtonii*

А – соотношение клеточных типов в гемолимфе; Б – гемоциты нативной гемолимфы; В – гемоциты, окрашенные по Май-Грюнвальду; Ам – амебоциты, Эр – эритроциты, Юв – ювенильные клетки, Н – нейтрофил, Б – базофил, Э – эозинофилы.

При последующем фракционировании гемолимфы нейтрофилы преимущественно встречались во фракции 30-35% (рисунок 1 В), в которую также попали активно фагоцитирующие и с наибольшим содержанием АФК и лизосом большие эозинофилы (таблица). Среди всех типов клеток эозинофилы также имели наибольшее разнообразие клеточных форм, которые отличались размером, числом лизосом, АФК и фагоцитарной активностью, что, вероятно, связано с их созреванием. Гранулярные базофилы были представлены в различных фракциях и не проявляли высокой функциональной активности (таблица). Ювенильные клетки встречались практически в равных долях в 0-10 % и 10-20 % фракциях.

Морфофункциональные параметры клеточных популяций гемолимфы *A. broughtonii*

Фракция	Тип клеток (окраска по Май-Грюнвальду)	Доля клеток, %	Фагоцитарная активность, %	Фагоцитарный индекс	Доля клеток с лизосомами, % (число и размер лизосом)	Доля клеток с АФК, % (интенсивность окраски)
0-10%	Базофилы (7,5x7,5 мкм) Ювенилы Эозинофилы (7,5x8,8 мкм)	53,1 ± 3,3 21,9 ± 3,3 15,6 ± 3,3	11,9 ± 4,2	1 ± 0,3	-	40,3 ± 7,9 (1 степень)
10-20%	Эозинофилы (7,5x8,8 мкм) Ювенилы Базофилы (7,5x7,5; 15x12,5 мкм)	31,7 ± 1,0 29,2 ± 3,3 39,5 ± 2,9	28,0 ± 4,1	2 ± 0,8	32,6 ± 5,3 (1-2 мелкие)	74,7 ± 5,6 % (1 и 2 степень)
20-30%	Базофилы (15x12,5 мкм) Эозинофилы (15x12,5 мкм)	54,5 ± 1,5 21,5 ± 3,6	30,9 ± 1,4	1 ± 0,3	28,0 ± 2,6 (1-2 мелкие)	14,7 ± 2,1 % (1 степень)
30-35%	Эозинофилы (15x12,5 мкм) Агранулоциты	70,2 ± 1,2 26,8 ± 1,1	39,9 ± 4,2	3 ± 0,3	54,7 ± 7,2 (2-3 большие)	91,8 ± 5,1 % (3 степень)
35-45%	Эритроциты	-	-	-	-	-

Список литературы

- Kolyuchkina, G.A. Application of the morpho-functional analysis of hydrobionts (*Anadara* sp. cf. *Anadara inaequalvis* Bivalvia) to environmental monitoring / G.A. Kolyuchkina, D.M. Miljutin // Oceanology. – 2013. – Vol. 53, № 2. – P. 169-175.
- Soldatov, A.A. Erythroid elements of hemolymph in *Anadara kagoshimensis* (Tokunaga, 1906) under conditions of the combined action of hypoxia and hydrogen sulfide contamination / A.A. Soldatov, T.A. Kukhareva, A.Y. Andreeva, E.S. Efremova // Russ. J. Mar. Biol. – 2018. – Vol. 44, № 6. – P. 452-457.
- Holden, J.A. Blood cells of the arcid clam, *Scapharca inaequalvis* / J.A. Holden, R.K. Pipe, A. Quaglia, G. Ciani // J. Mar. Biol. Assoc. UK. – 1994. – Vol. 74, № 2. – P. 287-299.
- Xin, L. *Ostreid herpesvirus-1* infects specific hemocytes in ark clam, *Scapharca broughtonii* / L. Xin, C. Li, C. Bai, C. Wang // Viruses. – 2018. – Vol. 10, № 10. – P. 1-9.
- Zhou, L. Ark shell *Scapharca broughtonii* hemocyte response against *Vibrio anguillarum* challenge / L. Zhou, D. Zhao, B. Wu, X. Sun, Z. Liu, F. Zhao, Z. Lv, A. Yang, Q. Zhao, G. Zhang, C. Ma // Fish Shellfish Immunol. – 2019. – Vol. 84. – P. 304-311.

Переверзева А.О.¹

ОРГАНИЗАЦИЯ КОЖНЫХ ПОКРОВОВ НЕМЕРТИНЫ *MICRURA* CF. *BELLA*

¹Кафедра клеточной биологии и генетики ШЕН ДВФУ

²Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского Дальневосточного отделения Российской академии наук (НИЦМБ ДВО РАН)

Научные руководители - к.б.н., ст. н. с. Т.Ю. Магарламов²; д.б.н., в.н.с. А.В. Чернышев^{1,2}

Организация кожного покрова червей отряда Heteronemertea может служить главным диагностическим признаком при их видовом определении [2]. Однако, на сегодняшний день вопрос об особенностях строения кожного эпителия немертин остается слабо изученным, а литературные данные носят разрозненный и несколько противоречивый характер [1, 3]. В связи с этим нами было изучено строение кожного покрова немертины *Micrura* cf. *bella* на светооптическом и на электронно-

микроскопическом уровне для последующего сравнения данных из литературных источников.

В строении покровного эпителия *Micrura cf. bella*, как и у других гетеронемертин [2, 4], выделяется эпидермис, экстрацеллюлярный матрикс (ЭЦМ) и кутис. Эпидермис *M. cf. bella* представляет собой столбчатый многорядный ресниччатый эпителий толщиной 35–40 мкм. В состав эпидермиса входят низкодифференцированные клетки, расположенные в базальной части эпидермиса, и два типа специализированных клеток – ресничные и серозные железистые клетки. Клетки эпидермиса плотно прилегают к субэпидермальному ЭЦМ, который представляет собой соединительно-тканый слой толщиной 1-2 мкм. Под субэпидермальным ЭЦМ располагается кутис, представленный дермальной мускулатурой и субэпидермальными железистыми и пигментными клетками, погруженными в соединительную ткань. Сразу под волокнами субэпидермального ЭЦМ залегает слой дермальной мускулатуры, который состоит из кольцевых, диагональных и продольных мышечных волокон. Под дермальной мускулатурой расположены пигментные клетки и субэпидермальные железы. Пигментные клетки имеют амёбовидную форму с узкими разветвленными цитоплазматическими отростками. Такие клетки встречаются в слое кутиса со всех сторон тела немертину, однако, в вентральной части тела червя в клетках отсутствует один тип секреторных гранул, который предположительно является пигментом, дающим лилово-коричневую окраску. Субэпидермальные железистые клетки имеют крупные тела. В апикальной части тела железистой клетки формируется один длинный проток для вывода секрета на поверхность эпидермиса. Выводные протоки желез идут независимо друг от друга, проходят сквозь поры ЭЦМ в эпидермис и открываются на поверхности эпителия в виде выпячиваний различной формы. Согласно ультраструктурным данным, было идентифицировано 5 типов железистых клеток: 1 тип слизистых клеток и 4 типов гранулярных клеток. Каждый клеточный тип имеет различную плотность распределения, а также особенности морфологии и химического состава (таблица). Тела субэпидермальных железистых клеток ограничены от собственной мускулатуры стенки тела субкутисным ЭЦМ толщиной 0,2-0,4 мкм.

Таблица

Гистохимическая характеристика и плотность распределения железистых клеток эпидермиса *Micrura cf. bella*

Тип	Плотность распределения (на 2500 мкм ²), шт	Прочный зеленый рН2.2 (общие белки)	Ферри-феррицианидный (SH-группы аминокислот)	По Моури	
				Кислые полисахариды	Нейтральные полисахариды
Серозные клетки	28	++	-	-	++
Слизистые клетки	10	-	-	++ (выводные протоки)	++ (тела клеток)
Гранулярные I типа	3	+	-	+	+
Гранулярные II типа	4	-	-	+	+
Гранулярные III типа	5	-	++	-	-
Гранулярные IV типа	5	-	-	-	++

интенсивная окраска, + – слабая окраска, - – нет окрашивания

Список литературы

- Gontcharoff, M. Ultrastructure and histochemistry of glands under the epidermis of *Lineus ruber* and

Lineus viridis / M. Gontcharoff, H. Lechenault // *Histochemie*. – 1966. – Vol. 6. – P. 320-335.

2. Norenburg, J.L. Structure of the nemertine integument with consideration of its ecological and phylogenetic significance / J.L. Norenburg // *Am. Zool.* –1985. –Vol. 25. – P. 37-51.

3. Oaks, J.A. Ultrastructure of *Lineus ruber* (Rhynchocoela) epidermis / J. A. Oaks // *Tissue & Cell*. - 1978. – Vol. 10. – P. 227- 242.

4. Pedersen, K.J. Some morphological and histochemical aspects of nemertine connective tissue / K.J. Pedersen // *Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat.* – 1968. – Bd. 90. – P. 570-595.

Попкова Д.В.^{1,2}, Климович А.А.², Синцова О.В.²

ВЫДЕЛЕНИЕ РЕКОМБИНАНТНОГО ПЕПТИДА – ИНГИБИТОРА ПАНКРЕАТИЧЕСКОЙ α -АМИЛАЗЫ И ИЗУЧЕНИЕ ЕГО БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

¹Кафедра биохимии, микробиологии и биотехнологии ДВФУ

²Лаборатория молекулярной фармакологии и биомедицины ТИБОХ ДВО РАН

²Научный руководитель: к.б.н., н.с. ЛМФБ ТИБОХ ДВО РАН О.В. Синцова

В связи с ростом среди всех групп населения частоты встречаемости сахарного диабета 2 типа, актуальным становится вопрос нахождения эффективных лекарственных препаратов, способных корректировать углеводный обмен. В клинической картине сахарного диабета 2 типа наблюдается чрезмерное повышение постпрандиального (после еды) уровня глюкозы в крови, что приводит к повреждению нервной, выделительной, сердечно-сосудистой и других систем. Одним из способов борьбы с постпрандиальной гипергликемией является ингибирование панкреатической α -амилазы, осуществляющей гидролиз основного пищевого полисахарида, крахмала, что значительно снижает поступление глюкозы в кровь из ЖКТ. В практике широко используется олигосахарид акарбоза (GlucobayTM), который является слабым ингибитором фермента, что приводит к необходимости использования больших концентраций действующего вещества.

Развитие методов генной инженерии способствует росту количества лекарственных препаратов, синтезированных с использованием технологии рекомбинантных ДНК. Для морской анемоны *Heteractis magnifica* с использованием штамма *Escherichia coli* BL21(DE3) был получен рекомбинантный аналог магнификамида с выходом 4 мг на 1 л клеточной культуры [1], доказавший свою ингибиторную активность против свиной панкреатической и человеческой слюнной α -амилаз *in vitro*. Магнификамид оказался в тысячу раз эффективнее акарбозы и рассматривается в качестве потенциального средства для контроля гипергликемии.

Магнификамид относится к семейству β -дефензинов, для которых характерно наличие трех дисульфидных связей. Согласно литературным данным, для получения значительного количества пептидов с высоким содержанием дисульфидных связей наиболее подходящим является экспрессионный штамм *Escherichia coli* SHuffle[®] [2]. В настоящем исследовании была проведена экспрессия магнификамида в клетках данного штамма. В результате выделения целевого пептида сочетанием методов металл-аффинной хроматографии, обессоливания, обработки энтерокиназой и финальной очистки ОФ ВЭЖХ были получены 1,4 мг из 1 л клеточной культуры. Таким образом, новая схема получения оказалась менее эффективной, и было решено в дальнейшем проводить наработку рекомбинантного магнификамида по старой схеме.

Для определения активности магнификамида *in vivo* был проведен эксперимент с измерением уровня глюкозы у здоровых мышей линии CD-1 без признаков сахарного диабета после введения крахмала. Измерения выполнялись сразу после введения ингибитора, через 30 минут вместе с

введением крахмала и далее 4 раза с интервалом в 30 минут. В качестве отрицательного контроля выступала группа, получившая крахмал без ингибитора. Эффективность ингибирования измерялась относительно действия противодиабетического препарата акарбозы (GlucobayTM) в дозе 3 мг/кг. Было выявлено, что исследуемый пептид в концентрациях 0,1 и 0,5 мг/кг не оказывает токсического влияния на животных и способствует поддержанию более низкого уровня глюкозы в крови в течение всего времени наблюдения, чем в контрольной группе.

Работа поддержана грантом Российского Научного Фонда № 21-74-20147.

Список литературы

1. Lobstein, J. Shuffle, a novel *Escherichia coli* protein expression strain capable of correctly folding disulfide bonded proteins in its cytoplasm / J. Lobstein, C.A. Emrich, C. Jeans, M. Faulkner, P. Riggs, M. Berkmen // *Microbial Cell Factories*. – 2012. - Vol. 11, № 1. – doi:10.1186/1475-2859-11-56/
2. Sintsova, O. Magnificamide, a β -Defensin-Like peptide from mucus of the sea anemone *Heteractis magnifica*, is a strong inhibitor of mammalian α -Amylases / O. Sintsova, I. Gladkikh, A. Kalinovskii, E. Zelepuga, M. Monastyrnaya, N. Kim, L. Shevchenko, S. Peigneur, J. Tytgat, E. Kozlovskaya, E. Leychenko // *Mar. Drugs*. – 2019. – Vol. 17. – P. 1-15.

Рубцов Н.К.^{1,2}, Сильченко А.С.², Ермакова С.П.²

ФУКОИДАН-МОДИФИЦИРУЮЩИЕ ФУКОЗИДАЗЫ МОРСКОЙ БАКТЕРИИ *WENYINGZHUANGIA FUCANILYTICA CZ1127^T*

¹Кафедра биоорганической химии и биотехнологии ШЕН ДВФУ

²Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г.Б. Елякова ДВО РАН

²Научный руководитель – к.х.н., н.с. А.С. Сильченко

Фукоиданы, обнаруженные во всех известных на сегодняшний день бурых водорослях, относятся к семейству сульфатированных гетерополисахаридов. Основным компонентом структуры этих полисахаридов являются остатки сульфатированной α -L-фукозы. Фукоиданы представляют огромный интерес для изучения благодаря широкому спектру биологических активностей [1,4]. Эти полисахариды характеризуются низким уровнем токсичности в отношении нормальных клеток человека, что открывает потенциал их использования в биомедицине. Существуют сложности, связанные с установлением структуры фукоиданов, что затрудняет определение взаимосвязи между биологической активностью и структурой этих биополимеров. Существующие методы определения структур фукоиданов являются несовершенными и часто приводят к неудовлетворительным результатам. Перспективным является использование методов современной гликобиологии с применением арсенала охарактеризованных ферментов. Однако, фукоидан-деградирующие ферменты практически не изучены. На сегодняшний день биохимически охарактеризованы только несколько ферментов, участвующих в деполимеризации фукоиданов [3].

Целью данной работы является поиск и биохимическая характеристика новых фукоидан-модифицирующих ферментов. В качестве источника таких ферментов нами была выбрана фукоидан-деградирующая морская бактерия *Wenyngzhuangia fucanilytica CZ1127^T* [2]. Биоинформационный анализ генома морской бактерии позволил выявить кластер генов, предположительно, кодирующий ферменты, участвующие в катаболизме фукозосодержащих сульфатированных полисахаридов, включая 6 фукозидаз. В ходе проделанной работы были определены некоторые каталитические свойства, а также субстратная специфичность рекомбинантных фукозидаз. Полученные данные

предоставляют новые знания о процессе катаболизма фукоиданов морскими бактериями и открывают новые возможности в изучении детальных структур этих полисахаридов с использованием ферментов.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ (№ 20-74-00035).

Список литературы

1. Ale, M.T. Important determinants for fucoidan bioactivity: a critical review of structure-function relations and extraction methods for fucose-containing sulfated polysaccharides from brown seaweeds / M.T. Ale, J.D. Mikkelsen, A.S. Meyer // *Marine Drugs*. – 2011. – Vol. 9, № 10. – P. 2106–2130.
2. Chang, Y. Isolation and characterization of a sea cucumber fucoidan-utilizing marine bacterium / C. Xue, Q. Tang, D. Li, X. Wu, J. Wang // *Letters in Applied Microbiology*. – 2010. – Vol. 50, № 3. – P. 301–307.
3. Kusaykin, M.I. Fucoidanases / M.I. Kusaykin, A.S. Silchenko, A.M. Zakharenko, T.N. Zvyagintseva // *Glycobiology*. – 2015. – Vol. 26. – P. 3–12.
4. Usov, A.I. Fucoidans — sulfated polysaccharides of brown algae / A.I. Usov, M.I. Bilan // *Russian Chemical Reviews*. – 2009. – Vol. 78, № 8. – P. 785–799.

Румянцева М.П.¹

ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ БИОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЛЮНЫ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

¹Институт стоматологии, ТГМУ ФГБУ ВО Минздрава России,

²Институт фундаментальных основ и информационных технологий в медицине, ТГМУ

²Научные руководители - к.б.н., старший преподаватель ИФОИТМ И.В. Андреева, преподаватель М.И. Аксенова

Одной из важнейших биологических жидкостей организма является слюна. Слюна - сложная по составу ротовая жидкость, выполняет множество функций в ротовой полости и относится к биологическим жидкостям пищеварительного тракта [1]. В течение дня слюнными железами в ротовой полости образуется в среднем до 1,5 л слюны. Состав слюны разнообразен (состоит из множества неорганических и органических веществ, слущенных клеток, клеток крови, микроорганизмов и вирусов), изменяется в течение дня и физиологического состояния человека и обеспечивает постоянство функционального состава зубов и слизистой полости рта [3].

Целью настоящей работы является изучение биохимических характеристик слюны у студентов для выявления физиологических изменений.

Для решения поставленной цели у студентов собирали общую слюну и исследовали: скорость образования слюны, поверхностное натяжение слюны (ПНС), микро-кристаллизацию слюны, pH, наличие кальция, и активность амилазы [1, 2]. В исследование было включено 18 студентов в возрасте 19-20 лет. Полученные данные представлены в таблице.

Таблица

Химические и биохимические свойства слюны

Студенты	Скорость соликации м/сек	ПНС	Кристаллизация	pH	Ca ²⁺	Белок	Амилаза
Референсные значения	0,3-0,6	50-60 мм/м	1-3 тип	6,8-7,4	+	1,5-4,5 г/л	160-320 ед

Группа 1	0,8 - 0,95	34,7-39,5	1-2 тип	6,8	++	+-	160
Группа 2	0,07 - 0,52	40,5-65,0	1 тип	7,2	++	+	160-320
Группа 3	0,35 - 0,56	51-60	1 тип	7,0	++	++	20-40
Группа 4	0,35 – 0,62	40,5-60,0	1-2 тип	6,6	++	++	0

По результатам проведенной работы видно, что скорость солификации, поверхностное натяжение, активность фермента амилазы, рН слюны различаются у студентов. По характеру изменений выбранных параметров смешанной слюны провели деление результатов на 4 группы. Выявлены снижение скорости образования слюны (солификации) у студентов группы 2, что может указывать на изменения в гормональном статусе или временной реакцией организма на стресс, при котором в крови резко повышается концентрация гормона кортизола. Сниженная скорость образования слюны (солификация) может быть причиной развития кариеса и других заболеваний ротовой полости. В противоположность у студентов группы 1 установлена высокая скорость образования слюны, что коррелирует с более низкой степенью поверхностного натяжения (ПНС) и может, впоследствии, отразиться на свойствах эмали зубов [1]. В норме активность амилазы слюны составляет 160-320 единиц. В пробах слюны тестированной группы студентов обнаружена гетерогенность активности амилазы. В целом, у большей части студентов активность амилазы соответствовала стандартной активности фермента (160-320 единиц). В тоже время выявлены студенты (группа 3) с низкой (20-40 единиц) активностью амилазы, что в 8-10 раз ниже оптимальной активности фермента здорового человека. И даже выявлены студенты с полным отсутствием амилазы в слюне (группа 4). Дефицит амилазы в слюне наблюдается при выраженной пищевой аллергии, хронических доуденитах и гастрододенитах [1]. Так же у злостных курильщиков амилаза в слюне не обнаруживается. Но в устном опросе студенты отрицали курение, следовательно, снижение активности амилазы, и даже отсутствие, могут быть первым симптомом для обращения к врачу гастроэнтерологу. У всех студентов выявлено наличие кальция в слюне, уровень рН соответствовал норме, и во всех анализируемых образцах слюны присутствовал белок, хотя его содержание мало, что соответствует референсным значениям. Микро-кристаллизация слюны во всех образцах была нормальной и соответствовала 1 типу, иногда 2 типу, этот факт указывает на отсутствия кариеса.

Так, на основе проведенного анализа слюны студентов можно сделать рекомендации по физиологическому состоянию человека и даже выявить патологические изменения. Расширение использования слюны в клиническом анализе поможет ускорить переход от диагностики заболеваний к наблюдению за здоровьем человека.

Список литературы

1. Вавилова, Т.П. Слюна. Аналитические возможности и перспективы / Т.П. Вавилова, О.О. Янушевич, И.Г. Островская – М.: Издательство БИНОМ, 2014. - 312с.
2. Проходная, В.А. Методические подходы к сбору и исследованию биологических жидкостей ротовой полости в рамках преподавания пропедевтики стоматологических болезней / В.А. Проходная, Е.Х. Чибичян, А.С. Ломова, А.Ю. Косых // Лабораторная диагностика. - 2018. - № 1 (59) - С. 43-46.
3. Beslekoyeva, T.A. Changing the composition of saliva in different trimesters of pregnancy / T.A. Beslekoyeva, D.A. Kazbekova, T.I. Dzhanyayev // The journal of scientific articles "Health & education millennium" (series Medicine). – 2013. - Vol. 15. - P. 1-4.

Танадбаева Д.А.¹, Семенченко А.А.²

ПОПУЛЯЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ХАРИУСОВ АМУРА (*SALMONIDAE: THYMALLUS*) НА ОСНОВАНИИ ЦИТОХРОМОКСИДАЗЫ I И ЦИТОХРОМА B МИТОХОНДРИАЛЬНОЙ ДНК

¹Кафедра клеточной биологии и генетики ШЕН ДВФУ

²Лаборатория экологии и эволюционной биологии водных организмов ДВФУ

²Научный руководитель - к.б.н., н.с., доцент А.А. Семенченко

Лососевые рыбы играют важнейшую экономическую и экологическую роль среди пресноводных рыб Палеарктики [4]. Семейство лососевых рыб включает три подсемейства: лососевые (*Salmoninae*), сиговые (*Coregoninae*) и хариусовые (*Thymallinae*), дивергировавшие друг от друга в Эоцене [3].

Представители рода хариусов (*Thymallus* Cuvier, 1829) отличаются наличием крупного спинного плавника, сравнительно небольшим ртом, а также весенним нерестом и полициклическостью [1]. В бассейне Амура и сопредельных водотоках обитает 5 видов хариусов, 4 из которых являются эндемиками этой реки, что делает этот регион уникальным.

Нами была поставлена цель изучить популяционную структуру амурских хариусов на основании двух митохондриальных генов – цитохромоксидазы I и цитохрома B.

Для этого из тканей особей была выделена тотальная ДНК, амплифицированы соответствующие участки мтДНК и получены первичные последовательности нуклеотидов на полуавтоматическом капиллярном секвенаторе ABI3130XL, которые были использованы в ходе биоинформатического анализа для построения гаплотипических сетей.

В ходе работы нами было установлено, что верхнеамурский хариус (*Thymallus grubii*) имеет четыре обособленные гаплогруппы. Одна из них населяет бассейн реки Нэньцзянь (левый приток р. Сунгари), вторая – бассейн реки Ялуцзян, впадающей в Желтое море. Третья гаплогруппа включает особей, собранных в верхнем течении реки Амур (р. Хумаэрхэ, р. Гэньхэ, р. Амазар) и в р. Гудонцзянь (правый приток р. Сунгари). Нижнеамурский хариус (*Thymallus tugarinae*) по всему Амурскому бассейну, включая бассейн р. Сунгари и реки северо-западной части острова Сахалин, имеет невысокое нуклеотидное разнообразие. В свою очередь особи, собранные в р. Киевка, имеют существенные дистанции от амурских популяций. Популяции желтопятнистого хариуса (*Thymallus flavomaculatus*) разделились на 4 гаплогруппы, две из которых обитают в реках восточного склона Сихотэ-Алиня: Тумнин и Коппи, а также Ботчи и Самарга, соответственно. Третья гаплогруппа выявлена нами в Амурском бассейне, реках Анной и Гобилли. Четвертая гаплогруппа характерна для р. Киран. Несмотря на географическую удаленность популяции ленского хариуса (*Thymallus lenensis*) (р. Хумаэрхэ, Гэньхэ и р. Буря), нуклеотидное разнообразие оказалось невысоким. Буреинский хариус (*Thymallus burejensis*), как эндемик р. Буря, вероятно, имеет одну популяцию, в которой особи генетически однородны.

Таким образом, нами определено количество гаплогрупп для каждого вида хариусов Амура: 4 гаплогруппы - для *T. grubii* и *T. flavomaculatus*, 2 гаплогруппы - для *T. baicalolenensis* и *T. tugarinae*, 1 гаплогруппа для *T. burejensis*. Генетическое расстояние между гаплогруппами четырех видов хариусов составили: верхнеамурский – 1.34%, желтопятнистый – 1.42%, нижнеамурский - 1.43%, ленский – 0.5%. Исходя из литературных данных о скорости накопления мутаций для мтДНК лососевых рыб равной 1% в 1млн лет [2], время дивергенции между выявленными гаплогруппами соответствует раннему и среднему Плейстоцену (1,43 млн – 0,5млн.л.н.).

Сложная популяционная структура амурских хариусов, по-видимому, связана, с одной стороны, с активным расселением внутри бассейна р. Амур и на сопредельных водотоках, а с другой стороны - с колебаниями численности, вызванными с оледенениями и образованием рефугиумов в Плейстоцене.

Список литературы

1. Книжин, И.Б. Хариусы (*Thymallus* Cuvier, 1829) голарктики (систематика, филогеография, особенности экологии): дис. ... док. биол. Наук / Книжин И. Б. – Москва, 2009. – 30с.
2. Koskinen, M.T. Mitochondrial and nuclear DNA phylogeography of *Thymallus* spp. (grayling) provides evidence of ice-age mediated environmental perturbations in the world's oldest body of freshwater, Lake Baikal / M.T. Koskinen, I. Knizhin, C.R. Primmer, C. Schlotterer, S. Weiss // Mol. Ecol. - 2002. - Vol. 11. - P. 2599–2611.
3. Near, T.J. Resolution of ray-finned fish phylogeny and timing of diversification / T.J. Near, R.I. Eytan, A. Dornburg // PNAS. – 2012. – Vol. 109, № 34. – P. 13698-13703.
4. Weiss, S. Global systematic diversity, range distributions, conservation and taxonomic assessments of graylings (Teleostei: Salmonidae; *Thymallus* spp.) / S.J. Wiess, D.V. Goncalves, G. Secci-Petretto // Organisms Diversity & Evolution. – 2021. – Vol. 21. - P. 25-42.

Хотько У.Е.¹, Куделина А.А.¹, Соломатина Т.О.¹

ИММУННАЯ РЕАКЦИЯ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ *MODIOLUS KURILENSIS* НА ЗАКИСЛЕНИЕ, ОПРЕСНЕНИЕ И ПОВЫШЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ

¹Департамент медицинской биологии и биотехнологии ШБМ ДВФУ

²Кафедра клеточной биологии и генетики ШЕН ДВФУ

²Научный руководитель – ассистент Ю.Н. Сокольников

Основными проблемами Мирового океана, наряду с загрязнением, являются закисление, опреснение и повышение средней температуры, которые негативно сказываются на населяющих его живых организмах [1-4]. Для своевременного выявления изменений условий обитания необходимо оценивать физиологическое состояние так называемых индикаторных видов. В акваториях Дальнего Востока широко распространенным видом является двустворчатый моллюск *Modiolus kurilensis* однако подобных исследований проведено не было. Для оценки чувствительности и реактивности данного вида моллюсков к острым изменениям таких факторов среды, как рН, соленость и температура, в моделируемых лабораторных условиях была проведена оценка состояния его иммунитета, как основной защитной и адаптационной системы организма.

Для этого животных, выловленных из залива Восток Японского моря в октябре 2020 г., делили на 4 группы: “контрольная”, “закисление”, “опреснение”, “температура”, помещали в отдельные не проточные аквариумы и содержали в контролируемых температурных условиях при +4 °С (за исключением группы “температура”). Для моделирования условий закисления моллюсков помещали в аквариумы без аэрации. Для опреснения в морскую воду вносили 30 % от объема аквариума стерильной проточной воды. Моллюсков из группы “температура” содержали при комнатной температуре +22-24 °С. Через 3 дня у моллюсков брали гемолимфу, определяли концентрацию белков в плазме, подсчитывали число гемцитов и соотношение среди них различных морфотипов, оценивали долю мертвых клеток, а также определяли фагоцитарную активность гемцитов.

Среди всех апробированных факторов закисление оказывало наибольший эффект и приводило к подавлению иммунной защиты (Таблица).

Иммунные параметры *M. kurilensis* при различных факторах среды (средняя \pm 95 % доверительный интервал, красным цветом – повышение, голубым – снижение)

Группа животных	Концентрация белка при 280 нм, нг/мкл	Число гемоцитов, млн/мл	Фагоцитарная активность, %	Доля гранулоцитов / агранулоцитов, %	Доля мертвых клеток, %
Контрольная	736,8 \pm 206,1	1,65 \pm 0,21	33,4 \pm 8,1	35,1 \pm 13,4 / 47,5 \pm 18,4	13,7 \pm 7,6
Опреснение	2416,5 \pm 1496,8	1,64 \pm 0,34	45,0 \pm 5,2	33,3 \pm 8,7 / 45,3 \pm 3,5	8,8 \pm 2,6
Температура	2895,5 \pm 278,6	1,34 \pm 0,10	24,5 \pm 1,1	53,7 \pm 4,1 / 31,7 \pm 15,2	21,3 \pm 10,4
Закисление	385,5 \pm 274,2	1,31 \pm 0,22	11,0 \pm 3,5	30,7 \pm 5,2 / 44,4 \pm 11,7	9,5 \pm 3,3

Опреснение оказывало иммуностимулирующий эффект: концентрация белка в плазме и фагоцитарная активность повышались. Повышение температуры воды также действовало в основном подавляюще на иммунную систему (число гемоцитов и доля среди них агранулоцитов снижались, а число мертвых клеток повышалось), за исключением концентрации белка в плазме и числа гранулоцитов, которые достоверно повышались по сравнению с контрольной группой.

Таким образом, иммунные параметры *M. kurilensis*: концентрация белка в плазме, число гемоцитов и их фагоцитарная активность, которые оказались наиболее чувствительными к изменениям факторов среды, могут быть использованы в качестве биомаркеров состояния акваторий Дальнего Востока.

Список литературы

1. Matozzo, V. Effects of salinity on the clam *Chamelea gallina*. Part I: alterations in immune responses / V. Matozzo et al. // Marine Biology. – 2007. – Vol. 151. – №3. – P. 1051-1058.
2. Matozzo, V. Exposure to anoxia of the clam *Chamelea gallina*: I. Effects on immune responses / V. Matozzo et al. // Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. – 2005. – Vol. 325. – №2. – P. 163-174.
3. Rodrick, G.B. Effect of temperature, salinity, and pesticides on oyster hemocyte activity / G.B. Rodrick // Florida Water Resources J. – 2008. – Vol. 1. – P. 86-101.
4. Wu, F. Combined effects of seawater acidification and high temperature on hemocyte parameters in the thick shell mussel *Mytilus coruscus* / F.Wu et al // Fish & Shellfish immunology. – 2016. – Vol. 56. – P. 554-562.

Ягодина В.Д.¹

АНАЛИЗ ИЗМЕНЧИВОСТИ МИКРОСАТЕЛЛИТНЫХ ЛОКУСОВ У ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ТРЕПАНГА *APOSTICHOPUS JAPONICUS*

¹Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского ДВО РАН

¹Научный руководитель – д.б.н., профессор Брыков В.А.

Apostichopus japonicus – морское беспозвоночное животное, относящееся к типу иглокожих (Echinodermata). Ареал дальневосточного трепанга занимает прибрежную полосу северной части Желтого и Восточно-Китайского моря, большую часть побережья Японского моря, восточное тихоокеанское побережье Японии и самую южную часть Охотского моря [1]. В хозяйственной деятельности человека эта голотурия играет важную роль: пищевая ценность трепанга объясняется высоким содержанием белка и отсутствием холестерина [4].

Ценность дальневосточного трепанга привела к интенсификации его промысла и ненормированному вылову, а также браконьерству, что в конечном итоге сказалось на сокращении численности популяций трепанга в местах его обитания. На территории Приморья ведется наблюдение за изменением численности трепанга. В частности, оценка состояния его популяции проводилась в Дальневосточном морском заповеднике в 2014 и 2018 годах Валерием Николаевичем Лысенко с коллегами [2,3]. Было показано, что численность *A. japonicus* после браконьерского промысла стабилизировалась и дальневосточный трепанг не находится под угрозой исчезновения. Однако средняя плотность поселений трепанга примерно в 20 раз ниже плотности, при которой был начат незаконный его вылов, следовательно, данный объект все еще нуждается в охране [2].

Для описания генетической изменчивости дальневосточного трепанга и структуры популяций применяются и разрабатываются в основном микросателлитные маркеры и одноклеотидные полиморфизмы. Индивидуальные аллели в микросателлитном локусе отличаются количеством tandemных повторов и могут быть точно дифференцированы на основе электрофореза в зависимости от их размера. Основными преимуществами микросателлитных маркеров являются: кодоминантный тип наследования (гетерозигот можно отличить от гомозигот), высокий уровень полиморфизма и гипервариабельность, высокая скорость мутаций, легкая пробоподготовка [5].

В нашем исследовании был проведен анализ изменчивости 10 микросателлитных локусов у трепанга *A. japonicus* из 5 выборок залива Петра Великого Японского моря с целью оценки дальнейшего использования этих маркеров в популяционных исследованиях.

В результате работы было проанализировано 159 особей *A. japonicus* из разных локаций залива Петра Великого. В исследованных популяциях все локусы оказались полиморфными, а частоты аллелей характеризуются значительной изменчивостью. В наиболее изменчивом локусе было выявлено 14 аллелей, наименее полиморфный локус по результатам исследования содержал 5 аллелей. Размеры аллелей варьировали от 155 до 259 п.н. для микросателлитных локусов. Всего было обнаружено 108 аллелей по всем локусам для пяти выборок. Среднее число аллелей на локус – 10.8, что также говорит о высокой полиморфности выбранных фрагментов.

Для изучения микросателлитных локусов трепанга также было проанализировано наличие уникальных и общих аллелей (таблица). В таблице указаны уникальные аллели и частота их встречаемости в каждой популяции. Наибольшая частота уникальных аллелей наблюдается в выборках из зал. Восток (0.6) и б. Федорова (0.7), меньше всего уникальных аллелей зарегистрировано в зал. Посьета 2015 г. – 0.1.

Основные показатели аллельного разнообразия

Выборка	зал. Восток	м. Красный, Амурский зал.	зал. Посьета (2015)	б. Федорова, Амурский зал.	зал. Посьета (2018)
Общее число аллелей	8.300	6.000	6.600	7.200	6.500
Число аллелей с частотой $\geq 5\%$	4.600	4.200	4.100	4.700	4.500
Число эффективных аллелей	3.993	3.215	3.369	3.951	3.458
Число уникальных аллелей	0.600	0.500	0.100	0.700	0.500
Число общих аллелей с частотой $\leq 50\%$	0.900	0.500	0.500	0.700	0.600

В таблице отражены основные показатели аллельного разнообразия. Во всех выборках отмечается большее число наблюдаемых аллелей в отличие от количества эффективных аллелей, что может свидетельствовать о высоком генетическом разнообразии. Также число общих аллелей с частотой встречаемости $\leq 50\%$ превышает число уникальных аллелей или равно ему в каждой выборке, что также указывает на генетическую изменчивость внутри выборок.

В результате изучения выборок дальневосточного трепанга выявлено высокое генетическое разнообразие по ядерным микросателлитным локусам, отмечены различия частот аллелей между выборками. Показатели аллельного разнообразия для всех групп особей высокие, что дает возможность применить исследованные микросателлитные маркеры для дальнейшего изучения генетического разнообразия и популяционной структуры *Apostichopus japonicus*.

Список литературы

1. Левин, В.С. Дальневосточный трепанг / В.С. Левин. - Владивосток: Дальневосточное книжное издательство, 1982. - 191 с.
2. Лысенко, В.Н. Современное состояние популяции дальневосточного трепанга *Apostichopus japonicus* в дальневосточном морском заповеднике / В.Н. Лысенко, В.В. Жариков, А.М. Лебедев, С.М. Долганов // Биология моря. - 2018. - Т. 44, №2. - С. 133-139.
3. Лысенко, В.Н. Численность и распределение дальневосточного трепанга *Apostichopus japonicus* (Selenka, 1867) (Echinodermata: Stichopodidae) в прибрежной зоне южного участка Дальневосточного морского заповедника ДВО РАН / В.Н. Лысенко, В.В. Жариков, А. Лебедев // Биология моря. - 2015. - Т. 41, №2. - С. 146-149.
4. Ramofafia, C. Development of three commercial sea cucumbers, *Holothuria scabra*, *H. fuscogilva* and *Actinopyga mauritiana*: larval structure and growth / C. Ramofafia, M. Byrne, S.C. Battaglione // Marine and freshwater research. - 2003. - Vol. 54, №5. - P. 657-667.
5. Tautz, D. Hypervariability of simple sequences as a general source for polymorphic DNA markers // Nucleic Acid research. - 1989. - Vol. 17, № 16. - P. 6463-6471.

Раздел VI МАТЕМАТИКА

Ефремов Е.Л.

НЕКОТОРЫЕ СВОЙСТВА ПОДПРЯМО НЕРАЗЛОЖИМЫХ ПОЛИГОНОВ НАД КОММУТАТИВНЫМ МОНОИДОМ

Кафедра алгебры, геометрии и анализа ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор А.А. Степанова

В работе представлены результаты, полученные на начальных этапах изучения теоретико-модельных свойств класса подпрямо неразложимых полигонов над коммутативным моноидом. К таким свойствам относят аксиоматизируемость, полноту, стабильность, примитивную нормальность и др. Результаты таких исследований для классов инъективных, проективных, (сильно, слабо) плоских, свободных, делимых полигонов рассмотрены в работах Степановой А.А., Гоулд В., Мустафина Т.Г., Овчинниковой Е.В., Ефремова Е.Л., Птахова Д.О., Красицкой А.И. и др. Кожуховым И.Б. получен ряд результатов по характеристике подпрямо неразложимых полигонов над полугруппой [1]. Вопрос аксиоматизируемости класса подпрямо неразложимых полигонов над моноидом S был решён только для случая, когда S – абелева группа [2].

Пусть S – моноид с единицей 1. Алгебраическая система ${}_S A = \langle A; L_S \rangle$ языка $L_S = \{s^{(1)} \mid s \in S\}$ называется (левым) полигоном над S , если $s_1(s_2 a) = (s_1 s_2) a$ и $1 a = a$ для любых $s_1, s_2 \in S, a \in A$.

Полигон ${}_S A$ называется подпрямо неразложимым, если пересечение любого семейства ненулевых конгруэнций полигона ${}_S A$ – ненулевая конгруэнция. Через $Sir(S)$ обозначим класс всех подпрямо неразложимых полигонов над моноидом S .

Замечание. [3] В каждом подпрямо неразложимом полигоне ${}_S A$ существует наименьший относительно включения нетривиальный подполигон ${}_S cor {}_S A$.

Всюду дальше S – коммутативный моноид.

Утверждение 1. Пусть ${}_S A \in Sir(S), |A| > 1$. Тогда имеет место один из следующих случаев:

- 1) ${}_S A$ не имеет нулей;
- 2) ${}_S A$ имеет единственный нуль $\theta \in cor {}_S A$;
- 3) ${}_S A = {}_S B \sqcup {}_S \{\theta\}$, где ${}_S B$ не имеет нулей.

Утверждение 2. Пусть ${}_S A \in Sir(S)$. Тогда ${}_S S b_1 \cong {}_S S b_2$ для любых $b_1, b_2 \in cor {}_S A$, не являющихся нулями полигона ${}_S A$.

Утверждение 3. Если ${}_S A \in Sir(S)$ не содержит нуля, то ${}_S A = {}_S cor {}_S A$.

Утверждение 4. Пусть ${}_S A \in Sir(S)$ не содержит нуля, $|A| = n$. Тогда для любых $t \in S$ и $k \in \omega \setminus \{0\}$

$$\forall a \in cor {}_S A (t^k a = a) \Rightarrow n \vdots k.$$

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ, дополнительное соглашение от 21.04.2020 № 075-02-2020-1482-1.

Список литературы

1. Кожухов, И. Б. Характеризация подпрямо неразложимых полигонов / И. Б. Кожухов, А. Р. Халиуллина // ПДМ. – 2015. – Т.27, № 1. – С. 5-16.
2. Степанова, А. А. Аксиоматизируемость класса подпрямо неразложимых полигонов над абелевой группой / А. А. Степанова, Д. О. Птахов // Алгебра и логика. – 2020. – Т.59, № 5. – С. 582-593.

Захарова О.Н.

МЕТОД ИНТЕРВАЛОВ ПРИ РЕШЕНИИ НЕРАВЕНСТВ

Кафедра алгебры, геометрии и анализа ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор А. А. Степанова

Практически на каждом экзамене по математике требуется решить неравенство. Это задание лидирует по количеству выпускников, приступивших к его решению, но не все они доводят решение неравенства до правильного ответа. Ошибки возникают из-за неточного (или неполного) использования свойств соответствующих функций или использования метода решения неравенства. Анализ результатов выполнения заданий повышенного уровня сложности показывает, что задание по решению неравенств (задание № 15) решают не более 13% от числа решавших (рис. 1)

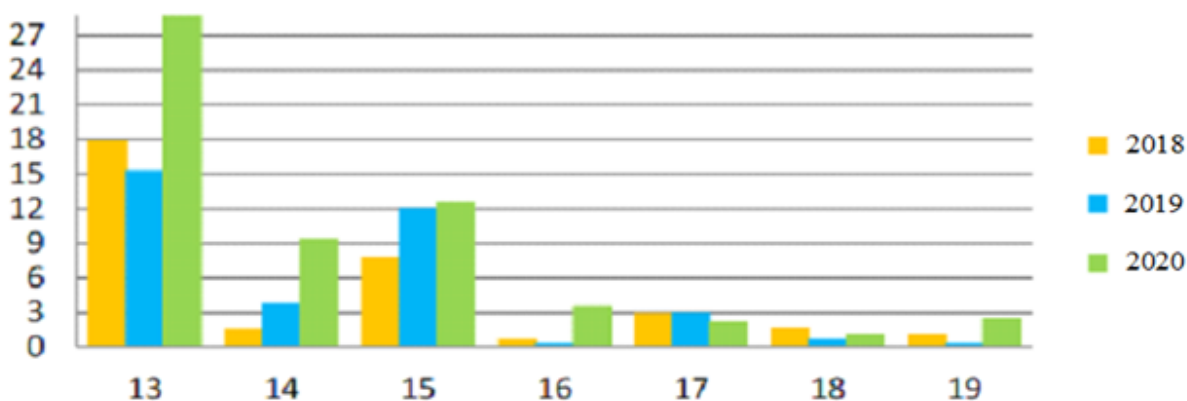


Рисунок 1 – Анализ результатов выполнения заданий на ЕГЭ 2018-2020гг (вторая часть, задачи 13-19), в % к общему числу решавших задачи

Целью работы является анализ, классификация и систематизация задач, решаемых методом интервалов.

Один из основных способов решения неравенств – метод интервалов. Метод интервалов можно применять при решении рациональных, дробно-рациональных, логарифмических, показательных, тригонометрических неравенств и неравенств, содержащих модуль. Универсальность метода основана на следующем свойстве непрерывных функций: *если функция непрерывна на промежутке и не имеет в этом промежутке корней, то она сохраняет знак в этом промежутке.*

Рассмотрим несколько примеров, при решении которых применим метод интервалов.

$$\text{Пример 1: } \frac{\sqrt{x-0,5}}{\log_3 x^2} \geq 0. [2]$$

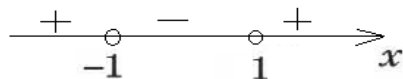
Решение. Многие приемы и методы решения неравенств совпадают с приемами и методами решения уравнений (преобразование, разложение на множители, замена неизвестного). Но некоторые методы преобразований, которыми мы пользуемся при решении уравнений, которые приводят к эквивалентному уравнению, или, в крайнем случае, к уравнению-следствию, оказываются запрещенными при решении неравенств.

Пусть $f(x) = \frac{\sqrt{x-0,5}}{\log_3 x^2}$. Значение числителя функции $f(x)$ не отрицательно, следовательно,

функция $f(x)$ не отрицательна, если знаменатель положителен. Числитель $f(x)$ определен при $x \geq 0,5$. Решим неравенство $\log_3 x^2 > 0$:

$$\log_3 x^2 > 0 \Leftrightarrow \log_3 x^2 > \log_3 1 \Leftrightarrow x^2 > 1 \Leftrightarrow (x-1)(x+1) > 0.$$

К последнему неравенству применим метод интервалов. Отметим на числовой прямой точки 1 и -1 . При $x > 1$ квадратный двучлен положителен. Двигаясь вдоль прямой справа налево, замечаем, что в каждой из отмеченных точек меняется знак многочлена $x^2 - 1$. Получаем:



Следовательно, решением неравенства $\log_3 x^2 > 0$ является объединение интервалов:

$(-\infty; -1) \cup (1; +\infty)$. Так как числитель функции $f(x)$ принимает только положительные значения и $f(0,5) = 0$, то с учетом области определения числителя $f(x)$, получаем *ответ*: $\{0,5\} \cup (1; +\infty)$.

Следующий пример демонстрирует работу метода интервалов при решении неравенств, содержащих модуль. Если неравенство содержит сразу несколько модулей, то приходится разбирать случаи, которые задаются знаками выражений, стоящих под модулем. Однако, если количество модулей велико, то велико и число разбираемых случаев. Решение можно заметно сократить за счет применения метода интервалов.

Пример 2: $x(|x^2 - 1| - 2|x - 1|) < 0$ [4]

Решение. Заметим, что для любых функций f и g

$$|f| - |g| < 0 \Leftrightarrow f^2 - g^2 < 0$$

Тогда

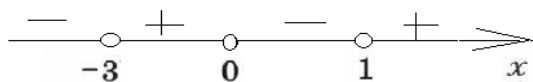
$$x(|x^2 - 1| - 2|x - 1|) < 0 \Leftrightarrow x(|x^2 - 1| - |2x - 2|) < 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow x((x^2 - 1)^2 - (2x - 2)^2) < 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow ((x^2 - 1) - (2x - 2))((x^2 - 1) + (2x - 2)) < 0 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow x(x + 3)(x - 1)^3 < 0$$

На числовой оси отметим точки: $x = -3$; $x = 0$ и $x = 1$. Эти точки разбивают ось четыре промежутка. Отмечаем знаки функции $f(x) = x(x + 3)(x - 1)^3$ на этих промежутках:



Получаем *ответ*: $(-\infty; -3) \cup (0; 1)$.

Список литературы

1. Макарычев Ю.Н. Алгебра: дополнительные главы к школьному учебнику / Ю.Н. Макарычев, Н.Г. Миндюк. – 6-е изд. – М.: Просвещение, 2006. – 224 с.
2. Затакавай В. Решение неравенств методом интервалов / В. Затакавай // Квант. – 1990. – № 5. – С. 63-65. [Электронный источник] – URL: http://kvant.mccme.ru/1990/05/reshenie_neravenstv_metodom_in.htm
3. Ионин Ю.И. Метод интервалов / Ю.И. Ионин, В.Б. Некрасов // Квант. – 1985. – № 12. – С. 18-20. [Электронный источник] – URL: http://kvant.mccme.ru/1985/12/metod_intervalov.htm
4. Сергеев И.Н. ЕГЭ 2011. Математика. Уравнения и неравенства / И.Н. Сергеев, В.С. Парфёнов – М., МЦНМО, 2011. – 72 с.

Картукова А.А.

РАЗРАБОТКА КУРСА УГЛУБЛЕННОГО ИЗУЧЕНИЯ МАТЕМАТИКИ В 5 КЛАССЕ

Кафедра алгебры, геометрии и анализа ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент М.А. Первухин

Одним из самых авторитетных исследований в области среднего образования в разных странах мира является исследование PISA (Международная программа по оценке образовательных достижений учащихся), проводимое ОЭСР (Организация экономического сотрудничества и развития) в сотрудничестве с ведущими мировыми образовательными центрами. В этом исследовании участвуют страны-участницы ОЭСР и страны, сотрудничающие с этой организацией, в том числе и Россия. По результатам анализа отчета PISA за 2018 год, показатели качества российского образования в период с 2015 года снизились. В рейтинге из 79 стран за 2018 год российские школьники оказались на 30-м месте по математической грамотности (488 баллов из 1000).

При переходе из начальной школы в основную нередко успеваемость учащихся падает. Существует много факторов, способствующих этому явлению: изменение условий обучения, увеличение количества предметов, снижение мотивации к познанию и т.д. Одним из них является и переход на другую линию УМК. Утвержденный Приказом №254 от 20 мая 2020 года Федеральный перечень учебников содержит одиннадцать линий учебно-методических комплексов для начального общего образования, восемь линий для 5 классов. Выбор учебника определяется, по большей части, возможностями школы и квалификацией педагога.

И тем не менее, даже опытному педагогу непросто сделать выбор, так как содержательные линии учебных комплексов, не смотря на одни и те же требования к образовательным результатам, разнятся друг с другом.

Отличие, в первую очередь, состоит в содержательной линии. Одни учебники содержат тематический раздел «Десятичные дроби» ([9], [3]), но не содержат раздела «Делимость чисел», другие наоборот, содержат «Делимость чисел», но «Десятичные дроби» рассматриваются лишь в 6 классе. ([2], [5]). Ряд учебников имеют более широкую содержательную линию: некоторые авторы включили для изучения в 5 классе «Теорию множеств», элементы «Теории графов» ([10]), другие включают тематику алгебры и геометрии 7 и 8 классов ([7]). Также существует УМК, являющийся продолжением линии дошкольного образования и начального образования и рассчитан больше на учеников 6 классов образовательных школ ([4]). Вся тематика, рассматриваемая в данном УМК содержится в учебниках 4 класс, то есть начальной школы, а некоторые разделы изучаются даже в 3 классе. Учебник ориентирован на углубленно изучение математики, начиная с начальной ступени обучения.

Тем не менее, не смотря на «разнообразие» предлагаемых программ обучения, часто у учеников, сдающих ОГЭ и ЕГЭ в недостаточной степени сформированы не только вычислительные навыки, а также навыки преобразования выражений, возникают трудности в понимании Математических моделей и математического языка, при решении геометрических задач.

Советские учебники, начиная с 40-х годов, напротив, единообразны. Основным учебником советского времени считалась «Арифметика» Киселева А.П. Он был утвержден в качестве учебника арифметики для 5-6 классов средней школы и прослужил 20 лет, переиздаваясь 18 раз. На данный момент советские учебники, сборники задач и упражнений к учебникам перепечатываются и используются и учителями, и родителями для обучения и систематизации знаний.

Цель работы: на основе анализа учебников советского и постсоветского периодов разработать курс углубленного изучения математики в 5 классе. Данный курс предназначен для расширения и углубления теоретических знаний учащихся 5 классов. С учетом результатов анализа принято решение

включить в содержание курса следующую тематику: арифметика, теория чисел (представленная разделом «Делимость чисел»), геометрия, комбинаторика, знакомство с математической логикой и теорией множеств.

Список литературы:

1. Березанская, Е.С. Сборник задач и упражнений по арифметике для 5-го и 6-го классов неполной средней и средней школы / Е.С. Березанская. – 4-е изд. – М.: Учпедгиз, 1935. – 160 с.
2. Бунимович, Е.А. Математика. Арифметика. Геометрия. 5 класс: учеб. для общеобразоват. организаций с прил. на электрон. носителе / Е.А. Бунимович, Г.В. Дорофеев, С.Б. Суворова и др. ; Рос. акад. наук, Рос. акад. образования, изд-во «Просвещение». – 3-е изд. – М.: Просвещение, 2014. – 223, [1] с.: ил. – (Академический школьный учебник) (Сферы)
3. Виленкин, Н.Я., Математика. 5 класс: учебник для учащихся общеобразовательных организаций: в 2 ч. / Н.Я. Виленкин, В.И.Жохов, А.С. Чесноков, А.С. Шварцбург С.И.. – М.: Мнемозина, 2019.
4. Дорофеев, Г.В., Петерсон, Л.Г. Математика. 5 класс. в 2 ч. – изд. 2-е, перераб./ Г.В. Дорофеев, Л.Г. Петерсон. – М.: Издательство «Ювента», 2011.
5. Дорофеев, Г.В., Шарыгин, И.Ф. Математика. 5 класс : учеб. для общеобразоват. организаций / Г.В. Дорофеев, И.Ф. Шарыгин, С.Б. Суворова и др.; под ред. Г.В. Дорофеева, И.Ф. Шарыгина. – 5-е изд. – М.: Просвещение, 2017. – 287 с.
6. Киселев, А. П. Арифметика: учебник для 5 класса неполной средней и средней школы /А. П. Киселев; под ред. А.Я. Хинчина – М.: Учпедгиз, 1938.
7. Козлов, В.В., Никитин, А.А. Математика: учебник для 5 класса общеобразовательных организаций / В.В. Козлов, А.А. Никитин, В.С. Белоносов и др.; под ред. В.В. Козлова и А.А. Никитина. – 5-е изд. – М.: ООО «Русское слово – учебник», 2017. – 352 с. – (Инновационная школа).
8. Малыгин, Г. В., Цеплиев, Ф. К., Лунев, Н. Н., Яковлева, С. О. Учебная книга по математике. в 2 ч. – Воронеж : Книгиздательство «Коммуна», 1932.
9. Мерзляк, А.Г. Математика: 5 класс: учебник для учащихся общеобразовательных организаций / А.Г. Мерзляк, В.Б. Полонский, М.С. Якир. – М.: Вентана-Граф, 2014. – 304 с.
10. Никольский, С.М., Потапов, М.К., Решетников, Н.Н., Шевкин, А.В. Математика. 5 класс: учеб. для общеобразоват. организаций / С.М. Никольский, М.К. Потапов, Н.Н. Решетников, А.В. Шевкин. – 14-е изд. – М.: Просвещение, 2015. – 272 с.
11. Н. С. Попова, Учебник арифметики для начальной школы. Часть III. – 5-е изд. М.: Учпедгиз, 1937.

Пилеко С.М.

АЛГЕБРАИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КРИПТОАНАЛИЗА НЕКОТОРЫХ ПОТОЧНЫХ ШИФРОВ

Кафедра алгебры, геометрии и анализа ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент С.Г. Чеканов

Поточные шифры – разновидность криптографических примитивов, которые осуществляют посимвольное шифрование открытого текста с помощью ключевой последовательности. Преимуществом поточных шифров по отношению к другим видам шифр систем является высокая скорость шифрования в сочетании с хорошими криптографическими качествами. Известно, что для обеспечения высокой информационной безопасности ключевая последовательность должна быть случайной и ее длина должна совпадать с длиной открытого текста. Достижение необходимых

характеристик шифрсистем доступно только для организаций, обладающих серьезными ресурсами.

Компромиссным вариантом является подход, который используется в таких известных шифрах как Bluetooth, GSM. В этом случае, для генерации ключевой последовательности используются линейные регистры сдвига с обратной связью (ЛРС) [1, 2].

Такой подход позволяет существенно сократить размер секретного ключа и использовать хорошо разработанные методы современной алгебры при конструировании генераторов ключевых последовательностей и анализе их криптографической стойкости. Оценка стойкости генератора производится из предположения, что противник знает весь алгоритм, кроме секретного ключа

Определение. Пусть F конечное поле. Будем говорить, что (l, m) – генератор определяется следующими компонентами:

- 1) S ЛРС размерности n_1, \dots, n_s и матрицами обратной связи L_1, \dots, L_s ;
- 2) внутреннее состояние $S \in F^m \times F^n$, и $n = n_1 + \dots + n_s$;
- 3) матрица над F размерности $n \times n$, которая имеет вид

$$L = \begin{pmatrix} L_1 & 0 & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & L_s \end{pmatrix};$$

- 4) матрица проектирования P над F размерности $n \times l$;
- 5) нелинейная функция обновления памяти $\gamma: F^m \times F^l \rightarrow F^m$;
- 6) функция выхода $f: F^m \times F^l \rightarrow F$.

Для генерации ключевой последовательности достаточно заполнить ячейки памяти регистров и память генератора, тогда на каждом такте работы генератора функция выхода определяет следующий элемент ключевой последовательности.

Допустим, что криптоаналитик знает фрагмент ключевой последовательности z_0, z_1, \dots, z_t , тогда он может получить систему уравнений:

$$\begin{cases} f(Q_0, K_0) = z_0 \\ \dots \\ f(Q_t, K_t) = z_t \end{cases}.$$

Целью атаки в данном случае являются значения Q_0 и K_0 . Если уравнения линейные, то решение системы не является труднорешаемой задачей. В противном случае получается система нелинейных алгебраических уравнений над конечным полем, что является задачей экспоненциальной сложности.

Для организации **алгебраической атаки** на генератор ключевой последовательности необходимо разработать алгоритмы построения систем уравнений и эффективные алгоритмы решения систем.

Для построения систем использовались r - функции и Z – функции.

Определение. Пусть $r \geq 1$. Функция $F: \mathbb{F}^{r \cdot l+r} \rightarrow \mathbb{F}$ называется r – функцией, если

$$F(X_1, \dots, X_r, y_1, \dots, y_r) = 0,$$

где X_1, \dots, X_r – последовательности входных значений, y_1, \dots, y_r – соответствующие выходы.

Для значений r последовательных элементов ключевого потока z_t, \dots, z_{t+r-1} верно следующее уравнение.

$$F(K_t, \dots, K_{t+r-1}, z_t, \dots, z_{t+r-1}) = 0$$

Определение. Пусть $K_t \in \mathbb{F}^l$ – ключевая последовательность, t – счетчик, (z_t) – значения на выходе. Функция $F_Z: \mathbb{F}^{l \cdot r} \rightarrow \mathbb{F}$ для $Z \in \mathbb{F}^r$ называется z – функцией, где z_t, \dots, z_{t+r-1} принимаем за Z , то F_Z равно нулю на соответствующих входах K_t, \dots, K_{t+r-1} . Для любого $t \geq 0$:

$$(z_t, \dots, z_{t+r-1}) = Z \Rightarrow F_Z(K_t, \dots, K_{t+r-1}) = 0$$

Разработка алгоритмов для алгебраических атак на генераторы ключевых последовательностей

позволяет выявить возможные слабые места в известных шифрсистемах, что позволит избежать ошибок при конструировании новых шифрсистем.

Автором разработаны алгоритмы для построения систем уравнений, которые реализованы в виде программ и опробованы на моделях генераторов ключевых последовательностей.

Список литературы

1. Armknecht F. Algebraic attacks on combiners with memory. / Armknecht F, Krause M. - Mannheim, 2006. - 175 p.

2. Алферов А.П. Основы криптографии: учеб. пособие 2-е изд., испр. и доп. / Алферов А.П., Зубов А.Ю., Кузьмин А.С., Черемушкин А.В. - М.: Гелиос АРВ, 2002. - 480 с.

Симаков В.К.

ГОМОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА ТЕКСТОВ

Кафедра алгебры, геометрии и анализа ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Е.Е. Скурихин

В докладе описан метод анализа сложности и связности текста с использованием методов теории гомологий.

Напомним некоторые необходимые понятия.

n -мерный симплекс – выпуклая оболочка $n+1$ точки (вершин).

Симплициальный комплекс – совокупность симплексов такая, что вместе с каждым симплексом в комплекс входит каждая его грань.

Метрика – функция $d: X \times X \rightarrow \mathbb{R}$ такая, что

- 1) $\forall x, y \in X d(x, y) \geq 0$ и $d(x, y) = 0 \Leftrightarrow x = y$
- 2) $\forall x, y \in X d(x, y) = d(y, x)$
- 3) $\forall x, y, z \in X d(x, y) \leq d(x, z) + d(z, y)$

Диаметр симплекса – максимальное расстояние между точками симплекса.

i -ое число Бетти – это размерность группы i -ых гомологий симплициального комплекса.

Метод анализа сложности и связности текста может быть описан следующим алгоритмом:

1) разбиение текста на составные части (предложения или абзацы), нормализация слов, векторизация составных частей;

2) построение симплициального комплекса с использованием метрики углового расстояния для каждого диаметра (откуда);

3) для каждого полученного симплициального комплекса вычисляются 0-ые и 1-ые числа Бетти;

4) строятся графики зависимости 0-ых и 1-ых чисел Бетти от диаметра.

Тогда 0-ое число Бетти соответствует количеству связных частей в тексте (компонент его связности), 1-ое число Бетти соответствует сложности рассматриваемого текста.

Для примера рассмотрен текст сказки «Репка». Тематические циклы образуют фрагменты текста типа «Внучка за бабу», «Бабу за деду», «Дедка за репку» - такой цикл образует компоненту связности текста.

Работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ, дополнительное соглашение от 21.04.2020 № 075-02-2020-1482-1.

Список литературы

1. Скурихин, Е.Е. Когомологии и размерности топологических и равномерных пространств: Монография / Е.Е Скурихин. – Владивосток: Дальнаука, 2008. - 204 с.
2. Zhu X. Persistent homology: An introduction and a new text representation for natural language processing / Xiaojin Zhu. – Madison, Wisconsin, USA, 2013. – 1953-1959 с.

Фатерин А.С.

КООРДИНАТНО-ВЕКТОРНЫЙ МЕТОД

Кафедра алгебры, геометрии и анализа ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор А.А. Степанова

Координатно-векторный метод – это достаточно эффективный и универсальный способ нахождения любых углов или расстояний между стереометрическими объектами в пространстве. Решая ту или иную математическую задачу этим методом, можно использовать различные системы координат, выбирая наиболее подходящую для решения данной задачи. Наиболее часто используется прямоугольная декартова система координат. Координатно-векторный метод решения заключается во введении (привязке к исследуемым фигурам) прямоугольной декартовой системы координат, а затем – исчислении образующихся векторов (их длин и углов между ними). Достоинство метода координат состоит в том, что его применение избавляет от необходимости прибегать к наглядному представлению сложных пространственных конфигураций.

Алгоритм применения координатно-векторного метода к решению геометрических задач:

- выбираем в пространстве систему координат из соображений удобства выражения координат и наглядности изображения;
- находим координаты необходимых для нас точек и векторов;
- решаем задачу, используя методы элементарной геометрии, аналитической геометрии, линейной алгебры;
- переходим от аналитических соотношений к геометрическим.

На примере следующей задачи продемонстрируем некоторые частные случаи координатно-векторного метода.

Задача. В основании параллелепипеда лежит параллелограмм $ABCD$, острый угол A которого имеет величину 60° , длины сторон AB и BC равны, соответственно, a и $2a$. Боковые ребра AA_1, BB_1, CC_1, DD_1 параллелепипеда перпендикулярны плоскости основания, их длина равна a . Через вершины A, B_1 и D_1 параллелепипеда проведена плоскость. Найти расстояние от вершины C до этой плоскости.

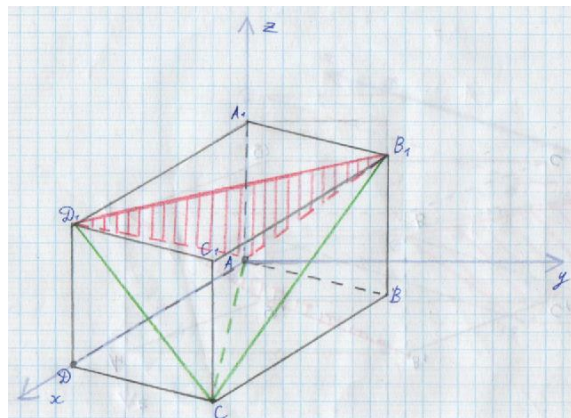


Рисунок 1 – Параллелепипед $ABCD A_1 B_1 C_1 D_1$ с обозначенной системой координат

В качестве системы координат возьмем систему $Axyz$, как показано на рисунке 1, где оси Ax , Az направлены по лучам $[AD]$ и $[AA_1]$, при этом оси Ax , Ay , Az образуют правую тройку.

Вычислим координаты точек:

$$C\left(\frac{5a}{2}, \frac{a\sqrt{3}}{2}, 0\right), A(0, 0, 0), B_1\left(\frac{a}{2}, \frac{a\sqrt{3}}{2}, a\right), D_1(2a, 0, a).$$

Координатный метод. Данный метод является эффективным и универсальным методом нахождения расстояний между стереометрическими объектами в пространстве.

Найдем уравнение плоскости AB_1D_1 . Для этого вычислим следующий определитель третьего порядка:

$$\begin{vmatrix} x & y & z \\ \frac{a}{2} & \frac{a\sqrt{3}}{2} & a \\ 2a & 0 & a \end{vmatrix} = a^2\sqrt{3}x + 3a^2y - 2a^2\sqrt{3}z.$$

Уравнение плоскости AB_1D_1 имеет вид: $a^2\sqrt{3}x + 3a^2y - 2a^2\sqrt{3}z = 0$. Тогда расстояние от точки C до плоскости AB_1D_1 вычисляется по следующей формуле:

$$\rho(C; AB_1D_1) = \frac{|a^2\sqrt{3}x_C + 3a^2y_C - 2a^2\sqrt{3}z_C|}{\sqrt{(a^2\sqrt{3})^2 + (3a^2)^2 + (2a^2\sqrt{3})^2}} = \frac{|a^2\sqrt{3} \cdot \frac{5a}{2} + 3a^2 \cdot \frac{a\sqrt{3}}{2} - 2a^2\sqrt{3} \cdot 0|}{\sqrt{(a^2\sqrt{3})^2 + (3a^2)^2 + (2a^2\sqrt{3})^2}} = a\sqrt{2}.$$

Метод площадей и объемов. Искомое расстояние $\rho(C; AB_1D_1)$ является высотой тетраэдра CAB_1D_1 , т.е. может быть найдено как отношение объема тетраэдра CAB_1D_1 к площади треугольника CAB_1D_1 . Найдем координаты векторов $\overrightarrow{AB_1}, \overrightarrow{AD_1}, \overrightarrow{AC}$:

$$\overrightarrow{AB_1} = \left\{ \frac{a}{2}, \frac{a\sqrt{3}}{2}, a \right\}, \overrightarrow{AD_1} = \{2a, 0, a\}, \overrightarrow{AC} = \left\{ \frac{5a}{2}, \frac{a\sqrt{3}}{2}, 0 \right\}.$$

Найдем площадь S треугольника AB_1D_1 как половину модуля векторного произведения векторов $\overrightarrow{AB_1}, \overrightarrow{AD_1}$:

$$\begin{aligned} \overrightarrow{AB_1} \times \overrightarrow{AD_1} &= \begin{vmatrix} i & j & k \\ \frac{a}{2} & \frac{a\sqrt{3}}{2} & a \\ 2a & 0 & a \end{vmatrix} = \frac{a^2\sqrt{3}}{2}i + \frac{3a^2}{2}j - a^2\sqrt{3}k, \\ S &= \frac{1}{2} \sqrt{\left(\frac{a^2\sqrt{3}}{2}\right)^2 + \left(\frac{3a^2}{2}\right)^2 + (a^2\sqrt{3})^2} = \frac{1}{2}a^2\sqrt{6}. \end{aligned}$$

Найдем объем V тетраэдра CAB_1D_1 как половина модуля смешанного произведения векторов $\overrightarrow{AB_1}, \overrightarrow{AD_1}, \overrightarrow{AC}$:

$$V = \frac{1}{2} |\overrightarrow{AB_1} \cdot \overrightarrow{AD_1} \cdot \overrightarrow{AC}| = \frac{1}{2} \operatorname{mod} \begin{vmatrix} 2a & 0 & a \\ \frac{a}{2} & \frac{a\sqrt{3}}{2} & a \\ \frac{5a}{2} & \frac{a\sqrt{3}}{2} & 0 \end{vmatrix} = a^3\sqrt{3}.$$

Тогда $\rho(C; AB_1D_1) = \frac{V}{S} = \frac{2a^3\sqrt{3}}{a^2\sqrt{6}} = a\sqrt{2}$.

Векторный метод. Идея этого метода заключается в том, что среди множества всех векторов \vec{u} с началом в точке A , концы которых лежат на плоскости, проходящей через точку C , параллельной плоскости AB_1D_1 , находим вектор \vec{u}_0 , перпендикулярный данной плоскости; тогда $\rho(C; AB_1D_1)$ – это длина этого вектора.

Вычисляем координаты семейства векторов \vec{u} :

$$\vec{u} = \alpha \overrightarrow{AB_1} + \beta \overrightarrow{AD_1} + \overrightarrow{AC} = \left\{ \frac{a}{2} \alpha + 2a\beta + \frac{5a}{2}, \frac{a\sqrt{3}}{2} \alpha + \frac{a\sqrt{3}}{2}, a\alpha + a\beta \right\}.$$

Поскольку вектор \vec{u}_0 перпендикулярен как вектору $\overrightarrow{AB_1}$, так и вектору $\overrightarrow{AD_1}$, то получаем систему:

$$\begin{cases} \vec{u}_0 \cdot \overrightarrow{AB_1} = 0 \\ \vec{u}_0 \cdot \overrightarrow{AD_1} = 0 \end{cases}'$$

из которой находим $\alpha = 0$ и $\beta = -1$. Тогда $\vec{u}_0 = \left\{ \frac{a}{2}, \frac{a\sqrt{3}}{2}, -a \right\}$. Следовательно,

$$\rho(C; AB_1D_1) = |\vec{u}_0| = \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + \left(\frac{a\sqrt{3}}{2}\right)^2 + (a)^2} = \sqrt{\frac{a^2}{4} + \frac{3a^2}{4} + \frac{4a^2}{4}} = \sqrt{\frac{8a^2}{4}} = \frac{a\sqrt{8}}{2} = a\sqrt{2}.$$

Список литературы:

1. Леваков, В.В. Решение заданий С2 ЕГЭ по математике координатно-векторным методом / В.В. Леваков. – Саратов: Школьник – школьнику, 2013. – 44 с.
2. Гельфанд, И.М. Метод координат / И.М. Гельфанд, Е.Г. Глаголева, А.А. Кириллов. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1973. – 90 с.
3. Габович, И. Вооружившись методом координат / И. Габович, П. Горнштейн // Журнал «Квант». – 1978. – №11. – С. 42-47

Раздел VII МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Акулов А.С.

АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО ПРИМЕНЕНИЮ АЛГОРИТМОВ ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ И НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАЛИЧИЯ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА У ПАЦИЕНТА

Кафедра информатики, математического и компьютерного моделирования

ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Т.В. Пак

Данная работа является продолжением программного продукта «Помощник при болезни Паркинсона» [1], разработанного в качестве магистерской диссертации под руководством врача – нейрохирурга медицинского центра ДВФУ - Биктимирова А. Р. и к.ф.-м.н., доцента Пак Т. В.

Болезнь Паркинсона (БП) - нейродегенеративное заболевание, которое вызывает прогрессирующее ухудшение двигательной системы, вызванное потерей дофаминовых нейронов из черной субстанции среднего мозга. БП является вторым по распространенности нейродегенеративным заболеванием и характеризуется наличием двигательных симптомов, таких как тремор в состоянии покоя, скованность туловища и конечностей, замедленность движений (брадикинезия), паралич (акинезия) и нарушения осанки.

По оценкам, в глобальном масштабе от 7 до 10 миллионов человек живут с этим заболеванием. Его распространенность увеличивается с возрастом, редко до 50 лет.

Другими распространенными моторными проявлениями БП являются вариации длины шага и скорости походки, дискинезия, застывание походки и падения, связанные с двигательными проблемами. Трудности походки и постуральная нестабильность делают больного крайне недееспособным, затрудняя сидение и вставание, а также заставляя ходить маленькими шагами без нормального маятникового движения рук.

Нас интересует определение наличия болезни на ранних стадиях. Следует упомянуть, какие стадии болезни классифицируют и чем они характерны.

Стадии болезни Паркинсона.

По мере того, как число клеток в коре головного мозга, которые вырабатывают дофамин, уменьшается, БП прогрессирует все более активно. В результате снижается работа тех участков головного мозга, которые контролируют произвольные движения конечностей.

По степени выраженности симптомов заболевания, БП разделяют на несколько стадий. Каждая стадия характеризуется своими особенностями, спецификой лечения. В разделении стадий БП используется шкала Хен-Яру. Согласно этой шкале выделяют следующие этапы заболевания:

- Нулевая – у человека отсутствуют явные признаки патологии;
- Первая – наблюдаются небольшие нарушения в движениях пальцев, кистей рук, дрожание некоторых конечностей, которое прекращается в состоянии сна или покоя, появляется депрессия, вялость, нарушается сон;
- Вторая – двигательные нарушения появляются с обеих сторон, ухудшается мимика лица, ухудшается работа потовых желез, движения становятся замедленными.

Остальные три стадии очевидно не подходят под ранние, так как наблюдаются значительные нарушения. В случае раннего определения БП, анализируя движения конечностей, больше всего подходит первая стадия заболевания.

Устройства сбора информации

Когда двигательные нарушения возникают при ходьбе, пациенты демонстрируют изменчивость походки и значительное уменьшение длины шага, а также часто наблюдается дрожание ног. В то время как обычные шаги походки имеют основную частоту от 0,5 до 3 Гц (определяемую датчиками, размещенными на лодыжках), нарушения, вызываемые БП в среднем представляют основную частоту в диапазоне от 6 до 8 Гц.

Носимые устройства и портативные датчики - это незаметные и удобные варианты для сбора и измерения физических параметров, таких как движение, температура тела и частота пульса, среди прочего. В последние годы в этой технологической нише наблюдается значительный рост, обеспечивая функциональные возможности носимых устройств, которые в настоящее время используются во многих приложениях. Методы машинного обучения (ML) использовались в сочетании с носимыми устройствами для обнаружения активности, и сочетание этих технологий привело к беспрецедентной производительности в различных приложениях.

Чтобы улучшить способность обнаруживать и контролировать возникновение колебаний в двигательной системе при БП, были предложены новые технологические разработки с помощью носимых устройств и машинного обучения. Но носимые устройства не всегда возможно применить на ранних стадиях, наиболее распространенными устройствами, которые способны взять исходную информацию являются камеры, которые присутствуют в смартфонах. Эти виды технологий могут помочь практикующим врачам принимать объективные решения относительно наличия ранней стадии заболевания у человека, позволяя разрабатывать более эффективные методы лечения, повышающие качество жизни пациента и сокращающие расходы, связанные с медицинской помощью.

Наиболее точная система потенциально может быть достигнута за счет использования ритмических звуковых сигналов в дополнении к визуальным данным – в нашем случае видеофайлам.

Обзор нейронных сетей и областей искусственного интеллекта

Недавние исследования начали использовать глубокое обучение (DL) для автоматической классификации. DL - это область искусственного интеллекта, в которой используются методы, позволяющие автоматически извлекать дискриминантные характеристики из данных, таких как звуки, изображения, видео. DL позволил разработать сквозные классификаторы и продемонстрировал беспрецедентную производительность во многих приложениях, таких как распознавание изображений, компьютерное зрение, обработка медицинской информации, биоинформатика, обработка естественного языка, логические рассуждения, робототехника и управление и т. д.

DL - метод обучения-представления, основанный на сложных сетях, состоящих из нескольких уровней обработки, для изучения представлений данных с несколькими уровнями абстракции. Путем наложения нескольких промежуточных уровней можно создавать высоко абстрактные функции, которые автоматически извлекают высокоуровневые функции из данных для идентификации таких действий, как ходьба, бег или иные движения.

DL характеризуется большим разнообразием методов и архитектур. Из доступной литературы сверточные нейронные сети (CNN) были определены как отличные кандидаты для объединения с другими дискриминирующими сетями, такими как полносвязные нейронные сети.

CNN своего рода глубокая нейронная сеть, которая может работать как экстрактор функций. Эти типы сетей могут применяться во временных сигналах и изображениях, чтобы работать как тип фильтра, который автоматически извлекает дискриминантные характеристики. Этот тип сети может группировать

несколько сверточных операторов для создания некоторых иерархических и все более абстрактных функций, которые обучаются автоматически.

Рекуррентные нейронные сети (RNN) - тип нейронной сети, которая демонстрирует временное поведение, потому что соединения между узлами имитируют динамическую систему с дискретным временем. Хотя архитектура сверточной нейронной сети отлично подходит для извлечения инвариантных локальных характеристик, моделирование данных с глобальными временными зависимостями становится неэффективным. Однако RNN предназначена для работы с данными временных рядов, например, с данными, полученными с камер или датчиков.

В настоящее время долгая краткосрочная память (LSTM) является наиболее часто используемым типом RNN. Эти сети характеризуются включением пространства памяти, контролируемого через разные входы, что позволяет моделировать временные зависимости в последовательных данных.

Комбинация уровней CNN и LSTM в одной глубокой сети позволила установить самое современное состояние в таких областях, как анализ речи, обработка естественного языка и распознавание движения, где необходимо моделировать временную информацию. Используя этот тип комбинированной архитектуры, можно фиксировать временные зависимости в функциях, извлеченных из сверточных слоев.

Заключение

Изучая основные ранние особенности заболевания, нейронные сети, их свойства и области искусственного интеллекта, приходим к выводу, что необходимо экспериментально подойти к созданию такого типа нейронной сети, который обеспечит максимально точный результат, комбинируя и обучая уже существующие типы. Также рассматривается применение покадрового разбиения видеофайлов для анализа траектории движения конечности.

Список литературы

1. Акулов А.С., Безотосная А.Д., Кудрявцев Е.К. Разработка реестра по болезни Паркинсона. в книге: Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по естественным наукам. Научное электронное издание. 2020. С.172-174.
2. Крыжановский Г. Н., Карабань И. Н., Магаева С. В., Кучеряну В. Г., Карабань Н. В. Болезнь Паркинсона; Медицина – М., 2021. – 336 с.
3. Литвиненко И. В. Болезнь Паркинсона: моногр. ; Миклош – М., 2010. – 216 с.
4. Барский, А.Б. Логические нейронные сети / А.Б. Барский. – М.: Бином. Лаборатория знаний / Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2017. – 781 с.
5. Джулли, Антонио Библиотека Keras – инструмент глубокого обучения. Реализация нейронных сетей с помощью библиотек Theano и TensorFlow / Антонио Джулли. – М.: ДМК Пресс, 2017. - 490 с.
6. Круглов, В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика / В.В. Круглов, В.В. Борисов. – М.: Горячая линия - Телеком; Издание 2-е, стер., 2018. – 382 с.
7. Николенко, С. Глубокое обучение. Погружение в мир нейронных сетей. Руководство: моногр. / С. Николенко. – М.: Питер, 2018. – 212 с.
8. Шибзухов, З.М. Конструктивные методы обучения сигма-пи нейронных сетей / З.М. Шибзухов. – М.: Наука, 2019. – 432 с.

Балашенко И.Е., Курлыков Ю.С

АКТУАЛЬНОСТЬ СОЗДАНИЯ АГРЕГАТОРА ОНЛАЙН-КУРСОВ

Кафедра информатики, математического и компьютерного моделирования ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – ассистент Кузин А.А.

Модернизация системы образования уже довольно давно является острым вопросом в мире. Ярким примером необходимости реформ является пандемия, начавшаяся в 2020 году, которая имеет свои последствия и на текущий момент. Образовательные учреждения по всему миру столкнулись с переходом на дистанционный формат обучения из-за условий массовой изоляции. Не все учебные заведения оказались к этому готовы в связи с отсутствием должной программно-технической инфраструктуры. Как выяснилось, у школ, колледжей и университетов не было отработанного плана действия по интеграции онлайн-образования в повседневную жизнь.

На данный момент существует несколько решений для подобного вида интеграции:

Открытые образовательные платформы (Coursera, openedu.ru)

Образовательные ресурсы с платными модулями обучения (Stepik, Udemy)

Частные образовательные системы, интегрируемые в инфраструктуру учреждения (Blackboard Learn, Moodle)

Открытые образовательные платформы представляют из себя объединения учебных заведений, которые по договоренности или за определённую плату представляют свои образовательные программы конечному потребителю. Это позволяет снизить нагрузку на преподавателей, а также даёт возможность обучающимся получать актуальные знания из различных профильных учебных заведений. Данная система имеет свои недостатки. Унифицированность курсов делает затруднительной выдачу индивидуальной проверочной работы, а также отклонение от учебной программы в пользу других тем. Также использование профильных курсов на подобных ресурсах зачастую требует определённых денежных затрат, что не каждое учебное заведение готово себе позволить.

Образовательные ресурсы с платными модулями обучения являются каталогами онлайн-курсов от различных авторов. Данные ресурсы имеют широкую базу знаний, как низкоуровневых, так и профильных, что делает их удобными к освоению для любого конечного потребителя. Однако подобные сервисы направлены на одиночных пользователей, которые заинтересованы в самообразовании. Также подобные курсы обычно не сертифицированы, поэтому совмещать их с учебной программой практически невозможно.

Частные образовательные системы являются своего рода конструктором для организации учебной деятельности. Высшие учебные заведения используют подобные платформы для публикации учебных материалов, автоматизированной выдачи и сбора заданий, их обсуждения. Зачастую подобные системы также имеют функционал облачного хранилища и обратной связи. К базовому функционалу обычно предлагают добавить модули за дополнительную плату, такие как: автоматизированная проверка домашнего задания, возможность проведения конференции и многие другие.

Последнее решение является наиболее приемлемым для постоянной интеграции онлайн-образования, так как учебное заведение может разрабатывать собственные курсы и задания на изолированной системе, куда имеют доступ только администраторы, преподавательский состав и сами обучающиеся. Безусловно, для поддержания подобной системы у образовательного учреждения должен быть собственный IT-отдел, но, как показывает практика, данное решение является наиболее гибким и дешевым аналогом готовым онлайн-курсам.

У каждого вуза есть свои особенности ведения дисциплин, а модули для расширения функционала, как правило, не покрывают все потребности. В случае с бесплатными системами,

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

например, Moodle, необходимы разработчики со знанием данного программного обеспечения, чтобы адаптировать систему под свои нужды. Кроме того, с ростом количества модулей в системе теряется производительность, из-за чего могут потребоваться дополнительные мощности для стабильной работы при высокой нагрузке.

Именно поэтому мы пришли к выводу, что создание агрегатора онлайн-курсов с возможностью интеграции во внутреннюю инфраструктуру учебного заведения является оптимальным решением для соответствия современным форматам обучения.

Список литературы

1. Заменит ли online-образование традиционные университеты? [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://akvobr.ru/konferenciya_edcrunch.html.
2. О проекте «Национальная платформа открытого образования» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://npoed.ru/about>.

Безотосная А.Д.

РАЗРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ЗАДАЧИ АНАЛИЗА МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ЗАБОЛЕВАНИЙ ПАРКИНСОНА НА БАЗЕ АЛГОРИТМОВ MACHINE LEARNING

Кафедра информатики, математического и компьютерного моделирования ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Т.В. Пак

Болезнь Паркинсона (БП) – хроническое, прогрессирующее и нейродегенеративное заболевание, вызванное потерей нейромедиатора, называемого дофамином, в черной субстанции мозга. На рисунке 1 показано расположение черной субстанции в головном мозге, а также черной субстанции между здоровым субъектом и пациентом с БП. Обычно БП чаще встречается у пожилых людей, вызывая изменения в походке и осанке, которые могут увеличить риск падений и привести к нарушению подвижности. Как таковая, она влияет на повседневную деятельность и снижает качество жизни пациентов и их семей [1].

Симптомы БП обычно развиваются в течение многих лет, они обычно отличаются от человека к человеку из-за разнообразия заболевания. Это чрезвычайно затрудняет диагностику заболевания на ранних стадиях. В настоящее время диагноз болезни Паркинсона носит преимущественно клинический характер, однако визуализация помогает подтвердить дегенерацию дофамина, а также дифференцировать болезнь Паркинсона и атипичный паркинсонизм. Кроме того, тяжесть заболевания также измеряется с помощью Единой рейтинговой шкалы болезни Паркинсона (UPDRS), которая содержит запись различных движений пациента, записанных через регулярные промежутки времени. Понимая, как данные визуализации и UPDRS используются для диагностики и исследования БП, мы можем сформулировать задачи, использующие возможности глубокого обучения, и сократить ручные усилия, затрачиваемые на анализ этих данных. Поскольку не существует устоявшегося подхода к подтверждению БП, врачи используют многочисленные тесты и визуализацию для подтверждения заболевания.

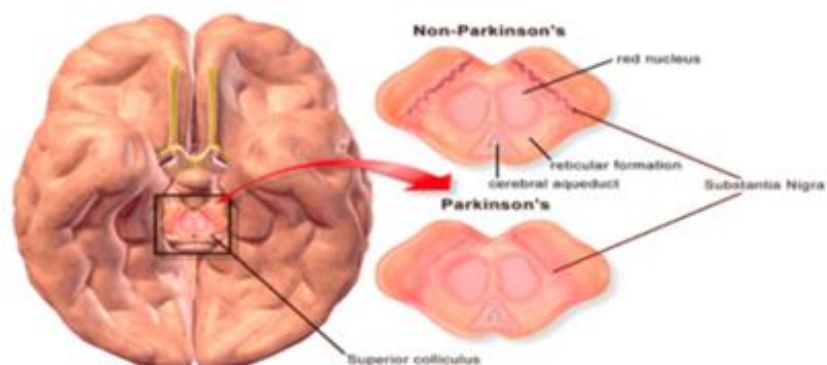


Рисунок 1 – Изображение, показывающее черную субстанцию между здоровым субъектом (вверху справа) и пациентом с БП (внизу справа)

Алгоритмы глубокого обучения могут успешно применяться в медицинской области для различных задач обнаружения и прогнозирования течения болезней. Многие из этих работ включают использование сверточных нейронных сетей (CNNs) для сегментации мозга, выявления опухолей и диабетической ретинопатии. Эти разработки показывают, что при правильном сотрудничестве между здравоохранением и исследователями глубокого обучения могут создаваться приложения для более легкой и быстрой диагностики заболеваний.

Как и любые другие приложения глубокого обучения, обучение алгоритмов для медицинских приложений также требует значительного объема маркированных данных. В случае медицинской визуализации данные должны включать метки конкретного диагностического элемента, который мы заинтересованы предсказать/классифицировать. Нейронные сети применяются для решения медицинских проблем уже более десяти лет. Однако с улучшением вычислительной мощности в последние годы алгоритмы глубокого обучения, такие как CNN, нашли свой путь в медицинскую область с их высокой точностью в обнаружении опухолей и других аномалий. Наиболее заметное применение CNN для обнаружения опухолей включает классификацию каждого вокселя в МРТ независимо от того, является ли он инфицированным или нет. Производительность измеряется с помощью коэффициента *dice*, где классифицированные МРТ-изображения сравниваются с эталонными данными для расчета точности архитектуры. Существует очень мало исследований в отношении болезни Паркинсона с использованием алгоритмов глубокого обучения. В работе "Deep Learning-Aided Parkinson's Disease Diagnosis from Handwritten Dynamics" [2] авторы использовали рукописную динамику для диагностики заболевания. Поскольку болезнь Паркинсона является нейродегенеративным заболеванием, динамика написанных символов может помочь понять тяжесть заболевания. В работе "Deep learning Parkinson's from smartphone data" [3] авторы использовали данные смартфонов для прогнозирования прогрессирования заболевания с использованием различных алгоритмов машинного обучения. Однако диагностика заболевания включает в себя множество особенностей, которые включают двигательные функции, концентрацию дофамина и многие другие клинические тесты. Поэтому использование только одного признака для понимания болезни недостаточно, так как существует множество заболеваний мозга, связанных с подобными симптомами.

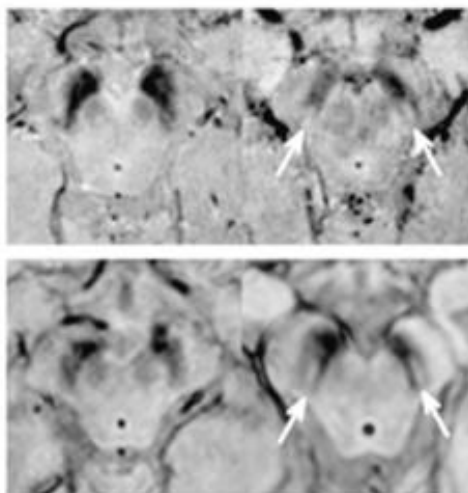


Рисунок 2 – МРТ, показывающая отсутствие дастокиного хвоста у пациентов с БП в левом верхнем и левом нижнем углу. Верхний правый и нижний правый – пациенты без БП с прозрачными ласточкиными хвостами.

На рисунке 2 показаны ласточкины хвосты для здорового человека и пациента с БП. Применение CNN для сегментации хвоста ласточки включает точную классификацию каждого вокселя в МРТ, чтобы получить точную форму хвоста ласточки. В тех случаях, когда БП подтверждена, и чтобы понять, насколько хорошо пациент реагирует на дофаминергическую терапию, точная сегментация будет полезна для анализа прогресса.

Диапазон когнитивных проблем в медицинской визуализации может означать, что для каждой отдельной задачи могут потребоваться различные подходы к обучению. Эти проблемы усугубляются относительно небольшим объемом данных, особенно помеченных данных, доступных в медицинской визуализации. Последовательность маркировки и распределение образцов являются другими характеристиками медицинских данных, которые должны быть учтены.

Контролируемое обучение - это форма машинного обучения, которая изучает отображение между выборкой данных и желаемым выходом на основе набора пар выборка-выход (также известный как обучающий набор данных); это наиболее распространенная форма машинного обучения [4]. Пусть X - обучающий набор, а Y - область всех возможных выходных данных. Процесс контролируемого обучения выводит параметры θ функции отображения $f: X \rightarrow Y$ с учетом обучающего набора данных $D_{train} = \{(x_1, y_1), (x_2, y_2) \dots (x_n, y_n)\}$, в котором $x_i \in X$ представляет i -ю выборку данных, а $y_i \in Y$ представляет желаемый выход x_i . В медицинской визуализации каждый x_i обычно представляет собой представление определенного изображения. Это представление может принимать множество форм, но наиболее распространенным является d -мерный вектор признаков ($x_i \in R^d$), который количественно определяет визуальные атрибуты изображения: например, цвет, текстуру или форму.

Параметры θ функции отображения f изучаются либо максимизацией J над D_{train} который отдает больший приоритет f , которые получают более высокую степень корректности вывода:

$$\frac{1}{n} \sum_i^n J(y_i, f(x_i; \theta))$$

или минимизируя потери Z над D_{train} , который отдает приоритет f , имеющим более низкую степень ошибки вывода:

$$\frac{1}{n} \sum_i^n Z(y_i, f(x_i; \theta))$$

Выбор J или Z может варьироваться в зависимости от конкретной задачи или данных.

Когда размер D_{train} мал (по сравнению с количеством параметров θ в f), то риск контролируемого обучения является чрезмерным, то есть когда параметры θ производят функцию f , которая очень точна для данных в D_{train} , но плохо обобщается на невидимые данные. То есть параметры θ имеют тенденцию запоминать D_{train} . Распространенным методом борьбы с переобучением является регуляризация, которая добавляет штраф к J или Z в зависимости от сложности параметров θ . Для оценки обобщаемости обычно используется процесс перекрестной валидации, особенно при небольшой обучающей выборке. В таких схемах обучающие данные делятся на несколько групп, и алгоритм многократно обучается на разных группах (и оценивается на других), чтобы выяснить, приводят ли параметры к согласованной производительности. Одна из проблем с перекрестной валидацией в области медицинской визуализации заключается в том, что многие наборы данных включают в себя несколько изображений одного и того же пациента. В этих случаях важно убедиться, что все изображения от одного пациента остаются в одной и той же группе, чтобы избежать загрязнения процесса перекрестной валидации. Риск состоит в том, что это может еще больше уменьшить размер каждой группы, что приведет к дальнейшим проблемам с переобучением

Заключение

Изучив возможности использования алгоритмов глубокого обучения в области исследования болезни Паркинсона, описано, какой тип сегментации следует использовать для различных методов визуализации, а также рассмотрены сложности, которые возникают при работе с медицинскими изображениями в машинном обучении. Используя это в качестве основы, планируется обучить различные CNN, чтобы рассмотреть, как алгоритмы глубокого обучения могут быть использованы для анализа данных Паркинсона.

Список литературы

1. Акулов А.С., Безотосная А.Д., Кудрявцев Е.К. Разработка реестра по болезни Паркинсона. в книге: Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по естественным наукам. Владивосток, 11-22 мая 2020г. Научное электронное издание. 2020. С.172-174., [Электронный ресурс] / Отв. Ред. А.В. Малюгин. – Электрон. дан. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2020. С. 172–174. – [электронный источник] – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=43286304>
2. R., Pereira & Weber, Silke & Hook, Christian & de Rosa, Gustavo & Papa, João. (2016). Deep Learning-Aided Parkinson's Disease Diagnosis from Handwritten Dynamics. 10.1109/SIBGRAPI.2016.054.
3. Magoulas, George & Stamate, Cosmin & al, George. (2017). Deep Learning Parkinson's from Smartphone Data. 10.1109/PERCOM.2017.7917848.
4. Барский, А.Б. Логические нейронные сети / А.Б. Барский. – М.: Бином. Лаборатория знаний / Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2017. – 781 с.

Брызгалов О.В.^{1,2}, Минаев С.С.²

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФРОНТА ПЛАМЕНИ МЕТОДОМ ДИСКРЕТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

¹Кафедра компьютерных систем ШЕН ДВФУ

² Институт прикладной математики ДВО РАН

^{1,2}Научный руководитель - к.т.н., доцент Ю.А. Шевченко

На данный момент разработка эффективных алгоритмов моделирования горения предварительно перемешанной смеси является актуальным вопросом. Численное моделирование горения с подробной химической кинетикой требует огромных вычислительных затрат. Есть необходимость применять более простые, но не теряющие физического смысла, упрощенные модели пламени. В случае, когда

характерный масштаб внутренней структуры волны горения значительно меньше, чем характерный размер возмущений газового потока, разумно использовать упрощенное представление пламени, как границы между несгоревшим и сгоревшим газом. В этой модели предполагается, что поверхность пламени движется вдоль нормали с заданной скоростью, называемой нормальной скоростью горения. Значение скорости горения может быть оценено предварительным моделированием одномерного горения с учетом детальной кинетики химических реакций. В этом приближении поток газа определяется уравнениями, свободными от эффектов, вносимых горением. Это приближение известно как «флеймлет» модель и широко используется в машиностроении и симуляциях. В простейшем случае можно считать, что скорость горения постоянна и определяется только составом смеси.

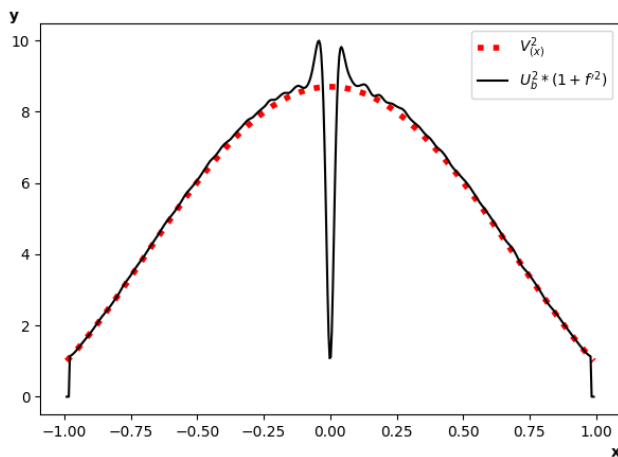
Алгоритм основан на представлении сплошной среды как множества элементарных частиц, движущихся по фиксированным траекториям, соответствующим заданному полю течения. Каждая частица характеризуется пространственными координатами и двумя состояниями, соответствующим сгоревшему и несгоревшему газу. Фронт пламени рассматривается как поверхность, разделяющая два сорта частиц. Несгоревшая частица при достижении фронта пламени поджигается и становится вторичным источником горения, порождающим сферическую волну. Огибающая фронтов всех волн, порождённых горящими частицами, будет являться фронтом пламени в следующий момент времени. Данная модель распространения горения может быть описана на основе принципа Гюйгенса-Френеля, используемого в волновой оптике.

Предполагая, что фронт пламени F движется в потоке газа с заданным полем скоростей V , мы можем получить уравнение движения фронта пламени в следующем виде:

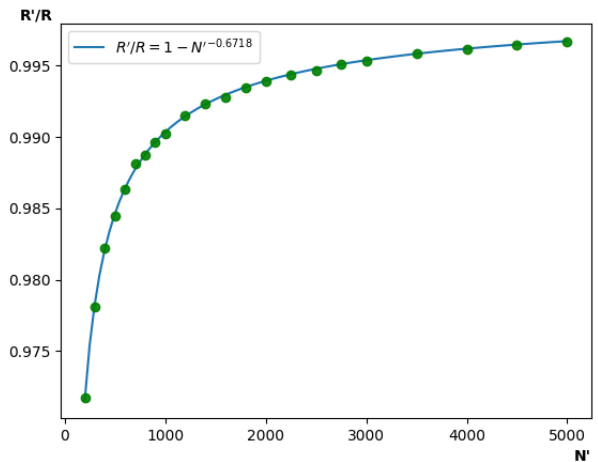
$$\frac{dF}{dt} - (\nabla F, \vec{V}) = U_b |\nabla F| \quad (1)$$

В случае одномерного потока скоростей уравнение (1) принимает следующий вид:

$$V_{(x)}^2 = U_b^2 \left(1 + \left(\frac{df}{dx} \right)^2 \right) \quad (2)$$



(а)



(б)

Рисунок 1 – (а) Проверка формы фронта в потоке с течением Пуазейля по формуле (2),

(б) Отношение эффективного радиуса волны R' к заданному R

В данном алгоритме заданная нормальная скорость горения смеси определяет радиус R сферической волны, испускаемой горячей частицей, в области которой горящая частица поджигает соседние частицы топлива. Фактически, фронтом пламени в следующий момент времени будет являться наиболее удалённая от источника горения частица топлива, попавшая в радиус волны, испускаемой источником. Расстояние от источника до этой частицы считается эффективным радиусом волны R' .

Плотность частиц N' определяется числом частиц, попавших в сферу с радиусом R . Зависимость величины эффективного радиуса R' от плотности частиц N' представлена на рисунке 1б. В алгоритм вносится следующая поправка: радиус волны R увеличивается таким образом, что эффективный радиус R' получается равным заданной в системе нормальной скорости горения U_b .

$$R = \frac{U_b}{1 - N'^{-0.618}} \quad (3)$$

На вершинах фронта возникают неестественные изломы, для корректировки которых необходимо ввести поправку на локальную кривизну фронта пламени, увеличив нормальную скорость горения в местах с положительной кривизной. Нормальная скорость горения будет рассчитана по следующей формуле:

$$U_b(x) = U_{b0} * (1 + \sigma * k(x)) \quad (4)$$

Для получения информации о кривизне в точке фронта, можно использовать соотношение частиц, попавших в сферу с неким радиусом вокруг этой точки (см. рисунок 2а). Кривизной будет являться отношение горящих частиц к общему числу частиц, попавших в область. В случае, когда фронт ровный, соотношение частиц одинаково. Если кривизна положительная, то частиц топлива меньше, чем горящих. Такой подход позволяет нам получить значение ориентированной кривизны.

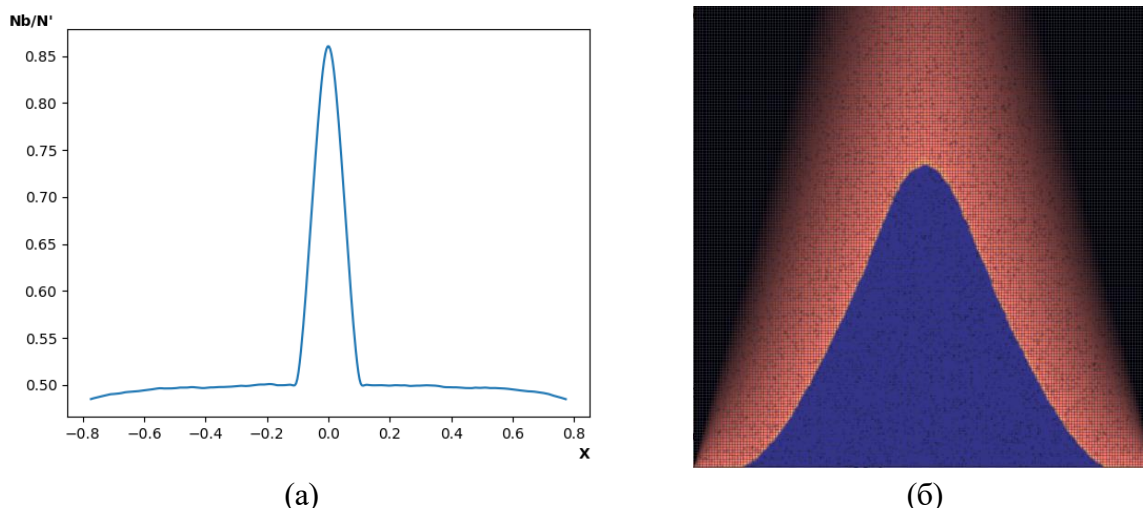


Рисунок 2 – (а) Соотношение частиц, попадающих в радиус на фронте горения
(б) Пример моделирования горелки Бунзена (Синим цветом обозначены частицы топлива
Оранжевым цветом обозначены горящие частицы)

Частицы генерируются в основании потока и движутся согласно заданному полю скоростей. Генерация частиц производится определённым образом, гарантирующим равномерное распределения частиц по всей площади потока. Далее в систему помещается горящая частица, поджигающая соседние частицы топлива. Распространение пламени обусловлено цепной реакцией.

Основная вычислительная задача алгоритма – поиск пересечений горящих частиц с не горящими. Для эффективного поиска пересечений вся исследуемая область делится на равные, не пересекающиеся сегменты. Размер сегмента определяется таким образом, что его ширина и высота должны быть минимальны, но, предпочтительно, не меньше, чем минимальная нормальная скорость горения смеси. Сегменты могут быть обработаны параллельно, в том числе и на системах с распределённой памятью. Данный алгоритм позволяет моделировать горение в реальном времени с более чем миллионом частиц (см. рисунок 2б).

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ, проект №075-15-2019-1878

Список литературы

1. Зельдович, Я.Б. Математическая теория горения и взрыва / Я. Б. Зельдович, Г. И. Баренблатт, В. Б. Либрович, Г. М. Махвиладзе – М.: Наука, 1980. – 478 с.
2. Хокни Р., Иствуд Дж. Численное моделирование методом частиц / Р. Хокни, Дж. Иствуд – М.: Мир, 1987. – 640 с.

Ворновских П.А.^{1,2}, Лю Е.Р.¹

АНАЛИЗ ТОЧНОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ОБЪЕМНОГО РАССЕЯНИЯ ЗВУКА ПРИ РЕШЕНИИ ТРЕХМЕРНОЙ ЗАДАЧИ ТОМОГРАФИИ

¹Кафедра Информатики, математического и компьютерного моделирования ШЕН ДВФУ

²Институт прикладной математики ДВО РАН

²Научный руководитель - д. ф.-м. н. И.В. Прохоров

В работе рассмотрена математическая модель, основанная на линейном интегро-дифференциальном уравнении Больцмана, которая описывает процесс акустического зондирования флуктуирующих неоднородных сред [1-3]. Цель работы – проверить допустимость приближения однократного рассеяния при решении трехмерной задачи определения коэффициента объемного рассеяния звука.

Нестационарный процесс распространения высокочастотных волновых полей в изотропно рассеивающей среде описывается следующим уравнением [3]

$$\frac{1}{c} \frac{\partial I}{\partial t} + \mathbf{k} \cdot \nabla_r I(\mathbf{r}, \mathbf{k}, t) + \mu I(\mathbf{r}, \mathbf{k}, t) = \frac{\sigma(\mathbf{r})}{4\pi} \int_{\Omega} I(\mathbf{r}, \mathbf{k}', t) d\mathbf{k}' + J(\mathbf{r}, \mathbf{k}, t) \quad (1)$$

где $\mathbf{r} \in \mathbb{R}^3, t \in [0, T]$ и волновой вектор \mathbf{k} принадлежит единичной сфере $\Omega = \{\mathbf{k} \in \mathbb{R}^3: |\mathbf{k}| = 1\}$. Функция $I(\mathbf{r}, \mathbf{k}, t)$ интерпретируется как плотность потока энергии волны в момент времени t в точке \mathbf{r} , распространяющейся в направлении \mathbf{k} со скоростью c . Величины μ и σ имеют смысл коэффициентов затухания и рассеяния, а функция J описывает источники звукового поля.

Присоединим к уравнению (1) начальное условие

$$I^-(\mathbf{r}, \mathbf{k}, 0) = 0, \quad (\mathbf{r}, \mathbf{k}) \in G \times \Omega \quad (2)$$

Предполагаем, что функция J описывает точечный источник излучения, сосредоточенный в начале координат, излучающий в момент времени $t = 0$ импульс единичной мощности:

$$J(\mathbf{r}, \mathbf{k}, t) = \delta(\mathbf{r})\delta(t), \quad (3)$$

где δ – дельта-функция Дирака.

Прямой задачей для уравнения переноса (1) называется задача определения функции I из уравнения (1) и начального условия (2) при всех заданных коэффициентах (c, μ, σ, J) . В работе предполагается, что c и μ – скалярные величины, а $\sigma(\mathbf{r})$ – кусочно-непрерывная функция в \mathbb{R}^3 , причем $\sigma \leq \mu$.

Кроме того, будем рассматривать обратную задачу, заключающуюся в определении функции σ из соотношений (1),(2),(3) и дополнительного условия

$$I^+(0, \mathbf{k}, t) = P(\mathbf{k}, t), \quad (4)$$

в которых величины c, μ и функция P известны.

Решение прямой задачи может быть найдено в виде ряда Неймана. Так как приемник и источник сосредоточены в начале координат, значение измеренного сигнала, не претерпевающего актов рассеяния

в среде (прямо летящего) $I_0(\mathbf{r}, \mathbf{k}, t) = 0$. Таким образом, выражение для первой компоненты ряда Неймана имеет вид

$$I_1(\mathbf{r}, \mathbf{k}, t) = \frac{2c \exp(-\mu ct)}{4\pi |\mathbf{r} - ct \mathbf{k}|^2} \sigma(\mathbf{r} - \tau(\mathbf{r}, \mathbf{k}, t)\mathbf{k}), \quad (5)$$

где

$$\tau(\mathbf{r}, \mathbf{k}, t) = \frac{(ct)^2 - |\mathbf{r}|^2}{2(ct - (\mathbf{r}, \mathbf{k}))}.$$

Для произвольной кратности рассеяния решение задачи Коши в точке $\mathbf{r} = 0$ может быть найдено в виде

$$I^+(0, \mathbf{k}, t) = I_1^+(0, \mathbf{k}, t) + \frac{2c \exp(-\mu ct)}{4\pi} \sum_{n=2}^{\infty} \int_0^{\tau(\mathbf{r}_0, \mathbf{k}_0, t_0)} \int_{\Omega} \dots \int_0^{\tau(\mathbf{r}_{n-2}, \mathbf{k}_{n-2}, t_{n-2})} \int_{\Omega} \prod_{i=1}^{n-1} \frac{\sigma(\mathbf{r}_i)}{4\pi} \times \frac{\sigma(\bar{\mathbf{r}}_{n-1})}{|\mathbf{r}_{n-1} - ct_{n-1} \mathbf{k}_{n-1}|^2} d\mathbf{k}_{n-1} d\tau_{n-1} \dots d\mathbf{k}_1 d\tau_1 \quad (6)$$

где $\bar{\mathbf{r}}_{n-1} = \mathbf{r}_{n-1} - \tau(\mathbf{r}_{n-1}, \mathbf{k}_{n-1}, t_{n-1})\mathbf{k}_{n-1}$ и $\mathbf{r}_i = \mathbf{r}_{i-1} - \tau_i \mathbf{k}_{i-1}$, $\mathbf{r}_0 = \mathbf{r}$, $\mathbf{k}_0 = \mathbf{k}$, $t_i = t_{i-1} - \tau_i/c$, $t_0 = t$, $i = 1, \dots, n-1$. Для вычисления выражений в (6) был разработан и численно реализован метод Монте-Карло.

Решение обратной задачи в приближении однократного рассеяния имеет вид

$$\sigma_n(\mathbf{r}) = P_n \left(-\frac{\mathbf{r}}{|\mathbf{r}|}, \frac{2|\mathbf{r}|}{c} \right) \left(\frac{4\pi 2|\mathbf{r}|^2}{2c \exp(-2\mu|\mathbf{r}|)} \right), \quad (7)$$

где $P_n(\mathbf{k}, t)$ – решение уравнения переноса излучения в приближении n -кратного рассеяния, вычисляемое в точке $\mathbf{r} = 0$ по формуле (6). При $n = 1$ получаем точное решения задачи $\sigma_1 = \sigma$, а при всех других значения приближенное решение. Целью проведенных вычислительных экспериментов был анализ искажений коэффициента рассеяния, обусловленный многократным рассеянием в среде. Скорость звука и коэффициент затухания имели типичные значения при зондировании океана на частоте порядка 100 килогерц [1],[3]: $c = 1500$ м/с, $\mu = 0.018$ м⁻¹. Отношение σ/μ в основной водной среде составляло 0.1, а во включениях менялось в диапазоне от 0 до 1. На рисунке 1а в графическом виде представлена карта значений коэффициента рассеяния σ_1 , оно совпадает с точным решением. На рисунке 1б представлен результат восстановления функции σ_{10} по формуле (7).

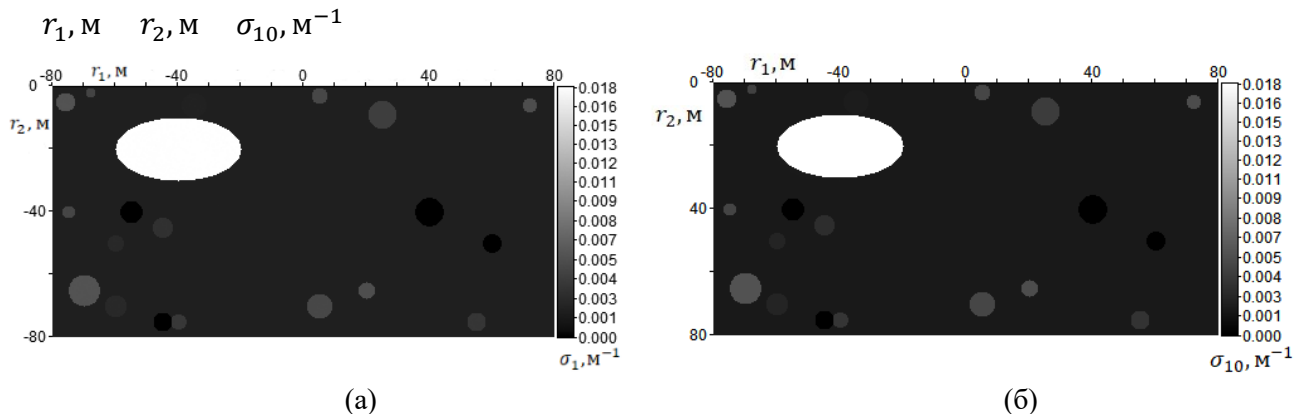


Рисунок 1 – карта значений коэффициента рассеяния σ_1 – а и σ_{10} (десятикратное рассеяние) - б

На томографических изображениях можно очень четко различить восстанавливаемую структуру среды. Таким образом, при акустическом зондировании в океане на дальности порядка 100 метров приближение однократного рассеяния позволяет воссоздавать качественную структуру среды и может быть использовано на практике.

Благодарности

Исследование выполнено при поддержке Минобрнауки РФ (проект № 075-02-2020-1482-1, дополнительное соглашение от 21.04.2020).

Список литературы

1. Мендус, В. И., Постнов, Г. А. Об угловом распределении высокочастотных динамических шумов океана / В. И. Мендус, Г. А. Постнов //Акустический журнал. – 1993. Т. 39. – № 6. – С. 1107-1116.
2. Андреева, И. Б., Белоусов, А. В. О допустимости использования приближения однократного рассеяния акустических волн в задачах о скоплениях гидробионтов / И. Б. Андреева, А. В. Белоусов //Акустический журнал. – 1996. Т. 42. -№ 4. – С. 560–562.
3. Прохоров, И. В., Сущенко, А. А. Исследование задачи акустического зондирования морского дна методами теории переноса излучения / И. В. Прохоров, А. А. Сущенко //Акустический журнал. -2015. Т. 61. – № 3. – С. 400–408.

Дегтярева А.В.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВНУТРИВЕННОЙ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ ПРИ ИМПУЛЬСНОМ ЛАЗЕРНОМ ИЗЛУЧЕНИИ

Кафедра информатики, математического и компьютерного моделирования ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор кафедры ИМКМ ШЕН ДВФУ А.Е. Ковтанюк

Варикозное расширение вен является достаточно распространенным заболеванием у лиц трудоспособного возраста и характеризуется ростом числа осложнений, приводящим к формированию стойкой нетрудоспособности. Внутривенная лазерная абляция (ВВЛА) представляет собой эффективную и малоинвазивную процедуру лечения варикоза нижних конечностей. Математическое моделирование радиационных и тепловых процессов, возникающих при проведении ВВЛА, является весьма актуальным в контексте определения оптимальных параметров излучения, с целью обеспечения внутри вены достаточно высокой температуры для успешной облитерации, при этом с сохранением безопасной температуры в окружающей ткани.

Целью данной работы является сравнение термического повреждения тканей при проведении ВВЛА с использованием импульсного и непрерывного излучений. Перенос тепла и излучения рассматривается в области G , состоящей из четырех подобластей, включающих кровь, стенки вены, перивенозную ткань и оптоволоконно.

Тепловые процессы в среде, находящейся под воздействием лазерного излучения, будем описывать уравнением теплопроводности:

$$\rho c_p \frac{\partial \Theta}{\partial t} - \nabla \cdot (k \nabla \Theta) = \mu_a \phi + P_\Theta \chi V^{-1}. \quad (1)$$

Здесь $\phi(x, t)$ – усредненная по направлениям интенсивность излучения, $\Theta(x, t)$ – температура, μ_a – коэффициент поглощения, $k(x, t)$ – коэффициент теплопроводности, $c_p(x, t)$ – удельная теплоемкость, $\rho(x, t)$ – плотность, V – объем наконечника (карбонизированного слоя) оптоволоконна, P_ϕ – мощность источника, идущая на излучение, P_Θ – мощность источника, идущая на нагрев наконечника оптоволоконна, $P_\phi, P_\Theta \geq 0, P_\phi + P_\Theta \leq P_{\max}$, P_{\max} – максимальная мощность источника, $\chi(x, t)$ – характеристическая функция части среды, в которой находится наконечник оптоволоконна, $x \in G, t \in (0, T)$. Уравнение теплопроводности (1) описывает кондуктивный перенос тепла с учетом тепла, поступающего от энергии поглощенного излучения $\mu_a \phi$, и тепла, выделяемого нагретым наконечником оптоволоконна $P_\Theta \chi V^{-1}$.

Интенсивность излучения аппроксимируется следующей формулой, справедливой для точечного источника в бесконечной однородной среде и записанной в цилиндрических координатах в случае осевой симметрии:

$$\phi(r, z) = \frac{P_\phi e^{-\mu_e d(r, z)}}{4\pi\alpha d(r, z)}, \quad (2)$$

где $\mu_e = \sqrt{\mu_a/\alpha}$, $\alpha = 1/3(\mu'_s + \mu_a)$, μ'_s – приведенный коэффициент рассеивания и $d(r, z)$ описывает расстояние от источника, находящегося в заданной точке на оси $r = 0$, до точки (r, z) .

Уравнение (1) дополняется следующими условиями на границе Γ области G и в начальный момент времени:

$$k\partial_n\Theta + \gamma(\Theta - \Theta_b)|_\Gamma = 0, \quad (3)$$

$$\Theta(x, 0) = \Theta_0. \quad (4)$$

В случае импульсного лазерного излучения мощности P_ϕ и P_Θ являются функциями, зависящими от времени.

Моделирование переноса тепла потоком пузырьков, исходящих от наконечника оптоволокну, будем осуществлять, используя следующую зависимость коэффициента теплопроводности крови от температуры: когда температура в точке достигает 95°C , коэффициент теплопроводности увеличивается в 200 раз [1].

Термическое повреждение тканей количественно оценивается с помощью параметра Ω , который рассчитывается по закону Аррениуса [2]:

$$\log(\Omega) = \log(A) + \log\left(\int_0^\infty \exp\left(\frac{-E_a}{R(\Theta(x, t) + 273)}\right) dt\right), \quad (5)$$

где $A(\text{с}^{-1})$ – фактор частоты, $E_a(\text{Дж} \cdot \text{моль}^{-1})$ – энергия активации, $R(\text{Дж} \cdot \text{моль}^{-1} \cdot \text{K}^{-1})$ – универсальная газовая постоянная.

Разработан алгоритм нахождения температурного поля, основанный на методе конечных элементов. Программная реализация алгоритма осуществлена с использованием пакета FreeFEM++ (<https://freefem.org>). При нахождении решения задачи (1) – (4) использовались оптические (для длины волны 810 нм) и теплофизические параметры задачи, представленные в работе [1]. В качестве основной характеристики излучения берется величина LEED (линейная плотность энергии), равная отношению мощности излучения к средней скорости. Для непрерывного лазерного излучения значение LEED взято равным 50 Дж/см, что соответствует мощности 10 Ватт и скорости движения оптоволокну 2 мм/с. Для случая импульсного лазерного излучения взяты значения LEED равные 50, 45, 40 и 35 Дж/см при средней скорости 2 мм/с.

В результате сравнения термического повреждения ткани при проведении ВВЛА с использованием непрерывного и импульсного лазерного излучения можно сделать вывод, что использование импульсного излучения позволяет достичь облитерацию вены при меньшем значении LEED, тем самым это обеспечивает более мягкое воздействие излучения на окружающую ткань.

Благодарности

Исследование выполнено при поддержке Минобрнауки РФ (проект № 075-02-2020-1482-1, дополнительное соглашение от 21.04.2020).

Список литературы

1. Van Ruijven P.W.M., Poluektova A.A., Van Gemert M.J.C., Neumann H.A.M., Nijsten T., Van der Geld C.W.M. // *Lasers Med. Sci.* – 2014. – V. 29. – P. 431.

Исаков А., Асманова А., Карплюк В.

«SCHOOLQUIZ ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОВЕРОЧНЫХ РАБОТ В НЕКЛАССИЧЕСКОМ ФОРМАТЕ»

Кафедра информатики, математического и компьютерного моделирования
ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Пак Т. В.

Предлагается мобильное приложение на платформе Android с привязкой функций учителя к сайту, для аудиторного проведения проверочных, самостоятельных и контрольных работ, а также блиц-опросов в неклассическом формате.

Суть неклассического формата заключается в проведении данных видов работ не в бумажном формате, а в приложении, которое позволит исключить все минусы классического формата. Данное приложение добавит новые возможности для учителей и учеников за счёт внедрения геймификации [1]; исключения попыток списывания как с физических носителей, так и электронных, за счет контроля времени и автоблокировки приложения при попытке списать; а также автоматической проверкой работ и вывода результата для пользователей сразу после завершения тестов и опросов.

Актуальность темы заключается в том, что в современном образовательном пространстве возникает проблема с нехваткой времени и ресурсов на проведение быстрых опросов учителями в большом количестве классов.

Нынешние классические форматы проведения опросов в школах можно разделить на 2 типа: устный и письменный. Данные виды опросов имеют ряд существенных недостатков. Например, при устных опросах учителю необходимо тратить большое количество времени, чтобы опросить одного ученика и есть вероятность, что учитель не успеет опросить весь класс в течение одного урока. Также, при устных опросах может возникнуть проблема субъективизма.

Что касается письменных опросов, то ученик может воспользоваться шпаргалкой или списать с помощью смартфона из интернет-источника. А при большом количестве учеников учителю очень сложно отследить этот процесс.

Вопрос проведения оценочных работ и сокращение количества, затраченного на это времени, является актуальной проблемой по сей день.

Проблема определяется тем, что учителям старой закалки трудно пользоваться современным методами обучения с использованием электронных сервисов и сред.

Актуальность и проблема исследования определили *тему работы*.

Перед нами стоит задача автоматизации процесса проведения проверочных, самостоятельных, контрольных работ и блиц-опросов учителями в школах с помощью современных технологий в неклассическом формате [2-3]. Для этого рассмотрим и определим лучший и понятный для всех учителей интерфейс приложения для проведения проверочных работ в неклассическом формате.

Для создания приложения необходимо решить предварительно следующие задачи:

Рассмотреть готовность учителей в переходе на новый формат проведения проверочных работ в неклассическом формате; - широкий опрос (см. рисунок 1) учителей МБОУ СОШ № 73 г. Владивостока и гимназии № 1 г. Владивостока выявил, что учителя тратят много времени на подготовку, организацию и проведение самостоятельных работ; учителя используют для подготовки вопросов открытые ресурсы, но большинство опрашиваемых составляют вопросы самостоятельно; все учителя заявили о проблеме плохого, трудно-понимаемого почерка у учеников; учителя умеют пользоваться смартфонами и

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г. сторонними приложениями, и охотно согласились бы использовать наше приложение для проведения самостоятельных работ в неклассическом формате.

Предмет	проведение сам раб	неудобство в использоване листов	спisyвание с телефонов	спisyвание с бумажных шаргалок	доступ к компьютеру	наличие телефона	пользование компьютером	использование приложения на телефоне	время организации сам работ	использование готовых и сам ресурсов	дискомфорт при проверке листиков	время на проверку работ	часто ли теряются работы	проблемы с плохим почерком	пользовались бы вы приложение
история	нет	нет	да	нет	да	да	почта поиск информации	whatsApp	40 мин	самостоятельно	нет	-	нет	да	нет
история/право	да	да	да	нет	да	да	почта поиск информации работа в ворде	whatsApp Instagram Telegram Google-диск	15-20 мин	самостоятельно	нет	1 класс - 30 минут	нет	да	да
физика	да	нет	да	нет	да	да	почта поиск информации	whatsApp Telegram	5-8 минут	самостоятельно	нет	15-20 минут	нет	нет	да
математика	нет	нет	нет	нет	да	да	почта поиск информации работа в ворде	whatsApp Instagram Telegram Google-диск	20 мин	самостоятельно	нет	30 минут	нет	да	да
история	нет	нет	да	нет	да	да	почта поиск информации работа в ворде	whatsApp Instagram Telegram Google-диск	15-20 минут	самостоятельно	да	30 минут	нет	да	да
информатика	да	нет	да	нет	да	да	почта поиск информации работа в ворде	whatsApp Instagram Google-диск	5 минут	самостоятельно	нет	30 минут	нет	да	да
мхк	да	нет	да	нет	да	да	работа в ворде	whatsApp Instagram Telegram Google-диск	5 минут	самостоятельно	нет	30 минут	нет	да	да
математика	да	нет	да	нет	да	да	почта поиск информации работа в ворде	whatsApp	15-20 минут	самостоятельно	нет	15 минут	нет	да	да
начальные классы	да	нет	нет	нет	да	да	почта поиск информации работа в ворде	whatsApp	10 минут	самостоятельно	нет	60 минут	нет	да	нет

Рисунок 1 – Результаты опроса учителей школы № 73 г. Владивостока

Провести анализ подобных или аналогичных проектов в интернет-пространстве предлагаемому формату проведения проверочных работ; - на рынке существует аналогичное приложение Plickers.

Plickers — это приложение, позволяющее мгновенно оценить ответы всего класса и упростить сбор статистики. Чтобы пользоваться приложением Plickers необходим лишь планшет или телефон с доступом в интернет для того, чтобы считывать QR-коды с карточек. Карточка имеет свой уникальный номер. Так как карточки Plickers подходят только для проведения тестов с 4-мя вариантами ответов, функционал приложение не позволяет использовать его для сложных тестов с несколькими вариантами ответов или с самостоятельным вводом ответа.

Для контрольных тестов такая система, пожалуй, не годится, потому что ученики будут пытаться высмотреть ответы друг друга, но это отличное решение для получения мгновенного результата от всего класса.

Определить профессиональные требования учителей к данному приложению; - наглядным, простым для пользователей, с дизайном, интуитивно понятным и дружелюбным неопытным пользователям.

Разработать системы внедрения данного приложения в школы; предполагаются различные типы монетизации, например, подписка с абонентской платой или пакетная покупка.

Провести тестирование с помощью загруженных тестов по истории, обществознанию, биологии и географии, и выявить, является ли данное приложение приемлемым форматом проведения проверочных работ.

Структура проекта

Учитель → Регистрирует класс в приложении, используя встроенную рассылку на почту → Загружает вопросы и литературу для подготовки → Назначает время проведения

Ученик → Получает письмо на почту → Скачивает приложение по ссылке на GooglePlay/AppStore → Запускает приложение → На главном экране вводит код приглашения

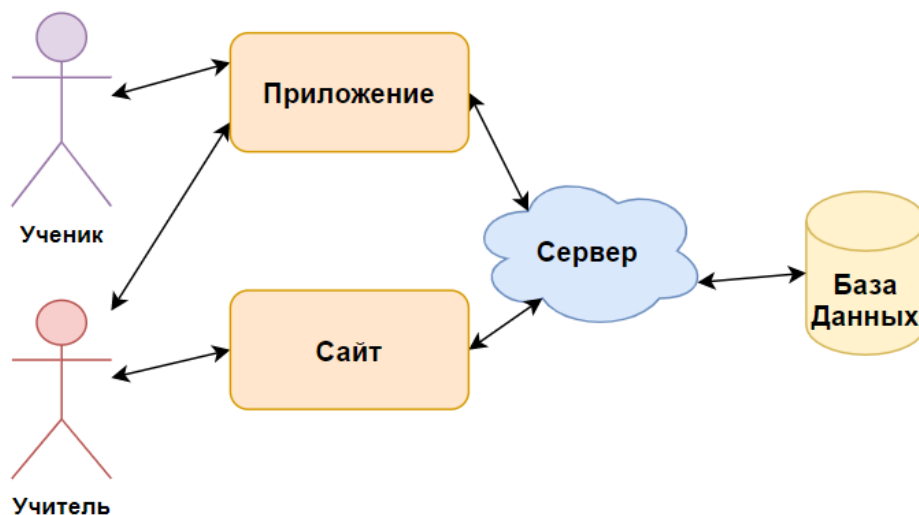


Рисунок 2 – Взаимодействие сервера с сайтом и приложением

Используемое ПО:

- CSS, Bootstrap, JS, фреймворк Django, база данных на языке SQL [4-6];
- Приложение (Android Studio ЯП Kotlin);
- Postman (для проверки и тестирования API);
- Figma (дизайн приложения и сайта);
- Adobe illustrator (разработка лого и иконок).

Список литературы

1. Шевченко А. В., Пак Т. В. Особенности реализации структурной геймификации в учебном курсе. // Цифровая образовательная среда Дальнего Востока: материалы первой тематич. дальневост. Конференции (Владивосток, 31 мая-1 июня 2018 г.). – Владивосток: ДВФУ, 2018 – С. 63-69.

2. Павленко Д.Р. Система автоматизированного тестирования для компетенции мобильной разработки WorldSkills. Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по естественным наукам. Научное электронное издание. — 2020., С.195-196.

3. Павличенко И.С. Разработка системы тестирования на основе интеллектуальных тестов на платформе «1С: Предприятие 8.3». Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по естественным наукам. Научное электронное издание. — 2020. С.197-198.

4. Кожемякин А. А. HTML и CSS в примерах. Создание Web-страниц – М.: Альтекс-А, 2014.

5. Документация по фреймворку Django [электронный ресурс] – Режим доступа: <https://django.fun/docs/django/ru/3.0/>

6. Официальный сайт Bootstrap [электронный ресурс] – Режим доступа: <https://bootstrap-4.ru/docs/4.0/getting-started/introduction/>

Казаков Е. Д.

РАЗРАБОТКА ПЛАТФОРМЫ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ УСЛУГ ДОСУГА НА ОСНОВЕ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОГО СЕРВИСА

Кафедра информатики, математического и компьютерного моделирования ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - к.ф.-м.н., доцент Т. В. Пак

Главная цель проекта заключается в создании сервиса по подбору мероприятий и услуг с помощью инструментов машинного обучения. При регистрации на сайте пользователю будет предложено пройти опрос, с помощью которого будет составлен его портрет интересов. Проблема пользователя заключается в нехватке времени или желания при поиске мероприятий или услуг. Так же опытным путем было выяснено, что пользователи узнают об интересующем их событии после того как оно прошло, что так же безусловно является важной проблемой, которую решает данный сервис с помощью персонализированных подборок.

Данная проблема имеет несколько пунктов:

- Нехватка времени для поиска мероприятий и услуг;
- Отсутствие удобной централизованной системы;
- Малая известность мероприятий, которые могут заинтересовать пользователя, вследствие чего он может пропустить мероприятия;
- Большое количество времени, которое тратится на поиск мероприятий.
- Данный сервис предлагает мероприятия, заранее подобранные под интересы человека. Подбор мероприятий выполняется с помощью алгоритма матричной факторизации [1].

Факторизация матрицы – это класс алгоритмов совместной фильтрации, используемых в рекомендательных системах. Алгоритмы матричной факторизации работают путем разложения матрицы взаимодействия пользователя с элементом на произведение двух прямоугольных матриц меньшей размерности.

Для решения этой задачи, выполнена предварительная работа:

- Создан психоаналитический опрос [3,4],
- Проведено проблемное интервью и оцифровка результатов [2],
- Создан прототип проекта,
- Составлена бизнес-модель проекта,
- Выполнено тестирование прототипа,
- Создан дизайн сайта,
- Сделан основной функционал сайта,
- Выполнена программная структура сайта,
- Реализована модель машинного обучения,
- Протестирован сайт.



Рисунок 1 – Схема проекта

Список литературы

1. Матричная факторизация // Black Board Режим доступа: https://bb.dvfu.ru/webapps/blackboard/execute/displayLearningUnit?course_id=_3634_1&content_id=_381610_1 (дата обращения: 15.04.2021).
2. Кузин А.А. Метод кодирования и анализа качественных данных. Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по естественным наукам, Владивосток, 15 апреля – 30 апреля 2016 г. [Электронный ресурс] / Отв. ред. А.В. Малюгин. – Электрон. дан. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2016 . С.252.– Режим доступа: [https://www.dvfu.ru/upload/medialibrary/8c5/2016\(1\).pdf](https://www.dvfu.ru/upload/medialibrary/8c5/2016(1).pdf)
3. Психологический анализ пользователя // Elitarium.ru. Режим доступа: <http://www.elitarium.ru/lichnost-temperament-harakter-sposobnosti-intellekt-jemocionalnost-samoocenka/> (дата обращения: 15.04.2021).
4. Поликарпов В. А., Ксёнда О. Г. Психология личности. - Минск: БГУ, 2015.

Ким П.Х., Косенок М.В.

КВОТА-СЕРВИС ПЛАТФОРМА ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ, ЖЕЛАЮЩИХ ТРУДОУСТРОИТЬ ИНВАЛИДОВ

Кафедра информатики, математического и компьютерного моделирования
ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Пак Т. В.

В работе описана платформа, на которой, с помощью адаптивного алгоритма, сравниваются возможности инвалидов и доступные вакансии (оффлайн и/или онлайн) на территории Дальнего Востока,

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

в том числе, формируются адресные образовательные программы (индивидуальные и групповые) для обучения, переобучения, повышения квалификации.

Обезличенные данные, характеризующие инвалидов (локация, опыт, личные пожелания, образование, готовность переехать и переобучиться) и существующие рабочие места добавляются в программу «Квота-сервис» [1].

Предприятия получают удобный сервис по конструированию рабочих мест для инвалидов (например, предприятие сможет в реальном времени оценить будет ли спрос на предлагаемую им вакансию, если да, то каковы будут издержки «закрытия вакансии» под ключ (оборудование рабочего места, создание доступной среды и т.д.) и какую часть этих издержек готово компенсировать государство (переезд, адресные образовательные программы, в том числе финансирование стажировок и т.д.).

Актуальность темы заключается в том, что ~90% квотируемых рабочих мест для инвалидов остаются невостребованными, так как квотируемые рабочие места в значительной мере не соответствуют профессионально-квалификационной структуре указанной категории населения [2].

Проблема

Предприятия вынуждены формировать рабочие места для инвалидов в полной неопределенности, не имея о них обезличенной информации (локация, физические ограничения, образование, опыт, готовность к переезду или переобучению и др.)

Для инвалидов существует мало возможностей для того, чтобы соответствовать требованиям достойных вакансий.

Тема работы

Создание удобного сервиса по конструированию привлекательных рабочих мест для инвалидов с минимальными издержками при поддержке государства, позволяющего не только выполнять нормативы, но и привлекать лояльные кадры.

Для создания приложения необходимо решение предварительных следующих задач:

1. Выяснить реальную актуальность создаваемой платформы для фирм, инвалидов с помощью массовых опросов;
2. Описать процесс мэтчинга (метод учета и оценки кадров);
3. Описать категории и степени инвалидности
4. сформулировать техническое задание, создать MVP;

Структура проекта

Фирма → Регистрирует себя на платформе → При создании рабочего места система по этой введенной таблице вакансий выдает перечень людей, имеющих квалификацию одной из перечисленных должностей → завершает создание рабочего места;

Инвалид → Регистрируется → заполняет анкету - получает актуальные предложения;

Используемое ПО:

- HTML5, CSS, JS, фреймворк Django, mySQL [3-6];
- Figma (дизайн сайта);
- Pandas (обработка тестовых данных) [7].

Список литературы

1. Кузин А.А. Метод кодирования и анализа качественных данных. Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15 апреля – 30 апреля 2016 г. [Электронный ресурс] / Отв. ред. А.В. Малюгин. – Электрон. дан. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2016. С.252.– Режим доступа: [https://www.dvfu.ru/upload/medialibrary/8c5/2016\(1\).pdf](https://www.dvfu.ru/upload/medialibrary/8c5/2016(1).pdf)

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

2. Романов А.А. Исследование ключевых факторов, оказывающих влияние на социально-экономическое развитие города Владивосток. В сборнике: Материалы Региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам. Министерство образования и науки Российской Федерации; Дальневосточный федеральный университет, Школа естественных наук. 2016. С. 264-265. [электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.dvfu.ru/upload/medialibrary/8c5/2016\(1\).pdf](https://www.dvfu.ru/upload/medialibrary/8c5/2016(1).pdf)

3. Кожемякин А. А. HTML и CSS в примерах. Создание Web-страниц – М.: Альтекс-А, 2014.

4. Документация по фреймворку Django [электронный ресурс] – Режим доступа: <https://django.fun/docs/django/ru/3.0/>

5. Документация по MySQL [электронный ресурс] – Режим доступа: <https://dev.mysql.com/doc/>

6. Официальный сайт Bootstrap [электронный ресурс] – Режим доступа: <https://bootstrap-4.ru/docs/4.0/getting-started/introduction/>

7. Документация по Pandas [электронный ресурс] – Режим доступа: <https://pandas.pydata.org/docs/>

Ларина В.И.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕОРИИ СЛОЖНЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ ПОСТАНОВКИ ЗАДАЧИ РАЗМЕЩЕНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ

Кафедра математических методов в экономике ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - к.т.н., профессор кафедры ММЭ А.Л. Абрамов

Теория сложных сетей описывает объекты, обладающие рядом свойств, характерных для реальных экономических, аналитических и социальных систем. Эти системы часто называются сетями в связи с тем, что они объединяют совокупности элементов (подсистем), связанные множеством различных отношений, обладающих свойством эмерджентности [7]. В результате большинство систем в окружающем мире представлены связями, где каждый элемент может быть представлен как узел, а его связи с другими элементами – как дуги графа [2], [3].

Возникновение такого нового явления, как «сложные сети» потребовало адаптации известных математических моделей и алгоритмов, разработки новых теоретико-графовых представлений. Параллельно развиваются подходы, связанные с визуализацией явлений и феноменов, возникающих в сложных сетях, которые также описываются с помощью теоретико-графовых моделей и реализуются с помощью технологий обработки больших данных. Таким образом, математическими моделями сложных сетей являются графы, мультиграфы, гиперграфы и модели, построенные с их использованием [1].

Особое место сложные сети занимают в моделировании социально-экономических процессов, что позволяет решать широкий круг классических проблем оптимизации и поиска равновесия в сетях. Одной из этих проблем является задача об оптимальном размещении объектов, возникающая во многих приложениях (размещение сетей в странах, регионах и городах; управление запасами; календарное планирование) [4] и, в частности, проблема размещения транспортно-логистических центров, снабжающих склады компаний товарами [5].

В содержательном смысле такая задача формулируется следующим образом: определить на территории такое место размещения транспортно-логистического центра, чтобы общее расстояние, проходимое транспортом логистического центра до складских помещений, было бы минимальным, т. е., целевая функция, выражающая суммарные транспортно-логистические затраты, достигала бы своего минимального значения [6].

Опишем более подробно бизнес-процессы, объекты, факторы, условия и ситуации, относящихся к данной задаче, а также возможности ее формализации.

Транспортно-логистическая система является важным элементом коммерческой деятельности компаний, ввиду чего отлаженная транспортно-логистическая деятельность напрямую влияет как на операционную деятельность компании, так и на формирование ее прибыли в долгосрочном периоде.

Логистические центры, являясь элементами логистической системы, представляют собой объекты коммерческой недвижимости, специализирующиеся на процессе обработки, хранения, доставки товарно-материальных запасов конечным потребителям. Для логистических систем характерно наличие сложных связей, ориентированных на отношение предприятия с окружающей системой объектов, что позволяет рассматривать логистическую систему как сложную сеть.

Пусть филиал некоторой федеральной компании имеет один логистический центр, представляющий собой узел хранения товарно-материальных запасов широкой номенклатуры и обслуживающий несколько десятков складов на территории региона. Склады являются местом (узлами) хранения и реализации товарно-материальных ценностей конечным потребителям, находящимся в зоне обслуживания каждого склада. Расположение склада в каждом районе региона характеризуется различной территориальной доступностью. Каждый склад в зависимости от ряда факторов (площадь территории, плотность населения, численность действующих и потенциальных клиентов) имеет неоднородный уровень спроса на запасы, поставляемые логистическим центром, и объемы грузооборота и транспортных издержек на каждый склад различны. Маршрут движения транспорта логистического центра на каждый склад известен, что позволяет рассчитать суммарные месячные издержки логистического центра на обслуживание всех складов.

Такая содержательная постановка задачи размещения транспортно-логистических центров, снабжающих склады компаний товарами, позволяет перейти к построению ее формальной модели.

Представим территорию региона в виде теоретико-графовой модели, вершинам которой соответствуют населенные пункты, а транспортным артериям (дорогам, морским и авиационным путям), их связующим, - ребра. Множество мест размещения транспортно-логистического центра будет представлять собой область допустимых вершин (подграф исходного графа), в которых потенциально транспортно-логистические центры могут располагаться.

Такой содержательной постановке задачи размещения транспортно-логистических центров и ее теоретико-графовой модели может соответствовать несколько формальных постановок из теории сложных сетей: задача о паросочетании максимального веса (максимизации прибыли); задача о покрытии минимального веса (минимизации издержек); задача о поиске главного абсолютного центра (минимизация времени обслуживания потребителей одним центром в сети); задача поиска Р-медианы (минимизация издержек потребителя в случае размещения Р транспортно-логистических центров в сети).

Выбор адекватной теоретико – графовой постановки для описанной содержательной постановки задачи размещения транспортно-логистических центров и методов размещения является предметом дальнейших исследований и будет основан: на сборе данных для решения задачи и ее дальнейшем системном анализе; определении весов вершин, исходя из факторов, условий и собранных по ним данным; выборе адекватной теоретико-графовой постановки задачи; выборе алгоритмов и средств ее решения; визуализации и анализа полученных результатов.

Список литературы

1. Abramov A.L., Velichko A.S., Drekko E.V., Anoshkina M.V., Molochkova M.A. Graph models of complex networks // The_32th_Congress_Jangjeon_Mathematical_Society (ICJMS-2019), 32-ая

Международная конференция Математического общества «Jangeon», Дальневосточный федеральный университет, 16-19 июля 2019.

2. Dorogovtsev S.N., Mendes J.F.F. Evolution of Networks: From Biological Networks to the Internet and WWW. — Oxford, USA: Oxford University Press, 2003. — P. 280.

3. Newman M., Barabasi Albert-Laszlo, Duncan J. Watts. The Structure and Dynamics of Networks: — Princeton, USA: Princeton University Press, 2006. — P. 624

4. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход : пер. с англ / Н. Кристофидес. - М.: Изд-во «Мир», 1978. - 432с.

5. Ларина В. И. Математическое моделирование размещения логистических центров (на примере Приморского филиала ПАО "Ростелеком"): выпускная квалификационная работа. Дальневосточный федеральный университет (ДВФУ), Владивосток, 2020.

6. Лукинский В. С., Лукинский В. В., Малевич Ю. В., Пластуняк И. А., Плетнева Н. Г. Модели и методы теории логистики : учеб. пособие / В. С. Лукинский. – СПб.: Питер, 2007. – 213 с.

7. Макаров И.М., Соколов В.Б., Абрамов А.Л. Целевые комплексные программы / И.М. Макаров, В.В. Соколов, А.Л. Абрамов. – М.: Знание, 1980. – 136 с.

Лю Е. Р.¹, Сущенко А. А.^{1,2}, Ворновских П. А.^{1,2}

ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ОКЕАНА МЕТОДАМИ ТЕОРИИ ПЕРЕНОСА ИЗЛУЧЕНИЯ

¹Кафедра информатики, математического и компьютерного моделирования ШЕН ДВФУ

²Институт прикладной математики ДВО РАН

Научный руководитель - д. ф.-м. н., профессор И.В. Прохоров

На сегодняшний день не теряет своей актуальности задача батиметрии, направленная на исследование морфологии морского дна, мониторинг экологического состояния водных ресурсов и построение трехмерной модели-карты высот. На практике батиметрия океана может основываться на гидролокации с использованием многолучевых сонаров или на методах дистанционного зондирования с использованием спутников. В акустической топографии используются ГБО. Его действие основано на периодическом излучении импульсных звуковых посылок и детектировании отраженных эхосигналов от удаленных участков морского дна. При обработке принятого сигнала формируется акустическое изображение по обоим бортам подводного аппарата. В свою очередь, оптическая батиметрия основана на спектральной зависимости глубины проникновения света в водной среде. Набор изображений, полученных в разных спектральных диапазонах, обеспечивает разноглубинные срезы дна и водной толщи, что позволяет использовать результаты мультиспектральной съёмки для батиметрии рек и водоёмов [1].

Основываясь на математической модели акустического зондирования, авторами была получена формула для расчета моделируемого сигнала в приближении двукратного рассеяния. В случае однократного донного отражения в работе [2] было получено решение обратной задачи для нахождения батиметрической функции $u(y_1, y_2)$:

$$u(y_1, y_{2,j}) = \frac{y_1^2}{\sigma_d(2l - l^3/(y_1^2 + l^2))} \left(\frac{\sigma_d l^2}{y_1^2 + l^2} - \frac{I^\pm(t) 2\pi y_1 (y_1^2 + l^2) \exp\left(2\mu\sqrt{y_1^2 + l^2}\right)}{\sigma_d c J_j} \right), \quad (1)$$

где $y_{2,j} = Vt_j$, y_1 – точка на дне, l – средняя заданная глубина, σ_d – коэффициент донного рассеяния, c – скорость звука в среде, V – скорость движения источника, J_j – мощность звукового источника, μ – коэффициент поглощения и функция $I^\pm(t)$ представляет собой плотность потока энергии волны в

момент времени t по левому и правому бортам аппарата. Формула (1) была получена в приближении однократного рассеяния и при условии, что функция рельефа дна слабо изменяющаяся: $u = O(\varepsilon)$, $u'_{y_1} = O(\varepsilon^2)$, $u'_{y_2} = O(\varepsilon^2)$.

В ходе численного анализа было установлено, что в условиях наклонного и флуктуирующего профилей морского дна, вклад двукратного рассеяния в суммарный сигнал не превосходит 0,85%, максимальная ошибка восстановления $\Delta u(y_1, y_2)$ при этом составляла менее 5%. Таким образом, приближение двукратного рассеяния не влияет на точность восстановления батиметрической функции по формуле (1), полученной в приближении однократного рассеяния. Однако, в случаях фокусирующей донной поверхности, двукратное отражение вносит существенную ошибку, которая приводит к некорректному восстановлению морского профиля. В таких условиях вклад двукратного донного отражения достигает 60%, а максимальная ошибка восстановления возрастает до 80%.

Основной особенностью, отличающей дистанционные методы исследования океана от традиционных (контактных), является непрямой характер наблюдения физических процессов и измерения их параметров. Однако такими методами можно измерять не все оптические характеристики, поскольку они дают информацию лишь о верхнем слое, толщина которого не превышает нескольких десятков метров [3]. Например, в прозрачных водах красные лучи поглощаются быстрее всего, проникая на глубину до 10м., жёлтые - до 20м., а зеленые и голубые лучи достигают глубин 30 и 40 метров соответственно.

Таким образом, в работе были рассмотрены оптический и акустический методы получения батиметрических данных. В результате вычислительных экспериментов было установлено, что в случае фокусирующего профиля морского дна учет двукратного отражения является необходимым для корректного сбора карты глубин. Однако в остальных случаях влияние двукратного рассеяния достаточно мало и не влияет на восстановление функции морского дна. Была получена формула для моделирования сигнала методами оптической батиметрии и на основе этой формулы планируется строить решение задачи батиметрии по нахождению карты глубин с использованием спектральной зависимости глубины проникновения света.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-31-00050 и Министерства высшего образования и науки РФ (проект № 075-02-2020-1482-1, дополнительное соглашение от 21.04.2020).

Список литературы

1. Аншаков Г. П., Малиновский В. А., Синельникова Е. А., Скимунт В. К. Моделирование решения задач батиметрии водоемов Самарской области средствами дистанционного зондирования земли // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. 2013. Т. 42. №4. С. 49 – 58.
2. Lyu, E.R., Kan, V.A., Prokhorov, I.V., Sushchenko, A.A. Determination of the bottom surface profile // Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. – 2017. – V. 10466, Art. Number 1046622.
3. Показеев К. В., Чаплина Т. О., Чашечкин Ю. Д. «Оптика океана» // – М.: МАКС Пресс. 2010.

Марущенко Е.А. .

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ КРОВИ В МИКРОСОСУДАХ

Кафедра информатики, математического и компьютерного моделирования ШЕН ДВФУ

Научный руководитель –

д.ф.-м.н., профессор кафедры ИМКМ ШЕН ДВФУ А.Е. Ковтанюк

Моделирование движения крови в сосудистой сети головного мозга является важным для предсказания различных критических ситуаций, связанных с перепадом давления, кровоизлиянием и недостаточным снабжением кислородом тканей мозга. Актуальным направлением исследований является моделирование движения крови в отдельном микрососуде. Важным параметром, влияющим на динамику крови в микрососудах, является величина гематокрита, который характеризует долю эритроцитов в крови. Будем рассматривать кровь как двухфазную жидкость, состоящую из плазмы и эритроцитов, где эритроциты моделируются как жидкость с высокой вязкостью.

С учетом осевой симметрии будем изучать движение крови в области Ω , в плоскости двух цилиндрических координат: радиальной r и продольной z (см. рисунок 1).

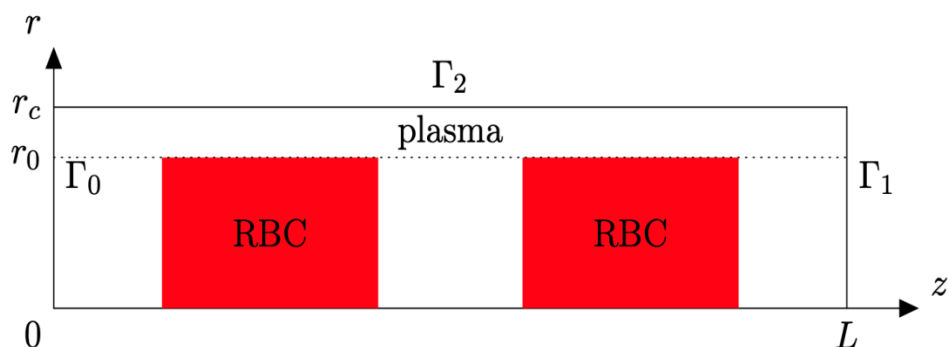


Рисунок 1 – Расчетная область Ω в цилиндрической системе координат при осевой симметрии.

Здесь r_c — радиус сосуда, r_0 — радиус сосуда, L — длина сосуда, Γ_0 — граничная область начального среза сосуда, Γ_1 — граничная область конечного среза сосуда, Γ_2 — граничная область стенки сосуда.

Движение крови в области Ω будем описывать системой уравнений Стокса. Для случая переменной вязкости она имеет вид:

$$-2\nabla \cdot (\mu D(u)) + \Delta p = 0, \nabla \cdot u = 0, \quad (1)$$

Здесь, D — тензор скоростей деформаций, μ — переменная вязкость, $u = (u_1, u_2)$ — вектор скоростей, p — давление.

Систему уравнений (1) дополним следующими граничными условиями:

$$u|_{\Gamma_2} = 0, u_1|_{\Gamma_0} = u_1|_{\Gamma_1} = 0, p|_{\Gamma_0} = p_0, p|_{\Gamma_1} = 0. \quad (2)$$

С учетом осевой симметрии тензор деформации и оператор дивергенции имеют вид:

$$(3)$$

$$D(u) = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} \frac{2\partial u_1}{\partial x_1} & 0 & \frac{\partial u_1}{\partial x_2} + \frac{\partial u_2}{\partial x_1} \\ 0 & \frac{2u_1}{x_1} & 0 \\ \frac{\partial u_1}{\partial x_2} & 0 & \frac{2\partial u_2}{\partial x_2} \end{pmatrix},$$

$$\nabla \cdot u = \frac{u_1}{x_1} + \frac{\partial u_1}{\partial x_1} + \frac{\partial u_2}{\partial x_2}. \quad (4)$$

Для задачи (1), (2) разработан вычислительный алгоритм нахождения ее решения, основанный на методе конечных элементов. Алгоритм реализован в пакете FreeFem++. Проведено сравнение результатов численного моделирования с экспериментальными данными.

Благодарности

Исследование выполнено при поддержке Минобрнауки РФ (проект № 075-02-2020-1482-1, дополнительное соглашение от 21.04.2020).

Список литературы

1. Hecht, F. New development in FreeFem++ / Hecht, F. // Journal of Numerical Mathematics. — 2012. — №20 (3-4). — С. 251-265

Михалев Ю.А.

ПОЛУЛИНЕЙНАЯ МОДЕЛЬ ДИФФУЗИИ ЭЛЕКТРОНОВ

Кафедра информатики, математического и компьютерного моделирования ШЕН ДВФУ
 Научный руководитель – к.ф-м.н., доцент Р.В. Бризицкий

В данной работе исследуется полулинейный аналог следующей модели, состоящей из статических уравнений Максвелла и уравнения реакции-дрейфа-диффузии электронов (см. (1)):

$$\operatorname{rot} \mathbf{E} = 0, \quad \operatorname{div} \mathbf{E} = \rho, \quad (1)$$

$$-d\Delta\rho + \mu_n \mathbf{E} \cdot \nabla \rho + \frac{\mu_n}{\varepsilon \varepsilon_0} \rho^2 = f \quad (2)$$

Здесь ρ – объемная плотность заряда, \mathbf{E} – вектор-функция напряженности электрического поля, d – постоянный коэффициент диффузии электронов, μ_n – дрейфовая подвижность электронов, ε – диэлектрическая проницаемость материала, ε_0 – электрическая постоянная.

Уравнения (1), (2) рассматривается в ограниченной области $\Omega \subset \mathbb{R}^3$ с границей Γ , состоящей из двух частей Γ_D и Γ_N , при следующих граничных условиях:

$$\rho = 0 \text{ на } \Gamma_D, \quad \partial\rho/\partial n = \chi \text{ на } \Gamma_N, \quad \mathbf{E} \cdot \mathbf{n} = 0 \text{ на } \Gamma. \quad (3)$$

В настоящей работе предложен полулинейный аналог модели (1)–(3), в котором электрическое поле \mathbf{E} считается заданным, причем:

$$\operatorname{div} \mathbf{E} = \rho + \delta.$$

Далее, используя подход [2], основанный на результатах [3], мы доказали существование и единственность слабого решения ρ для полулинейного аналога модели (1)–(3).

Благодарности

Список литературы

1. Масловская, А.Г. Теоретический и численный анализ модели дрейфа-диффузии электронов / А.Г. Масловская, Н.Н. Максимова, Р.В. Бризицкий. Владивосток, Благовещенск
2. Бризицкий, Р.В. Диф. Уравнения / Р.В. Бризицкий, Ж.Ю. Сарницкая. Владивосток, 2017.
3. Лионс, Ж.-Л. Некоторые методы решения нелинейных краевых задач. М.: Издательство «Мир». 1972. 588 с.

Павличенко И.С., Пак Т.В., Матусовская С.В.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ТЕСТИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ТЕСТОВ НА ПЛАТФОРМЕ «1С: ПРЕДПРИЯТИЕ 8.3»

Кафедра информатики, математического и компьютерного моделирования ШЕН ДВФУ
Научные руководители – к.ф.-м.н., доцент Т.В. Пак,
ст. преподаватель С.В. Матусовская

Настоящая работа продолжает исследования, начатые в [1, 2]. Стандартные методы контроля знаний, как устный экзамен, зачет, контрольная, в эпоху цифровизации отходят на второй план и востребованными становятся системы тестирования. Они удобны в использовании, не занимают много времени и сил, к тому же отличаются друг от друга формой заданий.

В работе [2] перечислены известные проблемы предметной области:

- При тестировании происходит меньшее проявление обучающих функций контроля, закрепления материала;
- В тестовых заданиях отсутствуют элементы творчества, креативности, интерактивности;
- Тестирование проверяет информативность учащегося о тех или иных фактах и не дает представления о реальных знаниях и способностях человека;
- Решение любого тестового задания содержит элемент случайности;
- Тестовый контроль способствует фрагментации знаний;
- Тестирование стандартизирует знания и не развивает мыслительные навыки учащихся;
- Контроль качества учебного процесса;
- Не все виды тестов подходят под определенные предметы.

В настоящее время адаптивные и интеллектуальные тесты, предназначенные для определения уровня умственного развития индивида и выявления особенностей структуры его интеллекта. Такие тесты стали популярны при приеме на работу, используются в психологии и т.д. Ввиду их популярности было принято решение создать собственную модель системы тестирования на основе интеллект-тестов для учащихся ВУЗов.

Данное решение позволит лучше отслеживать пробелы в знаниях тестируемого, выявить его слабые и сильные стороны, улучшить процесс усвоения материала. Также предусмотрено создание мобильного приложения, для удобного прохождения тестов [5].

В работе рассматривается модель [3], которая по возможности преодолевает недостатки, перечисленные выше, общий вид которой выглядит так:

$U_1 = \langle Q, C, C_0, I_i, k, T_i, R_1 \rangle$, где

Q — количество вопросов

C — уровень сложности

C_0 — первоначальный уровень сложности

I_i — i -й ответ, $i \in [1 \dots Q]$

k — коэффициент за правильность

T_i — i -й возможный (правильный) ответ, $i \in [1 \dots Q]$

R_1 — результат тестирования

Алгоритм реализации модифицированной базовой модели заключается в следующем:

При инициализации процесса тестирования находим уровень сложности первого вопроса: $C = C_0, C_0 = 1, 2, 3$

При последующем тестировании уровень сложности вопросов изменяется в зависимости от варианта тестирования: $C = 1, 2, 3$

I вариант:

$C = \{C + 1, \text{если ответ положительный и } C < 3, C - 1, \text{если ответ отрицательный и } C > 1\}$

II вариант

Вычисляем коэффициент за правильность

$k = \{a, \text{если } C_0 = 1 \text{ или } C = 1, b, \text{если } C_0 = 2 \text{ или } C = 2, c, \text{иначе при } a < b < c$

Получаем i -й ответ: $I_i = \{1 + k, \text{если дан верный ответ } 0, \text{иначе}$

Вычисляем i -й возможный (правильный) ответ: $T_i = 1 + k$

Находим результат тестирования: $R_1 = \frac{\sum_{i=1}^Q I_i}{\sum_{i=1}^Q T_i}$

Далее была получена **модифицированная базовая модель**:

$U_1 = \langle Q, C, C_0, I_i, R_{Li}, R_{L0}, R_L, R_2 \rangle$, где

Q — количество вопросов

C — уровень сложности ($C = 1, 2, 3$)

C_0 — первоначальный уровень сложности

I_i — i -й ответ, $i \in [1 \dots Q]$

R_{Li} — балл за i -й ответ на L -ом уровне знаний ($L = \{2, 3, 4, 5\}$)

R_{L0} — первоначальный балл L -го уровня знания,

R_L — результат на L -ом уровне знаний

R_2 — результат тестирования

Алгоритм реализации базовой модели заключается в следующем:

При инициализации процесса тестирования находим уровень сложности первого вопроса: $C = C_0, C_0 = 1, 2, 3$

При последующем тестировании уровень сложности вопросов изменяется в зависимости от варианта тестирования: $C = 1, 2, 3$

I вариант

$C = \{C + 1, \text{если ответ положительный и } C < 3, C - 1, \text{если ответ отрицательный и } C > 1\}$

II вариант

Получаем i -й ответ: $I_i = \{1, \text{если дан верный ответ } 0, \text{иначе}$

Задаем экспериментально значения первоначального балла L -го уровня знаний (0,25 для каждого уровня, $\sum = 1$)

Вычисляем балл за i -й ответ на L -ом уровне знаний, $L = \{2, 3, 4, 5\}$ («+» - положительный ответ, «-» - отрицательный ответ).

Вычисляем результат на L -ом уровне знания как частные суммы баллов на L -ом уровне знания с первоначальным баллом L -того уровня к сумме всех результатов:

$$R_L = \frac{\sum_{i=1}^Q R_{Li} + R_{L0}}{\sum_{L=2}^5 R_L}$$

Определяем результат тестирования как максимальный результат на L -ом уровне знания:

$$R_2 = \max(R_L).$$

Для обмена данными между десктопной конфигурацией и мобильным приложением была выбрана клиент-серверная архитектура [4] (см. Рисунок 1).

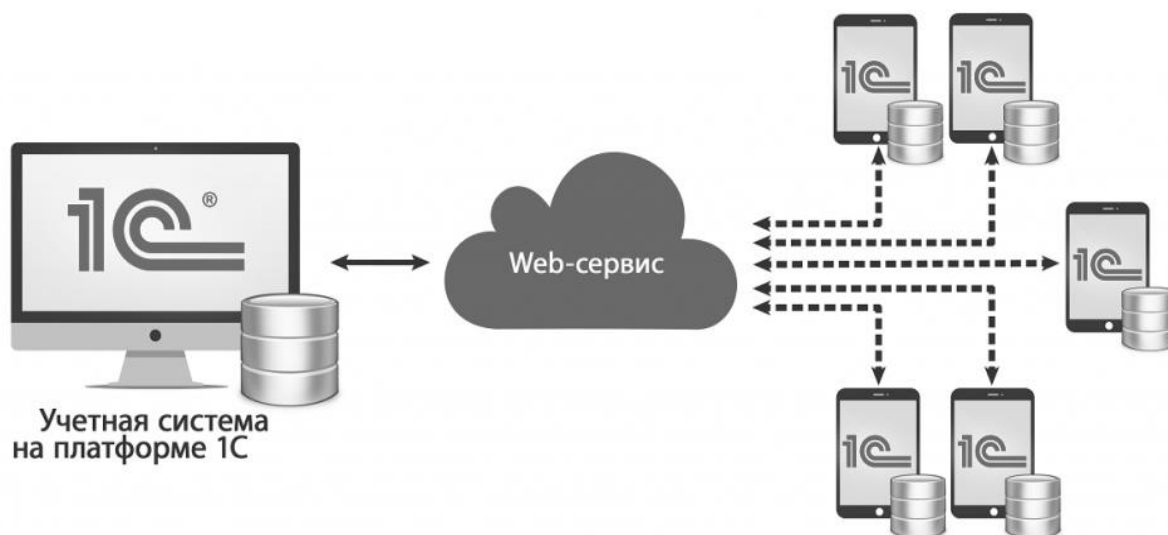


Рисунок 1 – Архитектура системы

В качестве серверной части выступает конфигурация, предназначенная для внесения, хранения и редактирования информации, записанной в информационную базу, а также выгрузки базы на мобильную клиентскую часть.

В качестве клиентской части выступают мобильные устройства с установленным приложением и предназначенная для внесения, хранения информации, записанной в информационную базу на клиенте, а также выгрузки базы на сервер.

Обмен данными осуществляется через веб-сервис с применением SOAP - протокола.

Список литературы

1. Павленко Д.Р. Система автоматизированного тестирования для компетенции мобильной разработки WorldSkills. Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по естественным наукам. Научное электронное издание. – 2020., С.195-196. [Электронный источник] – URL: https://www.dvfu.ru/schools/school_of_natural_sciences/sciences/the-conference/newpage.php
2. Павличенко И.С. Разработка системы тестирования на основе интеллектуальных тестов на платформе «1С: Предприятие 8.3». Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по естественным наукам. Научное электронное издание. – 2020. С.197-198. [Электронный источник] – URL: https://www.dvfu.ru/schools/school_of_natural_sciences/sciences/the-conference/newpage.php
3. Жилина Е.В. Анализ применяемых моделей и методов тестирования для оценки знаний специалиста. – 2011. – С. 53-62. – 0,7 п.л.
4. Архитектура платформы 1С: Предприятие 8.3. [Электронный источник] – URL: <https://v8.1c.ru/platforma/klient-servernyy-variant-raboty/>

5. Хрусталева Е.Ю. Знакомство с разработкой мобильных приложений на платформе «1С:Предприятие 8». Издание 2 – М.: ООО «1С-Паблишинг», 2015. – 292 с. – ISBN 978-5-9677-2494-7.

Пак Н.М. .

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ ПРИ ВНУТРИВЕННОЙ ЛАЗЕРНОЙ АБЛЯЦИИ ДЛЯ ИЗЛУЧЕНИЯ НА РАЗЛИЧНЫХ ДЛИНАХ ВОЛН

Кафедра информатики, математического и компьютерного моделирования ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор кафедры ИМКМ ШЕН ДВФУ А.Е. Ковтанюк

Согласно данным Министерства Здравоохранения РФ, заболеваемость варикозным расширением вен в 2019 году среди людей старше пенсионного возраста составляет 737334 человека, что примерно равно 2% от общего количества людей старше пенсионного возраста. Ежегодно среди этой категории людей количество новых заболевших составляет около 104 тыс.

Одним из эффективных методов лечения варикозного расширения вен является внутривенная лазерная абляция (ВВЛА). При проведении ВВЛА лазерное оптоволокно вводится в поврежденную вену. Далее оптоволокно вытягивается, при этом по нему передается лазерное излучение. Торцевое оптоволокно обычно покрыто карбонизированным слоем. Одна часть энергии лазера идет на нагрев карбонизированного слоя, другая часть идет на излучение. Тепло от нагретого карбонизированного слоя передается в кровь посредством кондуктивного теплообмена. Теплообмен многократно усиливается за счет потока пузырьков, образующихся на разогретом торце оптоволокна. Излучение, поступающее в кровь и окружающую ткань, частично поглощается, что сопровождается выделением тепла. В итоге образованная и поступившая за счет различных механизмов тепловая энергия вызывает значительный нагрев вены, что приводит к ее облитерации (закрытию сосуда).

Успешность ВВЛА зависит от выбора оптимальных параметров, необходимых для достижения оптимального повреждения вен, избегая побочных эффектов. Математическое моделирование ВВЛА позволяет определить оптимальные параметры излучения для осуществления эффективной и безопасной облитерации сосуда.

В качестве математической модели, описывающей тепловые и радиационные процессы в биологической ткани, находящейся под воздействием лазерного излучения, была рассмотрена система уравнений, включающая уравнение теплопроводности и диффузионное приближение уравнения переноса излучения [1]:

$$-\nabla \cdot (\alpha \nabla \varphi) + \mu_{\alpha} \varphi = P_{\varphi} \chi V^{-1}, \quad (1)$$

$$\rho c_p \frac{\partial \theta}{\partial t} - \nabla \cdot (k \nabla \theta) = \mu_{\alpha} \varphi + P_{\theta} \chi V^{-1}. \quad (2)$$

Здесь $\varphi(x, t)$ – усредненная по всем направлениям интенсивность излучения, $\theta(x, t)$ – температура, $\alpha(x)$ – коэффициент диффузии фотонов, μ_{α} – коэффициент поглощения, k – коэффициент теплопроводности, c_p – удельная теплоемкость, $\rho(x, t)$ – плотность, V – объем наконечника, P_{φ} – мощность источника, идущая на излучение, P_{θ} – мощность источника, идущая на нагрев наконечника, $\chi(x, t)$ – характеристическая функция части среды, в которой находится наконечник оптоволокна, $x \in G, t \in (0, T)$.

Перенос тепла и излучения рассмотрены в среде, заполняющей область G и состоящей из четырех подобластей, включающих кровь, стенки вены, перивенозную ткань и оптоволокно. Уравнения (1), (2) дополняются следующими условиями на границе Γ области G и в начальный момент времени:

$$\alpha \partial_n \varphi + \beta \varphi|_{\Gamma} = 0, \quad (3)$$

$$k \partial_n \theta + \gamma (\theta - \theta_b)|_{\Gamma} = 0, \quad (4)$$

$$\theta(x, 0) = \theta_0. \quad (5)$$

Для моделирования переноса тепла потоком пузырьков, исходящих от наконечника оптоволоконной нити, использовалось следующее представление для коэффициента теплопроводности крови [2]:

$$k = \begin{cases} k_0, & \theta(x, t) < 95, \\ 200k_0, & \theta(x, t) \geq 95. \end{cases} \quad (6)$$

где k_0 – значение коэффициента теплопроводности крови, соответствующее температуре в начальный момент времени.

Построен вычислительный алгоритм решения задачи (1) – (6). Для аппроксимации производной по времени используется явная разностная схема. На каждом шаге по времени задача решается методом конечных элементов, реализация которого осуществлена в пакете FreeFEM++ [3]. В качестве аргумента функции k берется значение температуры с предыдущего временного слоя. Проведены вычислительные эксперименты по нахождению температурных полей при лазерном излучении на длинах волн 810, 840, 940, 980, 1064, 1320, 1470 и 1950 нм. Проанализировано влияние длины волны на температурный профиль в точках наблюдения, соответствующих внутренней, внешней стенке вены и перивенозной ткани. Сделан вывод о необходимости корректировки мощности излучения при изменении длины волны лазерного излучения.

Благодарности

Исследование выполнено при поддержке Минобрнауки РФ (проект № 075-02-2020-1482-1, дополнительное соглашение от 21.04.2020).

Список литературы

1. Ковтанюк А.Е. Оптимальное управление внутривенной лазерной абляцией / А.Е. Ковтанюк, А.Ю. Чеботарев, А.А. Астраханцева, А.А. Сущенко // Оптика и спектроскопия. – 2020. – Т. 128, Вып. 9. – С. 1396-1404.
2. Malskat W.S.J. Endovenous laser ablation (EVLA): a review of mechanisms, modeling outcomes, and issues for debate / W.S.J. Malskat, A.A. Poluektova, C.W.M. van der Geld et al. // Lasers Med Sci. – 2014. – Vol. 29. – P. 393-403.
3. Hecht F. New development in FreeFem++ / F. Hecht // Journal of Numerical Mathematics. – 2012. – Vol. 20, Issue 3-4. – P. 251-266.

Роголин Р.С.^{1,2}

ОПТИМИЗАЦИЯ ПЛАНА ФОРМИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВЫХ ЦЕПОЧЕК ПОСТАВОК СЫРЬЯ С ТОВАРНО-СЫРЬЕВЫХ БИРЖ

¹Кафедра математики и моделирования, ВГУЭС

²Кафедра прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения, ШЕН, ДВФУ

¹Научный руководитель – д.э.н., доцент Л.С. Мазелис

Процесс формирования цепочек поставок сырья (SC) – это большая сложная и актуальная задача XXI века. В эпоху цифровизации большим преимуществом пользуются подходы с привлечением методов информационно-коммуникационных технологий. Привлечение подобного рода методов влечет за собой неизбежное повышение прозрачности в цепочках поставок, минимизацию затраченных средств при закупке и доставки сырья с мест закупа [1].

Существует большое количество работ, посвящённых проблеме формирования цепочек поставок сырья (SCM), однако, почти все из них разрабатывались с акцентом на взаимодействие с деловыми и с рынком [2]. Однако, сейчас очень активно развивается рынок леса с применением товарно-сырьевых бирж (далее, бирж). Они дают значительные преимущества покупателям, которые могут отслеживать

товар в пути, им гарантированы права, если товар придет в плохом состоянии и если товар идет слишком долго, то от него есть возможность законно отказаться и потребовать деньги обратно. Однако, последний вариант взаимодействия является крайне нежелательным, т. к. в этом случае придется в альтернативном месте проводить закуп сырья, что, как правило, дороже, чем на бирже.

Однако, чтобы перейти к моделированию SC с учетом риска отказа, необходимо иметь представление о том, как заявки могут быть распределены в будущем. Тренд, который описывает распределение количества сырья по дням, представим в следующем виде: зимой добыча сырья максимальна, а по мере приближения к лету уменьшается. Это связано с сезонной распутицей в районах добычи сырья. Однако, это не единственное с чем связан может быть отказ от сырья. Пропускная способность железной дороги по мере приближения к зиме уменьшается, т. к. другие виды сырья тоже в основном перевозятся в это время. Эти два фактора очень важны при принятии решений. Прогноз заявок будет происходить по данным биржи, которые фиксируются каждый день [3]. Всего существует 5 регионов откуда поставляются пиловочники и балансы согласно данным биржи: Иркутская область, Московская область, Пермский край, Республика Удмуртия, Республика Бурятия. Отказ будет происходить, когда при сравнении значения функции активации в точке (избыточное время ожидания заявки) и случайного числа из равномерно распределённого диапазона $[0,1]$. Таким образом, дается небольшой шанс заявке дойти до склада после того момента, когда она должна уже быть по договору на складе. Построим трехэтапную задачу:

Построение модели прогноза числа заявок, объемов сырья в них и их цен. Розыгрыш большого числа прогнозов и их усреднение;

Построение решения для усреднённого прогноза, как наиболее вероятного (базовое решение) с применением алгоритма [4];

Розыгрыш прогноза и попытка подстроиться под уровень сырья на складе из базового решения путем будем достигать путем оптимизации закупа заявок с биржи максимально близкого к целевому уровню;

На первом шаге построение прогноза происходит известными методами машинного обучения.

На третьем этапе при оптимизации закупок заявок с биржи находится максимально близкий набор заявок по объему сырья необходимому на текущий день при минимизации значения суммарных издержек. Таким образом, получается многокритериальная задача линейного программирования. Ее можно свести к задаче линейного программирования путем организованного перебора параметров, отвечающих за степень близости к базовому уровню закупаемого сырья в определенный день. Эта задача решается каждый день на всем горизонте планирования.

Результаты апробации модели показали, что:

Закупать стоит из регионов в пропорции отличной от результатов работы [1], где рассматривалась подобная ситуация. Иркутская область и Республика Удмуртия – это два региона, с которыми апробация модели показала стоит вести сотрудничество в пропорции 2,5:1 соответственно;

Отклонение конечного объема издержек от целевого исчисляется в пределах 10-10,5%.

Имеет смысл рассмотреть возможности по модификации модели путем введения в нее новых производственных составляющих: расчет карт раскроя, транспортировка готовой продукции до потребителя и объемов производства. Такая модификация могла бы дать дополнительные ответы на вопросы, связанные с производством и объемом закупа сырья с биржи.

Данная модель может служить инструментом при совершении сделок и на других рынках товарно-сырьевой биржи.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке DAAD и Министерства Высшего Образования и Науки РФ в рамках программы «Иммануил Кант».

Список литературы

1. Рогулин Р.С. Модель оптимизации плана закупок сырья из регионов России лесоперерабатывающим комплексом // Бизнес-информатика. 2020. – Т. 14. – № 4. – С. 19-35.
2. Najjar H., Zitouni B., Mohamed E.O. Supply Chain Management: A Review of Approaches, Practices and Impact on Performance // International Journal of Supply Chain Management (IJSCM). 2019. – Vol. 8. – No.6. – pp. 1-13.
3. История сделок. АО «Санкт-Петербургская Международная Товарно-сырьевая Биржа». Официальный сайт. URL: <https://spimex.com/markets/wood/trades/results/>
4. Рогулин Р.С., Мазелис Л.С. Алгоритм и математическая модель формирования устойчивых цепочек поставок древесного сырья из регионов России: сравнение и анализ // Вестник Пермского университета. Сер. «Экономика». 2020. – Том 15. – № 3. – С. 385-404. doi:10.17072/1994-9960-2020-3-385-404

Селезнев Т.Э.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ КИСЛОРОДА В ТКАНЯХ МОЗГА

Кафедра информатики, математического и компьютерного моделирования ШЕН ДВФУ Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор кафедры ИМКМ ШЕН ДВФУ А.Е. Ковтанюк

Математическое моделирование переноса кислорода в головном мозге играет важную роль при прогнозировании различных опасных ситуаций, вызванных нарушением мозгового кровообращения. В соответствии с распространенным подходом [1, 2], мозг рассматривается как область, состоящая из двух частей, одна из них заполнена фракцией крови, другая – ткани. Соответственно, математическая модель переноса кислорода состоит из двух дифференциальных уравнений, описывающих конвективный и диффузионный перенос кислорода, обмен кислорода между кровью и тканью и метаболические процессы в тканях мозга.

Будем описывать перенос кислорода в мозге с помощью, так называемой, континуальной (гомогенизированной) модели, в которой фракции крови и ткани занимают одну и ту же область $\Omega \in R^3$ [3]:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} - \alpha \Delta \varphi + v \cdot \nabla \varphi = G, \quad \frac{\partial \theta}{\partial t} - \beta \Delta \theta = -\gamma G - \mu. \quad (1)$$

Здесь φ – концентрация кислорода в крови, θ – концентрация кислорода в ткани, слагаемое $G = A(\theta - \psi)$ описывает обмен кислородом между кровью и тканью, v – заданная скорость, α, β – коэффициенты диффузии для крови и ткани соответственно, коэффициенты A и γ являются положительными константами. Функция $m = \mu(\theta) = \mu_0 \theta / (\theta + \theta_0)$ описывает потребление кислорода в ткани, где μ_0 – максимальная скорость метаболизма, θ_0 – величина концентрации кислорода в ткани при $m = 0,5\mu_0$. Функция $\psi(\varphi)$, описывающая концентрацию кислорода в плазме, определяется законом Хилла:

$$\psi = f(\varphi) = \varphi + B\varphi^r / (\varphi^r + C),$$

где B, C – положительные константы, $r > 1$ – коэффициент Хилла [3].

Уравнения (1) дополним следующими условиями на границе $\Gamma = \Gamma_1 \cup \Gamma_2$ области Ω :

$$\varphi|_{\Gamma_1} = \varphi_b, \quad \theta|_{\Gamma_1} = \theta_b, \quad \partial_n \varphi|_{\Gamma_2} = 0, \quad \partial_n \theta|_{\Gamma_2} = 0. \quad (2)$$

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

Разработан вычислительный алгоритм нахождения решения задачи (1), (2), основанный на методе конечных элементов. Алгоритм реализован в пакете FreeFEM++ [4]. На основе проведенных вычислительных экспериментов проведены оценки скорости насыщения ткани кислородом и стабилизации его уровня после гипоксии.

Благодарности

Исследование выполнено при поддержке Минобрнауки РФ (проект № 075-02-2020-1482-1, дополнительное соглашение от 21.04.2020).

Список литературы

1. Hsu R. A Green's function method for analysis of oxygen delivery to tissue by microvascular networks / R. Hsu, T.W Secomb // Math. Biosci. – 1989. – Vol. 96. – P. 61-78.
2. Valabr`egue R. Relation between cerebral blood flow and metabolism explained by a model of oxygen exchange / R. Valabr`egue, A. Aubert, J. Burger, J. Bittoun, R. Costalat // J. Cereb. Blood Flow Metab. – 2003. – Vol. 23. – P. 536-545.
3. Kovtanyuk A.E. Nonstationary model of oxygen transport in brain tissue/ A E. Kovtanyuk, A. Yu. Chebotarev, N. D. Botkin, V. L. Turova, I. N. Sidorenko, R. Lampe // Computational and Mathematical Methods in Medicine. – 2020. – Vol. 2020. – Article ID 4861654.
4. Hecht F. New development in FreeFem++ / F. Hecht // Journal of Numerical Mathematics. – 2012. – Vol. 20, Issue 3-4. – P. 251-266.

Удалов А. А.

ЧИСЛЕННЫЙ РАСЧЕТ ЭВОЛЮЦИИ ВОЗМУЩЕНИЯ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ПОМОЩИ ПАКЕТА FREEFEM

Кафедра информатики, математического и компьютерного моделирования ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – к. ф. -м. н., с. н. с. ТОИ ДВО РАН Будянский М. В.

Одна из простейших моделей геофизической гидродинамики – уравнения мелкой воды позволяет решить ряд важных задач физики: динамика сейсмических волн цунами, образования ледникового покрова, распространение гранулированных масс, сейшевые колебания, динамика поверхностных вод в русловых объектах и т. д. Для решения подобного типа задач используют аналитические и численные методы, но в наше время чаще используют численные расчеты.

В этой работе демонстрируется эффективность применения метода конечных элементов (МКЭ) в пакете FreeFem++ для численного решения уравнения мелкой воды. В качестве примера выбрана задача об эволюции возмущенной поверхности в замкнутом резервуаре (бассейне), при условии малости вертикального масштаба (Рис.1). Уравнения мелкой воды имеют вид:

$$\begin{aligned} \frac{du}{dt} - fv &= -g \frac{\partial \xi}{\partial x} \\ \frac{dv}{dt} + fu &= -g \frac{\partial \xi}{\partial y} \end{aligned} \tag{1}$$
$$\frac{\partial \xi}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x}(u(H + \xi)) + \frac{\partial}{\partial y}(v(H + \xi)) = 0$$

где $\vec{v}(u, v)$ – скорость жидкости, ξ – отклонение поверхности, H – глубина бассейна, g – ускорение свободного падения, f – параметр Кориолиса.

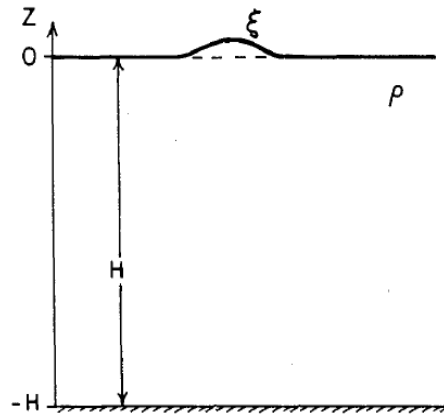


Рисунок 1 – Вид возмущенной поверхности

Для численного моделирования при помощи МКЭ необходимо перевести уравнения в полуявную разностную схему, затем умножить на тестовые функции gh , gu , gv и проинтегрировать по области

$$\begin{aligned} \iint_{\Omega} gu(u^{m+1} - u^m + \tau(u^m u_x^{m+1} + v^m u_y^{m+1} - fv^{m+1} + g\xi_x^m)) dx dy &= 0, \\ \iint_{\Omega} gv(v^{m+1} - v^m + \tau(u^m v_x^{m+1} + v^m v_y^{m+1} + fu^{m+1} + g\xi_y^m)) dx dy &= 0, \\ \iint_{\Omega} gh(\xi^{m+1} - \xi^m + \tau(Hu_x^{m+1} + Hv_y^{m+1})) dx dy &= 0. \end{aligned} \quad (2)$$

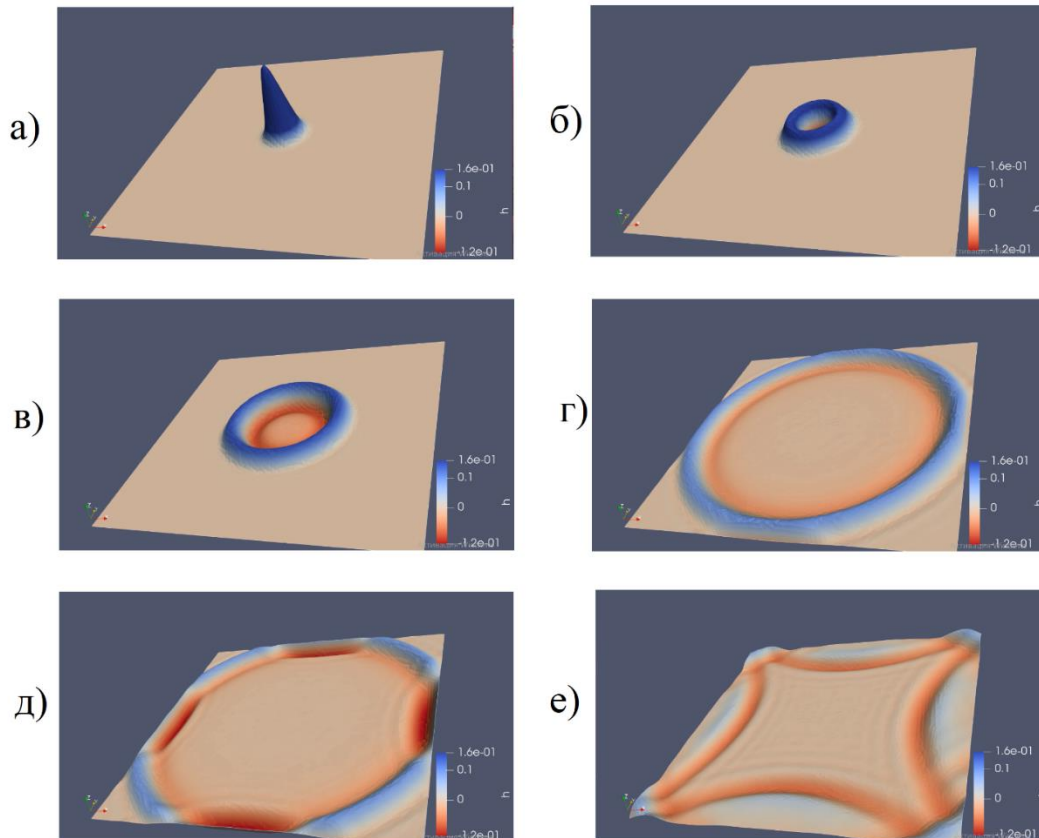


Рисунок 7 – Поверхность $\xi(x, y)$ в моменты времени а) $t = 0$, б) $t = 0.02$, в) $t = 0.0461$, г) $t = 0.1019$, д) $t = 0.1137$, е) $t = 0.1329$

Список литературы

1. М. Ю. Жуков, Е. В. Ширяева Использование пакета конечных элементов FreeFem++ для задач гидродинамики, электрофореза и биологии, 2008г.
2. Ф. В. Должанский Лекции по геофизической гидродинамике. М.: ИВМ РАН, 2006.
3. Hecht, F. FreeFem++. Third Edition, Version 3.40. 2015.

Хмелёв А.П.

**МОДЕЛЬНЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ДИНАМИКИ ЧИСЛЕННОСТИ СООБЩЕСТВА
БАКТЕРИЙ ВИДА *PSEUDOMONAS AERUGINOSA***

Кафедра математического анализа и моделирования ФМиИ АмГУ

Научный руководитель – д.ф.-м.н., доцент А.Г. Масловская

В настоящее время в области математической биологии и *in silico* исследованиях развитие моделей популяционной динамики не теряет своей актуальности. В числе важнейших объектов прикладных математических исследований можно выделить класс моделей биологических систем – бактериальных сообществ. Применение средств и методов математического моделирования позволяет прогнозировать состояние бактериальной колонии в естественных условиях, а также при неравновесном воздействии внешних факторов. Особую актуальность данное направление имеет в биомедицине в связи с наличием свойств резистентности многих патогенных бактерий по отношению к антибиотикам.

В качестве модельного объекта в настоящей работе рассмотрен бактериальный вид *Pseudomonas aeruginosa* (синегнойная палочка) – грамотрицательные аэробные палочковидные бактерии, относящиеся к роду «псевдомонады». *Pseudomonas aeruginosa* – один из основных возбудителей госпитальных пневмоний, в частности, вызванных применением аппаратов ИВЛ. Этот вид бактерий отличается высокой резистентностью к практически всем известным антибактериальным препаратам.

Цель настоящего исследования заключалась в определении математической модели динамики популяции, наиболее адекватно описывающей стадии развития колонии бактерий вида *Pseudomonas aeruginosa*.

Динамику роста бактериальной популяции можно разделить на четыре фазы: лаг-фазу (когда происходит адаптация бактерий к новой среде), экспоненциальная фаза (фаза быстрого роста популяции), стационарная фаза (скорость роста популяции падает за счет нехватки питательных веществ) и фазу деградации (запас питательных веществ заканчивается). В качестве исходных данных использованы экспериментальные показатели роста популяции синегнойной палочки, представленные в работе [1]. Для сравнительного анализа был привлечен ряд классических и модифицированных математических моделей популяционной динамики: модель Ферхюльста (логистическая кривая), модель Гомпертца [2], модификация логистической модели [3] с учетом коэффициента смертности, а также модификация предыдущих моделей с эмпирической заменой числа популяции на логарифм числа популяции [4]. Логистическая модель и модель Гомпертца являются классическими моделями для описания роста численности бактерий, однако, в отличие от модификации логистической модели с учетом коэффициента смертности, они не учитывают фазу смерти. Модификация с заменой числа популяции на логарифм числа популяции в некоторых случаях приводит к более адекватному описанию начальной фазы развития популяции.

Аппроксимация экспериментальных данных проводилась на основе метода наименьших квадратов. Сравнение модельных представлений проводилось на основе расчета среднеквадратичной ошибки и коэффициента детерминации.

В результате вычислительных экспериментов (пример обработки данных показан на рисунке 1) выяснилось, что три модели (согласно оценкам среднеквадратического отклонения: $\sigma_1=0.0069$, $\sigma_2=0.0146$, $\sigma_3=0.0093$): логистического роста, Гомпертца, модифицированная модель, учитывающая фазу деградации предоставляют достаточно хорошее качество приближения для указанного в эксперименте временного диапазона. Коэффициенты детерминации для этих моделей превышают 0.999.

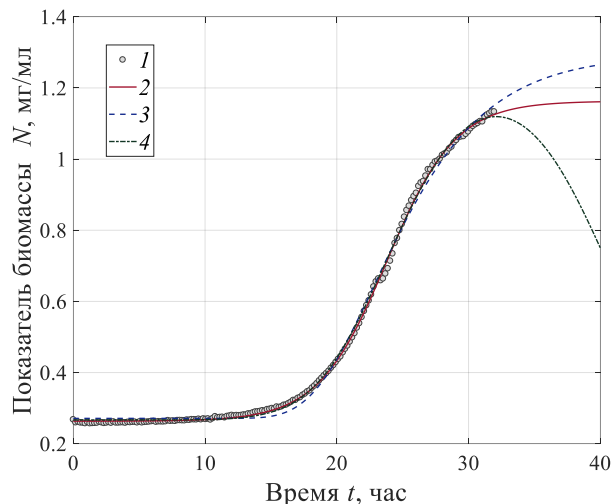


Рисунок 1 – Аппроксимация динамики изменения численности популяции бактерий вида *Pseudomonas aeruginosa* для данных эксперимента [1] (1), на основе моделей: логистического роста (2), Гомпертца (3), модифицированной модели, учитывающей фазу деградации (4)

Для описания динамики бактериальной популяции *Pseudomonas aeruginosa* в периоде выхода на уровень релаксации – насыщения может быть адекватно применена логистическая модель. Модифицированная модель дает лучшее представление с учетом поведения численности бактериальной популяции в заключительной фазе – фазе деградации (в отношении *Pseudomonas aeruginosa*, индуцированной внешним влиянием, например, действием антибиотиков). Подобные представления оказываются важным компонентом математической модели коммуникации бактериального сообщества [5-6], обуславливающей коллективное поведение и высокую резистентность к антибактериальным препаратам.

Список литературы

1. Ditmarsch D., Xavier J.B. High-resolution time series of *Pseudomonas aeruginosa* gene expression and rhamnolipid secretion through growth curve synchronization // BMC Microbiology, 2011. – V. 11. – Article number 140 (10).
2. Eridani W., Purwati U.D. A new modified logistic growth model for empirical use // Communication in Biomathematical Sciences, 2018. – V. 1. – Issue 2. – P. 122 – 131.
3. Shen Ning, Jiang Min, Wei Pin. The kinetic study on the production of hydantoinase and n-carbamoylase by *Pseudomonas JS-01* // Journal of Nanjing University of Chemical Technology, 2001. – V. 23. – No 3. – P. 36 – 39 (in Chinese).
4. Fujikawa H., Kai A., Morozumi S. A new logistic model for bacterial growth // Shokuhin Eiseigaku Zasshi, 2003. – V. 44. – Issue 3. – P. 155 – 160.
5. Kuttler C., Maslovskaya A. Computer simulation of communication in bacterial populations under external impact of signal-degrading enzymes // In: Proc. of the CEUR “Workshop Proceedings”, 2020. – V. 2783. – P. 163-179.

6. Kuttler C., Maslovskaya A. Hybrid stochastic fractional-based approach to modeling bacterial quorum sensing // Applied Mathematical Modelling, 2020. – V. 93. – P. 360-375.

Храмцова А.В.

«ТЕКСТУРНЫЕ ПРИЗНАКИ МАТРИЦЫ СМЕЖНОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ЛЕСНОГО ПОЛОГА НА СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ»

ИАПУ ДВО РАН

Дальневосточный федеральный университет

Научный руководитель - д.т.н., г.н.с. А.И. Алексанин

Цель работы состоит в поиске оптимальных текстурных признаков лесного полога, которые идентифицируют наличие каких-либо изменений в лесном пологе - типа рубок, вала и т.п. Исходными данными являются изображения с российского спутника Ресурс-П (пространственное разрешение 0.7 м) лесного полога Красноармейский района за 25 августа 2015 года и за 15 сентября 2015 года, на котором есть участок с рубками. На каждом из этих изображений были выбраны фрагменты (1)-(2) и (3)-(4), которые привязаны друг к другу с пиксельной точностью (см. рисунок 1).

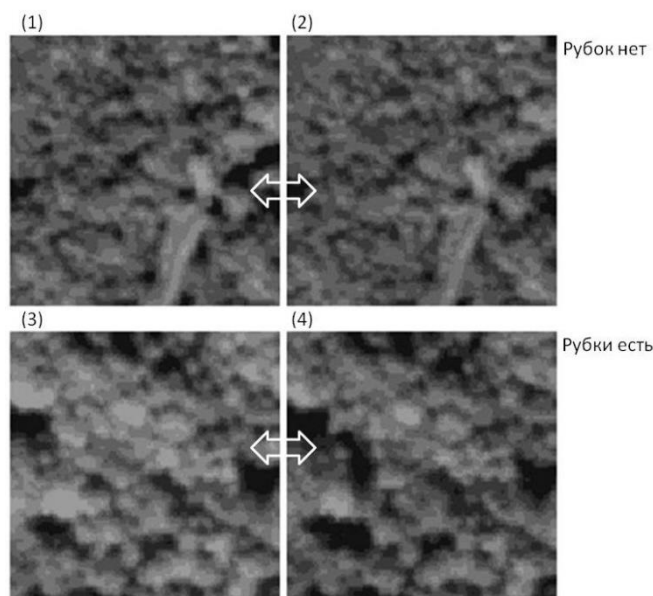


Рисунок 1 – фрагменты спутниковых изображений; за 25 августа - (1) и (3) и за 15 сентября - (2) и (4), на паре (1)-(2) нет изменений лесного полога, а на паре (3)-(4) есть (вырублено одно дерево).

Лесной полог на спутниковых изображениях выглядит как текстура. Полный набор признаков текстуры дает матрица смежности, обозначим её как P [1]. Матрица имеет размер k , который соответствует количеству градаций уровней яркости серого на рассматриваемом изображении. Мы взяли $k=8$. В случае нормализованной матрицы каждый элемент содержит значение вероятности того, что пиксель со значением i будет найден рядом с пикселем значения j . Соседство двух пикселей определяется расстоянием между пикселями – лагом l и угловому направлению ϕ (обычно $0, \pi/2, \pi/4$). В нашем случае и по горизонтали, и по вертикали лаг оказался равным 1, ϕ взяли 0 и $\pi/2$. Из 20 возможных признаков матрицы смежности возьмем сначала 6 основных признаков.

1 Contrast – мера различия уровня серого между рассматриваемым пикселем и его соседом.

$$\sum_i \sum_j (i - j)^2 P(i, j)$$

2 Correlation – мера линейной зависимости уровня серого между пикселями рассматриваемой текстуры.

$$\sum_i \sum_j \frac{(ij)P(i,j) - (\mu_x \mu_y)}{\sigma_x \sigma_y}$$

В этой формуле σ_x, σ_y и μ_x, μ_y являются среднеквадратическим отклонением и средним арифметическим для векторов поэлементных сумм строк и столбцов матрицы P .

3 Energy – мера однородности распределения уровней серого на изображении.

$$\sum_i \sum_j P(i,j)^2$$

4 Homogeneity – мера однородности рассматриваемой текстуры.

$$\sum_i \sum_j \frac{1}{1+(i-j)^2} P(i,j)$$

5 Entropy – мера неравномерности (хаотичность) текстуры.

$$-\sum_i \sum_j P(i,j) \log P(i,j)$$

6 Variance – мера отличия элемента от среднего значения матрицы P (μ – среднее арифметическое элементов матрицы P).

$$\sum_i \sum_j (i - \mu)^2 P(i,j)$$

Исследовались 2 пары фрагментов по 128x128 пикселей, первая пара, где нет изменений, и вторая пара, где есть изменения (см. рисунок 1). Для каждого фрагмента проводилась процедура предварительно обработки (нормализация, квантование значений яркости на 8, 16 и 32 уровня), построение соответствующих матриц смежности 8x8, 16x16, 32x32 и расчет по каждой из матриц 6-ти признаков. Для каждой пары строилась разница значений по 6-ти признакам. Результаты показали, что «всплеск» значений на фрагментах с рубками дал признак под номером 5, энтропия (см. рисунок 2). Причем как по горизонтали, так и по вертикали, что указывает на изотропность текстуры.

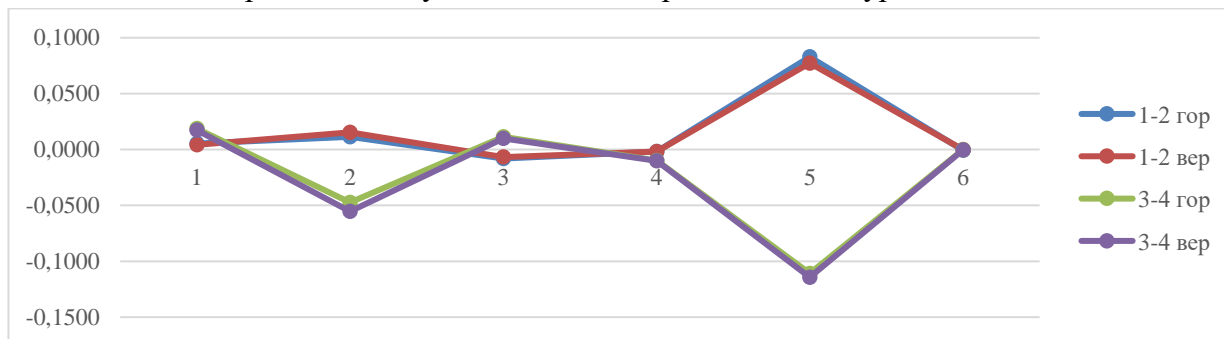


Рисунок 2 – Разница 6-ти текстурных признаков по матрице смежности для 8 уровней яркости для пар изображений, где нет изменений лесного полога (синий и красный цвет) и где есть изменения лесного полога (зеленый и серый).

Благодарности

Работа поддержана грантом Правительства Приморского края «Мониторинг состояния лесов Приморского края на основе комплексного использования современных спутниковых систем дистанционного зондирования»

Список литературы

1. Тымчук А.И. О текстурных признаках в задаче сегментации аэрофотоснимков на основе матриц яркостной зависимости // Кибернетика и программирование. 2018. – №6.С.31-39. DOI:10.25136/2306-4196.2018.6.28395 URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=28395

Цечоев Б.М., Чараева Е.В.

РАЗРАБОТКА ТЕЛЕГРАМ БОТА КАФЕДРЫ, САМООБУЧАЮЩЕГОСЯ НА БАЗЕ АЛГОРИТМОВ MACHINE LEARNING

Кафедра информатики, математического и компьютерного моделирования ШЕН ДВФУ
Научный руководитель - к.ф.-м.н., доцент Т.В. Пак

В настоящее время на кафедре информатики, математического и компьютерного моделирования Дальневосточного Федерального Университета реализуется большая часть направлений математического кластера. Ежедневно студенты обращаются к руководителям образовательных программ по учебным и организационным вопросам. Чаще всего у студентов возникают похожие вопросы, что вынуждает преподавателей неоднократно давать одинаковые ответы, тратя на это личное время.

Особенно это проблема обострилась в период пандемии, когда весь процесс обучения перешел в онлайн режим. Вопросов стало как никогда много, а актуальность использования мессенджеров и социальных сетей для построения коммуникации между студентами и преподавателями возросла.

Возник вопрос: как наиболее рационально организовать процесс ответов на самые часто задаваемые вопросы студентов, чтобы разгрузить работу руководителей образовательных программ.

Проведя опрос о возможном решении проблемы среди студентов и преподавателей кафедры, был выбран удобный для обеих сторон вариант, а именно разработка чат-бота для современной платформы – Telegram [1-2]. Однако многообразие чат-ботов делится на две большие категории:

- работающие по командам на основе ограниченного списка ключевых слов. Такие чат-боты легко создаются, однако их применение ограничено ключевыми словами, при отсутствии которых в запросе бот не сможет правильно ответить пользователю.
- самообучающиеся на базе алгоритмов Machine Learning и методов понимания естественного языка (NLU, Natural Language Understanding). Создавать такие боты намного сложнее, однако на практике они оказываются намного эффективнее за счет накопления знаний на основе предыдущих взаимодействий с пользователем [3].

С учетом развития ИТ и повсеместной цифровизации с помощью Big Data и Machine Learning, не сложно предположить, что будущее – за самообучающимися чат-ботами.

Целью данной работы является совершенствование реализованного ранее Телеграм бота [4], путем внедрения нейронной сети, что позволит самообучаться посредством алгоритмов Machine Learning. Для достижения цели были выявлены следующие задачи:

Обучение нейронной сети,

Администрирование.

Процесс разработки можно разделить на несколько этапов:

1. Сбор необходимых данных
2. Создание и наполнение базы данных
3. Написание программного кода для общения пользователя через нужную платформу, то есть самого бота, без использования машинного обучения
4. Разработка и обучение нейронной сети средствами алгоритмов Natural Language Processing (Обработка естественного языка).

Для реализации второго этапа использовалась NoSQL база данных MongoDB, потому как эта СУБД позволяет гибко работать со схемой данных без необходимости изменять сами данные и имеет

высокую производительность при выполнении простых запросов, что хорошо нам подходит. В Mongo коллекции представляют собой обычные JSON объекты, состоящие из пар «Ключ»: «Значение»

База данных содержит 2 коллекции – пользователи и группы.

Коллекция «пользователи» представлена объектом, в котором содержится:

1. имя и фамилия пользователя (если указано);
2. telegram id – необходимо для отправки ответных сообщений со стороны программы;
3. идентификатор группы – для всех действий, связанных с группой.

Коллекция «группа» содержит:

1. название группы;
2. идентификатор группы;
3. руководитель образовательной программы;
4. всю другую информацию относительно этой группы – практики, курсовые работы, учебные планы.

Благодаря возможностям, которые нам даёт MongoDB, мы без проблем можем показать пользователю любую информацию по его запросу имея при этом всего две коллекции.

На третьем этапе предстояло разработать базу для бота, через которую в дальнейшем будут проходить запросы к нейронной сети. Для реализации этого этапа, как и было сказано ранее были использованы библиотеки Node telegram bot API. Так как бот реализуется для двух платформ, необходимо разработать модели и сервисы, которые могут использоваться любыми платформами для реализации бота.

Общение бота и целевой платформы происходит средствами Long Poll API (Длинные опросы)

Длинные опросы – это самый простой способ поддерживать постоянное соединение с сервером, не используя при этом никаких специфических протоколов (типа WebSocket или Server Sent Events).

Как это происходит:

1. запрос (сообщение) отправляется на сервер.
2. сервер не закрывает соединение, пока у него не возникнет сообщение для отсылки.
3. когда появляется сообщение – сервер отвечает на запрос, бот показывает этот ответ пользователю.
4. платформа делает новый запрос

Следующим этапом работы является разработка нейронной сети на основе алгоритмов NLP для живого общения пользователя с программой.

Алгоритмы NLP анализируют естественную человеческую речь (письменную или устную) и выдают результаты, пользуясь тем же естественным языком [5]. Здесь машинное обучение используется для распознавания огромного количества оттенков человеческого языка и позволяет научить машину реагировать понятным для пользователя способом.

NLP. Шаг 1. Выделение предложений. Первый этап – разбить текст на отдельные предложения. Можно предположить, что каждое предложение – это самостоятельная мысль или идея. Проще научить программу понимать единственное предложение, а не целый параграф.

Можно было бы просто разделять текст по определенным знакам препинания. Но современные NLP пайплайны имеют в запасе более сложные методы, подходящие даже для работы с неформатированными фрагментами.

NLP. Шаг 2. Токенизация, или выделение слов. Теперь мы можем обрабатывать полученные предложения по одному. Просто отделяем фрагмент текста каждый раз, когда встречаем пробел. Знаки препинания тоже являются токенами, поскольку могут иметь важное значение.

NLP. Шаг 3. Определение частей речи. Теперь посмотрим на каждый токен и постараемся угадать, какой частью речи он является: существительным, глаголом, прилагательным или чем-то другим. Зная роль каждого слова в предложении, можно понять его общий смысл.

На этом шаге будем анализировать каждое слово вместе с его ближайшим окружением с помощью предварительно подготовленной классификационной модели.

NLP. Шаг 4. Лемматизация. Если текст обрабатывает компьютер, он должен знать основную форму каждого слова, чтобы понимать, что речь идет об одной и той же концепции. Иначе токены единственного и множественного числа будут восприняты как совершенно разные.

В NLP этот процесс называется лемматизация – нахождением основной формы (леммы) каждого слова в предложении. Лемматизация обычно выполняется простым поиском форм в таблице. Кроме того, можно добавить некоторые пользовательские правила для анализа слов.

NLP. Шаг 5. Определение стоп-слов. Для обнаружения стоп-слов обычно используются готовые таблицы. Однако нет единого стандартного списка, подходящего в любой ситуации. Игнорируемые токены могут меняться, все зависит от особенностей проекта.

NLP. Шаг 6а. Парсинг зависимостей. Теперь необходимо установить взаимосвязь между словами в предложении. Это называется парсингом зависимостей. Конечная цель этого шага – построение дерева, в котором каждый токен имеет единственного родителя. Корнем может быть главный глагол.

NLP. Шаг 6б. Поиск групп существительных. Рассматриваем каждое слово в нашем предложении как отдельную сущность. Но иногда имеет смысл сгруппировать токены, которые относятся к одной и той же идее или вещи. Мы можем использовать полученное дерево парсинга, чтобы автоматически объединить такие слова. Это необязательный шаг. Группировку можно делать или не делать в зависимости от конечной цели проекта. Часто это быстрый и удобный способ упростить предложение, если вместо максимально подробной информации о словах мы стремимся извлечь законченные идеи.

NLP. Шаг 7. Распознавание именованных сущностей (Named Entity Recognition, NER). Цель распознавания именованных сущностей – обнаружить такие существительные и связать их с реальными концепциями. NER-системы не просто просматривают словари. Они анализируют контекст токена в предложении и используют статистические модели, чтобы угадать какой объект он представляет. Большинство NER-моделей распознают следующие типы объектов:

- имена людей;
- названия компаний;
- географические обозначения (и физические, и политические);
- продукты;
- даты и время;
- денежные суммы;
- события.

Так как эти модели позволяют легко извлекать из сплошного текста структурированные данные, они очень активно используются в разных областях. Это один из самых простых способов извлечения выгоды из NLP-конвейера.

NLP. Шаг 8. Разрешение кореференции. Разрешением кореференции называется отслеживание местоимений в предложениях с целью выбрать все слова, относящиеся к одной сущности. Скомбинировав эту методику с деревом парсинга и информацией об именованных сущностях, мы получаем возможность извлечь из документа огромное количество полезных данных.

Разрешение кореференции – один из самых трудных шагов в пайплайне, он даже сложнее парсинга предложений. В области глубокого обучения уже появились способы его реализации, они достаточно точны, но все еще не совершенны.

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

Это стандартные этапы обычного NLP-конвейера, но в зависимости от конечной цели проекта и особенностей реализации модели, некоторые из них можно пропускать или менять местами.

В процессе пользования чат-ботом возникают следующие проблемы:

- выпуск студентов, после чего их учебные планы становятся неактуальными;
- создание новых профилей в направлениях подготовки бакалавров, магистерских программ, новый набор студентов, создание новых учебных планов;
- изменения документов образовательных программ.

Для решения выше поставленных проблем необходим ресурс, который будет администрировать чат-бота, то есть позволит добавлять, удалять или изменять информацию. Создание сайта, на котором происходит управление информационными ресурсами бота является простым и очевидным решением.

Список литературы

1. Общая информация про Telegram [Электронный источник] – URL: <https://core.telegram.org>
2. Козлов А.А., Батищев А.В. Телеграм-бот как простой и удобный способ получения информации [Электронный источник] - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/telegram-bot-kak-prostoy-i-udobnyy-sposob-polucheniya-informatsii/viewer>
3. Срини Джанарсанам Разработка чат-ботов и разговорных интерфейсов. ДМК-Пресс, 2019. - 340 с.
4. Цечоев Б.М., Чараева Е.В. Разработка телеграм бота для кафедры информатики, математического и компьютерного моделирования. Материалы Региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 11–22 мая 2020 г. [Электронный ресурс] / Отв. ред. А.В. Малюгин. – Электрон. дан. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2020. С.205-207. – Режим доступа: https://www.dvfu.ru/schools/school_of_natural_sciences/sciences/the-conference/newpage.php
5. Ш. Бастиан Крупномасштабное машинное обучение вместе с Python. Москва: ДМК Пресс, 2017. 358 с.

Чешко И.А.

СТАЦИОНАРНЫЙ АНАЛОГ МОДЕЛИ БЛЭКА-ШОУЛЗА

Кафедра информатики, математического и компьютерного моделирования ШЕН ДВФУ
Научный руководитель - к.ф.-м.н., доцент Р.В. Бризицкий

В данной работе исследуется стационарный аналог модели Блэка-Шоулза который можно рассматриваться, как частный случай линейной или полулинейной модели конвекции-диффузии (см. [1]).

В ограниченной области Ω пространства R^d с границей Γ рассматривается следующая краевая задача

$$\lambda \Delta S + k(S, x)S = f,$$
$$S|_{\Gamma} = S_0.$$

Здесь $S = S(x_1, x_2, \dots, x_d)$ – цена пакета, состоящего из d акций ценой x_1, x_2, \dots, x_d , k – безрисковая процентная ставка, λ – коэффициент распределения зависящий от волатильности доходности базисного актива, f – цена исполнения опциона.

В настоящей с использованием подхода [2], основанного на результатах [3], доказано существование и единственность слабого решения ряда краевых задач для рассматриваемой модели.

Благодарности

Список литературы

1. V. M. Isakov, S. I. Kabanikin, A. A. Shananin, M. A. Shishlrnin, S. Zhang. Algorithm for Determining the Volatility Function in the Black-Scholes Model \\\ Computational Mathematics and Mathematical Physics. 2019.
2. Бризицкий Р.В., Сарицкая Ж.Ю. Об устойчивости решений задач управления для уравнения конвекции–диффузии–реакции с сильной нелинейностью // Дифференциальные. уравнения. 2017. Т. 53, N 4.
3. Лионс Ж.-Л. Некоторые методы решения нелинейных краевых задач. М.: Издательство "Мир". 1972.

Раздел VIII МИКРОБИОЛОГИЯ

Медведева А.Д.

ПРИМЕНЕНИЕ CRISPR/CAS9 СИСТЕМ БАКТЕРИЙ В РЕДАКТИРОВАНИИ ГЕНОМА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Кафедра биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – ст. преп. кафедры биоразнообразия и морских биоресурсов А.В. Ким

В настоящее время методы редактирования генома на основе CRISPR/Cas систем бактерий успешно применяется в геномной инженерии не только прокариот, но и одноклеточных и многоклеточных организмов. Технология геномного редактирования CRISPR-Cas была успешно применена для генных модификаций растений, эмбрионов человека, а также для сельскохозяйственных животных. Актуальность исследований по редактированию генома сельскохозяйственных животных с применением технологий CRISPR-Cas заключается в возможности получения животных с улучшенными качествами, необходимыми для потребностей человека.

В связи с этим целью данной работы является на основе литературных данных изучить особенности применения CRISPR/Cas систем бактерий для редактирования генома сельскохозяйственных животных, а также обзор успешных экспериментов генных модификаций сельскохозяйственных животных.

В ходе анализа литературных данных было выявлено, что среди всех успешных экспериментов в мировой практике по редактированию генома сельскохозяйственных животных, изменение генов чаще всего осуществляется тремя способами. Среди экспериментов по нокауту генов нежелательных признаков известны работы, в которых нокаутировали гены *ova* и *ovm*, ответственных за синтез овальбумина и овомукоида у куриц с целью получения яиц с уменьшенной аллергенностью [1]. Другие ученые проводили нокаут гена *MSTN*, синтезирующего миостатин, который ингибирует дифференцировку и рост мышц мелкого домашнего скота, с целью увеличения их мясистой [2]. А также известны эксперименты по нокауту гена *FGF5* кашемировых коз с целью увеличения подшерстка [3].

Среди экспериментов по модификации имеющихся генов известна работа по редактированию

гена *vWF* у свиней для препятствования свертываемости крови, в результате чего после убоя животного открывается активное кровотечение, и кровь не застывает в организме, а также работа по исправлению рецессивной мутации гена *IARS* у мраморной коровы Вагю, выведенной селекционерами; мутация гена приводила к задержке утробного развития, либо смерти в утробе или при рождении [4, 5].

Помимо этого, известны работы ученых по введению в геном новых генов, например, эксперимент, в котором с помощью CRISPR/Cas9 системы свиньям продуцировали человеческий альбумин посредством введения плазмидного вектора, содержащего *сгДНК* человеческого альбумина [6].

Список литературы

1. Oishi I., Yoshii K., Miyahara D., Kagami H., Tagami T. (2016) Targeted mutagenesis in chicken using CRISPR/Cas9 system, *Scientific Reports*, 6, 1-10.
2. Crispo M., Mulet A. P., Tesson L., Barrera N., Cuadro F., dos Santos-Neto P. C., Nguyen T. H., Creneguy A., Brusselle L., Anegon I. (2015) Efficient Generation of Myostatin Knock-Out Sheep Using CRISPR/Cas9 Technology and Microinjection into Zygotes, *PLOS One*, 10, 8, 1-18.
3. Wang X., Cai B., Zhou J., Zhu H., Niu Y., Ma B., Yu H., Lei An., Yan H., Shen Q., Shi L., Zhao X., Hua J., Huang X., Qu L., Chen Y. Disruption of FGF5 in Cashmere Goats Using CRISPR-Cas9 Results in More Secondary Hair Follicles and Longer Fibers (2016) *PLOS One*, 11, 10, 1-12.
4. Hai T., Teng F., Guo R. (2014) One-step generation of knockout pigs by zygote injection of CRISPR-Cas system, *Cell Research*, 24, 372-375.
5. Ikeda M., Matsuyama S., Akagi S., Ohkoshi K., Nakamura S., Minabe S., Kimura K., Hosoe M. (2017) Correction of a Disease Mutation using CRISPR-Cas9-assisted Genome Editing in Japanese Black Cattle, *Scientific Reports*, 7, 1.
6. Peng J., Wang Y., Jiang J., Zhou X., Song L., Wang L., Ding C., Qin J., Liu L., Wang W., Liu J., Huang X., Wei H. (2015) Production of human albumin in pigs through CRISPR-Cas9- mediated knockin of human cDNA into swine albumin locus in the zygotes, *Scientific Reports*, 5, 16705, 401-413.

Балданова К.О.

НЕФТЕОКИСЛЯЮЩИЕ МИКРООРГАНИЗМЫ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТАТАРСКОГО ПРОЛИВА И ЯПОНСКОГО МОРЯ

Кафедра биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ

Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН

Научный руководитель – к.б.н., с.н.с. лаборатории комплексных исследований окружающей среды и минеральных ресурсов ТОИ ДВО РАН А.Л. Пономарева;

ст. преподаватель кафедры биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ А.В. Ким

Японское море – полузамкнутое окраинное море в составе Тихого океана, находящееся на востоке Евразийского континента, является одним из наиболее изученных морей Дальнего Востока. Татарский пролив отделяет о. Сахалин от Азиатского материка и тесно связан с Японским морем, но в то же время является менее исследованным объектом с точки зрения углеводородного и минерально-сырьевого потенциала.

Нефтеоокисляющие микроорганизмы (МО) – обширная группа микроорганизмов, включающая бактерии, дрожжи и грибы, способные к биодegradации углеводородов (УВ), поступающих в среду как

из природных резервуаров – нефтяных залежей, так и в результате антропогенного загрязнения [2].

Цель работы – показать распространение нефтеокисляющих МО донных отложений Татарского пролива и Японского моря.

Сбор материала был осуществлен в рамках экспедиции ТОИ ДВО РАН на научно-исследовательском судне «Академик Опарин». Для выделения чистых культур микроорганизмов были использованы образцы поверхностных слоев донных морских отложений, в которых отмечено повышенное содержание метана. Выделение бактерий производилось на морской синтетической среде с содержанием 2% нефти: $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ – 10 г/л, KCl – 1,1 г/л, NaCl – 10 г/л и 35 г/л для солености 1% и 3,5%, соответственно, FeSO_4 – 0,28 мг/л, KH_2PO_4 – 3,4 г/л, K_2HPO_4 – 4,4 г/л, MgSO_4 – 0,7 г/л, раствор микроэлементов – 0,5 мл, стерильная нефть – 20мл, $\text{pH} = 7$ [1]. Культивирование осуществлялось в течение 7 дней при температуре 20 °С.

Из девяти выбранных станций (рисунок 1) были получены 25 штаммов бактерий, способных к редукции углеводов. Итого, в Татарском проливе были взяты образцы из 7 точек на карте и выделено 22 штамма, в Японском море из двух точек – 3 штамма.

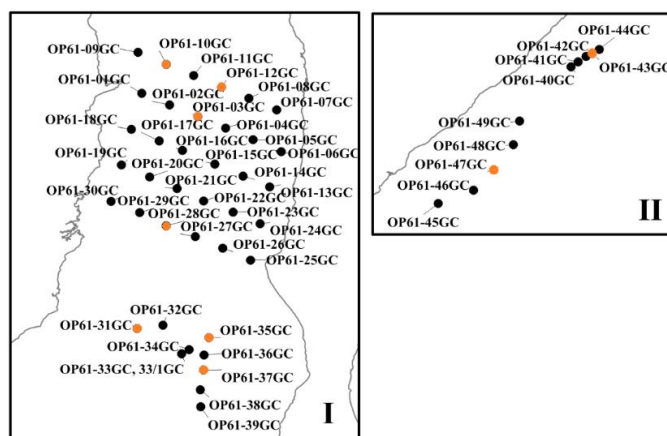


Рисунок 1 – Станции отбора проб

I – Татарский пролив; II – Японское море

● – станции сбора материала; ● – станции, на которых были выделены штаммы

Список литературы

1. Atlas, R. M., Lawrence C. P., Handbook of Microbiological Media. New York: CRC Press. - 1996. P - 79
2. Beilen, J.B., Witholt, B. Diversity, Function, and Biocatalytic Applications of Alkane Oxygenases // Petroleum Microbiology. - 2005. P. – 259–271

Гребенкин П.В.¹, Маськин Е.В.²

МИКРОБНЫЕ СООБЩЕСТВА ГАЗОВЫХ ГИДРАТОВ ЯПОНСКОГО МОРЯ

¹Кафедра биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ

²Кафедра клеточной биологии и генетики

¹Научный руководитель - к.б.н., с.н.с. лаборатории комплексных исследований окружающей среды и минеральных ресурсов ТОИ ДВО РАН А.Л. Пономарева;

ст. преподаватель кафедры биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ А.В. Ким

Газовые гидраты, или клатраты – распространенные формации метана, образующиеся при высоких давлениях и при низких температурах в условиях океанского дна, вечной мерзлоты. Газовые гидраты, представляющие собой решетки воды с заключенными в них газами термогенного и биогенного происхождения и являющиеся самыми крупными резервуарами газа на Земле, представляют интерес как потенциальный природного газа, а также как возможная угроза климату в случае высвобождения больших объемов метана в океан и атмосферу при дестабилизации клатратов от повышения температуры моря или от иных факторов [1;2]. Многослойные метановые гидраты биотермогенного характера были обнаружены в Японском море на глубинах 0-100 метров от уровня дна [1].

Несмотря на высокую степень изученности газогидратов Японского моря все еще остается слабо раскрыт микробиологический аспект данного явления. Клатраты – уникальные местообитания, характеризующиеся низкими температурами (от -10 до $+15$ °C), высоким давлением (1-500 бар) и высоким содержанием метана, который является субстратом для развития микробных сообществ [1]. Из-за уникальной совокупности факторов среды прокариоты, включенные в данные сообщества, весьма интересны с биотехнологической точки зрения [3].

Цель: на основании литературных данных спрогнозировать состав сообществ микроорганизмов, ассоциированных с гидратами метана Японского моря.

На большинстве метановых высачиваний в Японском море обнаруживались карбонатные конкреции и раковины *Calyptogena* [1], что можно объяснить действием приповерхностных микробных сообществ, окисляющих метан до HCO_3^- . Это могут быть консорциумы анаэробных метаноокисляющих архей (ANME) (как правило, преобладают 1 и 2 подтипы) и сульфатредуцирующих бактерий (СРБ) (обычно многочисленны представители *Desulfosarcina/Desulfococcus*) [5,7,9]. Также в приповерхностных карбонатных корках могут находиться аэробные окислители метана, например представители эпсилон-протеобактерий, родственные *Sulfurovum*; представители *Methylococcales* и *Verrucomicrobia* [7]. Активная сульфатредукция может позволить развиваться над метановыми высачиваниями также и окислителям сульфата, например *Beggiatoa*, *Thioploca*, или *Thiomargarita* [2].

Также, по всему миру неоднократно находились положительные корреляции с преобладанием в гидратных участках представителей ветвей *Chloroflexi* и *Atribacteria*, *Planctomycetes* из бактерий, *Bathyarchaeota*, *DSAG* (группы глубоководных архей) из архей [3,4,5,6,8].

Метаногены, населяющие гидраты, обычно представлены порядками *Methanosarcinales*, *Methanobacteriales*, *Methanomicrobiales*; количество их в сообществах, как правило, невелико, до 10% [3,5,6].

Зачастую бактерии количественно преобладают над археями более чем десятикратно [5].

Таким образом, метан в газовых гидратах Японского моря имеет смешанный микробно-термогенный состав, можно предположить наличие в массе газогидратов представителей метаногенных архей, однако их количество трудно спрогнозировать.

По-видимому, будет велико значение АОМ, а значит, и консорциумов ANME-SRB (анаэробные метан окисляющие археи-сульфатредуцирующие бактерии), образующих их групп ANME 1 и 2, и *Desulfosarcina/Desulfococcus*; вероятны другие представители дельта-протеобактерий.

В большинстве работ, посвященных микробиоте газовых гидратов, отмечают преобладание представителей *Atribacteria* и *Chloroflexi* в отложениях (более 40%) [5,8]. Они, вероятно, тоже могут быть обнаружены в больших количествах в газогидратах Японского моря.

Список литературы

1. Шакиров, Р.Б. О газогидратах окраинных морей Восточной Азии: закономерности генезиса и распространения (обзор) / Р.Б. Шакиров, А.И. Обжиров, М.В. Шакирова, Е.В. Мальцева // Геосистемы переходных зон. – 2019. – т. 3, № 1. – С. 65–106.
2. Beudoin, Y.C. Frozen Heat: A UNEP Global Outlook on Methane Gas Hydrates. Nations Environment Programme, GRID-Arendal / Y.C. Beudoin, W. Waite, R. Boswell, S.R. Dallimore. - United Nations Environment Programme, 2014. - 80 p.
3. Honkalas, V. Life in the Anoxic Sub-Seafloor Environment: Linking Microbial Metabolism and Mega Reserves of Methane Hydrate / V. Honkalas, A. Dabir, P.K. Dhakephalkar // Anaerobes in Biotechnology. Advances in Biochemical Engineering/Biotechnology. – 2014. – vol. 156. – P. 235-262.
4. Inagaki, F. Biogeographical distribution and diversity of microbes in methane hydrate-bearing deep marine sediments on the Pacific Ocean Margin / F. Inagaki, T. Nunoura, S. Nakagawa, A. Teske, M. Lever, A. Lauer, M. Suzuki, K. Takai, M. Delwiche, F.S. Colwell, K.H. Nealson, K. Horikoshi, S. D'Hondt, B.B. Jørgensen // PNAS. – 2006. – vol. 103. – P. 2815-2820.
5. Katayama, T. Changes in microbial communities associated with gas hydrates in subseafloor sediments from the Nankai Trough / T. Katayama, H. Yoshioka, H.A. Takahashi, M. Amo, T. Fujii, S. Sakata // FEMS Microbiology Ecology. – 2016. – vol. 92. – P. 1-10
6. Marchesi, J.R. Methanogen and bacterial diversity and distribution in deep gas hydrate sediments from the Cascadia Margin as revealed by 16S rRNA molecular analysis / J.R. Marchesi, A.J. Weightman, B.A. Cragg, R.J. Parkes, J.C. Fry // FEMS Microbiology Ecology. – 2001. – vol. 34. – P. 221– 228.
7. Marlow, J.J. Microbial abundance and diversity patterns associated with sediments and carbonates from the methane seep environments of Hydrate Ridge, OR / J.J. Marlow, J.A. Steele, D.H. Case, S.A. Connon, L.A. Levin, V.J. Orphan // Frontiers in Marine Science. – 2014. – vol. 1. – P. 1-16.
8. Yanagawa, K. Distinct microbial communities thriving in gas hydrate-associated sediments from the eastern Japan Sea / K. Yanagawa, M. Kouduka, Y. Nakamura, A. Hachikubo, H. Tomaru, Y. Suzuki // Journal of Asian Earth Sciences. – 2014. – vol. 90. – P. 243-249.
9. Yanagawa, K. Endolithic Microbial Habitats Hosted in Carbonate Nodules Currently Forming within Sediment at a High Methane Flux Site in the Sea of Japan / K. Yanagawa, F. Shiraishi, Y. Tanigawa, T. Maeda, N. A. Mustapha, S. Owari, H. Tomaru, R. Matsumoto, A. Kano // Geosciences. – 2019. – vol. 9. – issue 11. – P. 1-16.

Дашков Д.В.

**ЭКОЛОГО-ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ ДОННЫХ
ОТЛОЖЕНИЙ ЯПОНСКОГО МОРЯ**

Кафедра биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ

Дальневосточный федеральный университет

Научный руководитель - к.б.н., доцент каф. биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ

Е. А. Богатыренко

Современный этап экологических исследований морской микробиоты характеризуется изучением микроорганизмов с позиций системного подхода как звена биогеоценозов, участвующего в процессах превращения вещества и энергии [2]. Ставятся задачи раскрыть причины и направленность трофических и иных связей микроорганизмов друг с другом в процессе использования субстрата.

Эколого-трофические группы микроорганизмов являются индикаторами экологического

состояния любой экосистемы, при этом выделить по значимости какую-либо группу невозможно, так как все биохимические процессы взаимосвязаны.

Японское море является высокопродуктивным биогеоценозом, так как тут находится большое количество, как живых организмов, так и в доступной форме органики [3]. Большое количество веществ позволяет развиваться довольно разнообразному и большому числу таксономических групп как микробиоты, так и других живых организмов. В настоящее время процессы, протекающие в донных отложениях Японского моря, мало изучены, более подробная информация есть о процессах, происходящих в толще воды [1].

Изучение Японского моря, а именно донных осадков и эколого-трофических групп, позволит понять, какие именно процессы в нем протекают и преобладают и добавить понимание в изучение мирового океана в целом.

Цель работы: изучить эколого-трофическую структуру микробных сообществ донных отложений северного и южного полигона Японского моря.

Материалом для данной работы послужили пробы верхнего окисленного слоя донных осадков Японского моря, полученные в 2018 году в ходе экспериментальных работ на НИС «Академик М.А. Лаврентьев» (рейс №81). Исследования проходили на 50 станциях южного (район северного замыкания центральной котловины) и северного (сочленение Татарского пролива и пролива Лаперуза) полигона данного моря. Образцы осадков получали, руководствуясь нормативными документами и методическими рекомендациями, и требованиями к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность [4].

Для получения из природных образцов накопительных культур разных эколого-трофических групп микроорганизмов использовали следующие селективные питательные среды: среда для культивирования морских микроорганизмов, среда Баар, среда Эшби, среды Виноградского, среда Гильтая, среда AMS-NMS и жидкая бикарбонатная среда с метанолом. Инкубация до снятия результатов проходила до 10 суток, в зависимости от различных групп микроорганизмов.

В ходе исследований из накопительных культур, полученных из образцов донных отложений Японского моря, были выделены 9 эколого-трофических групп микроорганизмов. Изучено распределение продукционно-деструкционных микробных процессов в зависимости от глубины. Выявлено, что на двух полигонах доминировали разные эколого-трофические группы на южном – органотрофы, сульфатредукторы, денитрификаторы и на северном – сульфатредуцирующие, железоокисляющие бактерии.

Список литературы

1. Бузолева Л.С., Смирнова М.А., Безвербная И.П. Биологические свойства морских нефтеуглеводородоокисляющих бактерий из прибрежных акваторий дальневосточных морей с разным характером загрязнения // Известия ТИНРО. – 2008. – Т 155. – С. 210-218.
2. Касьянов В.Л. Морское биологическое разнообразие: изучение, охрана, ценность для человечества // Вестн. РАН. – 2002. – Т. 72. – С. 495-504.
3. Надточий В.А., Будникова Л.Л., Безруков Р.Г. Макробентос залива Петра Великого (Японское море): состав, распределение, ресурсы // Изв. ТИНРО. – 2005. – Т. 140. – С.170-195
4. ПНД Ф 12.1:2.2:2.3:3.2-03 Методические рекомендации отбор проб почв, грунтов, донных отложений, илов, осадков сточных вод, шламов промышленных сточных вод, отходов производства и потребления. М.: Стандартинформ, 2014.

Дункай Т. И.

ХАРАКТЕРИСТИКА КИШЕЧНОГО МИКРОБИОМА МИДИИ ГРЕЯ (*CRENOMYTILUS GRAYANUS*) ИЗ ЗАПАДНЫХ АКВАТОРИЙ ЯПОНСКОГО МОРЯ

Кафедра биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН, ДВФУ

Научный руководитель – к.б.н., доцент каф. биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ Е. А. Богатыренко

Мидии Грея - двустворчатые моллюски, обитатели дальневосточных морей, характеризующиеся своей высокой пищевой ценностью, которые широко культивируются человеком для коммерческих целей [1]. Питание этих животных происходит за счет фильтрации взвешенных частиц, присутствующих в воде. Такой механизм питания приводит к тому, что вся микробиота, присутствующая в мидиях, напрямую связана с водной средой, поэтому бактериальный состав может изменяться в зависимости от факторов окружающей среды, таких как соленость, бактериальная нагрузка в воде, температура, корм, а также от деятельности человека [3].

Завил Восток - залив Японского моря в Приморском крае западнее города Находки (42°53'00" с. ш. 132°45'00" в. д.). На побережье отсутствуют крупные населенные пункты и предприятия, соответственно залив испытывает минимальную антропогенную нагрузку [2]. С июля по сентябрь из-за усиления рекреационного процесса, создаваемого туристами, возрастает содержание органических загрязняющих веществ.

Цель работы – изучить таксономическое разнообразие желудочно-кишечного тракта мидии Грея из зал. Восток, Японского моря.

Для исследования в августе 2018 года отбирались особи мидии Грея с залива Восток Японского моря. В стерильных лабораторных условиях извлекался желудочно-кишечный тракт животных. Генетический материал отправлялся в ЦКП “Геномика” СО РАН (ИХБФМ СО РАН) г. Новосибирск для дальнейшего метагеномного секвенирования. Обработку метагеномных данных проводили в программе Mothur v.1.40.5 (<https://www.mothur.org/>). Последовательности длиннее 150 нуклеотидов были отобраны для дальнейшего анализа и выровнены с последовательностями, зарегистрированными в базе данных SILVA (<https://www.arb-silva.de/>). Химерные последовательности обнаруживали с помощью алгоритма UCHIME (http://drive5.com/usearch/manual/uchime_algo.html) со стандартными параметрами и удаляли из дальнейшего анализа. Полученные в ходе метагеномного анализа последовательности были идентифицированы с помощью сравнения с данными, зарегистрированными в базе SILVA, при этом поддержка составила не менее 80%. Статистические расчеты и построение графиков проводилось с помощью среды программирования R (<https://www.r-studio.com>), пакетов Vegan, ShortRead, gplots, ape.

В ходе анализа желудочно-кишечного тракта получено 2268 ОТЕ. Было идентифицировано 13 бактериальных филумов. Основное разнообразие бактерий было представлено филумами Proteobacteria 59%, Firmicutes 22% и Bacteroides 9.5%.

В составе филума Proteobacteria самым многочисленным стал класс Gammaproteobacteria (84%), Alphaproteobacteria (12,4%) и Deltaproteobacteria (3,5%).

Список литературы

1. Жарников В. С., Смирнов А. А. Обоснование промысловой меры тихоокеанской мидии *Mytilus trossulus* (Bivalvia: Mytilidae) // Вопросы рыболовства. – 2018. – Т. 19. – №. 1.
2. Журавель, Е. В. Оценка состояния вод залива Восток (залив Петра Великого, Японское море)

по гидрохимическим и микробиологическим показателям / Е. В. Журавель, Н. К. Христофорова, О. А. Дроздовская, Т. Н. Токарчук // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. — 2012. — Т. 14. — № 1 (9). — С. 2325-2329.

3. Moriarty, D. J. W. Interactions of microorganisms and aquatic animals, particularly the nutritional role of the gut flora // Microbiology in poecilotherms. – 1990. – P. 217 – 222.

Мартыненко Е. С.^{1,2,3}, Сидоренко М. Л.^{1,2}

РОЛЬ МИКРООРГАНИЗМОВ В ФОРМИРОВАНИИ Fe- Mn КОНКРЕЦИЙ

¹Кафедра биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ

²Сектор почвоведения и экологии почв ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН

³Научный руководитель - к.б.н., доцент каф. биоразнообразия и морских биоресурсов ДВФУ; вед.н.с. сектора почвоведения и экологии почв ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН М. Л. Сидоренко

Конкреции — стяжения аутигенных (хемо- или биохемотропных) минеральных компонентов, отличающиеся от вмещающей среды (осадка, почвы и т. п.) составом, формой и др. признаками и образующиеся путем разностороннего роста по субпараллельным, обычно кривым поверхностям за счет концентрации рассеянных компонентов вмещающей среды (Kabata-Pendias, 2001).

Нас интересует образование Fe-Mn конкреций, как основной формы осаждения оксидов Fe и Mn в наземных экосистемах. Образование конкреций Fe-Mn является наиболее эффективным и длительным процессом связывания металлов в почвах с чередующимися окислительно-восстановительными процессами (Manseau et al., 2007). Поскольку образование почвенных Fe-Mn конкреций потенциально благотворно влияет на доступность металлических загрязнений, но механизм формирования этих конкреций мало изучен, стоит углубиться в изучении этой темы.

Актуальность этой работы заключается в том, что подробно не изучалась роль микроорганизмов в формировании конкреций.

Цель данного этапа работы – на основе литературных данных выявить роль микроорганизмов в формировании Fe-Mn конкреций.

В ходе работы удалось выяснить следующие факты: конкреции (минеральные агрегаты) являются неотъемлемыми компонентами и важными индикаторами многих процессов, происходящих в почвах. Характерная особенность конкреций – аккумулярующая способность, приводящая к ограничению миграции определенного набора металлов; почвенные Fe-Mn конкреции представляют собой дискретные тела, образующиеся в почвенной системе при чередовании окислительных и восстановительных реакций. Во влажные периоды Fe (III) и Mn (III/IV) восстанавливаются и рассеиваются по всей почвенной матрице, в период засухи почва становится окисленной и уровень кислорода постепенно повышается, они повторно осаждают облицовку или заполняют поры матрицы; в почвенных Fe-Mn конкрециях преобладают отряды Burkholderiales, Rhodocyclales, Acidobacteriales, Desulfuromonales и Clostridiales, Firmicutes, Bacteroidetes (Hu et al., 2015), так же находят Mn-окисляющие бактерии *Sphingomonas*, *Pseudomonas* и *Bacillus* также Fe-окисляющие *Shewanella baltica*, *Thalassolituus oleivorans* (Hu et al., 2015). Нужно отметить, что в статьях описывается нахождение при помощи сканирующей электронной микроскопии Fe-оксидосодержащих грибковых гифов по всей поверхности конкреций и нано бактерии, к сожалению их видовое разнообразие совсем не известно; описаны и изучены группы прокариот, способные проводить превращения железа и марганца в естественных условиях и чистых культурах, благодаря их жизнедеятельности образуются обильные преципитаты

оксидов железа и марганца, в ходе реакций в состав конкреций включаются и другие элементы, однако, несмотря на имеющиеся литературные данные, очевидно, что участие микроорганизмов в процессах образования почвенных конкреций изучено недостаточно.

Список литературы

1. Hu, M. Pyrosequencing revealed highly microbial phylogenetic diversity in ferromanganese nodules from farmland / M. Hu, F. Li, J. Lei // Environ Sci Process Impacts. –2015. Vol. 17(1). - P. 213-224.
2. Kabata-Pendias, A. Trace elements in soils and plants / A. Kabata-Pendias // 3rd edn. CRC Press Boca Raton. – 2001. - P. 1-15.
3. Manceau, A. Natural speciation of Ni, Zn Ba and As in ferromanganese coatings on quartz using X-ray fluorescence, absorption, and diffraction / A. Manceau, M. Lanson, N. Geoffroy // Geochem Cosmochim Acta. – 2007. - P. 71:95–128.

Медведева А.Д.

БАКТЕРИАЛЬНЫЕ МАРКЕРНЫЕ ГЕНЫ, ОТВЕТСТВЕННЫЕ ЗА ДЕСТРУКЦИЮ НЕФТЕУГЛЕВОДОРОДОВ

Кафедра биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – старший преподаватель кафедры биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ А.В. Ким

Окисление углеводородов микроорганизмами является ключевым фактором деградации производных нефти, поэтому для ускорения процесса восстановления загрязненных территорий, в том числе морей, необходимо использовать потенциал микробных сообществ.

По литературным данным известно, что источниками загрязнения дальневосточных морей являются различные промышленные предприятия (целлюлозно-бумажные, электроэнергетические и нефтегазодобывающие); коммунально-бытовые и сельскохозяйственные стоки; судостроительные и судоремонтные предприятия; торговый и военно-морской флот. За счет чего в некоторых акваториях Японского моря отмечается повышенное содержание нефтеуглеводородов [1].

Бактериальные организмы имеют множество механизмов, позволяющих им трансформировать углеводороды с помощью внутриклеточных ферментов, образование которых контролируется специфическими генами [2]. Многие исследователи отмечают, что оценка количества генов, кодирующих катаболические ферменты, ответственные за трансформацию углеводородов, позволяет анализировать разнообразие популяций, имеющих потенциал к биодеградации [3, 4, 5].

За деградацию углеводородов отвечают целые группы ферментных комплексов. Одним из ключевых ферментов, участвующих в деградации алканов и играющих важную роль в биоремедиации сырой нефти, является алкан-гидроксилаза. Гены, отвечающие за синтез алкан-гидроксилазы, принято классификационно разделять на три группы на основании способности к трансформации алканов определенной длины: с короткой цепью – *alkI*, со средней – *alkII* и длинной – *alkIII* [6]. Максимальное количество генов группы *alkI* характерно для незагрязненных нефтепродуктами сред. Для данной группы генов отмечена следующая закономерность – с появлением нефти и повышением ее концентрации количество генов уменьшается. Для генов групп *alkII* и *alkIII* наблюдается обратная зависимость [7, 8, 9].

Хорошо изучены гены, кодирующие ферменты деградации полиароматических углеводородов у грамположительных и грамотрицательных бактерий – *GP-PAH* и *GN-PAH* соответственно. Выявлено,

что количество генов группы *GP-PAH* уменьшается при повышении степени загрязнения среды нефтепродуктами и при увеличении длительности воздействия нефтяного загрязнения. А, соответственно, гены группы *GN-PAH* увеличиваются в количестве при нефтяном загрязнении [9].

Кроме того, хорошо известно, что разложение ароматических соединений начинается с прямого окисления ароматического кольца с помощью монооксигеназ или диоксигеназ, либо с окисления боковой алкильной цепи, которое катализируется монооксигеназой [10, 11, 12]. Расщепление самого кольца происходит при участии катехол 2,3-диоксигеназы. Первый этап деградации нафталина и других низкомолекулярных полиароматические углеводороды осуществляется нафталиндиоксигеназой [13]. Соответственно, к другим генам, кодирующим способность разлагать полиароматические углеводороды, относятся: *cat-2,3*, *narAa*, *phdA/pdoA2*, *nidA/pdoA1*, *nidA3/fadA1*, *nah*, *nahAc*, *nahA3*, *nagAc*, *ndoB*, *ndoC2*, *pahAc*, *pahA3*, *phnAc*, *phnA1* и другие [9].

Список литературы

1. Доклад об экологической ситуации в приморском крае в 2017 году. Доклад подготовлен во исполнение поручения Президента Российской Федерации от 06 декабря 2010 года №Пр-3534 по реализации Послания Президента Российской Федерации Федеральному Собранию Российской Федерации от 30 ноября 2010 года.- 2017.- 233 с.
2. Batista, S.B. Isolation and characterization of biosurfactant/bioemulsifier-producing bacteria from petroleum contaminated sites / S.B. Batista, A. H. Mounteer, F.R. Amorim, M.R. Totola. // *Bioresource Technology*. – 2006. – Vol. 97, №6. – P. 868–875.
3. Watanabe, K. Molecular and physiological approaches to understanding the ecology of pollutant degradation / K. Watanabe, N. Hamamura. // *Current Opinion Biotechnology*. – 2003. – Vol. 14, № 3. – P. 289–295.
4. Liang, Y. Spatial variations of hydrocarbon contamination and soil properties in oil exploring fields across China / Liang Y., Zhang X., Wang J., Li G. // *Journal of Hazardous Materials*. – 2012. – Vol. 241–242. – P. 371–378.
5. Biktasheva, L. Presence and expression of genes encoding hydrocarbon decomposition ability of microbes in different soil types sampled in Tatarstan republic (Russia) / L. Biktasheva, S. Selivanovskaya, N. Danilova, P. // 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2018. – 2018. – Vol. 18. – P. 149–154.
6. Van Beilen, J.B. Diversity of alkane hydroxylase systems in the environment / J.B. Van Beilen, Z. Li, W.A. Duetz, T.T.M. Smits, B. Witholt. // *Oil & Gas Science Technology* – 2006. – Vol. 58, № 4. – P. 427–440.
7. Pérez-de-Mora, A. Abundance and diversity of n-alkane-degrading bacteria in a forest soil co-contaminated with hydrocarbons and metals: A molecular study on alkB homologous genes / A. Pérez-de-Mora, M. Engel, M. Schloter. // *Microbial Ecology*. – 2011. – Vol. 62, № 4. –P. 959–972.
8. Yang, Y. Abundance and diversity of soil petroleum hydrocarbon-degrading microbial communities in oil exploring areas / Y. Yang, J. Wang, J. Liao, S. Xie, Y. Huang. // *Applied Microbiology and Biotechnology*. – 2014. – Vol. 99, №4. – P. 1935–1946.
9. Бикташева, Л.Р. Оценка динамики количества генов, ответственных за деградацию нефтепродуктов в загрязненной почве. / Л.Р. Бикташева, А.А. Савельев, П.А. Курынцева, С.Ю. Селивановская, П.Ю. Галицкая. // *Ученые записки казанского университета. Серия естественные науки*. – 2019. – Т. 161. – С. 255–274.

10. Burlage, R.S. The TOL (pWW0) catabolic plasmid / R.S. Burlage, S.W. Hooper, G.S. Sayler. // *Applied Microbiology and Biotechnology*. – 1989. – Vol. 55, №6. – P. 1323–1328.
11. Furukawa, K. Gene components responsible for discrete substrate specificity in the metabolism of biphenyl (bph operon) and toluene (tod operon) / K. Furukawa, J. Hirose, A. Suyama, T. Zainki, S. Hayashida. // *Journal of Bacteriology* – 1993. – Vol. 175, № 16. – P. 5224–5232.
12. Kahng, H.Y. Genetic and functional analysis of the tbc operons for catabolism of alkyl- and chloroaromatic compounds in *Burkholderia* sp. Strain JS150 / H.Y. Kahng, J.C. Malinverni, M.M. Majko, J.J. Kukor. // *Applied Microbiology and Biotechnology*. – 2001. – Vol. 67, № 10. – P. 4805–4816.
13. Ferrero, M. Coexistence of two distinct copies of naphthalene degradation genes in *Pseudomonas* strains isolated from the western Mediterranean region // M. Ferrero, E. Llobet-Brossa, J Lalucat, E. García-Valdés, R. Rosselló-Mora, R. Bosch. // *Applied Microbiology and Biotechnology*. – 2002. – Vol. 68, № 2. – P. 957–962.

Мозес А.И.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ БАКТЕРИОПЛАНКТОНА В ЯПОНСКОМ МОРЕ

Кафедра биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.б.н., доцент каф. биоразнообразия и морских биоресурсов ДВФУ; вед.н.с. сектора почвоведения и экологии почв ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН М. Л. Сидоренко;
к.б.н, в.н.с. лаб. палеоокеанологии С.П. Захарков

Бактериопланктон является важным объектом изучения в экологии. Он представляет собой основу кормовой базы для большей части нектона, в который входит промысловая рыба [1]. Большинство организмов, входящих в состав бактериопланктона, автотрофны и получают энергию путём фотосинтеза или хемосинтеза. Являясь продуцентом, он играет важную роль в круговороте углерода. Численность бактериопланктона зависит от температуры воды, наличия питательных веществ и потребляющих его организмов. Количественные и функциональные показатели бактериопланктона отражают трофический статус морей и позволяют оценить их экологическое состояние. Существенную роль бактериопланктон оказывает на скорость и качество процесса самоочищения океанических вод от антропогенного или естественного загрязнения [2]. Цель работы – исследовать распределение численности бактериопланктона в Японском море.

Численность бактериопланктона определялась модифицированным методом прямого счета. Для эпифлуоресцентных подсчётов использовали флуоресцирующую окраску 4'6-диамидино-2-фенилиндола (DAPI). Реактив DAPI разводили стерильной водой в концентрации 0,1 мкг/мл и хранили при температуре 0°C (Williamson, Fennel, 1975). Все стеклянные изделия стерилизовали спиртом (96%) и дистиллированной водой (5х). Пробы отбирали в стерильные стеклянные ёмкости объемом 120 мл. В подпробу объемом 1,8 мл вносили по 0,2 мл разведённого реактива DAPI. Пробы окрашивали в течение 20 минут, затем фильтровали вакуумным насосом на фильтрационной воронке Fisher на фильтрах диаметром 22 мм и размером пор 0,2 мкм. Вакуум удаляли сразу же после того, как раствор прошёл через фильтры. Затем фильтры подсушивали, упаковывали в гистопрепы и хранили при температуре 0°C до двух недель [3].

Материалом для работы послужили пробы, собранные с 87 рейса НИС “Академик Лаврентьев”

проходившего с 6 сентября по 17 октября 2019 года в районе Японского моря. Все пробы были взяты на глубине не более 200 метров.

При подсчёте численности под микроскопом фильтры смачивали дистиллированной водой и покрывали круглым 25-миллиметровым покровным стеклом. Для подсчёта использовали универсальный микроскоп Zeiss Axio Imager. A1. При возбуждении светом на длине волны 365 нм комплекс ДНК-ДАPI флуоресцировал ярко-синим цветом, в то время как несвязанные с ДАPI частицы, и связанные, но не содержащие ДНК, флуоресцировали слабым желтым цветом. Было посчитано по 10 полей зрения для каждого слайда. Флуоресценция ДАPI оставалась стабильной при возбуждении световой системой до 3 мин, поэтому для подсчёта использовали микрофотографии полей зрения. Численность клеток бактериопланктона на разных станциях указана в таблице 1.

Таблица 1

Распределение численности бактериопланктона

№ Станции	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Числ. кл. ($\times 10^6$), кл/мл	0,16	0,19	0,15	0,13	0,16	0,13	0,16	0,11	0,09	0,17	0,53	0,39	0,56	0,72

Средняя численность бактериопланктона на исследуемых станциях составила $0,26 \times 10^6$, кл/мл.

Наибольшая численность клеток выявлена на станции №14 ($0,72 \times 10^6$, кл/мл.), находящейся на максимальном расстоянии от берега.

Сравнивая полученные данные с Охотским морем, где средняя численность бактериопланктона составляет $0,19 \times 10^6$, кл/мл, можно заметить преобладание бактериопланктона в Японском море.

В дальнейшем планируется продолжение исследования бактериопланктона и выявление факторов, влияющих на его численность.

Список литературы

1. Долганова Н. Т. Сезонная и межгодовая изменчивость планктона в Японском море / Н. Т. Долганова, И. Г. Степаненко // Изв. ТИНРО. – 2000. – Т. 127. – 265 с.
2. Копылов А. И. Микробная «петля» в планктонных сообществах морских и пресноводных экосистем / А. И. Копылов, Д. Б. Косолапов. – Ижевск : КнигоГрад, 2011. – 332 с.
3. Hobbie, J. E. Use of Nuclepore filters for counting bacteria by fluorescence microscopy / Hobbie, J. E., Daley R., Jasper S. // Appl. Environ. Microbiol. – 1977. – V. 33. – P. 1225-1228.

Немченко Ю.К.^{1,2,3}, Сидоренко М.Л.^{1,2}

ПСИХРОТРОФНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ ПОЧВ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА И СИБИРИ

¹ Кафедра биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ

² ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты восточной Азии ДВО РАН

³ Научный руководитель – к.б.н., доцент каф. биоразнообразия и морских биоресурсов ДВФУ; вед.н.с. сектора почвоведения и экологии почв ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН М. Л. Сидоренко

Ферменты — высокоспецифические биологические катализаторы, которые ускоряют скорость химических реакций в клетках живых организмов. Они являются биоразлагаемыми, быстрыми, эффективными и селективными, производят небольшое количество побочных продуктов, а также менее требовательны в отношении энергии процесса, сырья и токсичных компонентов, чем многие традиционные химические катализаторы. Исключительная каталитическая сила, специфичность

действия и меньшее воздействие на окружающую среду делают их идеальными инструментами для многочисленных биотехнологических приложений. Адаптированные к холоду ферменты, продуцируемые организмами, населяющими постоянно низкотемпературную среду, обычно характеризуются высокой активностью при низких температурах и пониженной термостабильностью по сравнению с их мезофильными и термофильными гомологами, что предлагает много преимуществ для их использования в различных коммерческих применениях. Также важно отметить, что адаптированные к холоду ферменты не только более высокоактивны при низких температурах, но часто также проявляют более высокую активность при умеренных температурах. Следовательно, процессы могут осуществляться при температуре окружающей среды без потребности в энергии для нагрева или охлаждения и с меньшими количествами фермента [2].

Цель данной работы – создание коллекции почвенных психротрофных микроорганизмов, обладающих различной ферментативной активностью.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. Выделить микробные изоляты из образцов почв различных природных территорий Дальнего Востока и Сибири;
2. Определить температурные оптимумы полученных изолятов;
3. Провести скрининг выделенных микроорганизмов на наличие ферментативной активности (амилолитической, протеолитической и липолитической);
4. Идентифицировать наиболее перспективные штаммы по 16S рНК.

Материалом для исследования послужили 35 образцов Дальневосточных почв, которые отбирали в период с сентября по декабрь 2018 года: по 3 образца из Сахалина, Якутии, ЕАО и Амурской области; по 5 образцов из Магадана и Итурупа; и 13 образцов с Камчатки. А также 8 образцов из Сибирского федерального округа, отобранные в ноябре 2019.

Объектом исследования являлись почвенные микроорганизмы.

В работе были использованы следующие методы [1,2]: метод «конверта» для отбора почвенных образцов, метод последовательных разведений, посев методом Дригальского, культивирование в питательном бульоне с последующим подсчетом КОЕ, качественное определение наличия амило-, протео- и липолитических ферментов на чашках с соответствующими средами, выделение суммарной ДНК с использованием набора Литех «ДНК-сорбент» (Россия), секвенирование по Сэнгеру.

В результате исследований было выделено 97 изолятов почвенных микроорганизмов. Определено, что температурные оптимумы всех исследованных изолятов находятся в пределах 25°C, но также наблюдается рост при 4°C, что является характерной чертой психротрофных микроорганизмов.

В результате скрининга выделенных изолятов на наличие ферментативной активности было установлено, что всеми тремя активностями обладают только 2 изолята – И4-1 и И5-6. Две из трех активностей показали 8 изолятов (Е1-2, Е2-1, Е3-2, ЯУ3, М3-2, Сах2, Сах3, Ам1). Среди всех изолятов, проявляющих амилазную активность, можно выделить И4-1, 8SBNP 3-1 и 8SBNP 3-5 как наиболее активные (с зоной гидролиза более 5 мм). По протеазной активности выделяются изоляты И3-2, И4-1, И5-7, 1SN 3-2, 1SN 3-3, 2SNA 3-2, 6SKS 3-3 и 7SNAM 3-3. Таким образом, были отобраны 19 наиболее перспективных для дальнейшего изучения изолята, представленные в таблице 1.

Идентификация по 16S рНК показала, что большая часть исследованных штаммов являются представителями рода *Pseudomonas* (по 1 представителю *P. Azotoformans*, *P. kilonensis*, *P. koreensis*, *P. panacis* и *P. psychrophila*; 2 представителя *P. yamanorum*; 7 штаммов были определены до рода), также были обнаружены 2 представителя *Arthrobacter sp.* и по одному представителю из родов *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Flavobacterium* и *Sphingobacterium*.

Таблица 1

Ферментативная активность наиболее перспективных для изучения изолятов

Район выделения	Штамм	Ферментативная активность					
		амилаза		протеаза		липаза	
		4°C	25°C	4°C	25°C	4°C	25°C
Сибирь	<i>Pseudomonas sp.</i> 1SN 3-2	-	-	+	++	-	-
	<i>P. yamanorum</i> 1SN 3-3	-	-	++	++	-	-
	<i>Pseudomonas sp.</i> 2SNA 3-2	-	-	++	++	-	-
	<i>P. kilonensis</i> 6SKS 3-3	-	-	++	++	-	-
	<i>Pseudomonas sp.</i> 7SNAM 3-3	-	-	+	++	-	-
	<i>Pseudomonas sp.</i> 8SBNP 3-1	++	++	-	-	-	-
	<i>P. koreensis</i> 8SBNP 3-5	++	++	-	-	-	-
Итуруп	<i>Arthrobacter sp.</i> И3-2	-	-	++	+	-	-
	<i>F. hercynium</i> И4-1	+	++	++	-	+	+
	<i>Sphingobacterium sp.</i> И5-6	+	+	+	-	+	-
	<i>P. panacis</i> И5-7	-	-	++	+	-	-
ЕАО	<i>B. megaterium</i> E1-2	+	+	-	-	+	н
	<i>P. azotoformans</i> E2-1	+	+	-	-	+	н
	<i>P. azotoformans</i> E3-2	-	+	+	+	-	-
Якутия	<i>Pseudomonas sp.</i> ЯУ3	+	+	+	н	-	-
Магадан	<i>Pseudomonas sp.</i> М3-2	-	+	+	+	-	-
Сахалин	<i>Pseudomonas sp.</i> Сах2	-	+	-	+	-	-
	<i>P. psychrophila</i> Сах3	-	+	-	+	-	н
Амурская обл.	<i>P. psychrophila</i> Ам1	-	+	-	+	-	-

«н» – нет роста; «+» – есть активность; «-» – нет активности «++» – сильная активность (зона гидролиза ≥ 5 мм)

Список литературы

1. Звягинцев, Д.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д.Г. Звягинцев. – М.: МГУ, 1991. – 904 с.
2. Филиппович, Ю.Б. Основы биохимии / Ю.Б. Филиппович. – М.: Агар, 1999. – 512 с.

Овсянникова Д. М.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СОСТОЯНИЕ БАКТЕРИЙ РОДА *VIBRIO*

Кафедра биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – д.м.н., профессор А. В. Мартынова

Пик заболеваний, вызываемых бактериями рода *Vibrio*, приходится на теплое время года. Соответственно, неблагоприятные условия вибрионы переживают в жизнеспособном, но некультивируемом состоянии - VBNC (viable but non-culturable) – это состояние покоя неспорообразующих бактерий, повышающее выживаемость [4].

Ключевым фактором перехода бактерий рода *Vibrio* к активному состоянию, как считалось ранее, являлось повышение температуры [6].

Но в исследовании 2020 года теория о том, что главный фактор, определяющий состояние

вибрионов, – температура, не была подтверждена. Даже при нагревании до 37°C бактерии не выходили из некультивируемого состояния. Однако, при добавлении в воду мертвого фитопланктона, количество активных бактерий рода *Vibrio* возросло [2].

Выходу из VBNC состояния способствуют аутоиндукторы. Это могут быть аутоиндукторы бактерий того же вида или рода, или наоборот совершенно неродственного организма. Так CAI-1 вырабатывается небольшим количеством вибрионов и действует на небольшое число видов, AI-2 вырабатывается и действует на большее число видов бактерий рода *Vibrio*. Также, предположительно, фекальное загрязнение воды (от здоровых людей) опосредованно через аутоиндукторы, выделяемые бактериофагами, стимулирует переход вибрионов в активные формы [1].

Понимание такой связи между стимулом и следствием, и создание на основе этого понимания систем, способных регистрировать стимулы, окажет помощь в предотвращении эпидемий [5].

К факторам, препятствующим переходу в активное состояние бактерий рода *Vibrio* относятся: высокая соленость воды, хорошая аэрированность, щелочной рН [3].

Исходя из этого, можно заключить, что на переход между активным состоянием и жизнеспособным, но некультивируемым состоянием влияет совокупность факторов, которые вместе могут действовать синергетически. А также, можно провести градацию важности влияния природных условий на уровень активности вибрионов. Самыми сильными по степени воздействия являются: наличие питательных веществ в окружающей среде, веществ, продуцируемых животными-хозяевами, водорослями и другими организмами; факторы имеющие чуть меньшее значение: температура, соленость, рН, аэрация воды [1; 2; 3].

Список литературы

1. Bari, S. M. Quorum-sensing autoinducers resuscitate dormant *Vibrio cholerae* in environmental water samples / S. M. Bari, M. K. Roky, M. Mohiuddin, M. Kamruzzaman, J. J. Mekalanos, S. M. Faruque // Proc Natl Acad Sci U S A. – 2013. №110(24). – P. 9926-9931.
2. Collin, B. Experimental evaluation of survival of *Vibrio parahaemolyticus* in fertilized cold-water sediment / B. Collin, B. Hernroth // J Appl Microbiol. – 2020. - №129(1). - P. 75-84
3. Jayakumar M. J. Synergistic role of abiotic factors driving viable but non-culturable *Vibrio cholerae* / J. M. Jayakumar, D. Balasubramanian, G. Reddi, S. Almagro-Moreno // Environ Microbiol Rep. – 2020. - №12(4). – P. 454-465.
4. Meng, L. Gene expression profiles of *Vibrio parahaemolyticus* in viable but non-culturable state / L. Meng, T. Alter, T. Aho, S. Huehn // FEMS Microbiol Ecol. – 2015. - №91(5). – P. 1-12.
5. Naser, I. B. *Vibrio cholerae* strains with inactivated *cqsS* gene overproduce autoinducer-2 which enhances resuscitation of dormant environmental *V. cholerae* / I. B. Naser, M. M. Hoque, S. N. Faruque, M. Kamruzzaman, S. Yamasaki, S. M. Faruque // PLoS One. - 2019. - №14(10). – P. 1-13.
6. Oliver, J. D. *Vibrio vulnificus*: death on the half shell / A personal journey with the pathogen and its ecology. Microb Ecol. - 2013. - №65(4). – P. 793-799.

Огнистая А.В.^{1,3}, Дункай Т.И.^{2,3}, Тананев И.Г.¹

МОРСКИЕ МИКРОВОДОРОСЛИ И ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С БАКТЕРИЯМИ, ВЫДЕЛЕННЫМИ ИЗ ВОД ЯПОНСКОГО МОРЯ

¹Академический департамент ядерных технологий ДВФУ

²Кафедра биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ

³Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского ДВО РАН Владивосток, Россия

¹Научный руководитель - д.х.н., профессор И.Г. Тананаев

Взаимоотношения между микроводорослями и бактериями в морской воде описывают как мутуализм, комменсализм или паразитизм. Потребляя азот, углерод, полисахариды, протеогликаны и другие внеклеточные продукты, производимые микроводорослями, бактерии могут ускорять свой рост. Также известно, что одноклеточные водоросли способны продуцировать серию соединений - жирные кислоты, пигменты, токсины, подавляющие развитие бактерий. Антибиотические вещества, вырабатываемые фитопланктоном, могут напрямую влиять как на одиночную клетку, так и на целые бактериальные сообщества. Мутуализм, комменсализм и даже паразитизм взаимозаменяемы и зависят от множества факторов - температуры, интенсивности освещения, времени культивирования, соотношения N: P, углерода и т.д. [1].

Цель работы - оценить возможность микроводорослей воздействовать на рост бактерий, выделенных из вод Японского моря.

Объектом исследования послужили культуры *Porphyridium purpureum* MBRU_PP-AB11, *Gymnodinium kovalevskii* MBRU_GK-85, *Tisochrysis lutea* MBRU_Tiso-08 из коллекции микроводорослей ресурсного центра “Морской биобанк” ННЦМБ ДВО РАН (<http://marbank.dvo.ru>). Культивирование производили в климатостате фирмы Binder KBW 400 (E5.1) при температуре 20°C, освещённости 3500 люкс, периодическом освещении 12 ч свет:12 ч темнота [2]. Метаболиты микроводорослей получали посредством экстрагирования этанолом. Готовые экстракты в объеме 200 мкл вносили в лунки, вырезанные из агара, с помощью пробойника. Стерильные бумажные диски, пропитанные метаболической смесью водорослей, выкладывали на поверхность плотной среды, предварительно засеянной морскими бактериями [3].

Для эксперимента были выбраны штаммы бактерий *Escherichia fergusonii*, *Pseudomonas sp.*, *Flavobacterium sp.*, предоставленные сотрудниками лаборатории морской микробиологии кафедры биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ, идентифицированные по 16S РНК Дункай Т.И. и Ким А.В. Бактерии культивировали в чашках Петри на твёрдой агаризованной среде СММ. Ответ бактерий на внесенные метаболиты водорослей оценивали двумя методами - диско-диффузионный (ДДМ) [4] и диффузии из лунок агара [5]. После окончания инкубации (2 суток) чашки ставили вверх дном на темную матовую поверхность так, чтобы свет падал под углом в 45°. Диаметр зон задержки и стимуляции роста измеряли с точностью до 1 мм. Чем активнее вещество диффундировало в среде, тем диаметр зоны роста и подавления тест-культур был больше.

В результате проведенных исследований штаммы микроводорослей *P. purpureum* и *G. kovalevskii* подавляли рост всех бактерий, тестируемых в работе. Исходя из литературных данных, антибактериальный эффект можно объяснить выработкой альготоксинов для *G. kovalevskii* [6] и содержанием в составе *P. purpureum* сульфатированных полисахаридов, которые ранее демонстрировали свои антибиотические свойства [7]. Микроводоросль *T. lutea* стимулировала рост *Flavobacterium sp.* и *Pseudomonas sp.* В недавних экспериментах было зафиксировано, что *T. lutea* вступает в симбиотические отношения с морскими бактериями и способна стимулировать их рост [8].

Наибольшая активность микроводорослей в отношении морских бактерий обнаружена при применении метода ДДМ. Способ диффузии из лунок агара вызвал трудности при визуализации и измерении зон роста. Исходя из полученных данных, частота случаев ингибирования и стимуляции бактерий при использовании ДДМ была выше, но следует выделить, что не во всех случаях этот метод

демонстрировал лучший эффект (табл.).

Таблица 1

Воздействие экстрактов микроводорослей на рост бактериальных изолятов

Наименование бактериального штамма		ДИАМЕТР ЗОН ПОДАВЛЕНИЯ (ММ)	Наименование штамма микроводоросли						
			PP-AB11	GK-85	Tiso-08	ДИАМЕТР ЗОН СТИМУЛЯЦИИ (ММ)	PP-AB11	GK-85	Tiso-08
<i>Escherichia fergusonii</i>	Диско-диффузионный метод		≤3,2	≤2,0	-		-	-	-
	Луночный метод		-	≤1,5	-		-	-	-
<i>Flavobacterium sp.</i>	Диско-диффузионный метод		≤2,8	≤1,7	-		-	-	≤2,3
	Луночный метод		≤3,0	-	-		-	-	≤1,5
<i>Pseudomonas sp.</i>	Диско-диффузионный метод		≤3,1	≤2,2	-		-	-	≤2,1
	Луночный метод		≤1,5	≤1,0	-		-	-	≤2,5

Проведенные исследования позволили выявить штаммы микроводорослей, обладающие ингибирующей и стимулирующей активностью в отношении морских бактериальных изолятов. Биоактивность *Porphyridium purpureum*, *Gymnodinium kovalevskii*, *Tisochrysis lutea* в дальнейшем будет изучена с помощью биохимических методов.

Список литературы

1. Fulbright, S.P. Chisholm, S. Reardon K.F. Growth inhibition of *Nannochloropsis* species by *Bacillus pumilus* // *Algal Res.*, – 2016. – №20. – P. 70-76
2. Орлова, Т. Ю. Лабораторное культивирование морских микроводорослей, включая продуцентов фитотоксинов: науч.-метод. пособие / Т. Ю. Орлова, Н. А. Айздайчер, И. В. Стоник. – Владивосток: Дальнаука. – 2011. – 89 с.
3. Kleinegris, DMM., Two-phase systems: potential for in situ extraction of microalgal products / DMM Kleinegris, M. Janssen, W.A. Brandenburg, R. H. Wijffels // *Biotechnol Adv.* – 2011. – №29. – P. 502 – 507.
4. Решедько, Г.К. Стецюк О.У. Особенности определения чувствительности микроорганизмов диско-диффузионным методом // *Клиническая Микробиология и Антимикробная Химиотерапия.* — 2001. – №4. – Vol.3. – P. 348-354.
5. Gibbs, D.L. Antibiotic Potency Assay as Described in USP Chapter (81) // *Pharmaceutical Microbiology Forum Newsletter.* – 2008. – №14 (7). – P. 2–15
6. Pedro, R., Robertson, A., Quilliam, M. A. Toxin Profile of *Gymnodinium catenatum* (Dinophyceae) from the Portuguese Coast, as Determined by Liquid Chromatography Tandem Mass Spectrometry // *Mar Drugs.* – 2015. – №13 (4). – P. 2046 – 2062.
7. Najdenski, H.M., Gigova, L.G., Iliev, I.I. et al., Antibacterial and antifungal activities of selected microalgae and cyanobacteria // *Int J Food Sci Technol.* – 2013. – №48. – P. 1533-1540
8. Nef, C., Jung, S., Mairet, F. et al. How haptophytes microalgae mitigate vitamin B12 limitation. // *Sci Rep.* – 2019. – №9. – P. 8417

Писарева Е. О.

МЕТАГЕНОМНЫЙ АНАЛИЗ В ИЗУЧЕНИИ МИКРОБНОГО РАЗНООБРАЗИЯ ХОЛОДНЫХ МОРЕЙ

Кафедра биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.б.н., доцент каф. биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ

Е. А. Богатыренко

Метагеномный анализ – очень перспективный способ изучения микробного разнообразия. Главным преимуществом использования этого метода является учёт не только культивируемых микроорганизмов, но и некультивируемых – тех, которые нельзя вырастить в лабораторных условиях. Подсчитано, что более 99% микроорганизмов, наблюдаемых в природе, обычно не культивируются с использованием стандартных методов [2]. Морские микробные сообщества сложны и весьма разнообразны. Они играют ключевую роль во многих экологических процессах, таких как биогеохимический круговорот или круговорот питательных веществ и потока энергии, служа регуляторами динамики кислорода, углерода и питательных веществ (т.е. функционирования экосистемы) [4, 5].

В настоящее время опубликовано достаточно много статей по изучению разнообразию микробного мира морей при помощи методов метагеномного анализа. Исследуются разные экологические ниши, среди них поверхностные и глубоководные экосистемы, в том числе и экосистемы с экстремальными условиями (подводные вулканы, гидротермальные источники, ледники и т.п.), изучается уровень влияния антропогенных факторов на состав сообществ. Возможности метагеномного анализа чрезвычайно широки. Изучение микробиома конкретных экологических ниш, таких как донные отложения, может помочь идентифицировать, например, места скопления природных полезных ископаемых или области выхода/разлива нефти, так как в таких местах обнаруживаются типичные углеводородокисляющие бактерии, например, группа Terrabacteria, куда входят семейства *Dehalococcoidia* и *Anaerolineae* из филума *Chloroflexi* [3].

Для донных отложений холодных морей характерны следующие представители домена Bacteria – Proteobacteria (большинство представлены классами α -, β -, γ -Proteobacteria, в меньшей степени – δ - и ϵ -Proteobacteria), Bacteroidetes, Firmicutes, Actinobacteria, Acidobacteria, Verrucomicrobiae, домен Archaea представлен Crenarchaeota, Thaumarchaeota и Euryarcheota [8, 9, 10]. Для поверхностных вод характерно преобладание Proteobacteria, менее распространены Bacteroidetes и Cyanobacteria, реже представлены Verrucomicrobia [1, 9]. Микробное разнообразие в глубоководных водах выше, чем в поверхностных водах. Преобладающим филумом является Proteobacteria, в меньшей степени распространены Bacteroidetes и Cyanobacteria [6, 9].

Среди вирусного разнообразия в экстремальных экосистемах ледников и близлежащих вод преобладают ДНК-содержащие вирусы из порядка Caudovirales, среди бактерий наиболее распространены Proteobacteria и Rhodobacter, среди архея - Thaumarchaeota и Euryarcheota [3, 7].

Список литературы

1. Alneberg, J. BARM and BalticMicrobeDB, a Reference Metagenome and Interface to Meta-Omic Data for the Baltic Sea / J. Alneberg, J. Sundh, C. Bennke, S. Beier, D. Lundin, L. W. Hugerth, J. Pinhassi, V. Kisand, L. Riemann, K. Jürgens, M. Labrenz, A. F. Andersson. // Sci Data. – 2018. – Vol. 5. – e180146.
2. Amann, R. I. Phylogenetic identification and in situ detection of individual microbial cells without cultivation / R. I. Amann, W. Ludwig, K. H. Schleifer. // Microbiol Rev. – 1995. – Vol. 59, № 1. – P. 143-169.

3. Gong, Z. Viral Diversity and Its Relationship With Environmental Factors at the Surface and Deep Sea of Prydz Bay, Antarctica Z. Gong, Y. Liang, M. Wang, Y. Jiang, Q. Yang, J. Xia, X. Zhou, S. You, C. Gao, J. Wang, J. He, H. Shao, A. McMinn. // *Front Microbiol.* – 2018. – Vol. 9. – e2981.
4. Hugenholtz, P. Impact of culture-independent studies on the emerging phylogenetic view of bacterial diversity / P. Hugenholtz, B. M. Goebel, N. R. Pace. // *Journal of bacteriology.* – 1998. – Vol. 180, № 18. – P. 4765-4774.
5. Hugenholtz, P. Exploring prokaryotic diversity in the genomic era // *Genome biology.* – 2002. – Vol. 3. – № 2.
6. Li, Y. Metagenomic Insights Into the Microbial Community and Nutrient Cycling in the Western Subarctic Pacific Ocean / Y. Li, H. Jing, X. Xia, S. Cheung, K. Suzuki, H. Liu. // *Front Microbiol.* – 2018. – Vol. 9. – e623.
7. Maccario, L. Sources and Selection of Snow-Specific Microbial Communities in a Greenlandic Sea Ice Snow Cover / L. Maccario, S. D. Carpenter, J. W. Deming, T. M. Vogel, C. Larose. // *Sci Rep.* – 2019. – Vol. 19, № 1. – e2290.
8. Tian, F. Bacterial, archaeal and eukaryotic diversity in Arctic sediment as revealed by 16S rRNA and 18S rRNA gene clone libraries analysis / F. Tian, Y. Yu, B. Chen, H. Li, Y. F. Yao, X. K. Guo. // *Polar Biol.* – 2009. – Vol. 32. – P. 93-103.
9. Won, N. Exploring the Impacts of Anthropogenic Disturbance on Seawater and Sediment Microbial Communities in Korean Coastal Waters Using Metagenomics Analysis / N. Won, K. Kim, J. H. Kang, S. R. Park, H. J. Lee. // *Int. J. Environ. Res. Public Health.* – 2017. – Vol. 14, № 2. – e130.
10. Мамаева, Е. В. Исследование природных микробных сообществ донных осадков шельфа Карского моря, Енисейского залива и Гыданской губы: диссертация ... кандидата биологических наук / Е. В. Мамаева. – Иркутск, 2016. – 155 с.

Русакова Д.А.^{1,2,3}, Сидоренко М. Л.^{1,2}

**ОСОБЕННОСТИ КУЛЬТИВИРУЕМОЙ МИКРОФЛОРЫ ГОРНЫХ МАССИВОВ
(РОССИЯ, ПРИМОРСКИЙ КРАЙ, ГОРНАЯ СИСТЕМА СИХОТЭ-АЛИНЬ)**

¹Кафедра биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ

²Сектор почвоведения и экологии почв ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН

³Научный руководитель - к.б.н., доцент каф. биоразнообразия и морских биоресурсов ДВФУ; вед.н.с. сектора почвоведения и экологии почв ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН М. Л. Сидоренко

Горные, склоновые, пойменные, болотные и другие ландшафты, отличающиеся друг от друга разнообразием почв, характеризуются специфическим составом микрофлоры, соответствующим конкретным почвенным условиям. Качественное разнообразие бактериальных комплексов почв в пределах ландшафтов в первую очередь определяется локальными климатоформирующими факторами (в том числе влажностью и температурой). Большое количество осадков и расчлененный рельеф способствуют усилению поверхностной водной миграции химических элементов. Климатические условия обеспечивают режим увлажнения, низкую микробиологическую активность, обусловленную недостатком почвенного тепла, малоактивного разложения органических остатков. Несмотря на общепризнанную исключительную роль микроорганизмов в почвенных процессах и для биосферы в целом. До настоящего времени не проведена оценка микробиологического разнообразия горных почв. Однако именно такая информация необходима для целенаправленного сохранения ландшафтного разнообразия и биологических ресурсов горных массивов.

Цель данного исследования, изучить культивируемые микроорганизмы почв горной местности Приморского края. Объект для исследования - почва, отобранная с горных массивов юга Приморского края. Один образец отобран с затемненной стороне хребта Урочища Щёки (Дарданеллы) (Партизанский район, окрестности села Хмельницкое, Координаты 43° 17' 32.9" с.ш., 133° 06' 13.3" в.д.), где в растительном сообществе преобладают дубы. Второй образец отбирали на горе Медвежья (Ливадийский хребет, Координаты 43° 09' 64.7" с.ш., 132° 75' 87.03" в.д.) в лесном массиве с преобладанием ели, березы, кедра. Отбор проб проводили в зимний период времени по ГОСТу 17.4.4.02-84.

Для выделения единичных колоний использовали чашечный метод Коха, для этого проводили посев почвы на поверхность твердой питательной среды (ГРМ-агар). Чашки инкубировали при температуре 4⁰С и 25⁰С. Отношение штаммов к температуре изучали при 4⁰С, 25⁰С и 37⁰С. Из почвы ущелья Дарданеллы всего было выделено 29 штаммов, из них 14 штаммов при 25⁰С и 15 штаммов при 4⁰С., которые различались по морфологическим и тинкториальным свойствам. Среди выделенных штаммов лишь один имеет кокковую форму, остальные палочковидную. Исследуя тинкториальные свойства выявили что 26 штаммов являются грамположительными и 3 штамма грамотрицательными.

Из почвы горы Медвежья всего было выделено 9 штаммов, из них 6 штаммов при 25⁰С и 3 штамма при 4⁰С. Среди выделенных штаммов, преобладают микроорганизмы палочковидной формы и только 2 штамма имеют кокковидную форму. 7 штаммов отнесены к грамположительным и 2 штамма к грамотрицательным микроорганизмам. В ходе исследований температурных оптимумов роста выделенных микроорганизмов выявили, что большинство из них (12 штаммов) являются мезофильными и показали наиболее активный рост при температуре 25⁰С, при этом максимальный прирост биомассы (14,06-16,16 КОЕ/см³) наблюдали у двух штаммов, выделенных из почв Урочища Щёки (Дарданеллы). Наибольший прирост биомассы на 14 сутки показали 3 штамма, при всех трех температурах, их концентрация составила от 0,97-1,89 КОЕ/см³ (первые сутки) до 10,74-17,94 КОЕ/см³(на 14-е сутки). Таким образом, биомасса их увеличилась в 6-10 раз. Психрофильными оказались три штамма, выделенные из почв исследуемых районов, которые активно размножались при 4⁰С, достигнув концентрации 11,32 КОЕ/см³ к концу эксперимента.

Таким образом, микробный состав почвы хребта Урочища Щёки (Дарданеллы) и горы Медвежья представляет в основном мезофильной группой микроорганизмов, грамположительной палочковидной формы. Однако численность культивируемых микроорганизмов в почве ущелья Дарданеллы имеет количественное превосходство над культивируемой микрофлорой почвы горы Медвежья почти в 3 раза.

Список литературы

1. Груздева Л. П., Яскин, В. В. Тимофеев Почвоведение с основами геоботаники. — М.: Агропромиздат, 1991.— 448 с.
2. Nedwell D. B. Effect of low temperature on microbial growth: lowered affinity for substrates limits growth at low temperature // FEMS Microbiology Ecology. - Volume 30. Issue 2. – 1999. P. 101 – 111.

Рысева Ю. Ю.¹, Лебедева Е. Г.², Паничев А. М.³

РАСПРОСТРАНЕНИЕ, ЧИСЛЕННОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОЛОГО-ТРОФИЧЕСКИХ ГРУПП МИКРООРГАНИЗМОВ И БИОРАЗНООБРАЗИЕ В ГЛИНИСТЫХ ГОРНЫХ ПОРОДАХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

¹Кафедра биоразнообразия и морских ресурсов ШЕН ДВФУ

²Дальневосточный геологический институт ДВО РАН

³Тихоокеанский институт географии ДВО РАН

¹Научный руководитель – к.б.н., доцент каф. биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ
Е. А. Богатыренко;
к.б.н., с.н.с. ДВГИ ДВО РАН, Е. Г. Лебедева

На территории Приморского края существуют специфические биоминеральные образования, инстинктивно поедаемые дикими животными, которые расположены на ландшафтных комплексах, называемых кудурами. Наиболее типичными для Приморья посетителями кудуров являются изюбрь (*Cervus elaphus*) и кабарга (*Moschus moschiferus*). Минеральные образования кудуров представлены по большей части глинисто-цеолитовыми горными породами. Выделяется 2 основных гипотезы о причинах активного поедания грунтов: 1) адсорбционная – использование минеральных веществ в качестве сорбентов для детоксикации организма; 2) микроэлементная – восполнение недостающих минеральных веществ [3].

Почва и грунты являются важнейшим резервуаром микроорганизмов, которые активно участвуют в геохимических циклах и преобразовании горных пород [1]. Особенно интересно взаимодействие микроорганизмов с силикатами и алюмосиликатами, так как в них заключено множество элементов, необходимых для жизнедеятельности живых существ, которые микроорганизмы способны извлекать путем выветривания, тем самым делая эти вещества доступными для ассимиляции растениями и животными, особую роль в этом процессе играют силикатные бактерии рода *Bacillus* [1, 2]. Однако, точный механизм такого взаимодействия до сих пор остается под вопросом [5]. С другой стороны, микроорганизмы синтезируют широкий спектр биологически-активных веществ (антибиотики, пигменты, витамины и др.) [6], которые выделяются во внешнюю среду и могут употребляться животными с частицами грунта. Так же, исходя из факта, что в пищеварении жвачных животных ключевую роль играет именно микрофлора, уместно предположить, что клетки микроорганизмов, попадающих в желудочно-кишечный тракт вместе с поедаемым животными грунтом, могут задерживаться в нем и оказывать положительный эффект на организм.

Исходя из вышеизложенных положений, можно говорить о роли микроорганизмов как одной из возможных причин поедания животными горных пород и почв. Несмотря на это, в настоящее время микробиологические исследования в контексте литофагии единичны и проводились в основном с акцентом на неблагоприятное влияние патогенных форм микроорганизмов [5, 7]. Вследствие чего является актуальным исследование распространения, разнообразия и численности различных эколого-трофических групп микроорганизмов.

В настоящей работе был рассмотрен широкий спектр функциональных групп микроорганизмов, выделенных из проб грунта, собранных в верховьях реки Милоградовка, Ольгинского района Приморского края. Пробы горных пород отбирались в условиях стерильности в июле 2020 г. Для выявления и культивирования бактерий использовали традиционные методы практической микробиологии. Идентификацию выделенных доминирующих гетеротрофных микроорганизмов проводили с использованием молекулярно-генетических методов.

Результаты микробиологических исследований показали, что в исследуемых горных породах присутствует довольно высокая численность бактерий различных физиологических групп, достигающая по некоторым группам значений $4,4 \times 10^8$ КОЕ/гр. В структуре сообществ бактерий в изученных грунтах значительно преобладали гетеротрофные бактерии, принимающие участие в геохимических циклах углерода и азота, что свидетельствует о присутствии в породах органического вещества. В цикле углерода значительно доминировали аэробные и анаэробные сапрофитные

микроорганизмы ($0,7 \times 10^2 - 4,4 \times 10^8$ КОЕ/гр), и гидролитические бактерии (особенно амилолитические и сахаролитические, до $4,5 \times 10^7$ КОЕ/гр), осуществляющие гидролиз полисахаридов и брожение сахаров в грунтах. Изученные пробы грунтов характеризовались высокими значениями численности микроорганизмов цикла азота, а также кремния, что указывает на активные процессы разложения азотсодержащих органических веществ до аммиака и окисления соединений азота, а также деструкции силикатных минералов с участием бактерий.

В горных породах среди выделенных культур было обнаружено большое число микроорганизмов, способных к образованию различных пигментов (желтых, оранжевых, красных, фиолетовых, черных). Идентификация выделенных доминирующих гетеротрофных бактерий с использованием современных молекулярно-генетических методов показала, что в разных грунтах состав микроорганизмов отличался. Во всех исследуемых пробах грунтов, кроме М14, отмечено значительное преобладание красных дрожжей *Rhodotorula mucilaginosa*. Также в грунтах доминировали бактерии рода *Pseudomonas* различных видов (*Ps. putida*, *Ps. protegens*, *Ps. frederiksbergensis*, *Ps. kribbensis*, *Ps. lurida*, *Ps. brassicacearum*), *Bacillus* виды (*B. amyloliquefaciens*, *B. thuringiensis*, *B. korlensis*), *Paenibacillus* (*P. glucanolyticus*, *P. taichungensis*), *Acinetobacter guillouiae*, *Arthrobacter oryzae*, *Acidovorax sp.*, *Flavobacterium sp.*, *Variovorax ginsengisoli*. Проба грунта М14, не поедаемая животными, отличалась от остальных отсутствием в составе красных дрожжей рода *Rhodotorula* и наличием условно-патогенных бактерий *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus sciuri*, *Serratia liquefaciens*, которые в других образцах не выявлялись.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 20-67-47005

Список литературы

1. Донияров, Н.А. Анализ возможных механизмов взаимодействия микроорганизмов с минералами горных пород // Н.В. Донияров и др. // Journal of Advances in Engineering Technology. – 2020. – Vol. 2, № 2. – P. 49-66
2. Наймарк, Е.Б. Взаимодействие глинистых минералов с микроорганизмами: обзор экспериментальных данных / Е.Б. Наймарк и др. // Журнал общей биологии. – 2009. – Т. 10, № 2. – С. 155-167
3. Паничев, А.М. Кудуры Солонцовского палеовулкана в бассейне реки Таежная, восточный Сихоте-Алинь / А.М. Паничев и др. // Успехи наук о жизни. – 2012. – №5. – С. 7-28
4. Liu, W. Decomposition of silicate minerals by *Bacillus mucilaginosa* in liquid culture / W. Liu et al. // Environmental Geochemistry and Health. – 2006. – Vol. 28, № 1-2. – P. 133-140.
5. Mahaney, W.C. Understanding geophagy in animals: standard procedures for sampling soils / W.C. Mahaney, R. Krishnamani // Journal of Chemical Ecology. – 2003. – Vol. 29 № 7. – P. 1503-1523
6. Okerefor, G.U., Clayey minerals and clayey soils as possible microorganism repositories / G. U. Okerefor et al. // Transactions of the Royal Society of South Africa. – 2017. – Vol. 73, № 1. – P. 79-85
7. Young, S.L. Why On Earth?: Evaluating Hypotheses About The Physiological Functions Of Human Geophagy / S.L. Young, P.W. Lucks, J.B. Sherman // The Quarterly Review of Biology. – 2011. – Vol. 86, № 2. – P. 97-120

Стерлягова А.С.¹, Багмет В.Б.², Никулин А.Ю.², Абдуллин Ш.Р.²

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ЦИАНОБАКТЕРИЙ И ВОДОРОСЛЕЙ ОБРАСТАНИЙ АРХИТЕКТУРНЫХ ПОСТРОЕК ГОРОДА ВЛАДИВОСТОК

¹Кафедра морского биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ

²ФГБУН ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток, Россия

¹Научный руководитель – д.б.н., в.н.с. ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, Ш. Р. Абдуллин; к.б.н., доцент каф. биоразнообразия и морских биоресурсов ДВФУ; вед.н.с. сектора почвоведения и экологии почв ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН М. Л. Сидоренко

Часто причиной обрастания различных архитектурных построек, иногда несущих культурно-историческую ценность, являются цианобактерии и водоросли. Влияние организмов выражается в разрушении строительного материала, что влечёт за собой снижение срока службы и надёжности строения, кроме этого, ухудшая эстетическое восприятие. В России недостаточно исследован состав и структура сообществ цианобактерий и водорослей, которые колонизируют антропогенные субстраты, а в г. Владивосток, в уникальных условиях умеренного муссонного климата не изучались вообще. Исходя из вышеизложенного, цель работы – провести предварительное исследование состава цианобактерий и водорослей обрастаний архитектурных построек г. Владивосток.

В период с июля по август 2018 г. происходил отбор 11 проб обрастаний с различных построек (здания, технические сооружения и памятники). Сбор проводился в различных районах г. Владивосток, использовались стандартные методики. Таксономический состав выявлялся с помощью метода накопительных культур на жидкой среде Waris-H [1]. Применялся метод микропепитирования для выделения некоторых видов, у которых требовалось уточнение таксономического положения, в чистые культуры. Также таксономическую принадлежность анализировали при помощи световой, электронной (диатомовые водоросли), сканирующей микроскопии, использовали молекулярно-генетические методы. Для определения частоты встречаемости видов (F) и сходства таксономического состава по коэффициенту Сьеренсена-Чекановского.

Было выявлено всего 22 таксона из 4 отделов: Cyanobacteria – 3 вида, Bacillariophyta – 11 видов, Chlorophyta – 7 видов, Streptophyta – 1 вид. Диатомовые водоросли доминировали по таксономическому составу, представители рода *Luticola* (8 видов), по экологии – убиквисты. Наиболее часто встречались *Leptolyngbya* sp. (F = 54,5%), *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun. in Cleve & Grun. (F = 54,5%), *Klebsormidium nitens* (Kütz.) Lokhorst (F = 54,5%). По данным литературы последние перечисленные виды особенно часто встречаются в обрастаниях различной природы. Единично встречалось около 9 видов, а число видов в одной пробе варировалась от 1 до 14. Число выявленных видов водорослей и цианобактерий на технических сооружениях (16 видов) и на зданиях (18 видов) было примерно одинаковым, как и сходство таксономического состава на данных постройках (70,6%). Выделялся памятник адмиралу Г.И. Невельскому, где было выявлен 1 вид цианобактерий и 3 вида водорослей, данные виды также встречались во всех пробах. Вероятнее всего, это связано с природой материала, из которого произведен монумент – гранит, когда же материалы зданий и технических построек – бетон и кирпич. Стоит отметить, что сходство состава микроорганизмов на памятнике и зданиях составляет 36,4%, а на пятнике и технических сооружениях выше – 40, 0%, оба показателя являются ниже среднего. В будущем исследование по выявлению и уточнению биоразнообразия цианобактерий и водорослей обрастаний архитектурных построек г. Владивосток планируется продолжать

Список литературы

1. McFadden G.I. Use of Hepes buffer for microalgal culture media and fixation for electron microscopy / G.I. McFadden' and M. Melkonian // *Phycologia*. – 1986.- № 25(4). – P. 551 – 557

Ускова С. С.

ЭНТЕРОКОККИ КАК САНИТАРНО-ПОКАЗАТЕЛЬНЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ

Кафедра биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – д.м.н., профессор кафедры биоразнообразия и морских биоресурсов

А.В. Мартынова

Заболевания, передающиеся через воду, спровоцированные попаданием фекального загрязнения в поверхностные воды, являются серьезной проблемой во всем мире, в особенности развивающихся странах. По всему земному шару по оценке исследователей ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения), каждый год от заболеваний, вызванных микроорганизмами из загрязнённых фекалиями вод, погибает 1,8 миллионов человек, из которых большая часть – это дети из развивающихся стран. Несмотря на это во всем мире отсутствуют сведения о динамике распределения фекального загрязнения водных объектов, в особенности в странах, где оно не контролируется в достаточной степени [6]. Представителей рода *Enterococcus* принято считать показателем свежего фокального загрязнения, так как они быстрее *Esherichia coli* отмирают в окружающей среде и не способны в ней размножаться [7].

Цель данной работы: провести анализ литературных данных о значении энтерококков как санитарно-показательных микроорганизмов.

Поскольку энтерококки недолго сохраняются в воде, а также они относительно устойчивы к факторам внешней среды таким как: температура, рН, солнечное излучение, солёность воды и некоторые дезинфицирующие средства [5, 10], то представители рода *Enterococcus* были рекомендованы в качестве санитарно-показательных микроорганизмов для исследования пресной и морской воды [1, 4], однако более современные исследования продемонстрировали, что использование стандартных методов, которые основаны на культивировании бактерий, могут привести к неточной оценке их фактического количества в окружающей среде, поскольку они могут переходить в жизнеспособное, но некультивируемое состояние [5, 10].

Невзирая на значительный опыт и успехи изучения представителей рода *Enterococcus* как санитарно-показательного микроорганизма, применения таких питательных сред как: азидно-глюкозный бульон, селективный агар по Сланцу и Бертли, канамицин эскулин азид агар и ряд других [3], по мнению специалистов дают противоречивые результаты в чувствительности и специфичности микробиологических исследований на энтерококки в зависимости от микро-экологических условий среды из которых они были выделены [8]. Поэтому протокол выделения энтерококков из окружающей среды требует доработки.

В соответствии с нормативными документами, необходимо уделить особый интерес к определению чувствительности к антибиотикам для групп микроорганизмов с высокой частотой распространения и приобретенной устойчивостью [2]. В последнее время энтерококки приобрели резистентность почти ко всем классам антибиотиков, при этом у штаммов *E. faecium* является более устойчивым к действию антибактериальных препаратов, чем у штаммов *E. faecalis* [9].

Список литературы

1. Методы санитарно-микробиологического и санитарно-паразитического анализа прибрежных вод морей в местах водопользования населения: МУ 4.2.2959-11. – Введ. 29.07.2011. – Москва, 2011. – 114 с.
 2. Определение чувствительности микроорганизмов к антибактериальным препаратам: МУК 4.2.1890-04. – Введ. 4.03.2014. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 91 с.
 3. Поздеев, О. К. Медицинская микробиология: учебное пособие /О. К. Поздеев, под ред. В. И. Покровского. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010 г. – 4-е изд. - 768 с.
 4. Санитарно-микробиологический и санитарно-паразитологический анализ воды поверхностных водных объектов: МУК 4.2.1884-04. – Введ. 03.03.2004. – Москва, 2005. – 61 с.
 5. Gin, K. Y. H. Modeling the effect of light and salinity on viable but non-culturable (VBNC) *Enterococcus* / K. Y. H. Gin, S. G. Goh // Water Research. – 2013. – Vol. 47. – № 10. – P. 3315-3328.
 6. Islam, M. M. M. Modelling of river faecal indicator bacteria dynamics as a basis for faecal contamination reduction / M. M. M. Islam, E. Sokolova, N. Hofstra // Journal of Hydrology. – 2018. – Vol. 563. – P. 1000-1008.
 7. Meier, H. Detection of Enterococci with rRNA targeted DNA probes and their use for hygienic drinking water control / H. Meier, K. Koob, W. Ludwig, R. Amann, E. Frahm, S. Hoffmann, U. Obst, K. H. Shleifer // Water Science and Technology. – 1997. – Vol. 35. – P. 437-444.
 8. Mo'ati, A. Influence of seasonal environmental variables on the distribution of fecal indicator bacteria in seawater of gaza strip / A. Mo'ati, K. Jarousha. // Annals of Alquds Medicine. – 2006. – Vol. 2. – № 1. – P. 18-24.
 9. Murray, B. The life and times of the *Enterococcus* / B. Murray // Clin. Microbiol. Rev. – 1990. – Vol. 3. – № 1. – P. 46-65.
 10. Oliver, J. D. The viable but nunculturable state in Bacteria / J. D. Oliver // Journal of Microbiology. – 2005. – Vol. 43. – P. 93-100.
-

Юнусова И.О¹, Богатыренко Е.А.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОБИОМА ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ МОРСКИХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ

Кафедра биоразнообразия и морских биоресурсов, ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель – к.б.н., доцент каф. биоразнообразия и морских биоресурсов ШЕН ДВФУ

к.б.н., доцент Богатыренко Е.А.

Известно, что нормальная микрофлора животных выполняет целый ряд жизненно важных функций. Она имеет определенный качественный и количественный состав для каждого вида и является мощным барьером перед патогенными микроорганизмами. Изменения в ее составе выступают одним из первых сигналов не вполне благополучного состояния макроорганизма [3]. Целью большинства работ, посвященных данному вопросу, является изучение естественных микробных сообществ человека, а также домашних и сельскохозяйственных животных. Однако, не меньший интерес представляют исследования, касающиеся состава и свойств микрофлоры, ассоциированной с морскими, в первую очередь промысловыми, животными. Увеличение интереса к данной теме связано, в первую очередь, с ростом объема аквакультуры и необходимостью повышения продуктивности и экологической безопасности искусственного воспроизводства гидробионтов.

В связи с этим, цель настоящей работы – на основе литературных данных изучить качественный и количественный состав микрофлоры морских гидробионтов и определить факторы, влияющие на ее формирование.

В открытом доступе можно найти информацию о микрофлоре пищеварительного тракта таких морских беспозвоночных как голотурии [2,4,9], морских ежей [7,15], двустворчатых моллюсков [1,14], морских звезд [5], медуз [8] и крабов [6]. Наиболее значимых факторов, влияющих на состав симбионтной микрофлоры морских гидробионтов, многие авторы называют влияние микрофлоры окружающей среды. Результаты одних исследований показывают, что микрофлора животных и их среды обитания идентичны друг другу [13,14]. По другим данным отмечается наличие у беспозвоночных специфических микробных сообществ, которые избирательно формируются за счет микрофлоры объектов окружающей среды [2,11]. На разнообразие бактериального сообщества морских гидробионтов влияет пища [12,15] и температура окружающей среды [10]. Также наблюдается зависимость состава микрофлоры от функций различных отделов пищеварительной системы [6,8]. Отмечено, что антропогенное загрязнение морских акваторий приводит к качественным и количественным изменениям в микрофлоре гидробионтов. В первую очередь, увеличивается доля условно-патогенных и патогенных микроорганизмов, а также уменьшается доля микроорганизмов, характерных для чистых районов [1].

Список литературы

1. Беленева, И.А. Сравнительное изучение структуры микробных сообществ мидии *Mytilus trossulus* из культивируемой и природной популяции залива Петра Великого / И. А. Беленева, Н. В. Жукова, Э. Ф. Масленникова // Микробиология - 2003. - № 4. – С. 528 – 534.
2. Богатыренко, Е.А. Характеристика бактериального сообщества кишечника дальневосточного трепанга *Apostichopus japonicus* / Е.А. Богатыренко, Л.С. Бузолева // Микробиология. - 2016. - Т. 85. - № 1. - С. 92-99.
3. Воробьев, А.А. Бактерии нормальной микрофлоры: биологические свойства и защитные функции / А. А. Воробьев, Е. А. Лыкова // Микробиология. - 1999. - № 6. - С. 102-105.
4. Шульгина, Л. В. Микрофлора кишечника трепанга *Stichopus japonicus* Selenka, морской воды и детрита залива Петра Великого / Л. В. Шульгина // Экология и условия воспроизводства рыб и беспозвоночных: сборник. - Владивосток, 1982. – С. 238-242
5. Bensoussan, M. G. Bacterial flora from echinoderm guts and associated sediment in the abyssal Vema Fault / M. G. Bensoussan, P. M. Scoditti [et al.] // Marine Biology – 1984. – Vol. 79, № 1. –P. 1-10.
6. Chen, X. Bacterial Community associated with the intestinal tract of chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) farmed in lake Tai, China / Chen X., Di P., [et al.] // PLOS ONE. – 2015. – Vol. 10, № 4. – P. 1-21.
7. Hakim, J. A. The gut microbiome of the sea urchin, *Lytechinus variegatus*, from its natural habitat demonstrates selective attributes of microbial taxa and predictive metabolic profiles / J. A. Hakim, H. Koo [et. al.] // FEMS Microbiology Ecology. – 2016. – Vol. 92, № 9. – P. 1-34.
8. Kramar, M. K., Bacteria associated with moon jellyfish during bloom and post-bloom periods in the Gulf of Trieste (northern Adriatic) / M. K. Krama, T. Tinta, D. Lučić, A. Malej, V. Turk // PLoS ONE. – 2019. – Vol. 14, № 1. – P. 1-32.
9. Pagán-Jiménez, M. Characterization of the intestinal microbiota of the sea cucumber *Holothuria glaberrima* / M. Pagán-Jiménez, J. F. Ruiz-Calderón [et al] // PLoS ONE. - 2019. – Vol. 14, № 1. – P.1-16

10. Pierce, M. L., E The influence of site and season on the gut and pallial fluid microbial communities of the eastern oyster, *Crassostrea virginica* (Bivalvia, Ostreidae): community-level physiological profiling and genetic structure. / M. L Pierce, J. E. Ward [et al] // *Hydrobiologia*. – 2016. - Vol. 765, № 1. – P.97-113.
11. Pujalte, M. J. Aerobic and facultative anaerobic heterotrophic bacteria associated to mediterranean oysters and seawater / M.J. Pujalte, M. Ortigosa, M.C. Macian, E. Garay // *International microbiology*. 1999. - Vol. 2. P. 259-266 5.
12. Schwob G., Characterization of the gut microbiota of the antarctic heart urchin (Spatangoida) *Abatus agassizii*. / G. Pujalte, L. Cabrol, E. Poulin, J. Orlando // *Front. Microbiol*. 2020. - Vol. 11. P. 308.
13. Unkles, S.E. Bacterial flora of the sea urchin *Echinus esculentus* / S.E. Unkles // *Applied and environmental microbiology*. - 1977. - Vol. 34. - № 4. - P. 347-350
14. Vasconcelos, G.J. Microbial flora of pacific oysters (*Crassostrea gigas*) subjected to ultraviolet-irradiated seawater Vasconcelos G.J., Lee J.S. / G.J. Vasconcelos, J.S. Lee // *Applied microbiology*. - 1972. - Vol. 23. - № 1. - P. 11-16
15. Yao, Q. The composition, diversity and predictive metabolic profiles of bacteria associated with the gut digesta of five sea urchins in Luhuitou fringing reef (Northern South China Sea) / Q. Yao, K. Yu, J. Liang [et al.] // *Frontiers in Microbiology*. – 2019. - Vol. 10

Раздел IX ОКЕАНОЛОГИЯ И ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЯ

Долгополова А.В.

НАВОДНЕНИЕ 2020 ГОДА В БАССЕЙНЕ РЕКИ АМУР: УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ

Кафедра океанологии и гидрометеорологии ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.г.н., доцент И.А. Лисина

Изменение климата и увеличение повторяемости опасных гидрологических явлений на реке Амур с каждым годом приводят к росту величины социально-экономического ущерба [2]. Река Амур, на отдельных своих участках, относится к категории опасных рек, на которых наводнения повторяются раз в 2-3 года [1]. В летний период с Тихого океана могут приходить мощные циклоны в Приамурье один за другим, принося огромное количество осадков, которые приводят к катастрофическим наводнениям. Теплый период 2020 года не стал исключением.

В июле, августе и сентябре 2020 года почти на всей территории Среднего Амура наблюдалось интенсивное выпадение осадков, что способствовало образованию множества паводков. Отдельные паводки соединялись и за счет разности во времени добегаания паводочной волны образовали один большой паводок, который стал причиной наводнения в районе города Хабаровск [3].

На гидропосту города Благовещенск с 3 сентября начал формироваться паводок (рис.1), на начальное образование которого повлияли осадки непосредственно в месте створа 3, 4 и 5 сентября, однако на дальнейший рост расходов воды стал оказывать влияние сток притока Амура – реки Зеи. Пика (с уровнем воды 510 см) данный паводок достиг 12 сентября.

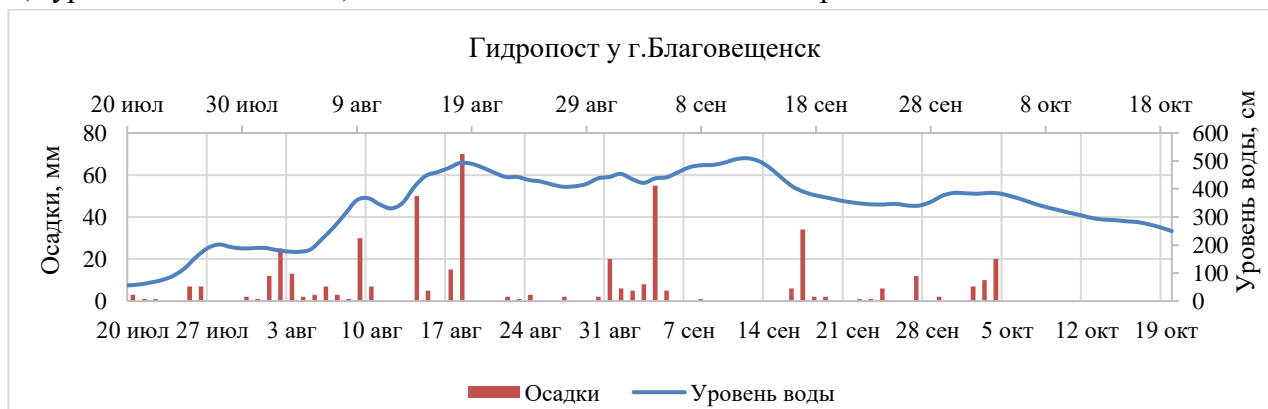


Рисунок 1. Совмещенный график осадков и уровней воды с 20.07 по 19.10

В Пашково 3, 7, 8, 9 и 10 сентября на гидропосту было зафиксировано выпадение осадков, связанное с выходом тайфунов «MAYSAK» и «HAISHEN» на ЕАО. Осадки в свою очередь повлияли на увеличение уровня воды на створе с 1113 до 1304 см 11 сентября (рис.2). Пик в Пашково пришелся на 13 сентября с уровнем воды 1317 см.

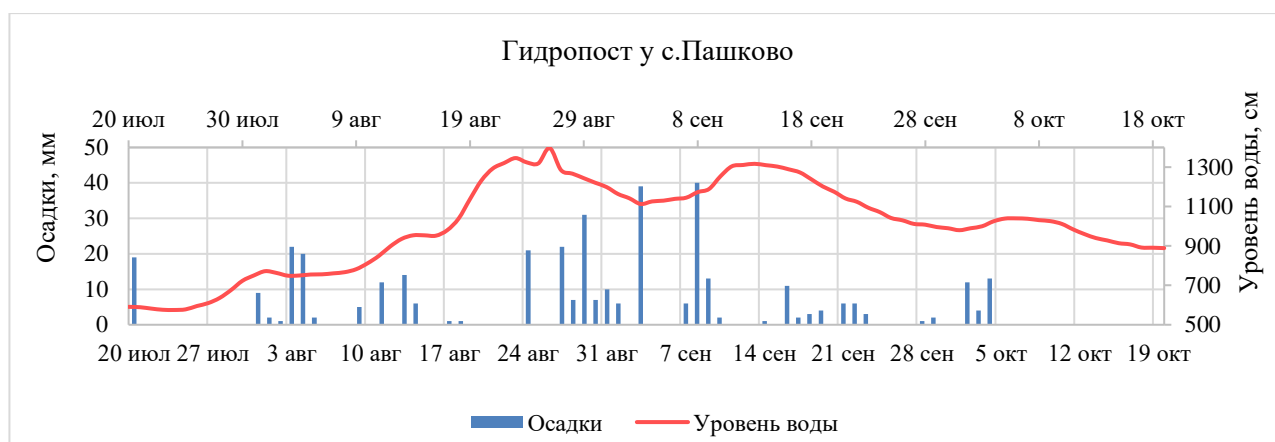


Рисунок 2. Совмещенный график осадков и уровней воды с 20.07 по 19.10

9 сентября из-за деятельности тайфуна «HAISHEN» на реке Сунгари началось первое наводнение в 2020 году в Китае, уровень воды в реке на станции мониторинга Цзямусы достиг 79,32 метра. Мощный поток воды устремился в Амур, где внес свой вклад в усиление паводочной волны около гидропоста Ленинское (рис.3). Резкий подъем уровня воды начался 9 сентября и достиг своего максимума 16 сентября (971 см).

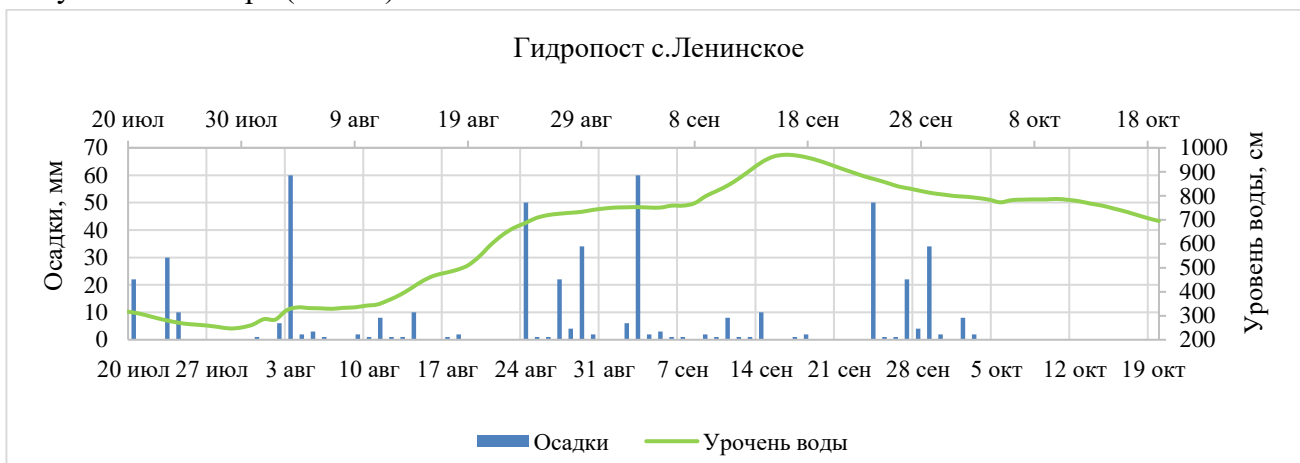


Рисунок 3. Совмещенный график осадков и уровней воды с 20.07 по 19.10

За весь рассматриваемый период формирования наводнения у города Хабаровск наблюдался плавный рост уровня воды (рис.4), который достиг пика в 629 см 20 сентября. За 2 недели с 6 по 20 сентября уровень воды увеличился на 133 см. Этому способствовали местные осадки и сток р.Уссури, наложившиеся на паводочную волну пришедшую в территории Среднего Амура.

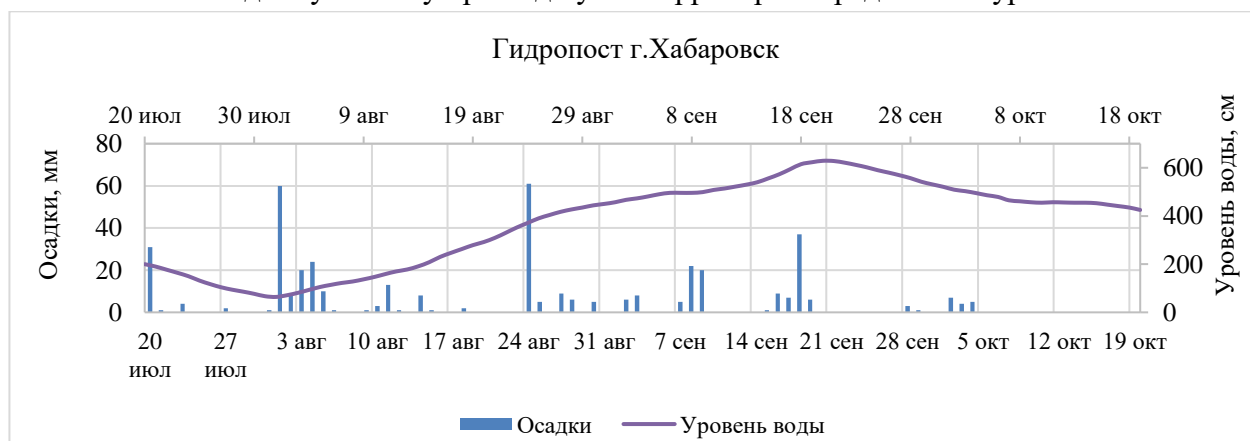


Рисунок 4. Совмещенный график осадков и уровней воды с 20.07 по 19.10

Одним из основных факторов формирования наводнения 2020 года на реке Амур является уникальная синоптическая обстановка, которая сложилась над территориями российского Дальнего Востока и северо-востока Китая в июле, августе и сентябре. Обильные ливни стали следствием серии мощных циклонов, начиная с третьей декады июля. В некоторых частях бассейна р. Амур слой осадков за июль – август превысил годовую норму. Это способствовало образованию множества паводков, объединение которых за ограниченный промежуток времени стало причиной наводнения в районе города Хабаровск в 2020 году.

Список литературы

1. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации // Росгидромет, 2014. 1009 с.
2. Соколова Г.В. Анализ водного режима Амура за период до катастрофического наводнения в 2013 г. // Метеорология и гидрология. №7. 2015. С. 66-69.
3. ФГБУ «ВНИИГМИ – МЦД» [Электронный источник] – URL: <http://meteo.ru/data>

Бухарова М. Г.¹, Василевский Д.Н.²

ВЕРТИКАЛЬНАЯ СТРУКТУРА МУССОННОГО ПОТОКА НА ЮГЕ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

¹Департамент наук о Земле ШЕН ДВФУ;

² Дальневосточный филиал «РосНИИ комплексного использования и охраны водных ресурсов»
Научный руководитель - к.г.н., доцент Л. Н. Василевская

Проблема изменения климата – одна из важнейших и актуальных проблем сегодняшнего дня. Муссоны, являясь звеньями общей циркуляции атмосферы, отражают изменения, происходящие в атмосфере Земли. Летний муссон на юге Приморского края – это сложная циркуляционная система, которая формируется на фоне общей циркуляции атмосферы, термического взаимодействия суши и океана и орографического влияния [1].

В мае муссонные потоки, направленные в сторону континента, определяются градиентом давления между областями повышенного давления над Охотским и Японским морями, и пониженного – над континентом. У поверхности земли наступление летнего муссона проявляется в преобладании ветров восточных румбов [2].

Цель работы – исследование вертикальной структуры летнего муссона на юге Приморского края. В работе использовались данные об изменении скорости и направления ветра с высотой по результатам двухсрочного аэрологического зондирования на метеостанции Садгород за май 1996–2020 гг. (www.weather.uwyo.edu); карты барической топографии Японского метеоагентства (www.jma.go.jp/jma). За муссонный, принимался воздушный поток, имеющий направление в диапазоне 30–180° в слое тропосферы от поверхности земли до тропопаузы.

Динамика общей за месяц продолжительности существования муссона в течение исследуемого периода представлена на рисунке 1а. Статистически значимый (коэффициент детерминации 0,187) положительный линейный тренд указывает на увеличение устойчивости муссонного потока. Следует отметить, что диапазон существования муссона изменялся от 144 до 564 часов, что составляло от 20 до 76% от общей продолжительности месяца.

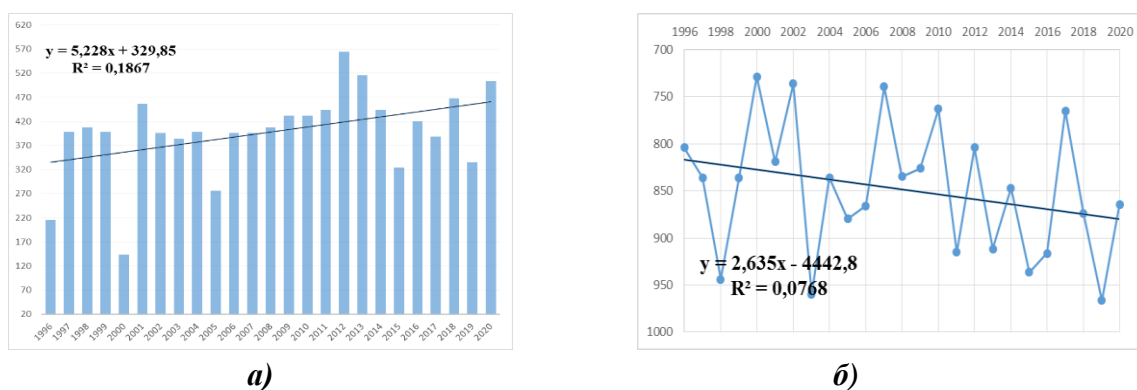


Рисунок 1 – Динамика продолжительности, ч. (а) и средней вертикальной протяженности муссонного потока, гПа (б) в мае

Вертикальная протяженность муссонов различается, в зависимости от географического района и синоптических ситуаций. Так, по [3] летом над Восточной Азией муссонный воздухообмен в среднем происходит в слое 0 – 5 км. Над югом Приморского края по нашим исследованиям высота верхней границы летнего муссона в мае в основном составляет 1,5 км, однако в отдельных случаях может меняться от 0,5 до 3 км (рисунок 1б). С 2007 года (за исключением 2010 и 2017 гг.) заметно снижение верхней границы распространения муссонного потока.

За весь исследуемый период 2012 и 2015 гг. оказались экстремальными по продолжительности и вертикальной протяженности муссона в мае (рисунок 2). В мае 2012 года (рисунок 2а) муссон был наиболее развит, что было связано с усилением антициклогенеза над дальневосточными морями. В осреднённом поле геопотенциала AT_{500} над Охотским морем располагался мощный гребень (аномалия 12–14 дкм), которому у земной поверхности соответствовал довольно интенсивный гребень гавайского антициклона. Дальневосточная депрессия располагалась западнее, чем обычно (отрицательная аномалия 3 дкм), обусловив повышенный циклогенез на востоке Монголии и в Забайкалье.

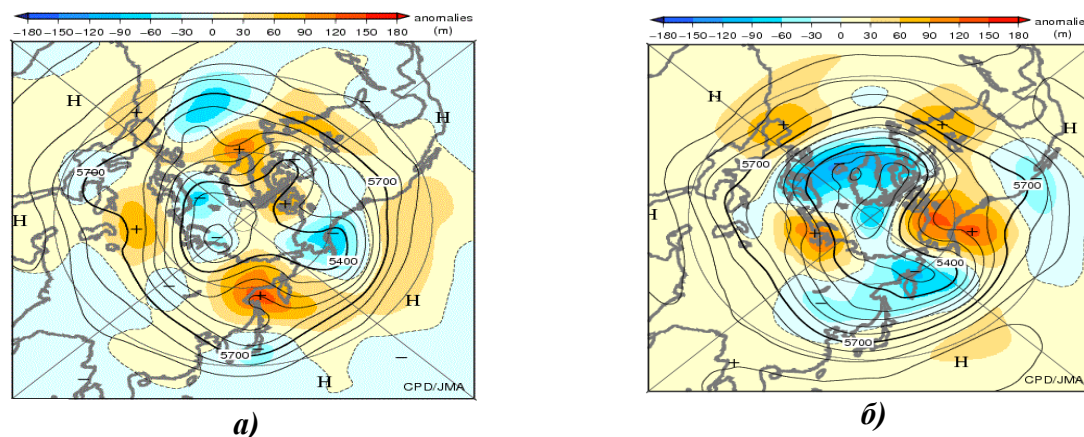


Рисунок 2 – Среднее поле и аномалии геопотенциала ($AT - 500$) в мае 2012, 2015 гг. (изоги́псы проведены через 6 дкм)

В 2015 году муссон был выражен значительно слабее (рисунок 2б). Аномально глубокая ложбина отмечалась над Беринговым морем (аномалия минус 6–9 дкм), у земной поверхности ей соответствовал алеутский минимум, расположение которого было западнее, чем обычно, что привело к формированию области с отрицательными аномалиями геопотенциала (6–8 дкм) над югом Берингова и Охотского морей и, как следствие, слабому антициклогенезу.

Выводы: Исследование вертикальной структуры муссона на юге Приморья в мае 1996 – 2020 гг. показало, что продолжительность существования муссона колеблется от 20 до 76% относительно длительности месяца; устойчивость потока стабильно увеличивается, особенно с 2006 года. В 2012 году

муссон был наиболее развит, чему способствовало усиление антициклогенеза над дальневосточными морями и развитая циклоническая деятельность над Азией. В 2015 году, напротив, антициклогенез был слабый, и интенсивность муссонного потока была менее выражена.

Список литературы

1. Василевская, Л. Н. Особенности долгопериодной изменчивости температуры, осадков и сроков наступления второй стадии летнего муссона в заливе Петра Великого / Л. Н. Василевская, Б. Е. Ламаш, Е. А. Кукаренко // Вестник ДВО РАН. 2013. - № 6. - С. 71–82.
2. Крутиков Е.С., Василевская Л.Н. Особенности погодных условий летнего дальневосточного муссона на юге Приморского края 2013 – 2019 гг. // Материалы III Всероссийской конференции «Гидрометеорология и экология: достижения и перспективы развития. 18–19 декабря 2019, Санкт-Петербург. С.496-499.
3. Сорочан О. Г. Некоторые соображения о природе летнего муссона в восточной Азии // Труды ГГО. – 1957б. – Вып. 71. – с. 184 – 208.

Вербицкая З.В., Медведев М.А.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ОХОТСКОГО АНТИЦИКЛОНА НА КАТАСТРОФИЧЕСКИЕ ЛЕТНИЕ ОСАДКИ 2020 ГОДА НА КОРЕЙСКОМ ПОЛУОСТРОВЕ

Департамент наук о Земле ШЕН ДВФУ;

Научный руководитель: к.г.н., доцент Л.Н. Василевская

Летом 2020 года на территории Корейского полуострова наблюдались необычно сильные осадки. На сезонные муссонные ливни наложился осадки, которые принесли тайфуны, что привело к беспрецедентным дождям. Общее количество выпавших осадков намного превышало средние многолетние значения и климатические нормы. Власти Южной Кореи обнародовали предварительную статистику ущерба, которые нанесли проливные дожди. От ливней и спровоцированных ими происшествий погибли и пропали без вести 39 человек, более четырех тысяч были вынуждены покинуть места своего проживания. В ряде регионов Кореи, включая столицу, перекрывалось движение на транспортных магистралях и дорогах. В Сеуле уровень воды в протекающей через нее реку Ханган поднялся почти на восемь метров. Примерно такой же удар стихии испытала и Северная Корея [1].

Цель работы: исследование зависимости количества осадков от состояния атмосферной циркуляции над дальневосточным регионом. Для достижения этой цели проводился анализ пространственно-временного распределения атмосферных осадков над территорией Корейского полуострова, анализировались синоптические процессы, изучалось состояние дальневосточной депрессии и охотского антициклона.

Исходная информация: срочные метеорологические наблюдения, поступающие в систему, ГИС Метео ФГБУ «Дальневосточное УГМС». Рассматривались ежедневные данные о количестве атмосферных осадков по 50 станциям на территории Южной Кореи и 28 станциям на территории Северной Кореи. Для исследования был выбран период наблюдений с 30 мая по 31 августа 2020 г. С помощью ГИС Метео были получены карты распределения осадков над Дальневосточным регионом в рассматриваемый период.

Анализ пространственно-временного распределения продолжительности выпадения осадков в

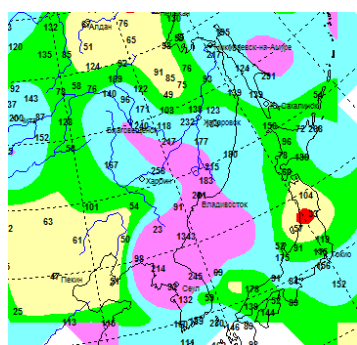
течение июня-августа 2020 г. показал, что на 84% станций Южной Кореи и на 100% станций Северной Кореи непрерывная продолжительность выпадения осадков превышала 60 дней. Более 70 дней дождь не прекращался на 22% станций Южной Кореи (табл. 1).

Таблица

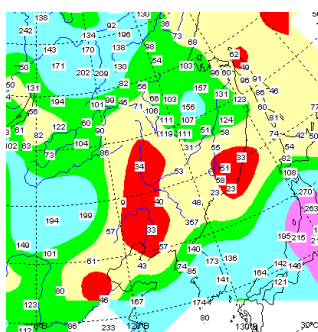
Характеристики выпадения осадков на станциях Южной Кореи

Индекс станции	Продолжительность непрерывной серии с осадками		Всего дней	Индекс станции	Продолжительность непрерывной серии с осадками		Всего дней
	первый день	последний день			первый день	последний день	
47097	с 1 июня	по 11 августа	72	47127	с 1 июня	по 12 августа	73
47106	с 1 июня	по 11 августа	72	47130	с 1 июня	по 11 августа	72
47112	с 1 июня	по 10 августа	71	47131	с 1 июня	по 12 августа	73
47114	с 1 июня	по 11 августа	72	47136	с 1 июня	по 12 августа	73
47119	с 1 июня	по 11 августа	72	47145	с 1 июня	по 12 августа	73
47121	с 1 июня	по 11 августа	72	47070	с 1 июня	по 11 августа	72

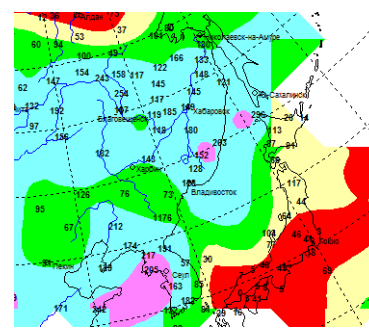
Ниже приведены карты-схемы аномалий осадков по месяцам над территорией Дальневосточного региона летом 2020 года. На этих картах представлены превышения выпавших осадков над средними многолетними нормами для каждого месяца. Из анализа карт следует, что в июне (рис.1а) над большей частью Корейского полуострова осадки незначительно превышали норму, а в июле-августе практически на всей территории – более чем в 2 раза (рис. 1б, в).



а)



б)



в)

Рисунок 1 – Аномалии осадков в % к норме в июне (а); в июле (б); в августе (в) (голубой цвет: аномалии осадков превышают 200 %).

Наибольшее количество осадков выпало на станциях восточной части полуострова на побережье Японского моря. Одной из причин этого явилось влияние охотского и субтропического антициклонов на траектории циклонов и тайфунов. Муссонные потоки над Кореей и конвергенция влаги обусловлены тепловым контрастом суша-море [2], который особенно был увеличен в июне и августе (положительные аномалии температуры над полуостровом и прилегающей частью Японского моря и отрицательные – над западной частью Охотского моря). У земной поверхности в июне и августе амурская депрессия была активна, а над севером Охотского моря сформировалась обширная область высокого давления (с аномалиями атмосферного давления до +3 – +4 гПа), смыкающаяся с северотихоокеанским антициклоном. Последний занял доминирующее положение почти над всей северной частью Тихого океана. Гребень охотского антициклона часто распространялся на акваторию Японского моря, тем самым блокируя выход циклонов [1].

Начиная с 4 августа по 3 сентября на Корейский полуостров оказали непосредственное влияние 4 тайфуна. Так, 4 августа TS HAGUPIT вышел на акваторию Желтого моря, вызвав сильные проливные дожди от 50 до 100 мм/ч в центральных провинциях страны, что усугубляло ситуацию с паводками.

Далее 9 августа TS JANGMI обусловил осадки над всем полуостровом. 26 августа тайфун BAVI, находясь юго-западнее южнокорейского острова Чеджудо, достиг своего максимального развития. В течение 18 часов тайфун сохранял свою интенсивность. Под удар стихии попали прибрежные восточные провинции Китая, а также Южная и Северная Кореи. Тайфун обрушил на них проливные дожди и ураганный ветер. В 05 ВСВ 2 сентября TS MAYSAK находился над Восточно-Китайским морем к юго-западу от города Пусан и в 17 ВСВ 2 сентября тайфун MAYSAK с давлением в центре 950 гПа, максимальной скоростью ветра 85 порывами 120 узлов вышел на Южную Корею в 12 милях к западу от г. Пусан. Тайфун MAYSAK стал четвертым ТЦ, обрушившимся на Корейский полуостров в текущем сезоне, больше всего пострадали южные и восточные районы страны: в некоторых частях острова Чеджу выпало более 1000 мм осадков

Список литературы

1. Евдокимова Л. И. Ежемесячный гидрометеорологический бюллетень ДВНИГМИ. Тропические циклоны – <http://www.ferhri.ru/napravleniya-rabot/proekty/2017-07-28-00-41-16.html>
2. Мезенцева Л.И., Каптюг В. А. Ежемесячный гидрометеорологический бюллетень ДВНИГМИ – <http://www.ferhri.ru/napravleniya-rabot/proekty/2017-07-28-00-41-16.html>
3. Хромов С. П. Муссоны в общей циркуляции атмосферы // А. И. Воейков и современные проблемы климатологии. – М., 1956. – с. 84 – 108.

Викулина А.А.¹, Басков Е.Е.¹

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ КАРТ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИ SWAT

¹Департамент наук о Земле, ШЕН ДВФУ

²ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», Дальневосточный филиал

^{1,2}Научный руководитель - старший преподаватель Ю.В. Кролевецкая

В настоящее время гидрологическое моделирование является эффективным инструментом для прогнозирования и понимания различных гидрологических процессов. Одной из наиболее популярных почвенно-гидрологических моделей является – SWAT (Soil Assessment Tool and Water), которая учитывает, в том числе и оценку воздействия землепользования на параметры речного стока [1].

Входными данными для модели являются 5 основных видов информации – цифровая модель рельефа, карта почв, карта землепользования, климатические данные, данные по загрязняющим веществам. На официальном сайте модели SWAT [5], присутствует возможность скачивания требуемых входных данных для моделирования, включая карты землепользования.

Цель исследования состоит в рассмотрении возможности применения предлагаемых карт землепользования для моделирования на водосборах различной площади. В качестве объекта исследования выбран бассейн озера Ханка и его реки.

Исходные данные представлены глобальной картой землепользования (USGS Global Land Cover Characterization) и спутниковыми снимками Landsat 8 и Sentinel-2.

В настоящее время в мире существует ряд крупных международных проектов, направленных на развитие глобального спутникового картографирования растительного покрова [3], данные карты землепользования проекта USGS Global Land Cover Characterization доступны для скачивания на

официальном сайте SWAT на всю Землю [5]. Карты основаны на данных AVHRR за 1992–1993 гг. и имеют разрешение – 300 м, классификация растительного покрова составляет 24 (таблица 1).

Таблица

Классификация глобальной карты землепользования (USGS Global Land Cover Characterization)

№	Легенда GLCC
1	Urban and Built-Up Land (Городские и застроенные земли)
2	Dryland Cropland and Pasture (Засушливые земли и пастбища)
3	Irrigated Cropland and Pasture (Орошаемые пахотные земли и пастбища)
4	Mixed Dryland/Irrigated Cropland and Pasture (Смешанные засушливые земли/орошаемые пахотные земли и пастбища)
5	Cropland/Grassland Mosaic (Мозаика пахотных земель/пастбищ)
6	Cropland/Woodland Mosaic Мозаика пахотных земель/Лесов
7	Grassland (Пастбище)
8	Shrubland (Кустарник)
9	Mixed Shrubland/Grassland (Смешанные Кустарниковые/Луговые угодья)
10	Savanna (Саванна)
11	Deciduous Broadleaf Forest (Лиственный Широколиственный лес)
12	Deciduous Needleleaf Forest (Лиственный хвойный лес)
13	Evergreen Broadleaf Forest (Вечнозеленый широколиственный лес)
14	Evergreen Needleleaf Forest (Вечнозеленый игольчатый лес)
15	Mixed Forest (Смешанный лес)
16	Water Bodies (Водоемы)
17	Herbaceous Wetland (Травянистые водно-болотные угодья)
18	Wooded Wetland (Лесистые водно-болотные угодья)
19	Barren or Sparsely Vegetated (Бесплодный или редко растительный)
20	Herbaceous Tundra (Травянистая тундра)
21	Wooded Tundra (Лесная тундра)
22	Mixed Tundra (Смешанная тундра)
23	Bare Ground Tundra (Голая тундра)
24	Snow or Ice (Снег или лед)

Однако, для использования этих данных в SWAT, требуется их предварительная обработка, так как стандартный сценарий использования модель SWAT работает только с 6 классами землепользования, к ним относятся – вода (water), пашня (agriculture), пастбища (pastures), урбанизированные территории (urban), трава (range). Поэтому предварительно необходимо провести переклассификацию карты землепользования.

Для оценки возможности применения данной карты для водосборов различной площади, были выбраны водосборы бассейна оз. Ханка на основе данных HydroSHEDS [2,4], площадью порядка 400 км².

Далее были выполнен подбор спутниковых снимков. Разрешение спутниковых снимков Landsat 8 и Sentinel-2, с разрешением 30м и 20м соответственно. Расчетные работы проводились с использованием программного продукта ArcGIS for Desktop 10.4.

На рисунке 1 представлена карта-схема землепользования на основе глобальной карты землепользования и спутникового снимка Landsat 8.

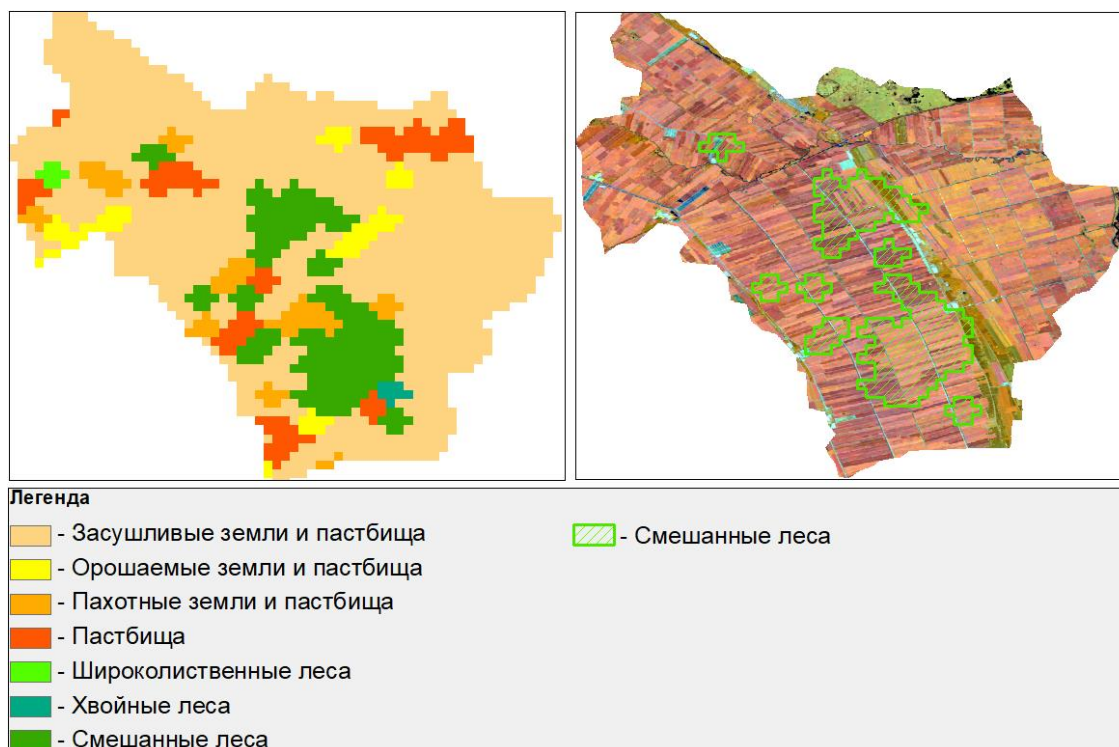


Рисунок 1 – Карта-схема землепользования водосбора малой реки

Из рисунка видно, что классы землепользования глобальной карты не совпадают с ситуацией в данной части бассейна на сегодняшний день.

Подводя итог, можно сделать вывод о том, что глобальные карты землепользования могут использоваться в качестве входных данных для модели SWAT в том случае, если территория исследования не претерпевала серьезных изменений, так как данные глобальной карты представлены за 1992-1993гг. Что касается разрешения глобальной карты землепользования, то для речных бассейнов данного порядка и крупнее она вполне применима, однако для более малых водосборов необходимо использовать спутниковые снимки Landsat и Sentinel, которые необходимо предварительно обработать и классифицировать по типам землепользования.

Список литературы

1. Arnold, J.G, J.R. Kiniry, R. Srinivasan, J.R. Williams, and S.L. Neitsch. 2012b. Soil and Water Assessment Tool Theoretical Documentation, Version 2012.

2. Басков, Е.Е. Применение проекта HYDROSHEDS для решения гидрологических задач бассейнов средних и малых рек / Е.Е. Басков, И.Е. Осипов // Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по естественным наукам. Владивосток: ДВФУ, 2020. – С. 252-254.

3. Кролевецкая, Ю.В., Применение глобальной карты растительного покрова проекта Globcover для решения задач в области гидрологии / Ю.В. Кролевецкая, А.А. Викулина // Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых Школы естественных наук ДФВУ. Владивосток: ДВФУ, 2019. – С. 348-350.

4. HydroSHEDS. Overview. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.hydrosheds.org/page/overview>

5. SWAT [Электронный источник] – URL: <https://swat.tamu.edu/>

Жерноклёва Э.В.

ОЦЕНКА МАКСИМАЛЬНОГО СТОКА РЕКИ ЛЕНА

Кафедра океанологии и гидрометеорологии ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.г.н., доцент И.А. Лисина

Сток реки Лена представляет собой интегральную характеристику водного баланса территории суши и позволяет с определенной долей вероятности его предсказать. На урбанизированных участках бассейна относительно широко развито водопользование и водопотребление [1]. Кроме того, экстремальные значения расходов воды, особенно в период половодья, приводят к социально-экономическому ущербу. Это вызывает необходимость исследования как максимального стока (опасность наводнений), так и его минимальных значений (лимитирующие значения для отдельных отраслей экономики).

Цель работы – найти зависимость значений максимального и минимального стока от метеорологических параметров в условиях изменчивости климата. Особое внимание заслуживает деградация многолетней мерзлоты.

Исходя из поставленной цели на первом этапе исследования была проанализирована внутригодовая и многолетняя изменчивость максимальных и минимальных расходов воды за период 1999-2019 гг. [2].

Континентальность климата на территории водосбора участка гидрологического поста и широкое распространение мерзлоты определяют непродолжительное и бурное весенне-летнее половодье (70–90% водного стока), которое начинается в конце апреля – начале мая на юге, в конце мая – начале июня на севере бассейна реки; заканчивается в первой половине июня – начале июля. Максимальные расходы воды половодья в устье превышают 130000 м³/с, наибольший расход – 220000 м³/с [4]. После спада волны половодья наступает летне-осенняя межень, прерываемая паводками [3].

Река Лена является единственным крупным водотоком, протекающим полностью в районе вечной мерзлоты. Температура почвы оказывает существенное влияние на формирование не только речного стока, но и термического режима атмосферы. Данные о температуре почвы необходимы для решения многих прикладных задач: они используются в сельском хозяйстве, в строительстве, при эксплуатации дорог и подземных коммуникаций и. т. д. Тепловой режим почвы определяется притоком тепла и зависит от минералогического состава почвы, пористости и влажности, которые определяют ее теплоемкость теплопроводность, а также зависит от микрорельефа, экспозиции склонов, растительности и т. д. Основным источником тепла, поступающего в почву, является лучистая энергия солнца, которая усваивается поверхностным слоем. Это тепло передается в нижележащие слои, а также расходуется на нагревание воздуха и испарение воды.

Для установления других причин увеличения расхода воды было оценено изменение температуры почвы в многолетнем разрезе. Линейный тренд отражает тенденцию увеличения температуры почвы за последние 20 лет. Средняя скорость потепления за период 1999-2019 гг. для пяти станций, значения температуры почвы, по которым находятся в открытом доступе, составляет 0,52 °C/10 лет.

В конце XX в. проблема глобального изменения климата стала одной из центральных. Анализ метеорологических данных подтверждает, что за последние 25—30 лет происходит изменение среднегодовых значений приповерхностной температуры. Статистический анализ рядов температуры воздуха за холодный (XI–III месяцы) период года показал наличие в большинстве случаев статистически достоверных возрастающих трендов. Оценка рядов термических наблюдений позволяет

сделать вывод, что динамика ежегодного увеличения сезонно талого слоя почвы также имеет место. Кроме того, увеличивается период существования талого поверхностного слоя в теплый период года, что влечет увеличение естественных ресурсов подземных вод, которое происходит в связи с изменением соотношения основных стокообразующих факторов, оттаиванием мерзлых пород, уменьшением толщины льда на реках.

Список литературы

1. Руководство по гидрологической практике // Том I. Гидрология: от измерений до гидрологической информации. - 2008. - С 3 -14.
2. Жерноклёва Э.В. Закономерности изменчивости экстремальных расходов воды на реке Лена // Материалы Региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 11-22 мая 2020 г. [Электронный ресурс] / Отв. ред. А.В. Малюгин. – Электрон. дан. – Владивосток: Дальневост. федерал. ун-т, 2020. Стр. 257-259.
3. Пчелкин В. И., Разумов В. В., Разумова Н. В. Опасность наводнений и паводков // Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций Сибирского федерального округа России / под ред. С. К. Шойгу. М.: Дизайн. Информация. Картография. - 2009. - С. 14-190.
4. «Вода России». Научно-популярная энциклопедия - <http://water-ru.ru>

Канталин В.А.

ОЦЕНКА РЕЖИМА ВЕТРА ПО ДАННЫМ МЭС «М. ШУЛЬЦА»

Департамент наук о Земле ШЕН ДВФУ

Научные руководители: к.г.н., доцент И.А. Лисина, м.н.с. ДВНИГМИ Н.Г. Котович

Сильные ветры со скоростями 30-35 м/с и более относятся к особо опасным явлениям. Они оказывают значительное силовое давление на надводную часть гидротехнических сооружений, в том числе напор на них морских льдов. Продолжительный штормовой ветер может оказать не только сильное волнение, но и катастрофические по своим последствиям сгонно-нагонные колебания уровня воды, резкие изменения температуры воды, вызванные сгоном теплых поверхностных и подъемом холодных глубинных вод [1].

Целью работы являлось исследование режима ветра на Морской экспериментальной станции (МЭС) «м. Шульца» Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева для выявления опасных явлений, связанных с сильным или штормовым ветром. Местоположение МЭС – поселок Витязь Хасанского района Приморского края. В задачу работы входил сравнительный анализ режима ветра на МЭС и станции «Гора» (далее станция «Гора»), расположенной в г. Владивостоке.

В работе использованы срочные (данные для станции «Гора» взяты с сайта gr5.ru [2]) и с 10-ти минутным интервалом времени (данные автоматической метеостанции на МЭС «м. Шульца» ТОИ ДВО РАН) метеорологические наблюдения за скоростью и направлением ветра за период 01.07.2020 – 28.02.2021 гг.

Сравнительный анализ (табл. 1), выполненный по данным МЭС «м. Шульца» и станции «Гора» за исследуемый период показал наибольшую повторяемость юго-западных (ЮЗ) и северо-восточных (СВ) ветров от 15 до 34% с июля по октябрь, а в январе и феврале до 40% - на МЭС «м. Шульца». С ноября по февраль наибольшую повторяемость имел северо-западный (СЗ) ветер на станции «Гора» (до 58%).

Ветры западного (З) и восточного (В) направлений из-за орографических особенностей на станции «Гора» почти не наблюдались (их повторяемость была незначительной).

Таблица 1

Повторяемость направлений ветра за 01.07.2020 – 28.02.2021 гг., %
(АМС МЭС «м. Шульца» / станция «Гора»)

С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Июль							
16/10	34/0,4	2/-	7/33	3/39	21/10	5/1	12/6
Август							
15/21	22/1	3/2	3/52	2/14	35/8	2/1	19/3
Сентябрь							
8/40	18/5	5/-	12/30	4/13	34/8	2/0,4	16/3
Октябрь							
6/30	27/1	2/-	33/17	10/18	15/15	-/1	6/18
Ноябрь							
2/29	11/3	2/-	45/24	14/6	24/6	0,4/1	1/30
Декабрь							
-/17	2/2	2/-	56/13	14/4	25/3	-/4	1/58
Январь							
2/18	4/2	2/0,4	34/16	16/2	40/2	1/2	1/58
Февраль							
3/13	6/1	2/1	36/21	10/7	40/2	1/1	1/55

Скорости ветра (максимальные) по румбам (табл. 2) определялись по каждому румбу отдельно путем деления суммарной скорости ветра на общее число случаев. Абсолютный максимум скорости ветра был зафиксирован 03.09.2020 в 14:20 на МЭС «м. Шульца», его значение достигло 33,4 м/с (ураган), под влиянием тайфуна «Майсак», смещавшегося над северо-восточными провинциями Китая. «Майсак» представлял основную опасность для южной и западной части Приморья (скорости ветра достигали 30,8 и 27,0 м/с на МЭС «м. Шульца» и 28 м/с – на станции «Гора»), вызвав при этом особо опасные явления. Во время стихии очень сильным и штормовым ветром валило деревья, срывало крыши и фасады зданий. Нагонной волной затапливало прибрежные территории.

Таблица 2

Максимальная скорость ветра за 01.07.2020 – 28.02.2021 гг., м/с
(АМС МЭС «м. Шульца» / станция «Гора»)

С	СВ	В	ЮВ	Ю	ЮЗ	З	СЗ
Июль							
11,9/9,0	11,2/-	8,2/-	7,0/10,0	15,1/9,0	12,6/4,3	12,4/4,0	16,8/3,3
Август							
17,0/11,0	11,3/2,7	10,3/2,0	4,9/12,3	7,9/12,0	15,1/4,3	27,3/2,0	16,8/1,7
Сентябрь							
21,5/11,0	14,7/3,0	10,9/-	10,0/ 28,0	8,5/13,0	21,9/5,3	30,8/-	27,0/6,2
Октябрь							
12,9/13,0	15,7/1,3	11,2/-	21,9/10,0	14,1/13,0	9,2/9,0	9,0/5,0	10,5/9,3
Ноябрь							
8,3/13,0	10,0/1,3	7,5/-	18,7/7,0	15,8/6,0	27,4/3,7	16,2/-	5,5/11,3
Декабрь							
7,4/11,0	3,4/1,0	7,7/-	22,2/3,7	14,4/4,0	17,1/3,0	-/3,0	8,0/9,7

Январь 2021							
13,7/9,0	5,6/1,7	18,0/-	24,5/7,7	15,3/3,0	24,2/2,0	18,9/7,0	8,0/12,0
Февраль							
15,9/10,0	12,8/-	19,2/2,0	21,9/9,0	15,5/12,0	18,5/1,3	11,3/5,0	8,0/11,7

Примечание: полужирным шрифтом выделены скорости ветра, относящиеся к категории очень сильных (штормовых) [3]

Список литературы

1. Коровин В.П. Океанологические наблюдения в прибрежной зоне моря. Учебное пособие. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2007. – 434 с.
2. ООО «Расписание погоды» [Электронный источник]. – URL: <https://rp5.ru>
3. Типовой перечень и критерии опасных метеорологических явлений [Электронный источник]. – URL: <https://meteoinfo.ru/hazards-definitions>

Вихренко С.В.¹, Диденко В.В.¹, Костык В.А.¹, Осипов И.Е.¹

ИССЛЕДОВАНИЕ ДАННЫХ СИСТЕМЫ CFSR (НА ПРИМЕРЕ СУТОЧНЫХ ОСАДКОВ НА ЮГЕ ПРИМОРЬЯ)

¹Департамент наук о Земле, ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель - д.г.н., профессор А.С. Федоровский

Распространение точечных данных наблюдений на другие территории представляет собой одну из фундаментальных проблем в гидрометеорологии. К этой проблеме относится и расчет средних по водосбору атмосферных осадков за короткие временные интервалы [1-5]. При наличии наблюдений за атмосферными осадками проблема решается с достаточной для практики точностью методами интер- и экстраполяции. В условиях отсутствия наблюдений решить эту проблему для суточных сумм атмосферных осадков до последнего времени было нельзя, хотя именно эти данные требуются для гидрологического моделирования [6,7].

В последние десятилетия бурно развиваются системы восстановления гидрометеорологических данных во времени и в пространстве, одной из которых является система CFSR (Climate forecast system reanalysis). Система разработана в 2008 году Национальным центром экологического прогнозирования (NCEP, США). Синтез спутниковых и наземных наблюдений позволил восстановить некоторые климатические характеристики в виде непрерывного покрытия сеткой квадратов 38×38 км на всю территорию суши земного шара. Данные содержат несколько версий за разные временные периоды, начиная с 1979 по 2014 годы [8].

Для оценки точности рассчитанных атмосферных осадков за суточные интервалы данные системы CFSR сопоставлены с наблюдаемыми атмосферными осадками на двух метеостанциях Южного Приморья Пограничный и Свягино (рисунок 1).



Рисунок 1 – Схема покрытия данными CFSR южного Приморья

Суммы атмосферных осадков за сутки на метеостанциях получены из базы данных ВНИИГМИ-МЦД (АИСОРИ – удаленный доступ к архивам) на основе информации Государственного фонда данных о состоянии природной среды.

Были построены графики связи рассчитанных и наблюдаемых суточных сумм атмосферных осадков для каждого месяца за период с 1979 по 2014 год, определены коэффициенты детерминации R^2 (рисунок 2).

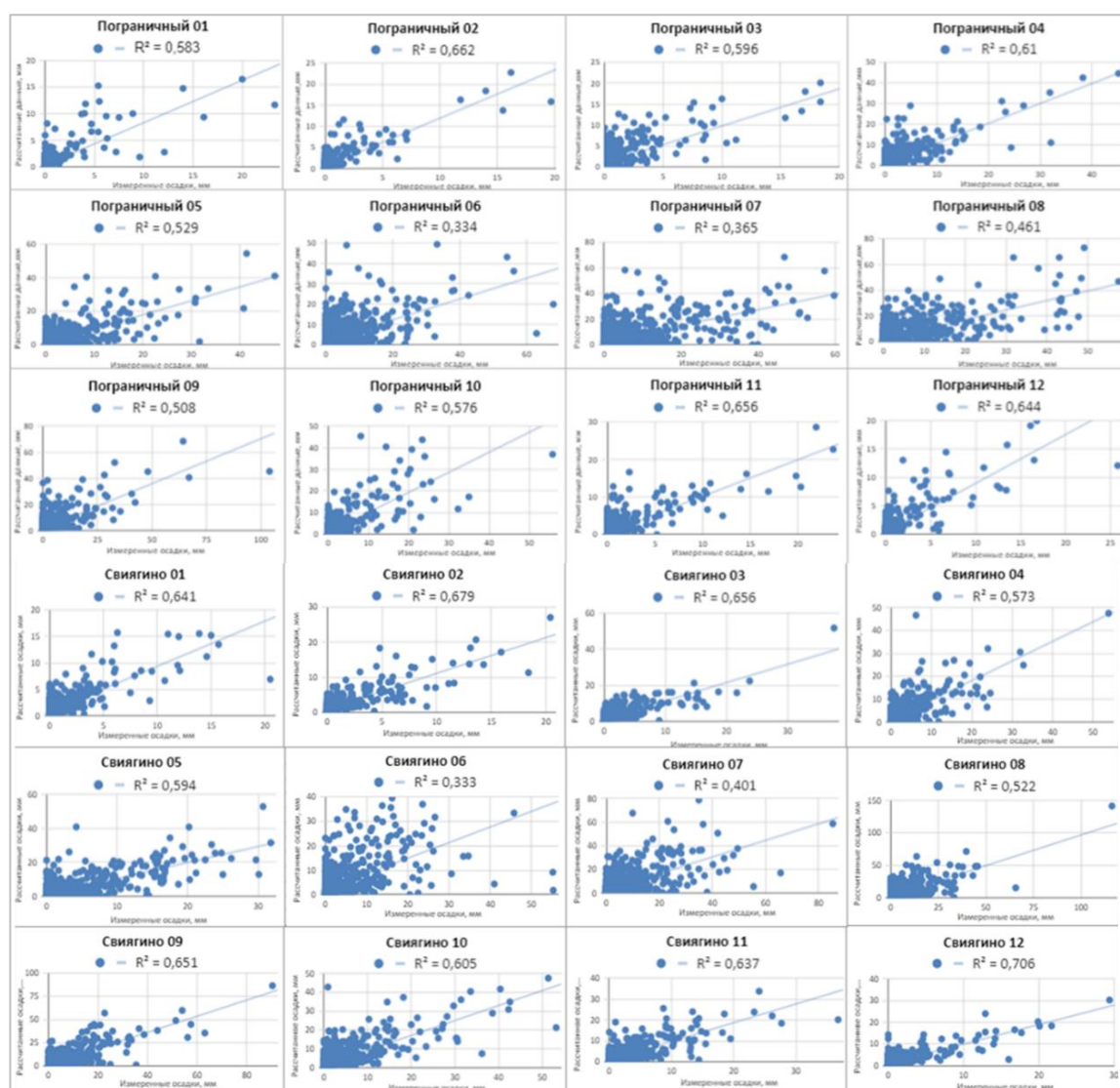


Рисунок 2 – Графики связи по месяцам 1979-2014 гг. измеренных и рассчитанных суточных сумм атмосферных осадков по метеостанциям Свиягино и Пограничный

Из графиков видно, что связь между рассчитанными данными CFSR и данными метеостанций удовлетворительная. Так как данные CFSR показывают среднее значение для квадрата 38×38 км, а данные метеостанций – в точке, имеющийся разброс точек вполне понятен и вызван высокой пространственной вариацией сумм осадков по площади. Оценить, насколько качественно данные CFSR учитывают пространственную вариацию осадков – задача дальнейших исследований.

Теснота связи наблюдаемых и рассчитанных данных меняется от месяца к месяцу, а также от станции к станции. Так, значение R^2 изменяется от 0,333 до 0,706 и от 0,334 до 0,662 для метеостанций Свиягино и Пограничный соответственно, при средних значения для года – 0,583 и 0,543. Наблюдаются сезонная закономерность в изменении R^2 (рисунок 3).

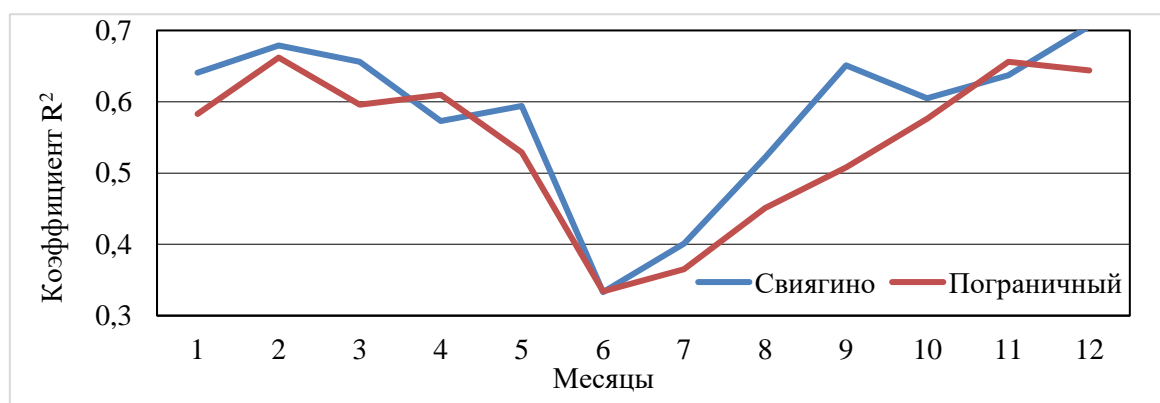


Рисунок 3 – Сезонные изменения коэффициента детерминации R^2

Как видно из рисунка 3, достаточно тесная связь ($R^2 > 0,6$) сохраняется для осенне-зимнего периода, весной и осенью колеблется в пределах 0,5–0,6, и резко падает в летние месяцы до 0,3–0,4. Причем эта закономерность характерна для обеих станций.

Таким образом, установлено, что система CFSR приводит вполне удовлетворительные данные по суточным суммам атмосферных осадков для южного Приморья. И хотя качество учета пространственной вариации осадков еще предстоит установить, данные могут быть использованы для оценки средних осадков по водосборам с учетом установленных сезонных изменений.

Список литературы

1. Богатов, В.В. Основы речной гидрологии и гидробиологии / В.В. Богатов, А.С. Федоровский. – Владивосток: Дальнаука, 2017. - 384 с.
2. Львович, М.И. Мировые водные ресурсы и их будущее. – М.: Мысль, 1974. - 448 с.
3. Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометеиздат, 1984. - 448 с.
4. Руководство по гидрологической практике. Том I. Гидрология: от измерений до гидрологической информации. ВМО-№ 168. Шестое издание, 2011.
5. Соколовский, Д.Л. Речной сток. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. - 439 с.
6. Федоровский, А. С. Региональная адаптация моделей круговорота воды // Автореф. д. геогр. н. Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 1999. - 24 с.

7. Федоровский, А.С. Математическое моделирование речного стока // Вестник ДВО РАН. – 2002. – №5. – С. 168-181.

8. Fuka, D.R. Using the climate forecast system reanalysis as weather input data for watersheds models / D.R. Fuka, M.D. Walter, C. MacAlister, A.T. Degaentano, T.S. Steenhuis, Z.M. Easton // Hydrol. Process, 2013. – DOI: 10.1002/hyp.10073.

Котович Н.Г.¹, Федорова А.Г.²

ИССЛЕДОВАНИЕ СИНОПТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ СИЛЬНОЙ БУРИ НАД КНР В МАРТЕ 2021 Г.

¹Кафедра гидрометеорологии и океанологии ШЕН ДВФУ;

²Группа обеспечения ТОФ

Научный руководитель - к.г.н., доцент Л.Н. Василевская

Случай пыльной бури, произошедшей 15-16 марта над северо-восточной частью Китая, напомнил об опасности данного явления и трудности его предсказания. Пыльные бури, особенно сильные, по степени опасности и влияния на окружающую среду, возможно можно поставить на один уровень сравнить с тропическими циклонами, цунами и землетрясениями. Пыльная буря прямо определяет режим прозрачности атмосферы (точнее, баланс атмосферной радиации) и оказывает косвенное влияние на режим облачного покрова, водный и химический режим атмосферы.

Пыльные и песчаные бури (ППБ) над Монголией и Северо-Восточным Китаем регулярно наблюдаются весной (в марте и апреле). Причиной тому является сухое состояние почвы (отсутствие снежного покрова), небольшое выпадение атмосферных осадков и повышенный фон скоростей приземного ветра.

12 марта

По данным СМИ в центральном районе Монголии началась пыльная буря, где погибло несколько человек. Как сообщает источник, явление стало причиной пыльной бури над Китаем. Изначально, в центральном районе Монголии началась пыльная буря, которая была вызвана местными условиями. В тропосфере центральную часть Монголии занимал антициклон: над Бурятией находился циклон глубиной 998 гПа который двигался в восточном направлении со скоростью около 12 км/ч. Прямая траектория переноса по программе NOAA HYSPLIN MODEL (NHM) показала, что данная пыльная буря не могла явиться причиной случая пыльной бури над Китаем. Перенос частиц (рис 1а) на высоте 10 метров пошел в юго-восточном направлении (частицы были достаточно тяжелые и их не подняло высоко). Более легкие частицы были подняты на высоту 700 метров (рассчитанная высота приближена к высоте карты приземного анализа) и перенесены в северо-восточном направлении на территорию юга Хабаровского края.

13 марта

Основной вихрь, из серии циклонов, что находился в северной части Бурятии, двигался в восточном направлении с давлением 994 Гпа. На его холодном фронте образовался вторичный циклон, глубиной 1008 гПа, который также двигался в восточном направлении. Спустя 12 часов вторичный циклон углубился на 12 гПа и вышел в южную часть Байкала под передней частью высотной ложбины. В её тыловой части, благодаря конвергенции потоков, интенсивно развивался заключительный антициклон.

15 марта

Барическая пара (глубокий монгольский циклон (982 гПа) и антициклон (1044 гПа), ядро которого располагалось юго-западнее Байкала), на небольшом пространстве вызвала значительные барические градиенты и ветер с порывами около 35 м/с (рис. 1в). Ветер, усиливаясь, поднял сухую почву, не покрытую снегом, и в силу ранней весны она еще не успела покрыться растительностью. Вместе с перемещающимся циклоном эта пыль накрыла Монголию, Китай и дошла до Пекина.

Прямая траектория переноса частиц с юго-восточной границы Монголии по программе NNM (рис 1б) показала, что в приземном слое частицы имели юго-восточное направление где и была зафиксирована сильная песчаная буря в Китае 15 марта (рис 2а).

Частицы на 700 метров были подняты на высоту более 1500 метров и перенесены в юго-восточном направлении в район Желтого моря. Стоит обратить внимание, что пыльная буря была зафиксирована на границе Монголии и Китая, а затем и в северной Корее. Таким образом показано, что облака пыли могут переноситься на значительные расстояния не в приземном слое, а значительно выше доходя до высоты 500 гПа около 5,5 км (рис 2б), при этом пыльное облако не будет фиксироваться наблюдателем.

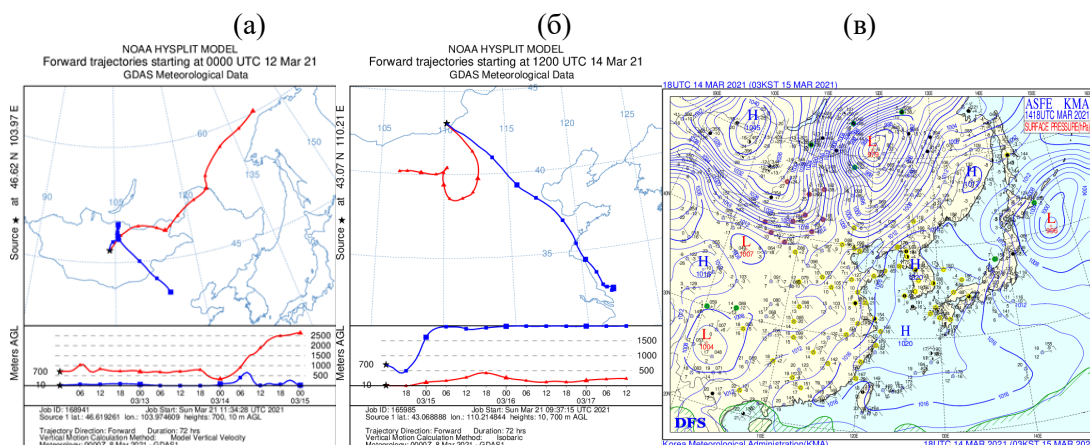


Рисунок 1 – траектория прямого переноса частиц от 12 марта 00 ВСВ (а); траектория прямого переноса частиц от 14 марта 12 ВСВ (б); приземная карта погоды корейского метеорологического агентства за 14 марта 18 ВСВ (в)



Рисунок 2 – Прямая траектория частиц с наложением слоя с опасными явлениями (а); карта приземного анализа H₅₀₀ за 15 марта 06 ВСВ

По мере продвижения частиц пыль будет оседать в областях нисходящего потока. Где наблюдатель уже четко будет фиксировать понижение видимости, связанное с пылью. Так же мелкие

частицы пыли как показано [3] являются ядрами конденсации, поэтому в районах куда переносится пыль на высоте часто наблюдаются не только пылевые явления, но и гроза.

Список литературы

1. Кондратьев К.Я., Москаленко Н.И., Поздняков Д.В. Атмосферный аэрозоль. – Л.: Гидрометеиздат, 1983 – 224 с.
2. Stein A.F. NOAA's HYSPLIT atmospheric transport and dispersion modeling system / A.F. Stein, R.R. Draxler, G.D. Rolph, B.J.B. Stunder, M.D. Cohen, F. Ngan // Bull. Amer. Meteor. Soc. – 2015. – Vol. 96. – pp. 2059-2077.
3. Zhang X.-X. East Asian dust storm in May 2017: observations, modelling, and its influence on the Asia-Pacific region // X.-X. Zhang, B. Sharratt, L.-Y. Liu, Z.-F. Wang, X.-L. Pan, J.-Q. Lei, S.-X. Wu, S.-Y. Huang; Y.-H. Guo, J. Li; X. Tang, T. Yang, Y. Tian, X.-S. Chen, J.-Q. Hao, H.-T. Zheng, Y.-Y. Yang, Y.-L. Lyu // Atmospheric Chemistry and Physics. – 2018. – Vol.18. – 8353-8371.

Муравьёв С. А.

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЮГА ПРИМОРСКОГО КРАЯ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ АВТОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Департамент наук о Земле ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - к.г.н., доцент И.А. Лисина

В настоящее время проблема обеспечения безопасности дорожного движения, зависящая от окружающей среды, не может быть решена в отсутствии адекватных методов и показателей количественной оценки состояния и качества главных компонентов природной среды. Кроме того, наблюдается заметное отставание в разработке информационных моделей, описывающих транспортный процесс, что является препятствием по улучшению оценки дорожных ситуаций [2].

Исходя из обозначенной актуальности проблемы, целью работы на начальном этапе исследования является оценка метеорологических параметров г. Владивостока за последние 50 лет. Данная информация необходима для прогнозов состояния дорожного покрытия и вероятности появления опасных для автотранспорта метеорологических явлений (ОЯ).

Исходные данные, по центральным месяцам сезонов, получены с сайта ВНИИГМИ МЦД [1]: температура воздуха (°C), скорость ветра (м/с), метеорологическая дальность видимости (км), количество осадков (мм) за период с 1966 по 2019 гг.

Опасные для автомобильного транспорта метеорологические явления можно условно разделить на 3 группы:

- ухудшающие состояние дорожного покрытия, т.е. сцепление колес с дорогой;
- ухудшающие видимость на дороге;
- все прочие, которые часто приводят к перебоям в движении (заносимость, размыв насыпи), но редко являются сами по себе причиной аварии и лишь в комплексе с двумя первыми факторами вызывают аварию.

На южном побережье Приморского края на первый план, среди ОЯ, выступают обильные осадки в период муссонных дождей, приводящие к размыву дорожного полотна и увеличению ДТП в результате аквапланирования, и, кроме того, туманы и метели.

Оценка метеорологических параметров выполнялась исходя из потребностей прогноза для

вышеперечисленных групп опасных для транспорта явлений. Анализ годового хода температуры воздуха во Владивостоке, в многолетнем разрезе показал, что максимальная средняя температура воздуха в августе составляет $19,8^{\circ}\text{C}$, а минимальная в январе – $(-12,5)^{\circ}\text{C}$. По графику динамики температуры воздуха за период 1966-2020 гг. (рис.1) прослеживается незначительный ее рост за 50 лет наблюдений: $0,3^{\circ}\text{C}/10$ лет.

К явлениям, ухудшающим дальность видимости до опасных пределов и создающим дорожно-транспортные происшествия (ДТП), относятся: туман, дождь, снег, пыльные бури, мгла и метель определенной интенсивности и длительности. Параметры МДВ (метеорологической дальности видимости) оказывают существенное влияние не только на вероятность ДТП, но и на среднюю скорость транспортного потока и пропускную способность дороги. При МДВ равной 50 м, безопасная скорость движения составляет 20 км/ч.

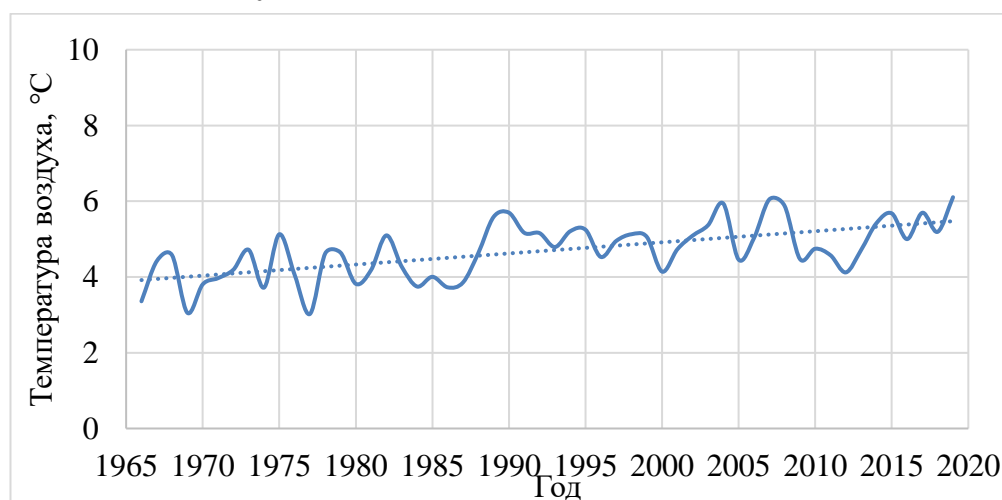


Рисунок 1 - Динамика $T (^{\circ}\text{C})$ воздуха во Владивостоке за 1966-2019 гг.

На рисунке 2 показана изменчивость дальности видимости во Владивостоке. В теплый период года (апрель-август) наблюдается ухудшение видимости – с 16 до 12 км, в апреле происходит рост повторяемости в 8 раз, в июле и октябре - не значительно. По представленной по месяцам характеристике на графике видно, что видимость за многолетний период снижается, особенно это прослеживается в осенний период – ухудшение видимости на $4,2$ км/10 лет.

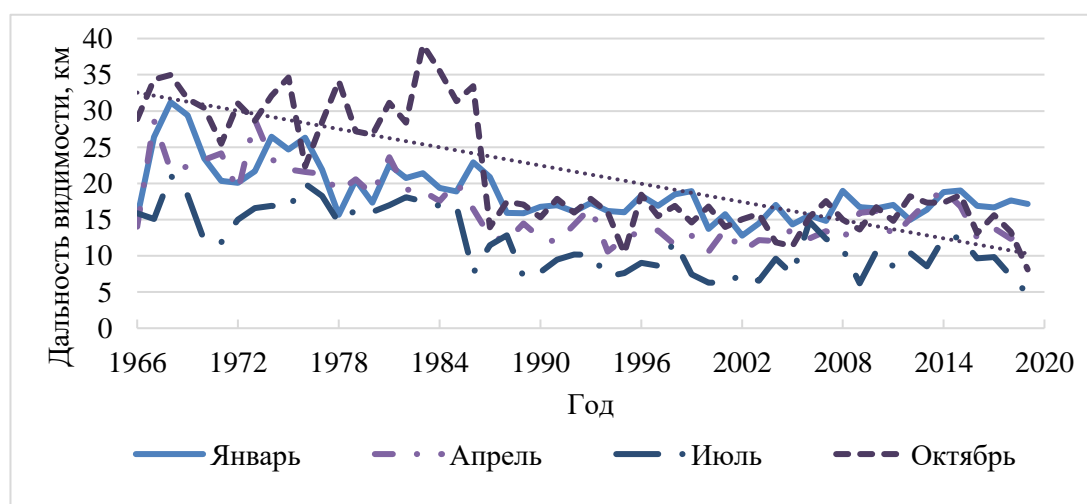


Рисунок 2 – Метеорологическая дальность видимости во Владивостоке 1966-2019 гг.

Список литературы

1. "Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации - Мировой центр данных" <http://meteo.ru/mcd/metdata.html>
2. Нагорный В.В. Оценка безопасности дорожного движения с учётом влияния геопатогенных зон: на примере автодорог "Дон" и "Кавказ" Краснодарского края. Автореферат диссертации. – 2010. – URL: <https://www.dissercat.com/content/otsenka-bezopasnosti-dorozhnogo-dvizheniya-s-uchetom-vliyaniya-geopatogennykh-zon>

Вихренко С.В.¹, Диденко В.В.¹, Костык В.А.¹, Осипов И.Е.¹

ОТКРЫТЫЕ БАЗЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ ЗАДАЧ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

¹Департамент наук о Земле, ШЕН ДВФУ

²ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт комплексного использования и охраны водных ресурсов», Дальневосточный филиал

^{1,2}Научный руководитель - старший преподаватель Ю.В. Кролевецкая

В гидрометеорологии данные наблюдений служат основой расчетов, прогнозирования и моделирования природных процессов [4-6]. В прошлом наблюдаемые данные накапливались преимущественно на бумажных носителях, однако в середине прошлого века началась масштабная цифровизация отрасли: наблюдательная сеть стала насыщаться цифровым оборудованием, а накопленные данные – переводиться в цифровой формат. К настоящему времени в Мировых центрах данных накоплены огромные массивы пространственной и пространственно-временной информации об атмо-, гидро- и других геосферах Земли, сосредоточенные в базах данных (БД).

Пространственные БД включают сведения о рельефе, растительном и почвенном покрове, геологическом строении и других характеристиках. В гидрологии нашли применение БД ASTER GDEM (Aster Global Digital Elevation Model) и HydroSHEDS (Shuttle Elevation Derivatives at multiple Scales). Проект ASTER GDEM является глобальной цифровой моделью рельефа (ЦМР), которая охватывает поверхность Земли между 83° с.ш. и 83° ю.ш. и имеет разрешение около 30 м [3, 7]. HydroSHEDS, также представляет собой ЦМР, которая охватывает Земную поверхность с 56° ю.ш. до 84° с.ш. и имеет разрешение в 90, 500 и 1000 метров. HydroSHEDS разработан специально для решения гидрологических задач [1, 8].

Для моделирования гидрологических процессов широко используются данные, содержащиеся в климатических БД. Целью данной работы является обзор открытых баз климатических данных, которые могут быть применены для решения задач в области моделирования гидрологических процессов и явлений.

Не ко всем БД имеется открытый доступ, БД с открытым доступом, содержащие сведения о наблюдаемых характеристиках климата, приведены в таблице.

Открытые базы данных о климате

№	Название	Формат данных	Период наблюдений	Характеристики	Ссылка на ресурс (доступно на 27.03.2021 г.)
1	CHELSA	GeoTIFF	1979/01-2013/12	Температура, осадки	https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/chelsa-high-resolution-land-surface-temperature-and-precipitation
2	CMAP	netCDF/as cII	1979/01-2020/03	Осадки	https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/cmap-cpc-merged-analysis-precipitation
3	CRU TS4.04	netCDF/as cII	1901/01-2019/12	Температура, испарение, осадки	https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/cru-ts-gridded-precipitation-and-other-meteorological-variables-1901
4	DAYMET 4.0	netCDF/as cII/GeoTiff	1980/01-2015/12	Температура, осадки, солнечная радиация, водяной пар, криосфера, запас воды в снеге	https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/daymet-daily-surface-weather-and-climatological-summaries
5	GHCN	netCDF/GeoTiff/grib	1869/12-2014/05	Температура, осадки	https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/gHCN-global-historical-climatology-network-related-gridded-products
6	GPT 5.01	netCDF/as cII	1900/01-2017/12	Температура, осадки	https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/global-land-precipitation-and-temperature-willmott-matsuura-university-delaware
7	Prec/L	netCDF/as cII/binary	1948/01-2020/03	Осадки	https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/precipitation-reconstruction-land-precl-1948-present
8	Terra-Climate	netCDF	1958/01-2018/12	Температура, потенциальное испарение, осадки, ветер, влажность почвы, суммарное испарение, запас воды в снеге, речной сток	https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/terraclimate-global-high-resolution-gridded-temperature-precipitation-and-other-water
9	WorldClim	GeoTIFF	1960-2018	Температура, осадки	https://worldclim.org/data/monthlywth.html
10	WorldClim	GeoTIFF	1970-2000	Температура, осадки, солнечная радиация, давление, скорость ветра	https://worldclim.org/data/worldclim21.html#

БД CHELSA содержит восстановленные (по сетке квадратов) данные о средней температуре воздуха и количестве атмосферных осадков у Земли высокого пространственного разрешения (900×900 м), что позволяет их применять для моделирования круговорота воды на небольших водосборах. Базы данных CMAP включают сведения об атмосферных осадках, CRU TS4.04 – о температуре воздуха

(мин., макс., сред.), суммарном испарении и количестве атмосферных осадков у Земли, DAYMET 4.0 – о суточных данных погоды. Из всех рассмотренных баз данных ресурс GHCN содержит глобальные исторические сведения о климате за самый продолжительный период наблюдений с 1869 по 2014 гг., что позволяет использовать эти данные для выявления долгопериодных климатических изменений и их влияния на глобальный круговорот воды в целом. БД GPT 5.01 содержит глобальные данные о средней температуре воздуха и количестве атмосферных осадков у Земли. Базы данных Prec/L содержат восстановленные (по сетке квадратов) данные количеству атмосферных осадков у Земли, TerraClimate – о средней температуре воздуха и количестве атмосферных осадков и других элементов водного баланса высокого пространственного разрешения. Ресурс WorldClim – база данных глобальных погодных и климатических данных с высоким пространственным разрешением, разработанная на основе CRU-TS 4.03. Их можно использовать для картографирования и пространственного моделирования, а также для прогнозирования гидрологических опасных явлений. World Clim включает в себя два вида данных: многолетние среднемесячные данные по осадкам температуре и т.д. и климатические данные за десятилетние периоды.

Описанные открытые мировые базы данных представляют из себя массивы данных под разные задачи, соответственно имеют разные характеристики. Наибольшее количество данных, которые можно применить в гидрологическом моделировании, содержатся в БД TerraClimate. К таким данным в особенности относятся потенциальное испарение, влажность почвы, суммарное испарение, запас воды в снеге, речной сток.

Список литературы

1. Басков, Е.Е. Применение проекта HYDROSHEDS для решения гидрологических задач бассейнов средних и малых рек / Е.Е. Басков, И.Е. Осипов // Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по естественным наукам. Владивосток: ДВФУ, 2020. – С. 252-254.
2. Богатов, В.В. Основы речной гидрологии и гидробиологии / В.В. Богатов, А.С. Федоровский. – Владивосток: Дальнаука, 2017. - 384 с.
3. Вихренко, С.В. Применение данных ASTER GDEM для расчета густоты речной сети (на примере бассейнов рек Приморского края) / С.В. Вихренко, В.В. Диденко, В.А. Костык // Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по естественным наукам. Владивосток: ДВФУ, 2020. С. 254-255.
4. Федоровский, А. С. Региональная адаптация моделей круговорота воды // Автореф. д. геогр. н. Владивосток: ТИГ ДВО РАН, 1999. - 24 с.
5. Федоровский, А.С. Математическое моделирование речного стока // Вестник ДВО РАН. – 2002. – №5. – С. 168-181.
6. Федоровский, А.С. Новые возможности исследования рек с помощью БПЛА // Сб. научн. статей «Физика геосфер». Вып. 2. Владивосток: ТОИ ДВО РАН, 2020. – С. 177-191.
7. ASTER Global Digital Elevation Map Announcement [Электронный ресурс] – URL: <https://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>
8. HydroSHEDS. Overview. [Электронный ресурс] – URL: <https://www.hydrosheds.org/page/overview>

Викулина А.А.¹, Разумов А.И.¹

ПРИМЕНЕНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ В ГИДРОЛОГИИ

¹Департамент Наук о Земле, ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель - д.г.н., профессор А.С. Федоровский

Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для производства бесконтактных измерений в гидрологии и других науках о Земле стало настоящим трендом. В этой связи Федоровским [6] введен специальный термин «дронметрия».

БПЛА – летательный аппарат без экипажа на борту, использующий аэродинамический принцип создания подъемной силы с помощью фиксированного или вращающегося крыла, оснащенный двигателем и имеющий полезную нагрузку и продолжительность полета, достаточные для выполнения специальных задач [5]. В гидрологии чаще встречаются БПЛА вертолетного (дроны), реже самолетного типов с электрическими силовыми установками [6]. Выделяют [2,5] следующие типы БПЛА (таблица).

Таблица

Типы беспилотных летательных объектов

	Аэростатические	Аэродинамические			Реактивные
		Гибкое крыло	Фиксированные крыло	Вращающееся крыло	
Безмоторные	Аэростаты	Воздушные змеи и аналоги безмоторные аппаратов сверхлегкой авиации (парашюты, дельтапланы др.)	Планеры		
Моторные	Дирижабли	Аналоги моторных аппаратов сверхлегкой авиации (парашюты, дельтапланы и др.)	БПЛА самолетного типа	БПЛА вертолетного типа	Космические реактивные аппараты

По количеству пропеллеров различают квадрокоптеры, октокоптеры, гексакоптеры и другие. Рассмотрим наиболее широко распространенный БПЛА – квадрокоптер (рис. 1). Полет аппарата осуществляется благодаря пропеллерам, каждый из которых приводится в действие собственным электромотором, питающимся от батарей и управляемым микрокомпьютером.

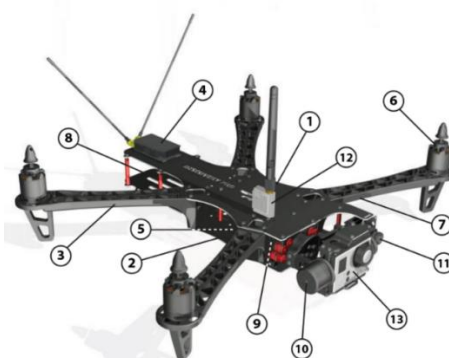


Рисунок 1 – Конструкция БПЛА: 1 – верхняя пластина, 2 – нижняя пластина, 3 – лучи рамы, 4 – RC приемник, 5 – полетный контроллер, 6 – бесколлекторные моторы, 7 – регуляторы скорости, 8 – аккумуляторные, 9 – встроенный модуль CORE и контроллер подвеса, 10 – мотор подвеса, 11 – FPV камера, 12 – видеопередатчик, 13 – HD камера (по: <http://mrugol.ru/myi-predlagaem/kvadrokoptyeri/ustrojstva-i-sostavnye-chasti-kvadrokoptyera.html>)

Задача микрокомпьютера – поддерживать аппарат в полете, обеспечивая синхронность работы двигателей в зависимости от показаний датчиков, преобразовывать команды оператора, поступающие с земли [5]. БПЛА могут быть использованы для измерения различных параметров водных объектов по фотоснимкам, например, для проведения исследований распределения поверхностной скорости и оценки расхода воды в реках. Так в университете Кобэ создали систему KU-STIV (Kobe university space-time image velocimetry), которая использует видеозаписи с береговых камер и БПЛА. Также для измерения уровня воды успешно применялся метод интегрирования фотограмметрических измерений по снимкам с БПЛА и метод распознавания образов в нижнем бьефе гидроэлектростанции Мяowej (Miaowei) (КНР) [6].

По вопросу применения БПЛА для оценки расхода воды существует метод, основанный на использовании тепловых изображений и батиметрического лазерного лидара. Первый компактный лидар (рис. 2), предназначенный для проведения топографических и батиметрических исследований, который можно закрепить на БПЛВ среднего размера, был изготовлен компанией Astralite [3].



Рисунок 2 – Лидар «Edge» компании Astralite на БПЛА DJI Matrice 600 Pro

Для гидрологических целей существует возможность использования метод радиолокации. Для этой цели применяют радары подповерхностного зондирования (GPR, георадары), которые позволяют проводить непрерывный мониторинг исследуемой среды для дальнейшей обработки и анализа полученных данных (рис. 3). Георадар представляет собой портативный радиолокатор, излучение которого в радиодиапазоне направлено в исследуемую среду. Исследуемой средой может быть земля, вода, стены зданий и т.п. [5].



Рисунок 3 – Георадар «ОКО-3»

(по: <https://www.geo-spektr.ru/georadary/oko/polevoy-komplekt-georadara-oko-3.html>)

Георадар состоит из следующих основных блоков: блок управления, устройство для визуализации и обработки данных, датчик измерения расстояния, антенный блок [4]. Георадары небольшого веса устанавливаются на БПЛА (рис.4). Для правильной работы георадара полет БПЛА должен выполняться на небольшой высоте от земли (воды) [3].



Рисунок 4 – Георадар на борту БПЛА (по: <https://www.ue-stiftung.org/findmine>)

Примеров использования георадаров, установленных на БПЛА, для измерения параметров рек и озер уже достаточно много, их обзор приведен в работе [3]. Одной из наиболее современных попыток является реконструкция динамики уровня воды. Исследование этого параметра приводится в работе на территории Андреевской озерной системы с помощью гексакоптера и квадрокоптера [3].

Таким образом, использование беспилотных летательных аппаратов в гидрологии имеет большие перспективы и уже сейчас позволяет решать различные задачи, связанные с измерениями различных параметров водных объектов. Вместе с тем БПЛА перспективны для метеорологических исследований, изучения почвенного и растительного покровов, геологического строения земной поверхности.

Список литературы

1. Богатов, В.В. Основы речной гидрологии и гидробиологии / В.В. Богатов, А.С. Федоровский. – Владивосток: Дальнаука, 2017. - 384 с.
2. Зинченко, О.Н. Беспилотный летательный аппарат: применение в целях аэрофотосъемки для картографирования. М.: Ракурс, 2011. - 12 с. – URL: <https://racurs.ru/press-center/articles/bespilotnye-letatelnyeapparaty/UAV-for-mapping-1>.
3. Сизов, О.С. Опыт применения беспилотных аэрофотосъемочных и батиметрических систем для реконструкции динамики уровня воды в андреевской озерной системе (Тюменская область) // Материалы Всероссийской научно-практической конференции / О.С. Сизов, Н.В. Приходько, В.М. Костомаров и др. – Иркутск: ИГ СО РАН, 2018. - С. 107-111.
4. Радиотехнический прибор подповерхностного зондирования (георадар) «ОКО-3» [Электронный источник] – URL: http://www.geotech.ru/images/georadary/teh_opisanie_na_oko3_ot_17-10-18.pdf
5. Устройства и составные части квадрокоптера [Электронный источник] – URL: <http://mrugol.ru/myi-predlagaem/kvadrokopteryi/ustrojstva-i-sostavnyie-chastikvadrokoptera.html>.
6. Федоровский, А.С. Новые возможности исследования рек с помощью БПЛА // Сб. научн. статей "Физика геосфер". Вып. 2. Владивосток: ТОИ ДВО РАН, 2020. - С. 177-191.

Рыбалко С. В.¹, Сергеева И.В.²

ИСПЫТАНИЯ ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕСКОНТАКТНОГО ПЕРЕНОСНОГО РАДИОЛОКАТОРА (SVR) ДЛЯ ОЦЕНКИ ПОВЕРХНОСТНОЙ СКОРОСТИ ТЕЧЕНИЕ РЕКИ

¹ Аспирант Дальневосточного Федерального Университета

² Ведущий гидролог ГГП ОГиРП ГМЦ ФГБУ «Приморского УГМС»

Департамент наук о Земле ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - д.г.н., профессор А.С. Федоровский

Традиционное измерение скорости течения и расхода воды в русле основаны на использовании контактно-механических, электромагнитных, акустических приборов, требующих помещения в поток. В этой связи часто возникают проблемы при измерении наиболее важных для практики максимальных расходов воды во время паводков, когда в реке находится много посторонних предметов [1,2]. Бесконтактный метод, основанный на дистанционном измерении скорости потока с помощью доплеровского эффекта радиолокационными переносными радаром (SVR), помогает избежать этих проблем.

В исследовании был протестирован переносной радар (Decatur Electronic SVR2-01), измеряющий поверхностную скорость течения воды [3]. Наиболее важно было оценить переходной коэффициент для расчета расхода в реке по оценке поверхностной скорости течения воды бесконтактным методом.

SVR имеет горизонтальную ширину луча 12°, заявленную точность измерения, равную 5% от показаний, и диапазон измерения 0,1–9,1 м/с. Прибор выполняет десять измерений значений скорости подряд, после, производит усреднения и вычисляет среднюю скорость. Установка оснащена датчиком наклона для автоматической внутренней компенсации угла наклона (до 60°), а горизонтальный угол (рыскание) по отношению к направлению потока требует ручной настройки. SVR использует антенну IACP типа III диапазона К с номинальной частотой передачи 24,150 ГГц, что соответствует длине волны примерно 1,2 см. Вследствие условия Брэгга на поверхности воды должны присутствовать волны высотой несколько миллиметров для измерения.

Расчет расхода воды на основе данных SVR требует вычисления средней по глубине скорости V_i на основе измеренной скорости на поверхности $V_{s,i}$. Это достигается путем определения коэффициента скорости α :

$$\alpha = \frac{V_i}{V_{s,i}}. \quad (1)$$

Выбор α – ключевой вопрос в любом методе бесконтактного измерения и поэтому в настоящем исследовании были протестированы и сопоставлены различные подходы его оценки. Во время испытаний поверхностная скорость течения на скоростных вертикалях, полученная с помощью радиолокационного устройства, сравнивалась с одновременной съемкой, проведенной с помощью других методов измерения расхода воды, таких как гидрометрическая вертушка и поплавки. Расход воды, измеренный гидрометрической вертушкой, усреднялся по вертикалям, соответствующим ширине зоны покрытия луча радара.

Контактные измерения проводились на реках с мостов, данные SVR, умножались по умолчанию на переходной коэффициент α , равный 0,85. В целом, оценки поверхностной скорости с помощью SVR хорошо согласуются с контактными измерениями, несмотря на местное завышение или недооценку, показывая, что радиолокационные приборы являются допустимым вариантом для получения надежных бесконтактных данных о скорости поверхности, когда конкретные местные

детали не представляют интереса.

Выводы

Применение портативного радара для оценки поверхностной скорости течения воды бесконтактным методом позволило рассчитать расход воды в сложных условиях. Полевые исследования показали, что профили скорости, оцененные SVR, соответствуют контактными измерениями. Есть погрешность вблизи берегов, связанная с местными возмущениями потока, такими как вторичные течения и водовороты, но она влияет только на небольшую часть поперечного сечения. Общий расход воды в реке рассчитан на основе съемок SVR путем предварительного определения коэффициента скорости α (1). Коэффициент был рассчитан экспериментально на основе одновременных измерений скорости с помощью SVR и гидрометрической вертушкой. Коэффициент скорости показывает большие колебания при вычислении на отдельных вертикалях, особенно в каналах с высокой шероховатостью, где не ожидается, что профиль вертикальной скорости будет следовать логарифмическому распределению. Напротив, усредненные значения α по поперечному сечению более стабильны и хорошо согласуются с теоретическими значениями. Полученные результаты показывают, что широко используемое стандартное значение α (0,85) – правильный выбор для широкого диапазона значений шероховатости. Однако его использование может привести к занижению расхода в очень гладких каналах и завышению расхода в неровных каналах. В этих случаях предпочтительна калибровка α для конкретного объекта на основе одновременных контактных и бесконтактных измерений.

В целом, оценки расхода на основе SVR имеют точность в пределах 10% для потоков со средней шероховатостью, тогда как более крупные ошибки наблюдаются при очень низкой относительной шероховатости ($<0,05$). Более того, точность не сильно зависит от расстояния между точками SVR в поперечном сечении, что означает, что SVR можно использовать для измерения условий нестационарного потока. В этой связи бесконтактные устройства можно использовать для расширения диапазона достоверности расчетных расходных кривых, предоставляя столь необходимую прямую информацию о скорости воды при высоких расходах, особенно при паводках.

Список литературы

1. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам, вып.2, часть 2. – Л.:Гидрометеиздат, 1975.
2. Наставление гидрометеорологическим станциям и постам, вып.6, часть 1. – Л.: Гидрометеиздат, 1978.
3. DecaturElectronics.SVR (SurfaceVelocityRadar) –Руководство пользователя (Rev. 08.02.2011). – Коккола: Decatur Electronics EuropeInc. 2011.

Храпатая А.Ю

ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛЬНЫХ ВЕТРОВ В ХОЛОДНЫЙ ПЕРИОД ГОДА НА АРКТИЧЕСКОМ ПОБЕРЕЖЬЕ АЗИИ

Научный руководитель - к.г.н., доцент Л.Н. Василевская

Наиболее часто повторяющимся опасным явлением погоды на территории арктического побережья России, особенно в холодное полугодие, являются сильные ветры [1, 2, 3]. На усиление ветра оказывает влияние конфигурация береговой черты, неоднородность рельефа, активность атмосферной циркуляции, большой вклад вносят также мезомасштабные движения в нижнем слое атмосферы.

Несмотря на многие интересные с точки зрения практического приложения особенности сильных и ураганных ветров, их режим и возможность краткосрочного прогнозирования, изучены относительно слабо и носят фрагментарный характер.

Целью данной работы является исследование особенностей пространственно-временного распределения показателей сильного ветра (не менее 15 м/с) на арктическом побережье Азии за холодное время года.

Исходной базой для решения поставленной цели привлекались данные о направлении, скорости, порывах ветра срочного разрешения (восьмисрочные данные) на 15 станциях на арктическом побережье за октябрь– март 1966-2017 гг. Эти данные представлены на сайте ВНИГМИ МЦД [/http://meteo.ru/](http://meteo.ru/)

Изучение режима сильного ветра производилось над северным побережьем арктической части России. Все метеорологические станции находятся непосредственно на побережье или на небольшом удалении от него (рис.1). Практически все станции находятся в низменных участках, поскольку высота метеоплощадок в среднем составляет 15–25 м. Лишь одна станция Депутатский является высокогорной, поскольку она находится на 281 м. над уровнем моря.

В работе рассмотрены изменения ветрового режима на арктическом побережье России. Именно присутствие океана и морского льда в центре Арктики в сильной степени влияет на формирование арктического климата, определяет важную роль Арктики в изменениях глобального климата, а также ее влияние на климат прилегающих территорий.



Рисунок 1 – Географическое положение метеорологических станций

На основе полученной выборки составлялась таблица случаев сильного ветра, которая включала: направление сильного ветра, максимальную скорость (порыв) и продолжительность случая этого опасного явления. Затем производилась статистическая оценка скорости ветра, числа случаев и продолжительности сильного ветра, внутри сезонное распределение направления и скорости ветра и оценка многолетней динамики характеристик сильного ветра.

Таким образом, было выявлено 4 700 случаев усиления ветра до критерия опасного явления. Анализ этих случаев позволил получить следующие выводы:

1. Чаше всего ветры усиливаются на восточном побережье Карского моря и на побережье моря Лаптевых (в среднем около 18 случаев за холодный сезон); на побережье Чукотского моря – от 6 до 12 случаев; в континентальной части территории повторяемость сильных ветров совсем невелика – от 0,4 до 4 случаев.

2. Сильные ветры в основном имеют западное и северное направления, наряду с которыми, на побережье моря Лаптевых и Восточно-Сибирском наблюдаются северо-западное и юго-западное

направления. Сильные ветры Чукотского побережья чаще всего имеют восточное, реже – южное и северное направления.

3. Наибольшее число случаев сильного ветра (42 случая за холодный период) отмечалось на станции Диксон в 1976 году, на станции Тикси в 1989 году, на станции Уэлен в 1980 и 2017 – 30 случаев.

4. Линейные тренды указывают на статистически устойчивое незначительное уменьшение числа случаев с сильным ветром за период с 1966 по 2017 гг. на всех исследуемых станциях. Лишь на побережье Берингова пролива (ст. Уэлен) происходит устойчивое увеличение числа случаев с сильным ветром.

5. Снижение скорости сильного ветра происходит на всей территории. Некоторое увеличение максимальной и средней скорости выявлено на побережье моря Лаптевых и в континентальной части исследуемой территории.

6. Наибольшая повторяемость сильного ветра приходится на диапазон скоростей от 20 до 34 м/с, а порывов – от 28 до 42 м/с. Экстремальные скорости за исследуемый период регистрировались на станции Амбарчик в декабре (34 м/с), на станции Тикси в декабре и феврале (29 м/с) и на станции Уэлен в январе (29 м/с). В основном, максимальные значения скоростей сильного ветра приходятся на декабрь и март.

7. Экстремальные по продолжительности случаи сильного ветра составляют от 20 до 80 часов, в редких случаях они превышали 100 часов. Самым продолжительным был сильный ветер на станции Диксон в январе 2001 года, он длился около 7 суток (168 часов). Экстремумы по непрерывной продолжительности опасного явления фиксировались в основном в 60-80-годы прошлого столетия.

Список литературы

1. Баранов А.А., Голод М.П., Мещерская А.В., 2007. Изменение градуированных скоростей на территории России во второй половине XX века, Труды ГГО, вып. 556, с. 116-139.
2. Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Москва – 2014. Раздел 1, стр. 139-152, 181-210, 225-226.
3. Мещерская А.В., Гетман И.Ф., Баранова А.А., Майстрова В.В., 2006. Изменение скорости ветра на севере России во второй половине XX века по приземным и аэрологическим данным, Метеорология и гидрология № 9, с. 46-58.

Раздел X

ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

Артемова М.И.

ОЦЕНКА КАНЦЕРОГЕННЫХ И НЕКАНЦЕРОГЕННЫХ РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ КЛ. ВЕТВИСТЫЙ, с. ВЫСОКОГОРСК ПРИМОРСКОГО КРАЯ)

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - к.х.н., старший преподаватель К.Р. Фролов

Село Высокогорск находится в Кавалеровском районе Приморского края в 30 км к северо-востоку от районного административного центра – пгт. Кавалерово. Основанный как крупный рабочий поселок при руднике, сейчас он малонаселён. Добыча полезных ископаемых на руднике привела к негативному воздействию на все компоненты окружающей среды: атмосферу, почву и гидросферу. С 1954 по 1976 год в хвостохранилище на территории поселка было размещено около 0,9 млн тонн отходов обогащения сульфидсодержащих руд [1]. После банкротства предприятия в начале 90-х гг., обслуживание хвостохранилища прекратилось, и оно стало так называемым "объектом накопленного вреда окружающей среде".

Вдоль разрушенного борта хвостохранилища (ХВ) протекает кл. Ветвистый, в результате чего природная вода постоянно контактирует с хвостами обогащения, а шламовые и дренажные воды объекта непрерывно попадают в ключ. При этом кл. Ветвистый впадает в р. Высокогорскую – поселковый водозабор питьевой воды [1]. В предыдущей работе [2] на основании усреднённых сезонных концентраций загрязняющих веществ для кл. Ветвистый было оценено значение канцерогенных рисков. Цель настоящей работы – рассчитать и охарактеризовать сезонные канцерогенные и неканцерогенные риски для здоровья населения с. Высокогорск в результате потребления вод кл. Ветвистый.

Пробоотбор вод из кл. Ветвистый производился в мае, августе и октябре 2019 года. Пробы исследовали в Лаборатории аналитической химии ДВГИ ДВО РАН методами ИСП-МС и ИСП-АЭС.

Оценка неканцерогенных и канцерогенных рисков произведена в соответствии с "Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду" Р 2.1.10.1920-04 [3].

Первоначальным этапом расчёта является определение среднесуточной дозы поступления i -го вещества в организм ($LADD_i$, мг/(кг·день)) по формуле 1.

$$LADD_i = \frac{(C_i \cdot CR \cdot ED \cdot EF)}{(BW \cdot AT \cdot 365)}, \quad (1)$$

где AT – период усреднения экспозиции (70 лет), ED – продолжительность воздействия (70 лет), BW – масса тела человека (70 кг), CR – скорость поступления питьевой воды (2 л/день), EF – частота воздействия (365 дней/год).

После проводится расчет канцерогенного риска по конкретному i -му загрязнителю-канцерогену ($Risk_i$) по формуле 2.

$$Risk_i = LADD_i \cdot SF, \quad (2)$$

где SF – фактор наклона, ((мг/(кг·день))⁻¹).

Последним этапом является определение суммарного канцерогенного риска (Risk) суммированием всех загрязнителей-канцерогенов Risk_i.

При расчете неканцерогенных рисков первым этапом расчета является определение среднесуточной дозы поступления *i*-го вещества в организм (ADD_{*i*}, мг/кг) по формуле, аналогичной (1). Далее по формуле 3 рассчитываем коэффициент опасности развития неканцерогенных эффектов для отдельных веществ (HQ_{*i*}).

$$HQ_i = \frac{ADD_i}{RfD}, \quad (3)$$

где RfD – референтная (безопасная) доза, мг/кг.

Заключительный этап – определение индекса опасности для условий одновременного поступления нескольких веществ одним и тем же путем (HI) суммированием значений HQ_{*i*}.

Полученные значения суммарных канцерогенов (таблица 1) относятся ко второму диапазону (более $1 \cdot 10^{-6}$, но менее $1 \cdot 10^{-4}$) и соответствуют предельно допустимому риску – верхней границе приемлемого риска. Данные уровни подлежат постоянному контролю воды при потреблении. Максимальный вклад в суммарный канцерогенный риск до и после ХВ за все три периода оказывает As, минимальный – Pb.

Таблица 1

Канцерогенный риск

Risk	Весна	Лето	Осень
До ХВ	$7,2 \cdot 10^{-5}$	$1,7 \cdot 10^{-5}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$
После ХВ	$3,2 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-5}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$

Полученные значения индекса опасности HI (неканцерогенный риск, таблица 2) не превышают значения 1,0, значит вероятность развития у человека вредных эффектов при ежедневном поступлении вещества в течение жизни несущественна. Наибольшее суммарное воздействие оказывается на печень (максимальный вклад оказывает Cu), почки (Ba и Ca) и желудочно-кишечный тракт (Cu).

Таблица 2

Индекс опасности (неканцерогенный риск)

HI	Весна		Лето		Осень	
	До ХВ	После ХВ	До ХВ	После ХВ	До ХВ	После ХВ
Печень	0,009520	0,021519	0,003603	0,058684	0,005170	0,037118
ЦНС	0,000961	0,001173	0,000311	0,033570	0,000355	0,038217
Кровь	0,001800	0,008544	0,001206	0,045381	0,000812	0,050070
С-с. система	0,003859	0,007343	0,005391	0,006616	0,004867	0,006379
Почки	0,006712	0,013116	0,007368	0,009605	0,007456	0,009926
ЖКТ	0,010182	0,022598	0,004234	0,059918	0,006036	0,038750
Масса тела	0,000076	0,000763	0,000338	0,000919	0,000180	0,000944
<i>Общий</i>	<i>0,033109</i>	<i>0,075055</i>	<i>0,022450</i>	<i>0,214693</i>	<i>0,024875</i>	<i>0,181403</i>

Список литературы

1. Зверева, В. П. Экологические последствия гипергенных процессов на оловорудных месторождениях Дальнего Востока / В. П. Зверева. – Владивосток : Дальнаука, 2008. – 165 с. – ISBN 978-5-8044-0826-9.
2. Frolov, K. R. Risk Assessment on Human Health: the Case of Primorsky Krai Abandoned Sulfide-Rich Tailings Dump / K. R. Frolov, M. I. Artemova, O. A. Ponomarev. – DOI 10.1088/1755-

1315/666/3/032017 // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2021. – Vol. 666, № 3. – P. 032017 (1–5).

3. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду : (Р 2.1.10.1920-04). – Москва : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с. – ISBN 5-7508-0552-2.

Галимова Д.А.

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ КОМПОНЕНТЫ СТЕБЛЕЙ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - к.х.н., доцент А.В. Ковехова

С точки зрения создания ресурсосберегающих технологических процессов большой интерес представляет использование отходов сельскохозяйственных растений. Одним из таких может быть подсолнечник однолетний, который выращивается практически во всем мире. В настоящее время в связи с увеличением производства растительных масел возрастает количество отходов – плодовых оболочек и стеблей, которые представляют собой перспективное возобновляемое сырьё. Стебли используются, в основном, в качестве кормовой добавки. Но благодаря химическому составу они обладают большими возможностями, например, как сырьё для получения сорбентов, клетчатки и бумаги. Наиболее полно изучен химический состав плодоносной части подсолнечника, но практически отсутствуют данные о вегетативной части и мало изучен состав стеблей.

Цель работы: исследование состава неорганических компонентов в золе и экстрактах стеблей подсолнечника.

В качестве объекта исследования использовали образцы стеблей подсолнечника (*Helianthus annuus*), отобранных в Хасанском районе Приморского края. Стебли высушивали до воздушно-сухого состояния и измельчали до размера частиц 1-5мм.

В работе приведены результаты исследования неорганических компонентов стеблей топинамбура в экстрактах, полученных при различных значениях pH, и образцах золы.

Навеску измельченных стеблей подсолнечника помещали в термостойкий стакан, добавляли дистиллированную воду, раствор соляной кислоты (0,1 моль/л) или гидроксида натрия (0,1 моль/л) в соотношении Т:Ж=1:15. Гидролиз проводили при нагревании до 90 °С с контролером температуры ЕКТ Nei-Con (Heidolph, Германия) в течение 1 ч при перемешивании. Твердый остаток отфильтровывали через фильтровальную бумагу «синяя лента», промывали дистиллированной водой до нейтральной реакции среды и высушивали.

Окислительный обжиг проводили в течение 3 часов в муфельной печи при 600 °С. Перед окислительным обжигом образцы карбонизировали в фарфоровой чашке на плите при температуре 300-400 °С. Далее определяли содержание ионов металлов в экстрактах стеблей подсолнечника атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре AA-6601F (Shimadzu, Япония) в режиме пламенного атомно-абсорбционного анализа.

Анализ полученных экстрактов показал, что основными ионами, присутствующими в исследуемых экстрактах, являются ионы калия, кальция, натрия, магния и железа. Зольность исходного образца стеблей подсолнечника составляет 9 %. Зольность сердцевинки стебля превышает зольность внешней оболочки почти в 1,2 раза. Массовая доля золы образцов стеблей, подвергавшихся воздействию воды, кислоты и щелочи изменяется от 0,5 до 5,2 %. Наименьшим выходом золы характеризуется образец

после кислотного гидролиза.

Результаты исследований показали, что природа экстрагента оказывает влияние на выход экстрактивных веществ и зольных остатков из стеблей подсолнечника после экстракции в разных средах.

Гредюха Д.Д.

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ РТУТЬЮ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД ПОЛУОСТРОВА МУРАВЬЕВА-АМУРСКОГО С ПОМОЩЬЮ МАКРОФИТОВ

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.б.н., доцент Е.Н. Чернова

Ртуть – серебристо-белый тяжелый металл, который является одним из самых токсичных для биоты элементом [1].

Водоросли являются главными продуцентами и экологическими мишенями для различных антропогенных загрязнений. Кроме того, водоросли рекомендованы как один из основных объектов биотестирования и биоиндикации загрязнения тяжелыми металлами в водной среде [2].

Исследования загрязнения тяжелыми металлами Амурского, Уссурийского заливов, пролива Босфор Восточный показали загрязнение грунтов Hg и Cd (в Амурском и Уссурийском заливах) [3], другими тяжелыми металлами (Mn, Fe, Hg и др.) и нефтепродуктами (залив Угловой, река Раздольная, Амурский залив) [4, 5, 6], органическими загрязнителями (углеводороды, пестициды) и ухудшение состояния бентоса и других донных сообществ (пролив Босфор Восточный) [3]. Металлы поступают в морскую среду в результате антропогенной деятельности с терригенным стоком, с атмосферными осадками через прибрежную зону.

Целью работы - определить содержание ртути в макрофитах прибрежных вод вокруг г. Владивостока (полуостров Муравьева-Амурского).

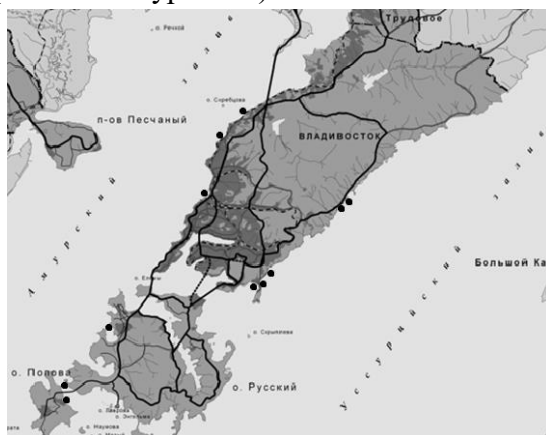


Рисунок 1 – Станции отбора проб макрофитов в прибрежной зоне полуострова Муравьева-Амурского

Водоросли *Ulva lactuca*, *Ulvaria splendens*, *Sargassum miyabei*, *Sargassum pallidum* были отобраны 30 июня и 27 июля 2020 г. вдоль побережья п-ова Муравьева-Амурского с 11 станций (рис. 1) в количестве 4 - 13 экземпляров на станцию водорослей одного вида. Водоросли тщательно очищали от взвеси, подсушивали при температуре не выше 30°C, измельчали. Концентрацию ртути в каждой пробе водорослей определяли на ртутном анализаторе «ПИРО-915». Данные определения представлены в таблице, в нг/г воздушно-сухой массы.

Диапазон содержания ртути в водорослях-биоиндикаторах из прибрежных вод полуострова Муравьева-Амурского (нг/г сух. массы)

Залив	Вид	min-max, нг/г
Уссурийский залив	Зеленые (без свалки)	14,8-28,0
	Зеленые (свалка)	41,4
	Бурые	24,6-39,8
Амурский залив	Зеленые	5,8-29,8
	Бурые	15,1-37,0
ПДК промысловых водорослей [7], нг/г	-	500

Летом 2020 г. концентрация ртути в макрофитах вокруг полуострова Муравьева-Амурского варьировалась в зеленых водорослях (*Ulva lactuca*, *Ulvaria splendens*) с 5,8 до 41,4 нг/г воздушно-сухой массы (таблица). В бурых водорослях (*Sargassum miyabei*, *Sargassum pallidum*) – от 23,3, до 39,8 нг/г. Самая высокая концентрация ртути наблюдалась в ульве, отобранной из района бывшего полигона ТБО «Горностай» - источника металлов периодического действия [2, 8]. Максимальные концентрации ртути в водорослях Уссурийского (без учета свалки) и Амурского заливов сопоставимы, однако наиболее низкие значения зафиксированы в Амурском заливе (5,8 нг/г в зеленых водорослях).

В бурых водорослях накапливались более высокие концентрации по сравнению с зелеными. В первую очередь, это связано со строением водорослей и их продолжительностью жизни. Однолетние саргассумы накапливали ртуть, также, как и другие металлы, в полисахаридах клеточных стенок, интегрируя загрязнение ртути в течение года. Зеленые водоросли, как короткоживущие, накапливали металлы в течение ближайших месяцев (1-2 месяца) [9].

В большинстве государственных законодательств санитарными нормами определяются допустимые концентрации Cd, Pb, Hg и As [7]. Российское законодательство предполагает, что в водорослях, используемых в пищу и как сырье концентрация ртути не должна превышать 100 нг/г сырой массы [7], что примерно равно 500 нг/г сухой массы. Как видно, водоросли вокруг Владивостока летом 2020 г не были загрязнены ртутью.

Список литературы

1. Шулькин, В.М. О содержании ртути в природных водах Приморья / В.М. Шулькин, Д.И. Иевлев // Вестник ДВО РАН. – 2013. – № 2. – С. 99-105.
2. Христофорова Н.К. Уссурийский залив: загрязнение прибрежных вод тяжелыми металлами и его оценка с использованием бурых водорослей / Н.К. Христофорова, А.Д. Кобзарь, Р.А. Григоров // Морские особо охраняемые природные территории мира. – 2020. – № 3. – С. 116-125.
3. Мощенко, А.В. Современное загрязнение донных отложений и экологическое состояние макрозообентоса в прибрежной зоне Владивостока (залив Петра Великого Японского моря) / А.В. Мощенко и др. // Известия ТИНРО. – 2019. – Т. 196. – С. 155-181.
4. Ващенко, М.А. Оценка уровня загрязнения донных осадков Амурского залива (Японское море) и их потенциальной токсичности / М.А. Ващенко и др. // Биология моря. – 2010. – Т. 36, № 5. – С. 354-361.
5. Петухов, В.И. Тяжелые металлы и нефтепродукты в водах залива Угловой (Амурский залив, Японское море) в теплый и холодный периоды года / В.И. Петухов, Е.А. Петрова, О.В. Лосев // Вестник ДВО РАН. – 2019. – № 1. – С. 85-93.

6. Поляков, Д.М. Накопление тяжелых металлов осадками Амурского залива (Японское море) под влиянием биохимических факторов / Д.М. Поляков, А.А. Марьяш, А.В. Можеровский // Водные ресурсы. – 2019. – Т. 46, № 2. – С. 172-177.

7. СанПиН. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю). Решение Комиссии таможенного союза от 28 мая 2010 г. № 299 [Электронный источник] – URL: http://www.eurasiancommission.org/ru/act/texnreg/depsanmer/sanmeri/Pages/P2_299.aspx

8. Чернова, Е.Н. Мониторинг загрязнения металлами западной части Уссурийского залива после рекультивации свалки с помощью водорослей / Е.Н. Чернова, С.И. Коженкова, А.А. Грищенко // Всероссийская научная конференция с международным участием, посвященная 20-летию Международной кафедры ЮНЕСКО «Морская экология» ДВФУ «Прибрежно-морская зона Дальнего Востока России: от освоения к устойчивому развитию», 8-10 ноября 2018 г. сборник научных трудов. - Владивосток: Дальневосточный Федеральный ун-т, 2018. – С. 126-128.

9. Бурдин, К.С. Тяжелые металлы в водных растениях (аккумуляция и токсичность) / К.С. Бурдин, Е.Ю. Золотухина // М.: Диалог МГУ, 1998. – 202 с.

Гурин М.С.¹, Машкина В.А.³, Стрелюк В.В.³, Султанова А.Р.³, Цой О.Р.³, Шайдуллин С.М.⁴

СОЗДАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ СЕЛЕКТИВНОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ КРИПТОНА И КСЕНОНА В ПРОЦЕССАХ ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАВШЕГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА

¹Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

²Академический департамент ядерных технологий ШЕН ДВФУ

³Кафедра менеджмента ШЭМ ДВФУ

⁴ Озёрский технологический институт – филиал НИЯУ МИФИ

Научный руководитель – д.х.н., профессор член-корреспондент РАН И.Г. Тананаев²

С момента первых фундаментальных открытий в области ядерной физики и, соответственно, зарождении отрасли ядерной энергетики, и до настоящего времени идут споры о вреде и пользе использования ядерной энергии. Развитые и развивающиеся страны публично призывали до недавнего времени отказываться от использования ядерной энергии, однако с 2002 года, после принятия Швецией решения о строительстве пятой атомной электростанции, многие страны начали снимать запреты на строительство и вводить старые атомные электростанции в эксплуатацию [1].

Основной объём выбросов углекислого газа CO₂ образуется на предприятиях по производству электроэнергии в результате сгорания топлива, либо угля. Глобальное потепление в настоящее время является глобальной проблемой человечества. Одним из наиболее весомых факторов при традиционном производстве энергии являются выбросы парниковых газов, которые в свою очередь способствуют нагреванию нижних слоев атмосферы. Таким образом переход к получению энергии с помощью альтернативных методов, в том числе ядерной энергии, будет способствовать решению данной глобальной проблемы [2].

При переработке облученного ядерного уран-оксидного, смешенного топлива и других облученных материалов выделяется ряд газообразных радиоактивных форм элементов. Среди них наиболее опасными являются различные летучие формы йода и благородные радиоактивные газы (БРГ), которые разрушительны для окружающей среды [3]. Если в настоящее время имеется ряд надежных методов захвата летучих форм йода, то технологии концентрирования БРГ исследованы и

развиты мало. На данный момент чрезвычайно актуальным является разработка технологии селективного извлечения, концентрирование Хе и Кг из отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) с последующим разделением. Это обосновывается тем, что упомянутых элементы являются ценным продуктом во многих областях деятельности, а получение их традиционным, криогенным методом очень энергозатратное [4,5].

Для решения упомянутого выше вопроса нами были предприняты шаги по разработке технологии селективного выделения ксенона и криптона из газовой фазы продуктов деления: йода, нерадиоактивных газов, высококипящих примесей с последующей очисткой и выделением газовых форм элементов с применением микропористых карбида кремния, модифицированных углеродных адсорбентов и мелкопористых аминированных силикагелей, разработанных профессором, д.х.н. А. А. Фомкиным (ИФХЭ РАН) [6]. Для приготовления адсорбентов автором использовалось углеродсодержащее сырье растительного происхождения высокой плотности. Синтез осуществлялся в две стадии: карбонизации и активации. Исходные, карбонизованные до температуры активирования (850-950 °С) органические материалы состоят из упорядоченной части – кристаллитов углерода и аморфной части, представленной высокоуглеродными радикалами. Для приготовления нанопористых адсорбентов на основе Al_2O_3 порошок оксида алюминия заливался одной из пропиток и выдерживался в течение суток. Данные адсорбционные материалы были синтезированы, апробированы и применены в процессах функциональной медицины и обеспечения безопасности и качества жизни человека в ходе длительных автономных космических полётом.

В рамках проекта было сделано предположение, что данные адсорбционные материалы могут быть применены для выделения целевых газовых продуктов при переработке летучих форм высокоактивных отходов (ВАО) при переработке ОЯТ на комплексе РТ-1 ПО «Маяк». Супергетерогенность позволяет обеспечить высокую энергию адсорбции Хе и селективность. Адсорбенты были испытаны на лабораторной установке, состоящей из двух баллонов (азот и исследуемая газовая смесь), адсорбционной колонны и хроматографа.

По результатам испытаний было установлено, что углеродные нанопористые адсорбенты полностью задерживают ксенон и криптон, при этом криптон при нормальных условиях десорбируется за 25-30 часов, в дальнейшем при повышении температуры десорбируется ксенон. Таким образом при использовании данной технологии возможно концентрировать и разделять Кг и Хе при комнатной температуре и атмосферном давлении.

При этом в процессе выделения Хе и Кг из газовой смеси адсорбенты будут использоваться в двух режимах: режиме селективной очистки и режиме улавливания целевых компонентов. В качестве адсорбентов предлагается использовать ряд новых микропористых супергетерогенных адсорбентов, получаемых на основе соединений карбида кремния, модифицированных углеродных адсорбентов и мелкопористых аминированных силикагелей. Создание современной технологии селективного количественного извлечения БРГ в процессах переработки ОЯТ различного типа носит инновационный характер и не имеющий аналогов в РФ и в мире.

Список литературы

1. Adamantiades, A. Nuclear power for sustainable development: Current status and future prospects / A. Adamantiades, I. Kessides // Energy Policy. – 2009. – Vol. 37. – P. 5149-5166.
2. Karakosta, C. Renewable energy and nuclear power towards sustainable development: Characteristics and prospects / C. Karakosta, C. Pappas, V. Marinakis, J. Psarras // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2013. – Vol. 22. – P. 187-197.

3. Yan, Z. Methyl functionalized Zr-Fum MOF with enhanced Xenon adsorption and separation / Z. Yan, Y. Gong, B. Chen [et al.] // Separation and Purification Technology. – 2020. – Vol. 239. – P. 1-7.
4. Nandanwar, S. U. Adsorption of radioactive iodine and krypton from off-gas stream using continuous flow adsorption column / S. U. Nandanwar, K. Coldsnow, A. Porter [et al.] // Chemical Engineering Journal. – 2017. – Vol. 320. – P. 222-231.
5. Nandanwar, S. U. Capture of harmful radioactive contaminants from off-gas stream using porous solid sorbents for clean environment – A review / S. U. Nandanwar, K. Coldsnow, V. Utgikar [et al.] // Chemical Engineering Journal. – 2016. – Vol. 306. – P. 369-381.
6. Адсорбция ксенона на микропористых адсорбентах в области повышенных давлений / С. В. Потапов, А. А. Фомкин, В. А. Сеницын, А. В. Школин // Физикохимия поверхности и защита материалов. – 2010. – Т. 46, Вып. 6. – С. 574-577.

Кастро Д.

ИЗУЧЕНИЕ КИНЕТИКИ БИОСОРБЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ РИСОВОЙ ШЕЛУХОЙ

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.пед.н., доцент О.Д. Арефьева

Кинетика адсорбции является мерой поглощения адсорбции во времени при постоянном давлении или концентрации и используется для измерения диффузии адсорбата в порах. В общем случае кинетика адсорбции используется для анализа количества адсорбата, адсорбированного на биосорбенте со временем в ходе адсорбционных экспериментов при постоянной температуре, и она может дать знания о скорости адсорбции и стадии ограничения скорости [1]. Процесс адсорбции состоит из трех стадий. Сначала происходит внешний массоперенос адсорбата из основного раствора на внешнюю поверхность адсорбента, затем внутренняя диффузия адсорбата к местам сорбции и, наконец, сама сорбция. Некоторые модели основаны на том факте, что сорбция является ступенью ограничения скорости в процессе адсорбции, другие предполагают, что диффузия является ступенью ограничения скорости. Таким образом, использование различных моделей позволяет прояснить механизм адсорбции [2].

Цель данной работы – дать характеристику биосорбентов из рисовой шелухи методом ИК–спектроскопии; изучить кинетику адсорбции Zn(II), Cu(II) и Cr(VI) биосорбентами из рисовой шелухи.

Объектом исследования была шелуха риса (РШ) (*Oryza sativa*) сорта «Долинный» дальневосточной селекции, созданного в Приморском научно-исследовательском институте сельского хозяйства ПримНИИСХ. Для получения образцов биосорбентов РШ была модифицирована различными способами: щелочной обработкой (0,1 моль/л растворами NaOH), кислотной обработкой (0,1 моль/л растворами HCl) и дистиллированной водой.

Для определения функциональных групп в исследуемых образцах были записаны ИК–спектры поглощения с преобразованием Фурье в области 400–4000 см⁻¹. Кинетические исследования сорбции Cu(II), Zn(II) и Cr(VI) были проведены с дистиллированной водой искусственно загрязненной катионами металлов с концентрацией 5, 2 и 0,7 мг/л в течение 5 мин, 10 мин, 15 мин, 30 мин и 60 мин. Содержание металлов определяли спектрофотометрическим методом на портативном спектрофотометре DR2700-01B1 (Hach, Германия) по методикам (Method 8506 Cu(II), Method 8009 Zn(II), Method 8023 Cr(VI)) заложенным в память прибора [3, 4].

Результаты исследования показали что ИК–спектры биосорбентов сходны между собой, в них наблюдаются по-лосы поглощения валентных ($\sim 3430 \text{ см}^{-1}$) и деформационных ($\sim 1650 \text{ см}^{-1}$) колебаний гидроксильных групп; валентных колебаний метиленовых групп (2922 см^{-1}); колебаний С–Н-, С–О– и О–Н–связей, гликозидной связи и глюкопи-ранозного кольца целлюлозы в области $1500\text{--}900 \text{ см}^{-1}$.

Полученные кинетические кривые были проанализирована при помощи моделей диффузионной (Морриса–Вебера, псевдо–первого порядка) и химической кинетики (псевдо–второго порядка, Еловича). Анализ полученных результатов позволяет заключить, что скорость адсорбции Cu(II), Zn(II) и Cr(VI) лимитируется как диффузионными процессами, так и стадией взаимодействия катионов металлов с поверхностными группами биосорбентов.

Список литературы

1. Saha, D. Adsorption properties of activated carbon fibers / D. Saha, H. Grappe. – DOI 10.1016/B978-0-08-100660-3.00005-5 // Activated Carbon Fiber and Textiles. – 2017. – Vol. 1. – P.143–164.
2. Largitte, D. A review of the kinetics adsorption models and their application to the adsorption of lead by an activated carbon / D. Largitte, A. Pasquier. – DOI 10.1016/j.cherd.2016.02.006 // Chemical Engineering Research and Design. – 2016. – Vol. 109. – P. 495–504.
3. Tsibranska, I. Comparison of different kinetic models for adsorption of heavy metals onto activated carbon from apricot stones / I. Tsibranska, E. Hristova // Bulgarian Chemical Communications. – 2011. – Vol. 43, N 3. – P. 370–377.
4. Hach Company. Colimeter Procedures Manual / Hach Company – 10 ed. – U.S.A : Hach Company, 2013 – URL: <https://www.hach.com › asset-get.download.jsa>

Донец М.М.^{1,2}, Гумовский А.Н.², Гумовская Ю.П.³, Кульшова В.И.⁴, Элхури Ж.А.³

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УРОВНЕЙ СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В РЫБАХ СЕМЕЙСТВА CYPRINIDAE

¹Кафедра экологии ШЕН ДВФУ

²Лаборатория экобиотехнологии ШБМ ДВФУ

³Департамент фундаментальной медицины ШБМ ДВФУ

⁴Департамент пищевых наук и технологий ШБМ ДВФУ

^{1,2,4}Научный руководитель – к.б.н., доцент В.Ю. Цыганков

Для лучшего понимания степени загрязнения экосистем целесообразно использовать представителей одного семейства или рода, использующих разные жизненные стратегии, например анадромную миграцию и оседлый образ жизни. Примерами таких видов рыб являются карась серебряный (*Carassius gibelio*), мигрирующий исключительно в пределах своего ареала, и дальневосточная красноперка (*Tribolodon brandtii*), нагуливающаяся в морских водах и нерестящаяся в пресных [1]. Оба этих вида широко распространены в дельте р. Амур – одной из крупнейших рек восточной Азии. Согласно последним данным, водоем испытывает серьезное антропогенное воздействие со стороны Китая и России, что может негативно отражаться на экосистеме [2]. Одними из наиболее опасных для экосистем ксенобиотиков являются стойкие органические загрязняющие вещества (СОЗ), поступление которых в р. Амур возможно со стороны Китая, где до сих пор разрешено применение хлорорганических пестицидов (ХОП); за счет транспорта СОЗ водными и воздушными

массами; а также биотранспорта (переноса поллютантов в телах анадромных видов рыб) [3]. Кроме того, в воды реки могут поступать полихлорированные бифенилы (ПХБ), источниками которых являются свалки твердых бытовых отходов, продукты сгорания топлива, утечки из старых трансформаторов и биотранспорт [4]. За счет своих свойств СОЗ более склонны к аккумуляции в тканях живых организмов или на органических частицах, чем в абиотических компонентах, а также способны к биоаккумуляции и биомагнификации [3]. При этом полномасштабного мониторинга СОЗ в биоте р. Амур не проводится, что создает опасность для экосистемы реки и здоровья человека.

Таким образом, цель работы – определение уровней накопления СОЗ в тканях двух видов рыб семейства Cyprinidae караса серебряном (*Carassius gibelio*) и дальневосточной красноперке (*Tribolodon brandtii*) и сравнение степени загрязнения нижнего течения реки Амур с ее устьем.

Образцы отбирались в июле 2019 и январе 2020 гг., на базе Троицкого рыбоперерабатывающего комплекса. Возраст особей составил 4+ (караси) и 7+ (красноперка) лет, соответственно. После вылова рыбы препарировались, на анализ отбирали мышечную ткань. Основное определение массового содержания хлорорганических соединений в биоматериале проводили на газовом хроматомакс-спектрометре Shimadzu GC MS-QP 2010 Ultra [5]. Статистический анализ результатов осуществляли с помощью программного обеспечения IBM SPSS Statistics для Windows 10. Достоверность данных оценивали с помощью двустороннего критерия Краскала-Уоллиса с уровнем значимости $p \leq 0,05$. Суммарные концентрации ХОП и ПХБ представлены на рисунке 1.

Суммарные концентрации ХОП и ПХБ в тканях дальневосточной красноперки варьировали от 29 до 162 и от 38 до 131 нг/г липидов. Уровни Σ ДДТ и Σ ГХЦГ обнаружены в диапазонах 23–79 и 13–83 нг/г липидов. Концентрации дильдрин и эндрин были ниже пределов обнаружения во всех исследованных образцах. В целом распределение поллютантов было достаточно однородным.

В тканях караса серебряного суммарные уровни ХОП варьировали от 38 до 682, ПХБ – от 5 до 329 нг/г липидов, что в несколько раз превышает аналогичные показатели красноперки. Концентрации Σ ДДТ и Σ ГХЦГ составляли диапазоны от 2 до 495 и от 36 до 636 нг/г липидов. Дильдрин обнаружен в одном образце – 57 нг/г липидов, эндрин был ниже пределов обнаружения во всех исследованных образцах.

Концентрации всех ДДТ и ГХЦГ достоверно ($p \leq 0,05$) выше в тканях караса, по сравнению с красноперкой. *Tribolodon brandtii* – это анадромный вид карповых рыб. После вылупления из икры, она скатывается в морские воды, где и обитает все время. Во время нереста рыба заходит в водоем вылупления и откладывает там икру [1]. Образцы красноперки были отобраны нами у с. Троицкое в нижнем течении Амура, вероятно, во время возвращения после нереста, что могло значительно снизить уровни СОЗ в их тканях. Эти соединения более склонны к накоплению в половых продуктах и аккумулируются в них во время формирования.

Караси были отобраны зимой 2020 г. также после прошедшего нереста. Однако уровни токсикантов в их тканях были значительно выше, чем в красноперке. На накопление поллютантов могло оказать влияние открытие шлюзов Китая во время наводнения в августе 2019 г. Известно, что здесь до сих пор разрешено использование ДДТ и ГХЦГ (для борьбы с насекомыми-переносчиками заболеваний и как лечебное средство от вшей и чесотки) [6].

Таким образом, р. Амур испытывает гораздо большее воздействие от СОЗ, по сравнению с ее устьевой зоной. Необходимо найти и ликвидировать действующие и потенциальные источники этих опасных поллютантов и организовать постоянный экологический мониторинг за состоянием биоты этого водоема.

Финансирование. Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (соглашение № 18-14-00120)

Список литературы:

1. Промысловые рыбы СССР. Описания рыб (текст к атласу цветных рисунков рыб) / под ред. Е. П. Атакова. – Москва: Пищепромиздат, 1949. – 793 с.
2. Качество поверхностных вод Российской Федерации: Ежегодник. – Ростов-на-Дону: Росгидромет, 2020. – 578 с.
3. Tsygankov, V.Yu. Organochlorine pesticides in marine ecosystems of the Far Eastern Seas of Russia (2000–2017) / V.Yu. Tsygankov // Water Research. – 2019. – V. 161. – P. 43–53.
4. Донец, М.М. Хлороорганические соединения в камбалах рода Hippoglossoides Gottsche, 1835 из дальневосточных морей России / М.М. Донец, В.Ю. Цыганков, М.Д. Боярова [и др.] // Морской биологический журнал. – 2020. – V. 5. – № 1. – P. 29–42.
5. Tsygankov, V.Yu. Organochlorine pesticide accumulation in seabirds and marine mammals from the Northwest Pacific / V.Yu. Tsygankov, O.N. Lukyanova, M.D. Boyarova // Marine Pollution Bulletin. – 2018. – V. 128. – P. 208–213.
6. Tripathi, V. Restoring HCHs polluted land as one of the priority activities during the UN-International Decade on Ecosystem Restoration (2021–2030): A call for global action / V. Tripathi, S.A. Edrisi, R. Chaurasia [et al.] // Science of The Total Environment. – 2019. – V. 689. – P. 1304–1315.

Евстропов Н.Е.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИОНОВ Pb^{2+} , Cd^{2+} , Sr^{2+} ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ, ФОСФОРСОДЕРЖАЩИМ ПРОДУКТОМ ИЗ МУЧКИ РИСА

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - к.х.н., доцент А.В. Ковехова

Материалы растительного происхождения, накапливающиеся в значительном количестве в виде отходов различных производств, представляют практический интерес в качестве сырья для получения веществ разного назначения. К такого рода материалам можно отнести рисовую муку – продукт шлифовки риса. Из рисовой муки можно получать вещество, называемое фитином. В свою очередь фитин — это кальциево-магниевая соль фитиновой или мио-инозитгексафосфорной кислоты, которая представляет собой сложный эфир циклического шестиатомного полиспирта мио-инозитола (или мио-инозита) и шести остатков ортофосфорной кислоты с общей формулой $C_6H_6[OPO(OH)_2]_6$ [1]. Данное вещество может применяться как антиоксидант, консервант, ингибитор коррозии металлов, адсорбент тяжелых металлов, а также в некоторых лекарственных средствах [2, 3].

Цель работы – получить фитин из рисовой муки сорта риса Дальневосточной селекции по методике кислотного гидролиза рисовой муки с ультрафильтрацией. Полученный материал использовать для изучения процесса извлечения ионов Pb^{2+} , Cd^{2+} , Sr^{2+} из растворов их солей.

В рамках работы была составлена технологическая схема процесса получения фитина из муки риса (рисунок 1). Процесс состоит из таких этапов как: кислотный гидролиз муки риса, ультрафильтрация кислого гидролизата (для удаления высокомолекулярных соединений), осаждение фитина щёлочью.

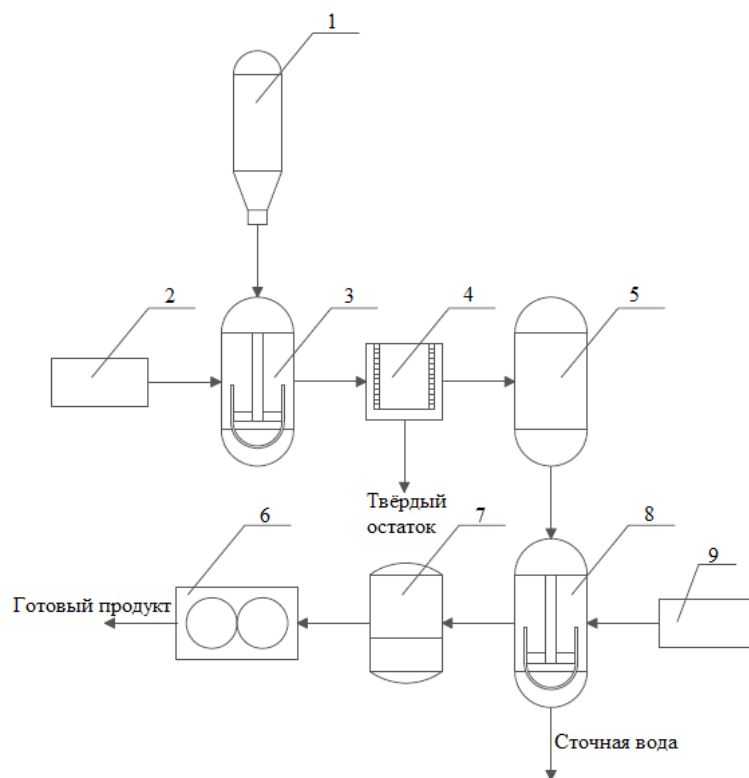


Рисунок 1 – технологическая схема процесса получения фитина из муки риса
1 – аэрируемый бункер, 2 – бак с соляной кислотой, 3,8 – реактор с мешалкой, 4 – центрифуга,
5 – установка ультраfiltrации, 6 – двухвальцовая сушилка, 7 – нутч-фильтр,
9 – бак с гидроксидом натрия

Полученный материал использовался для изучения процесса извлечения ионов Pb^{2+} , Cd^{2+} , Sr^{2+} из их водных растворов. Была получена зависимость степени извлечения ионов металлов от массового соотношения материала к раствору, времени извлечения и концентрации катионов металлов.

Список литературы

1. Reddy, N. R. Phytates in legumes and cereals / N. R. Reddy, S. K. Sathe, D. K. Salunkhe // Advances in food research. – 1982. – Vol. 28. – P. 1-92.
2. Iemma, F. Removal of metal ions from aqueous solution by chelating polymeric microspheres bearing phytic acid derivatives / F. Iemma, G. Cirillo, U. Gianfranco Spizzirri, F. Puoci, O. Ilaria Parisi, N. Picci // European Polymer Journal. – 2008. – Vol. 44. – P.1183-1190.
3. Fu Tang Phytic acid doped nanoparticles for green anticorrosion coatings / Fu Tang, Xiaoyu Wang, Xinjun Xu, Lidong Li // Physicochem. Eng. Aspects. – 2010. – P. 101-105.

Жукова В.В.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ МЕТИЛОВОГО ОРАНЖЕВОГО В ПРИСУТСТВИИ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ТИТАНЕ

¹ Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

² Кафедра физической и аналитической химии ШЕН ДВФУ

² Научный руководитель - д.х.н., профессор М.С. Васильева

Водные ресурсы играют важнейшую роль в обеспечении устойчивого социально-экономического развития России. Состояние здоровья населения, становление экономики страны в значительной степени зависят от наличия и качества водных ресурсов. Наиболее существенную роль в загрязнении поверхностных вод играют органические вещества, содержание которых характеризуется концентрациями, зачастую превышающими предельно допустимые нормы. В связи с этим большой практический интерес представляет разработка эффективных, низкзатратных и надежных методов их разрушения [1].

Наиболее перспективными технологиями разрушения широкого спектра токсичных химических веществ являются технологии безреагентной очистки воды на основе передовых процессов окисления, в частности гетерогенный фотокатализ, основанный на использовании ультрафиолетового или видимого облучения является наиболее эффективным методом удаления органических красителей [2]. Одним из наиболее перспективных фотокатализаторов являются оксиды переходных металлов, например, Fe_xO_y [3].

Одним из методов формирования покрытий с оксидами переходных металлов является плазменно-электролитическое окисление – электрохимическое анодное или анодно-катодное окисление поверхности металла или сплава в условиях действия электрических искровых и дуговых разрядов.

Целью данной работы являлось получение методом ПЭО Fe-содержащих оксидных слоев на титане и исследование их фотокаталитической активности в реакции деградации красителя метилового оранжевого.

Оксидные пленки на титане формировали методом ПЭО при плотности тока $0,2 \text{ А/см}^2$ в течение 20 и 30 минут в водных электролитах, содержащих $0,1 \text{ М Na}_2\text{В}_4\text{O}_7$ с добавлением $0,04 \text{ М FeSO}_4(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ и $0,04 \text{ М C}_{10}\text{H}_4\text{N}_2\text{Na}_2\text{O}_8$. Фотокаталитическую активность исследовали на примере разложения красителя метилового оранжевого в водном растворе (10 мг/л) в условиях солнечного света и УФ-облучения и в присутствии пероксида водорода.

Фотокаталитические исследования показали, что во всех случаях при облучении сформированных образцов УФ-светом степень деградации метилового оранжевого выше, чем при солнечном свете. Было установлено, что во всех случаях после проведения эксперимента наблюдается положительная эффективность деколоризации растворов метилового оранжевого. Определены максимальные значения степени деградации метилового оранжевого с применением полученных образцов: $56,75 \%$ и $42,95 \%$.

Список литературы

1. Артемьянов, А. П. Каталитическое жидкофазное окисление фенола в водных средах с использованием катализатора углеродное волокно/ (железо, оксид железа) / А. П. Артемьянов, Л. А. Земскова, В. В. Иванов // Известия высших учебных заведений. Серия: химия и химическая технология. – 2017. – №8. – С. 88-95.

2. Желовицкая, А. В. Применение перспективных окислительных процессов для очистки сточных вод, содержащих фармацевтические препараты (обзор) / А. В. Желовицкая, А. Ф. Дресвянников, О. Г. Чудакова // Вестник технологического университета. – 2015. – № 20. – С. 73-79.
3. Исследование возможности использования железосодержащих природных композитов для разрушения органических веществ в водных средах / Л. Б. Наумова, В. Н. Баталова, М. А. Киселева, Г. М. Мокроусов // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2013. – № 2. – С. 285-296.

Зуб С. Е.

ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ ОТКРЫТОПОРИСТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА ДЛЯ СБОРА ПЛЕНКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ С ПОВЕРХНОСТИ МОРСКОЙ ВОДЫ

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – аспирант А. А. Дворницин

Как известно, взаимодействие нефтепродуктов и воды приводит к образованию различных пленок и сликов органических веществ, что ограничивает обмен на границе гидросфера-атмосфера [1]. Для удаления подобных явлений применяют разные способы, однако наиболее эффективным является применение сорбционных материалов. Существуют разные виды сорбентов: органические, неорганические и синтетические. Последние являются самыми эффективными. У них высокая гидрофобность, пористая структура, небольшой удельный вес, вследствие чего они обладают значительной нефтеемкостью и удерживающей способностью по отношению к нефтепродуктам [2].

Ранее на базовой кафедре химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ был получен открытопористый полимер, созданный на основе полиэтилена [3]. В данной работе этот материал используется для оценки применения синтетических сорбционных материалов с целью сбора и раздробления плёнок органических веществ с поверхности морской воды.

На первом этапе было исследовано поведение капель нефтепродуктов на поверхности морской воды при разных температурах и особенности образования пленки. В качестве органического вещества использовалось масло моторное Gazpromneft 5W-40 ($\rho = 0,855 \text{ г/см}^3$), для которого были определены средняя масса капли и толщина образуемой пленки через определение объема и площади растекания.

Так, средняя масса капли составила 0,018 г, толщина пленки при 22 °С – 0,627 мкм. Пленка при температуре воды 5 °С не образовывалась даже при механическом воздействии. Необходимо отметить, что получение слика на всю поверхность морской воды достигалось только искусственным перемешиванием. Данные результаты могут быть обусловлены температурным влиянием на адгезию масла к поверхности морской воды.

На втором этапе для каждого из образцов проводилась серия опытов для сбора и раздробления пленок. В контейнер с морской водой капали 25 капель моторного масла, подкрашенного ализарином, далее происходило естественное растекание в течение 5 мин, после осуществлялось искусственное перемешивание до получения тонкой пленки с небольшими включениями масла. Затем открытопористый полимер в течение 10-15 минут обмакивался в ёмкость поплавокными движениями. После опыта образец взвешивался в течение 20 минут для построения профиля удержания (рисунок 1). Полученные результаты представлены в таблице.

Величина сорбционной емкости

Образец	Соотношение ПЭ : парафин	Температура воды, Т, °С	Сорбц. емкость масло, г/г
ТПП-3МК	1:3	5	5,291
		22	2,168
ТПП-5МК	1:5	5	12,698
		22	4,371
ТПП-7МК	1:7	5	12,909
		22	4,560

Контроль полноты сорбции перед взвешиванием осуществлялся путем добавления дополнительных капель до прекращения поглощения, после взвешивания - разрезанием образцов и визуальным контролем.

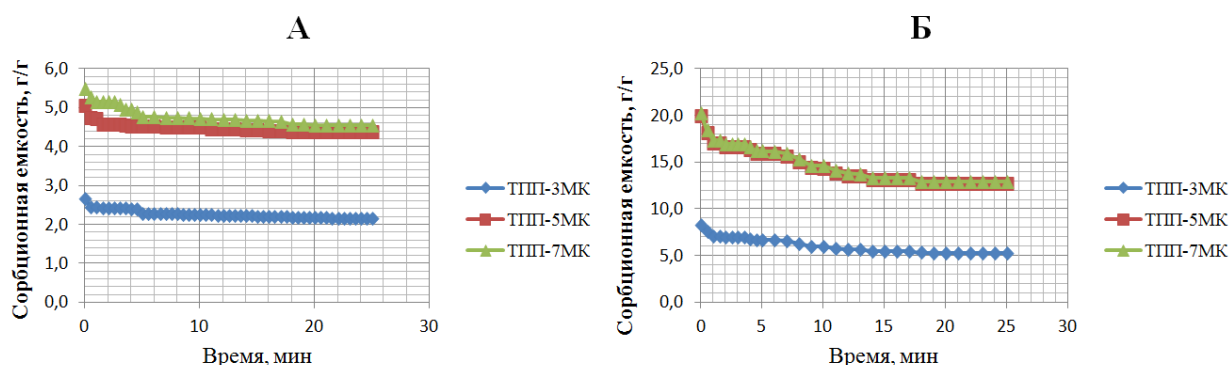


Рисунок 1 – Профили удерживания и образец материала

А – для образцов при 22 °С

Б – для образцов при 5 °С

Установлено, что при поглощении на поверхности воды образуется следующая слабо разделяемая система: вода-масло-воздух, представленная в виде небольших пузырей. Удаление данных образований происходило после многократных контактов с поверхностью пористого полимера. Однако в дальнейшем часть воды попадала на поверхность материала, не удерживаясь на нем. Это может быть обусловлено взаимодействием сил поверхностного натяжения.

Согласно представленным данным, при низких температурах резко увеличивается показатель сорбции вследствие отсутствия образования тонкой пленки и более легкого разделения системы вода-масло. Помимо этого, при данной температуре отсутствовало образование слабо разделяемых систем, представленных выше. Увеличение сорбционной емкости при увеличении соотношения ПЭ : парафин обуславливается увеличением пористости образцов. Ход кривой профиля удерживания имеет тенденцию небольшого уменьшения, что обусловлено падением капель воды (в некоторых случаях – воды с маслом), а также ее испарением.

По результатам проведённых экспериментов выдвинуто предположение, что представленный открытопористый полиэтилен может использоваться для дробления и частичного сбора плёнок и сликов нефтепродуктов с поверхности морской воды в статических условиях.

Список литературы

1. Advanced sorbents for oil-spill cleanup : recent advances and future perspectives / J. Ge, H.-Y. Zhao, H.-W. Zhu [et al.]. – DOI 10.1002/adma.201601812 // Advanced Materials. – 2016. – Vol. 28, N 47. – P. 10459-10490.

2. Saleem, J. Oil sorbents from plastic wastes and polymers: A review / J. Saleem, M. A. Riaz, G. McKay. – DOI 10.1016/j.jhazmat.2017.07.072 // Journal of Hazardous Materials. – 2018. – Vol. 341. – P. 424-437.
3. Дворницин, А. А. Нанопористый полимерный сорбент на основе полиэтилена / А. А. Дворницин. – Владивосток, 2018. – 78 с.

Ивашина В. С.

ОЦЕНКА РИСКОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ПОТРЕБЛЕНИИ ВОДЫ р. ЛЕВАЯ СИЛИНКА (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.х.н., старший преподаватель К. Р. Фролов

Река Левая Силинка является источником централизованного водоснабжения пос. Горный Солнечного муниципального района Хабаровского края. В неё активно разгружаются техногенные стоки горнопромышленной системы оловосульфидных и медно-оловянных руд: рудничные воды многочисленных горных выработок, а также шламовые и дренажные воды хвостохранилища Солнечной обогатительной фабрики.

Цель работы – произвести оценку рисков для здоровья населения в результате потребления вод р. Левая Силинка. Для этого поставлены следующие задачи: 1) рассчитать значения неканцерогенных и канцерогенных рисков; 2) охарактеризовать их влияние на здоровье населения.

Объектом оценки рисков являются воды р. Левая Силинка, отобранные в июне 2015 г. до горнорудных объектов (фоновые), а также ниже них по течению – на водозаборе централизованного водоснабжения пос. Горный.

Содержание загрязняющих веществ (C_i) в пробах установлено в Институте химии ДВО РАН методами ИСП-МС и ИСП-АЭС. Расчет и оценка рисков проведены в соответствии с «Руководством по оценке рисков для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» Р 2.1.10.1920-04 по следующим формулам [1]:

$$ADD_i = \frac{(C_i \times IR \times ED \times EF)}{(BW \times AT \times 365)}, \quad (1)$$

$$HQ_i = \frac{ADD_i}{RFD}, \quad (2)$$

$$HI = \sum HQ_i, \quad (3)$$

$$LADD_i = \frac{(C_i \times CR \times ED \times EF)}{(BW \times AT \times 365)}, \quad (4)$$

$$Risk_i = LADD \times SF, \quad (5)$$

$$Risk = \sum Risk_i, \quad (6)$$

Для оценки неканцерогенных рисков по формулам (1) и (2) установили, соответственно, среднесуточную дозу поступления веществ в организм (ADD_i) и рассчитали коэффициент неканцерогенной опасности по каждому веществу (HQ_i). Суммарный коэффициент неканцерогенной опасности от потребления воды (HI) определили по формуле (3). В ходе оценки канцерогенных рисков определили среднесуточную дозу поступления загрязняющих веществ в организм ($LADD_i$) и значения

индивидуальных канцерогенных рисков по каждому веществу ($Risk_i$) по формулам (4) и (5) соответственно. После чего по формуле (6) определили суммарный канцерогенный риск ($Risk$).

В таблице 1 приведены результаты расчёта неканцерогенных рисков для здоровья населения. Из них видно, что большая часть неканцерогенных эффектов связана с негативным воздействием на кровь и печень, суммарный риск которых на водозаборе достигает 0,54 и 0,42 соответственно. Суммарное значение неканцерогенного риска в фоновых водах составляет 0,45, на водозаборе – 0,84, что превышает фоновые значения практически в два раза. Полученные значения не превышают 1,0 что, согласно руководству Р 2.1.10.1920-04, свидетельствует о том, что вероятность развития у человека вредных эффектов при ежедневном поступлении веществ в течение жизни несущественна.

Таблица 1

Неканцерогенные риски

Орган	Вещество	Коеф. опасности		Суммарный риск	
		Фон	Водозабор	Фон	Водозабор
ЦНС	Al	0,008	0,012	0,11	0,23
	Mg	0,09796	0,2143		
Кровь	Co	0,14286	0,14286	0,39	0,54
	Fe	-	0,02		
	Mg	0,09796	0,2143		
	Ni	0,14286	0,14286		
	Zn	0,00133	0,02286		
Почки	Ca	0,00193	0,0021	0,0019	0,0021
Печень	Mn	0,05263	0,27519	0,195	0,42
	Ni	0,14286	0,14286		
Костная система	Sr	0,00476	0,00476	0,0048	0,0048
Серд.-сос. система	Na	0,00136	0,00188	0,144	0,145
	Ni	0,14286	0,14286		

В таблице 2 приведены результаты расчёта канцерогенных рисков. Из них видно, что в случае фоновых вод р. Левая Силинка основной вклад в канцерогенный риск вносит Cr ($8 \cdot 10^{-5}$). Ниже хвостохранилища по течению реки в районе водозабора основной вклад в риск – до 96,1 % – вносит As ($4,71 \cdot 10^{-4}$), а вклад Cd составляет 2,2 % ($0,11 \cdot 10^{-4}$). При этом риск от Cr снижается на один порядок – до $8 \cdot 10^{-6}$.

Таблица 2

Канцерогенные риски

Показатель	$Risk_i$		Вклад, %	
	Фон	Водозабор	Фон	Водозабор
Cd	-	$0,11 \cdot 10^{-4}$	-	2,2
As	-	$4,71 \cdot 10^{-4}$	-	96,1
Cr	$8 \cdot 10^{-5}$	$8 \cdot 10^{-6}$	100	1,7
Суммарный	$8 \cdot 10^{-5}$	$4,91 \cdot 10^{-4}$	100	100

Суммарный канцерогенный риск на водозаборе ($4,91 \cdot 10^{-4}$) превышает фоновое значение ($8 \cdot 10^{-5}$) в шесть раз. Важно отметить, что, согласно руководству Р 2.1.10.1920-04, на водозаборе он относится к третьему диапазону (более $1 \cdot 10^{-4}$, но менее $1 \cdot 10^{-3}$), то есть «неприемлем для населения в целом», требует разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий. Суммарный фоновый риск относится ко второму диапазону (более $1 \cdot 10^{-6}$, но менее $1 \cdot 10^{-4}$), то есть «верхней границе приемлемого риска» и подлежит постоянному контролю воды при её потреблении.

Оценка неканцерогенных рисков для здоровья населения в результате потребления вод р. Левая

Силинка показала, что значения неканцерогенных рисков не превышают 1,0 и вероятность развития у человека вредных эффектов при ежедневном поступлении веществ с водой в течение жизни несущественна.

В то же время суммарный канцерогенный риск в точке отбора проб на водозаборе составляет $4,91 \cdot 10^{-4}$ и превышает фоновое значение риска ($8 \cdot 10^{-5}$) в шесть раз. Он неприемлем для населения, требует разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий. Основной вклад в канцерогенный риск на водозаборе (96,1 %) вносит As – $4,71 \cdot 10^{-4}$.

Список литературы

1. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду : (Р 2.1.10.1920-04). – Москва : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.
2. Зверева, В. П. Экологические последствия гипергенных процессов на оловорудных месторождениях Дальнего Востока : монография / В. П. Зверева. – Владивосток : Дальнаука, 2008. – 165 с.

Каханова А.В.

РАЗВИТИЕ НАПРАВЛЕНИЯ В БИОСОРБЦИИ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ САРГАССОВЫМИ ВОДОРОСЛЯМИ В ПЕРИОД 2016–2020 ГГ. (ОБЗОР)

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – к.б.н., доцент Е.Н. Чернова

Макроводоросли – многочисленное и возобновляемое сырьё, используемое в качестве природных адсорбентов с высокой эффективностью адсорбции-десорбции металлов. С конца XX века появляются первые научные работы, основанные на удалении тяжёлых металлов из водной среды живой или мёртвой биомассой растительного происхождения. Б. Волеский [1] внёс огромный вклад в науку по изучению водорослей, грибов и бактерий в роли эффективных биосорбентов для очистки загрязнённых вод. Его наиболее ранними публикациями являются: “Биосорбентные материалы” (1986 г.), “Биосорбция тяжёлых металлов” (1990 г.), “Удаление и извлечение тяжёлых металлов путём биосорбции” (1990 г.), “Достижения в области биосорбции металлов – выбор типов биомассы” (1994 г.). А также более поздние работы “Инструменты моделирования процессов биосорбции” (2003 г.), “Биосорбция и я” (2007 г.) [1].

Красным, зелёным и бурым морским водорослям было уделено большое внимание, благодаря их высокой сорбционной способности по отношению к металлам. Если рассматривать статистику исследований с момента 2000 года по настоящее время, то морские бурые водоросли были исследованы на предмет сорбционной способности 23 тяжёлых металлов (Pb, Cr, Cd, Ni, Zn, Co, Sb, Cu, Mn, Fe, Ag, Cs, U, Th, Ti, Hg, Mo, Au, Sr, Al, La, Eu, Yb), зелёные – на 14 металлов (Pb, Cr, Cd, Ni, Zn, Co, Sb, Cu, Mn, Ag, Hg, Mo, Se, Sr). С практической точки зрения выгодно применять массовые роды бурых макроводорослей – *Sargassum sp.*, *Cystoseira sp.* и *Laminaria sp.*, а также зелёных – *Ulva sp.*

На сегодняшний день биосорбция тяжёлых металлов из водных сред, как узкоспецифичная область научных исследований, активно набирает популярность в зарубежных странах, особенно в развивающихся (Бразилия, Египет, Индия и Иран). До настоящего времени в России это направление мало развито, однако высшие водоросли часто используются в качестве инструмента для мониторинга морской акватории, загрязнённой тяжёлыми металлами.

Цель исследования – провести анализ и обобщение найденных в базе данных “Web of Science Core Collection” материалов по изучению адсорбции ионов тяжёлых металлов биомассой саргассовых водорослей из загрязнённых сточных вод за период 2016–2020 гг.

За последние 5 лет опубликованы 34 статьи, описывающие результаты адсорбции модифицированной и немодифицированной биомассой рода *Sargassum* тяжёлых металлов из реальных и модельных водных растворов.

Анализируя диаграмму ниже (рисунок 1), в 2019 году замечен всплеск исследований (13 публикаций) по биосорбции макроводорослями. Скорее всего это связано с ускоренным промышленным развитием, которое привело к появлению в сбросах в окружающую среду многих потенциально загрязняющих веществ. Учёные Египта, Ирана, Индии, Бразилии, Индонезии, Филиппин, Китая и Марокко были озадачены вопросом по очистке реальных гальванических и синтетических промышленных сточных вод. В 2019 году на примере биосорбента из биомассы бурой водоросли *Sargassum* исследовались такие тяжёлые металлы, как Ag^{1+} , Pb^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , Hg^{2+} , Zn^{2+} , Fe^{3+} , Cr^{3+} , Sb^{3+} , Cr^{6+} . Активность публикаций на данную тему с каждым годом увеличивается, таким образом, указывая на высокую заинтересованность исследователей.

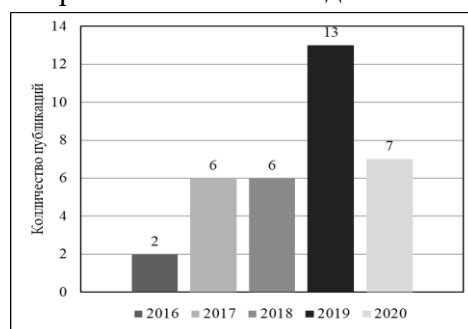


Рисунок 1 – Диаграмма роста публикаций по биосорбции тяжёлых металлов водорослями *Sargassum*

В течение 2016–2020 гг. учёные разрабатывали 4 способа по удалению ионов из водной среды с помощью биомассы макроводорослей: 1) биосорбция модифицированной биомассой *Sargassum* (бурые водоросли); 2) непрерывная биосорбция ионов металлов в колонне с неподвижным слоем биосорбента *Sargassum* модифицированного или без обработки; 3) сорбция на естественной мёртвой биомассе, основанная на физических процессах; 4) биосорбция в реакторе периодического действия с участием мёртвой биомассы. Среди перечисленных вариантов активнее применяются способы 1 и 2. Макрофиты способны сорбировать тяжёлые металлы с высокой интенсивностью, обладают избирательностью, эффективностью адсорбции-десорбции более 90 %, а также возможна регенерация биомассы до 6 циклов.

Первый способ биоадсорбции – чаще всего выполняется на основе остатков от экстракции альгината из бурых водорослей, при этом проводятся эксперименты с целью сравнения адсорбционных эффективностей необработанной и модифицированной биомассы. Рассматриваются одно- и многокомпонентные системы с разными металлами (Cd, Cr, Zn, Fe, Cu, Ag, Ni, Pb, Mn, U, Th). К модифицированным биосорбентам на основе биомассы бурых водорослей также относятся: а) биосинтезированные наночастицы Fe_3O_4 , зафиксированные гранулами альгината кальция; б) композитный биосорбент глина-*Sargassum*; в) биомасса модифицированная CaCl_2 ; г) полимеризованные клетки макроводорослей в полимерном листе (PAS – “Polymer algal sheets” – поливиниловый спирт, малеиновая кислота, 2-гидроксиэтилметакрилат и *Sargassum*); д) карбоксилирование с бутандионовым ангидридом остатков водорослей после экстракции биоактивного полисахарида; е) сорбент с пористой структурой “CSAC” – *Sargassum*-активированный уголь,

покрытый хитозаном; ж) мембрана “AFWS” со смешанной матрицей из ацетата целлюлозы (полимер) и измельчённой биомассы; к) мембрана на основе отходов акрилового волокна и измельчённых макроводорослей.

Вторым способом – непрерывной биосорбцией ионов металлов в колонне с неподвижным слоем биосорбента *Sargassum*, модифицированного или без обработки – исследовалась биоадсорбция Cd, Zn, Sb, Ni, Cr, Pb, Cu и Zn. Здесь биосорбентами послужили: а) альгинаты; б) мембраны из ацетата целлюлозы; в) *Sargassum* и мембрана на основе хитозан-поливиниловый спирт; г) *Sargassum*, обработанный кислотой HCl; д) сырая или сушёная, измельчённая биомасса.

Исследователи рекомендуют применять адсорбцию иммобилизованной биомассой саргассовых водорослей как наиболее перспективный метод.

Список литературы

1. Volesky, B. Biosorption and me / B. Volesky // Water Res. – 2007. – Vol. 41, N 18. – P. 4017–4029.

Матюшенко М.В., Бежан А.Д.

МОНИТОРИНГ АТМОСФЕРНЫХ АЭРОЗОЛЕЙ В ОРИЕНТИРОВОЧНОЙ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЕ ТЭЦ-2, г. ВЛАДИВОСТОК

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.х.н., доцент О.В. Патрушева

Атмосферные аэрозоли являются неотъемлемой частью воздуха и играют важную роль во многих природных процессах, а также в формировании среды обитания человека. При этом химический состав, происхождение и поведение в атмосфере (дальность переноса, степень воздействия на человека и природу и др.) существенным образом связаны с их размерами [1].

Присутствие взвешенных веществ, в том числе и сажи, в составе атмосферного воздуха неблагоприятно влияют на здоровье населения, вызывая различные действия на организм, например, оказывать сенсibiliзирующее действие на слизистую оболочку и роговицу глаза. Сажа имеет специфическую способность адсорбировать на своей поверхности частицы, обладающие канцерогенными свойствами, такими как полиароматические углеводороды, при этом повышенное содержание сажевых частиц способно повышать температуру окружающей среды за счет поглощения солнечной радиации.

Целью исследовательской работы является определение содержания взвешенных веществ и углеродсодержащего аэрозоля (сажи) в атмосферном воздухе вблизи ТЭЦ-2 города Владивостока.

Согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 [2] для предприятий производства электрической и тепловой энергии при сжигании минерального топлива ТЭЦ-2 можно условно отнести ко II классу санитарно-защитной зоной на расстоянии 500 м. Установление более точного размера санитарно-защитной зоны производится натурным методом исследований и измерений на основании расчетов рассеивания загрязнений и физического воздействия на атмосферу.

Отбор проб атмосферного воздуха производился по ориентировочной санитарно-защитной зоне для ТЭЦ-2 (см. таблицу): в теплое время года (в период с мая по июня) и в холодное время года (с октября по декабря) еженедельно по с 17:00 до 20:00 с учетом метеорологического показателя – розы ветров за последние 5 лет в соответствующие месяца отбора.

Контрольные точки пробоотбора в ориентировочной санитарно-защитной зоны ТЭЦ-2

Номер контрольной точки	Географическое расположение	Описание контрольной точки
КТ №1	Южная граница ориентировочной санитарной-защитной зоны на расстоянии 500 м	Жилой массив, ул. Волкова, 37 ст2
КТ №2	К югу от стационарного источника загрязнения на расстоянии 300 м	Остановка общественного автотранспорта, в 30 м от улицы Фадеева
КТ №3	Юго-восточная граница ориентировочной санитарной-защитной зоны на расстоянии 500 м	Съезд на второстепенную дорогу, рядом с заправочной станцией
КТ №4	Юго-западная граница ориентировочной санитарной-защитной зоны на расстоянии 500 м	Съезд на второстепенную дорогу, Сахалинская, 1в ст3
КТ №5	Северо-восточная граница ориентировочной санитарной-защитной зоны на расстоянии 400 м	Второстепенная дорога, рядом с промышленным зданием
КТ №6	Северная граница ориентировочной санитарной-защитной зоны на расстоянии 500 м	Второстепенная дорога, рядом с промышленными складами

Для оценки санитарно-гигиенической обстановки на территории ориентировочной санитарно-защитной зоны содержание взвешенных веществ и сажи соотнесены с ПДК_{мр} [3].

В теплое время года концентрации взвешенных веществ колебались в диапазоне от 0,5 до 0,9 ПДК_{мр} контрольных точек № 2 и № 3, где антропогенное влияние передвижными источниками загрязнение потенциально является максимальным. Концентрации сажи определены в диапазоне от 0,25 до 0,33 ПДК_{мр} в КТ №2 с повышенной нагрузкой автотранспортного движения.

В холодное время года концентрации взвешенных частиц находились в диапазоне от 0,5 до 1 ПДК_{мр}. Результаты в 1 ПДК_{мр} были зафиксированы в КТ №2 и КТ №4 в единичных случаях. Концентрации сажи варьировались в диапазоне от 0,2 до 0,33 ПДК_{мр} для сажи во всех контрольных точках на протяжении всего периода наблюдения. Таким образом, не наблюдалось превышение ПДК_{мр} на протяжении всего периода наблюдения, что предположительно связано с переводом котлоагрегатов ТЭЦ-2 на сжигание природным газом.

Список литературы

1. Филиппова, У. Г. Химический состав аэрозолей разных размерных фракций в атмосфере на Байкальской природной территории : специальность 25.00.30 «Метеорология, климатология, агрометеорология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук / У. Г. Филиппова. – Санкт-Петербург, 2011. – 23 с.

2. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений, и иных объектов: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. – М. : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2001. – 51 с.

3. ГН 2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Гигиенические нормативы. – М. : Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2003. – 86 с.

Мокренская А.И.

СОДЕРЖАНИЕ ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБАХ ЯПОНСКОГО МОРЯ: РОССИЙСКИЕ И КОРЕЙСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Кафедра экологии ШЕН ДВФУ

К.б.н., доцент, доцент кафедры экологии Цыганков В.Ю.

В Японское море попадают различные виды загрязнений из антропогенных, техногенных и природных источников, которые аккумулируются в промысловых морских организмах. Для контроля загрязненности морских промысловых зон проводят экологический мониторинг гидробионтов. Наиболее частыми загрязняющими веществами морских организмов являются тяжелые металлы (ТМ) [1].

На сегодняшний день имеется большое количество данных о микроэлементном составе промысловых рыб Японского моря. В работе представлен анализ результатов российских и корейских авторов, занимающихся проблемами тяжелых металлов (*таблица*). Сравнительный анализ проводился по трем микроэлементам: ртуть, кадмий и свинец. В качестве объекта исследования были выбраны промысловые рыбы Японского моря: камбала полосатая (*Liopsetta pinnifasciata*), минтай (*Theragra chalcogramma*), сайра тихоокеанская (*Cololabis saira*), сельдь тихоокеанская (*Clupea pallasii pallasii*), скумбрия японская (*Scomber japonicus*), треска тихоокеанская (*Gadus macrocephalus*), тунец полосатый (*Katsuwonus pelamis*).

Таблица

Концентрации ТМ в промысловых рыбах [2, 3, 4, 5, 6]

Вид	Hg		Pb		Cd	
	РФ	РК	РФ	РК	РФ	РК
Камбала полосатая (<i>Liopsetta pinnifasciata</i>)	0,030-0,036*	0,054*	0,05-0,37*	0,036*	0,002-0,008*	0,019*
Минтай (<i>Theragra chalcogramma</i>)	0,030±0,006	0,057*	0,02±0,01	0,045±0,039	0,001±0,00	0,021±0,033
Сайра тихоокеанская (<i>Cololabis saira</i>)	НД	0,400±0,105	НД	0,047±0,035	НД	0,008±0,016
Сельдь тихоокеанская (<i>Clupea pallasii</i>)	0,245*	0,026±0,003	0,06*	0,104±0,074	0,04*	0,094±0,071
Скумбрия японская (<i>Scomber japonicus</i>)	НД	0,032±0,028	НД	0,068±0,092	НД	0,019±0,036
Треска тихоокеанская (<i>Gadus macrocephalus</i>)	НД	0,264±0,039	НД	0,076±0,079	НД	0,015±0,022

Тунец полосатый (<i>Katsuwonus pelamis</i>)	НД	0,016±0,001	НД	0,008±0,008	НД	0,144±0,105
--	----	-------------	----	-------------	----	-------------

Примечание: * - данные предоставлены без стандартного отклонения; НД – нет данных.

Опираясь на нормативную документацию, отмечено, что рыбное сырье должно содержать не более 1 мг/кг свинца, 0,2 мг/кг кадмия и 0,5 мг/кг ртути [1]. По полученным результатам наблюдается, что содержание токсичных элементов в органах исследованных рыб не превышало предельно допустимого уровня (ПДУ). В случае сохранения экологической ситуации в районах, повышение концентраций не предвидится [2].

В Республике Корея уровни содержания ТМ определяют по стандартам своей страны, ЕС и КНР. Превышение концентраций свинца по этим трем документам отмечены у скумбрии японской [5], что говорит о возможном экологическом риске для здоровья конечного потребителя.

Стоит отметить, что в работах Ковековдовой Л.Т. с соавторами [2, 3], в основном, изучались наиболее популярные промысловые рыбы Дальнего Востока – камбала, лососевые (горбуша, кета, нерка), минтай. Тихоокеанские лососи наиболее массовая промысловая группа [1].

По результатам сравнительного анализа можно заключить, что промысловые рыбы Японского моря, изучаемые российскими и корейскими авторами, соответствуют санитарно-гигиеническим требованиям РФ, КНР, ЕС и Республики Корея, т.е. концентрации ТМ не превышают ПДУ, и пригодны для употребления в пищу.

Список литературы:

1. Донец М.М. Химическая безопасность промысловых рыб дальневосточных морей России / М.М. Донец, В.Ю. Цыганков – Владивосток: КИМО, 2019. – С. 315-316;
2. Ковековдова Л.Т. Мониторинг водной среды и безопасности промысловых объектов в дальневосточном рыбохозяйственном бассейне (токсичные элементы) / Л.Т. Ковековдова, Д.П. Кику, И.С. Касьяненко – Владивосток: ТИПРО-Центр, 2016. – С. 111-114;
3. Ковековдова Л.Т. Мониторинг содержания металлов и мышьяка в промысловых рыбах и морской воде дальневосточных морей / Л.Т. Ковековдова, Д.П. Кику, И.С. Касьяненко – Владивосток: Рыбное хозяйство, 2015. – С. 18-24;
4. Gyuyoung L., Seunghun L., Sehun O., Minji C., Yong-Woo L. Concentration of Heavy Metals in Seawater, Fish, and Shellfish at Lake Shihwa // Journal of Korean Society on Water Environment. – 2018. – Vol. 34, No. 2. - P. 157-163;
5. Heu M-S., Kim J-S., Kim K. H., Kim Y. J. Contamination and Risk Assessment of Lead and Cadmium in Commonly Consumed Fishes as Affected by Habitat // Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 2016. – Vol. 49. – P. 541-555;
6. Kang Y.M., Lee J.S., Lee S.G., Park S.Y. Chemical Characterization of Commercial Dark-fleshed Fishes (Mackerel *Scomber japonicus*, Japanese Spanish mackerel *Scomberomorus niphonius*, Pacific herring *Clupea pallasii*) as a Raw Material for Seafood Products // Korean Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 2017. – Vol. 50. – P. 130-138.

Николаева Д.А.

ПОЛУЧЕНИЕ И ФОТОКАТАЛИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГЕТЕРОСТРУКТУР $\text{Bi}_2\text{O}_3/\text{Bi}_2\text{SiO}_5$

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – к.пед.н., доцент О.Д. Арефьева

Гетерогенный фотокатализ стал одним из перспективных методов очистки воды за последние два десятилетия благодаря эффективному неселективному разложению органических загрязнителей с образованием нетоксичных продуктов.

Создание новых эффективных фотокатализаторов является одним из наиболее перспективных направлений в современной химии материалов. Определенный интерес представляют гетероструктурные фотокатализаторы $\text{Bi}_2\text{O}_3/\text{Bi}_2\text{SiO}_5$, благодаря простым способам получения, нетоксичности и термостабильности [1]. Но на сегодняшний день их фотокаталитические свойства до конца не изучены, поэтому цель настоящей работы – исследование фотокаталитической активности гетероструктурных фотокатализаторов $\text{Bi}_2\text{O}_3/\text{Bi}_2\text{SiO}_5$.

В работе были получены пять образцов фотокатализаторов с массовым содержанием SiO_2 15 %. Образцы 1-Bi-Si, 2-Bi-Si и 3-Bi-Si получены на основе кремнезема биогенного происхождения, выделенного из рисовой шелухи (РШ) и соломы (РС) сорта «Долинный». Образцы биогенного кремнезема 1-Si и 2-Si были получены окислительным обжигом с предварительной обработкой 0,1 М раствором соляной кислоты (схеме 2); образец 3-Si – гидролизом 1 М раствором гидроксида натрия с последующим осаждением кремнезема концентрированным раствором соляной кислоты до pH 5-6 (схема 3). Для получения образцов 4-Bi-Si и 5-Bi-Si был использован кремнезем минерального происхождения, имеющий соответствующий ГОСТ [2]. Фотокатализаторы были получены простым методом механического перемешивания без применения каких-либо растворителей [3].

Элементный анализ образцов фотокатализаторов выполнен с помощью метода энергодисперсионного рентгенофлуоресцентного анализа на спектрометре EDX 800 HS (Shimadzu, Япония). Рентгенофазовый анализ (РФА) образцов проводили в $\text{CuK}\alpha$ -излучении на дифрактометре D8 Advance (Bruker, Германия). Точку нулевого заряда (т.н.з.) образцов изучали по способу Зёренсена-де Брюина [4]. Измерение pH среды проводили на pH-метре SevenCompact (MettlerToledo, Швейцария).

Фотокаталитические свойства полученных образцов оценивали на примере реакции деградации метилового оранжевого (pH 6,8) при облучении УФ, ксеноновым и солнечным светом. Концентрация метилового оранжевого (МО) составляла 10 мг/л. В качестве фотокатализаторов были использованы образцы 1-Bi-Si, 2-Bi-Si, 3-Bi-Si, 4-Bi-Si, 5-Bi-Si. Загрузку катализатора определяли из расчета 1 г катализатора на 1 л раствора МО.

Результаты исследования элементного состава фотокатализаторов показали, что после прокаливании образцов, содержание кремнезема увеличилось в 1,5 раза по сравнению с исходной навеской, взятой для получения. Это связано с разложением $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, которое приводит к уменьшению массы образца.

Согласно данным рентгенофазового анализа, образцы содержат тетрагональную модификацию $\beta\text{-Bi}_2\text{O}_3$ и орторомбическую Bi_2SiO_5 .

Значение т.н.з. для Bi_2O_3 и биогенных кремнезёмов, полученных термическим методом (схема 2), находится в нейтральной области (pH_{тнз} 6,9-7,1), осажденного биогенного кремнезема (схема 3) – в щелочной (pH_{тнз} 10,0). Для аморфного диоксида кремния минерального происхождения т.н.з. смещена в слабокислую среду – 5,6-6,4 ед. pH.

Для фотокатализаторов 1-Bi-Si, 2-Bi-Si, 4-Bi-Si, 5-Bi-Si значения $pH_{\text{тнз}}$ находятся практически в том же диапазоне значений (pH 6,2-6,7) в которых находятся и их источники кремнезема (pH 5,6-7,07). Для образца 3-Bi-Si значение т.н.з. находится в щелочной области (pH 8,3), что обусловлено высоким значением $pH_{\text{тнз}}$ диоксида кремния.

Согласно результатам фотокаталитических испытаний образцов, самой высокой фотокаталитической активностью обладает образец 3-Bi-Si, синтезированный из осажденного диоксида кремния в качестве прекурсора. Значения фотокаталитической активности для образцов на основе термического кремнезема из РШ (1-Bi-Si) и минеральной природы (4-Bi-Si и 5-Bi-Si) статистически не отличаются и находятся в пределах от 67 до 74 %. Самая низкая степень разложения МО характерна для образца, полученного из термического кремнезема РС (2-Bi-Si), которая составила 16 %. Изучение длительности процесса облучения на степень разрушения красителя с применением катализатора 3-Bi-Si, показало, что с увеличением времени воздействия степень деградации МО возрастает с 56% до 81%. Исследуемые образцы являются устойчивыми в водных растворах при облучении УФ-светом. Содержание висмута(III) в растворах после фотокаталитической деградации не превышает 0,4 мг/л.

Образец 3-Bi-Si проявляет определенную фотокаталитическую активность при облучении солнечным светом в течении 3 ч, Хе-светом – в течении 4 ч. При использовании фотокатализатора 3-Bi-Si на втором цикле в реакции разложения МО в течении 3 ч при УФ воздействии каталитическая активность сохраняется на уровне 65 %, при солнечном и ксеноновом – значительно снижается и составляет 5-6 %.

Таким образом, в работе показано влияние источника кремнезема на фотокаталитическую активность гетероструктур Bi_2O_3/Bi_2SiO_5 . Показано, что наибольшей активностью в реакции деградации метилового оранжевого обладает фотокатализатор, полученный на основе осажденного биогенного аморфного диоксида кремния из рисовой соломы.

Список литературы

1. Ionic liquid-assisted preparation of thin Bi_2SiO_5 nanosheets for effective photocatalytic degradation of RhB / L. Dou, Y. Xiang, J. Zhong [et. al.]. – DOI 10.1016/j.matlet.2019.127117 // Materials Letters. – 2020. – Vol. 261. – P. 1-4.
2. Свойства аморфного кремнезема, полученного из отходов переработки риса и овса / Л. А. Земнухова, А. Г. Егоров, Г. А. Федорищева [и др.]. // Неорганические материалы. – 2006. – Т. 42. № 1. – С. 27-32.
3. A high-performance Bi_2O_3/Bi_2SiO_5 p-n heterojunction photocatalyst induced by phase transition of Bi_2O_3 / H. Lu, Q. Hao, T. Chen [et. al.]. – DOI 10.1016/j.apcatb.2018.05.069 // Applied Catalysis B: Environmental. – 2018. – Vol. 237, № 5. – P. 59–67.
4. Теория и практика pH-метрического определения кислотно-основных свойств поверхности твердых тел : учебное пособие / К. В. Иконникова, Л. Ф. Иконникова, Т. С. Минакова, Ю. С. Саркисов. – Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2011. – 85 с.

Степанова Т.И.^{1,2}

ЗОЛЬНЫЕ КОМПОНЕНТЫ СОЛОМЫ РИСА *ORYZA SATIVA L.*, ПОЛУЧЕННОГО В АНДРОГЕНЕЗЕ *IN VITRO*

¹Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

²Лаборатория химии редких металлов ИХ ДВО РАН

Научный руководитель – к.пед.н., доцент О.Д. Арефьева^{1,2}

Применение метода культуры пыльников способствует созданию ряда сортов и улучшению линий риса. Культура клеток и тканей растений *in vitro* используется для микроразмножения и биоразнообразия, исследования поведения генома клеток [1]. Благоприятными факторами в данном методе являются: генотип, условия выращивания донорных растений, состав питательной среды, средство стрессовой обработки, стадии развития микроспор и условий культивирования пыльников в питательной среде [2].

При выращивании риса в андрогенезе *in vitro* образуются биотехнологические отходы в виде соломы и плодовых оболочек (или метелок) также, как и при посевной технологии. Преобладающий компонент золы соломы – диоксид кремния (кремнезем), содержание которого 94-96 % [5]. Диоксид кремния из рисовой шелухи обладает высокой химической чистотой и развитой поверхностью. Строение материала зависит от методов обработки и клеточного строения тканей [3]. Результаты, приведенные в работах [4, 5], свидетельствуют о влиянии способа подготовки рисовой шелухи в различных технологических режимах на физико-химические свойства золы рисовой шелухи. В зависимости от способа меняется чистота полученного кремнезема и наличие таких примесей, как лигнин, целлюлоза и оксиды металлов [6].

Цель работы – исследование свойств кремнезема у растений риса разного уровня плоидности – гаплоидного, диплоидного и тетраплоидного.

В работе были использованы образцы соломы риса *Oryza sativa L.*, полученные в андрогенезе *in vitro*. Данные образцы были предоставлены лабораторией сельскохозяйственной биотехнологии ФГБНУ «ФНЦ агробiotехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» (г. Уссурийск). В эксперименте применяли регенеранты сорта «Каскад» (№ 12-Бол-№ 14-Бол), «Алмаз» (№ 15-Бол, № 16-Бол) и гибрида F2 (№ 17-Бол-№ 19-Бол). Из данного сырья получены образцы аморфного диоксида кремния окислительным обжигом при $t=650$ °С с предварительной обработкой 0,1 М раствором соляной кислоты.

Элементный анализ образцов диоксида кремния выполнен с помощью метода энергодисперсионного рентгенофлюоресцентного анализа на спектрометре EDX 800 HS (Shimadzu, Япония). Для определения функциональных групп в исследуемых образцах были записаны ИК спектры поглощения в области $400-4000$ см⁻¹ в бромиде калия на Фурье-спектрометре Vertex 70 (Bruker, Германия).

Кислотно-основные свойства поверхности диоксида кремния изучали методом pH-метрии. Измерение pH среды проводили на pH-метре SevenCompact (MettlerToledo, Китай) при помощи программного обеспечения X-Lab.

В настоящей показано, что диапазон изменения зольного компонента соломы риса регенерантов R1, полученных в андрогенезе *in vitro*, в зависимости от уровня плоидности составляет 10,59-14,46 %. Основным веществом в золе является аморфный диоксид кремния, содержание которого различается в исследованных образцах от 93,48 % до 95,87 %. Полученные данные указывают на существование зависимости изученных показателей от уровня плоидности.

Согласно результатам ИК-спектроскопии, строение всех образцов, полученных в андрогенезе *in vitro*, сходно между собой. В ИК-спектрах полосы поглощения отвечают деформационным (471 см^{-1}) и валентным (симметричным и асимметричным) колебаниям ($802\text{-}804\text{ см}^{-1}$ и $1107\text{-}1109\text{ см}^{-1}$) силоксановых связей Si-O-Si [7]. Полосы поглощения при $\sim 1630\text{ см}^{-1}$ и при $\sim 3430\text{ см}^{-1}$ указывают на наличие групп OH.

Методом рН-метрии изучено взаимодействие образцов кремнезема из растений риса с водой и установлено, что образующаяся водная суспензия приобретает нейтральную или щелочную среду, рН которой зависит от количества в образцах оксидов примесных элементов.

Список литературы

1. Уровни плоидности и относительного содержания днк в культуре клеток и тканей растений *in vitro* / М. В. Скапцов, М. А. Краснобородкина, М. Г. Куцев, С. В. Смирнов, А. И. Шмаков, А. В. Мацюра // Биологический вестник Мелитопольского педагогического университета им. Богдана Хмельницкого. – 2016. – Т. 3. – № 3. – С. 33-38.
2. Использование культуры пыльников в селекции риса с окрашенным перикарпом / Д. Т. Казкеев, А. Б. Рысбекова, Б. Н. Усенбеков, Е. А. Жанбырбаев, И. А. Сартбаева, Х. А. Беркимбай // Современные решения в развитии сельскохозяйственной науки и производства : международный саммит молодых ученых, 26-30 июля 2016 г. : сборник трудов конференции. – Краснодар, – 2016. – С. 62-66.
3. Магнитные свойства композиционных материалов на основе аморфного кремнезема растительного и минерального происхождения / А. Е. Панасенко, И. А. Ткаченко, А. А. Квач, Л. А. Земнухова // Журнал неорганической химии. – 2017. – Т. – № 7. – С. 972-976.
4. Исследование влияния способов подготовки рисовой шелухи на химический состав сырьевого материала при получении диоксида кремния / Т. В. Гриднева, П. И. Сорока, Е. С. Смирнова, А. А. Белая, П. В. Рябик // Вопросы химии и химической технологии. – 2012. – № 3. – С. 50-53.
5. Земнухова Л.А. Свойства аморфного кремнезема, полученного из отходов переработки риса и овса / Л.А. Земнухова, А.Г. Егоров, Г.А. Федорищева и др. – Неорганические материалы, 2006. – Т. 42, № 1. – 27-32 с.
6. Исследование физико-химических свойств диоксида кремния, полученного из отходов рисового производства / Т. В. Гриднева, А. А. Ляшенко, П. И. Сорока, П. В. Рябик // Научные труды. – 2017. – Т. 2. – № 45. – С. 30-33.
7. Плюснина, И. И. Инфракрасные спектры минералов / И. И. Плюснина – М.: Изд-во Моск. ун-та. – 1976. – 175 с.

Тембо В.Д.

КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЩЕЛОЧНЫХ ГИДРОЛИЗАТОВ ШЕЛУХИ И СОЛОМЫ РИСА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОРТА СЫРЬЯ

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – старший преподаватель базовой кафедры химических и ресурсосберегающих технологий, к.х.н. А.А. Ковшун

Актуальной задачей современной промышленности является вовлечение в переработку возобновляемого растительного сырья, в том числе отходов сельскохозяйственных культур однолетних

растений [1]. Основными достоинствами такого сырья являются его ежегодная воспроизводимость, невысокая стоимость и практически постоянный химический состав для одного вида растений. Так, перспективным сырьем для получения ряда ценных продуктов являются многотоннажные отходы производства риса: шелуха, солома и мучка [2, 3].

К настоящему времени преимущественно разработаны и достаточно широко известны способы переработки рисовой шелухи и соломы с получением таких ценных компонентов как – целлюлоза, лигнин, кремнезем и другие. При реализации данных технологий образуются сточные воды, ценность которых до конца не исследована [4].

Все сказанное выше свидетельствует об актуальности исследований по разработке современных технологий, обеспечивающих комплексное использование отходов крупяных и злаковых культур.

Цель работы – оценить качество сточных вод, образующихся после выделения твердых продуктов из щелочных гидролизатов различных сортов рисовой шелухи и соломы.

Объектами исследования были отходы производства риса – шелуха риса (РШ) сортов «Каскад» и «Луговой» и солома риса (РС) сортов «Алмаз» и «Луговой», отобранные в п. Тимирязевка Приморского края.

Гидролиз сырья проводился 1 М раствором гидроксида натрия при нагревании до 90 °С в течение часа, температуру контролировали с помощью термодпары ЕКТ Hei-Con (Heidolph, Германия). Процесс гидролиза сопровождался постоянным перемешиванием на верхнеприводной мешалке Hei-TORQUE Value 100 (Heidolph, Германия) с перемешивающим устройством пропеллерного типа. После щелочного гидролиза были получены следующие твердые продукты: волокнистый остаток, осаждённый аморфный диоксид кремния разного качества [5].

Цветность [6] и мутность [7] сточных вод определялись на спектрофотометре «UNICO-1201» (United Products & Instruments Inc., США). Определение рН проводили на лабораторном цифровом рН-метре 150М (РУП «Гомельский завод измерительный прибор», Республика Беларусь), использующем потенциометрический метод определения [8]. Фенольный эквивалент определялся фотометрически, используя реакцию Фолина с фенольным реагентом Фолина [9].

Рабочие параметры процесса (масса сырья, объёмы щелочного гидролизата, обескремненного раствора и объём соляной кислоты для получения кремнезёма) изменялись незначительно. Суммарная потеря биомассы рисовой шелухи «Каскад» составила 57 %, рисовой шелухи «Луговой» – 43 %, рисовой соломы «Алмаз» – 40 %, рисовой соломы «Луговой» – 47 %.

Выход волокнистого остатка составляет 42-57 % – для РШ и 41-46 % – для РС. Выходы неочищенного кремнезёма из РС и РШ имеют небольшие стандартные отклонения, при этом выход из РШ «Луговой» в 1,5 раза больше, чем из РШ «Каскад», РС «Алмаз» и РС «Луговой». Выходы промытого дистиллированной водой аморфного диоксида кремния составили: для РШ «Каскад» – 12 %, для РШ «Луговой» – 14 %, для РС «Алмаз» – 17 %, для РС «Луговой» – 10 %.

Определены качественные характеристики щелочных гидролизатов: рН, цветность, мутность, фенольный эквивалент. Установлено, что после извлечения твердых продуктов они улучшаются в 2-15 раз в зависимости от вида (шелуха или солома) и сорта исходного сырья.

Список литературы

1. Rice straw as a new resource for some beneficial uses / F. A. Abdel-Mohdy, E. S. Abdel-Halim, Y. M. Abu-Ayana, S. E. El-Sawy // Carbohydrate Polymers. – 2009. – Vol. 75, N 2. – P. 44-51.

2. Возобновляемые источники химического сырья: комплексная переработка отходов производства риса и гречихи / В. И. Сергиенко, Л. А. Земнухова, А. Г. Егоров [и др.] // Российский химический журнал (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – 2004. – Т. XLVIII, № 3. – С. 116–124.
3. Горбунов, Г. И. Проблемы рациональной утилизации рисовой соломы / Г. И. Горбунов, О. Р. Расудлов // Вестник Московского государственного строительного университета. – 2013. – № 7. – С. 106-113.
4. Слабая, М. А. Оценка эффективности производства риса / М. А. Слабая, Е. В. Сидорчукова // Лесной вестник. – 2016. № 8. – С. 1014-1020.
5. Цой, Е. А. Кремнийсодержащие соединения из соломы риса: состав, строение, свойства : специальность 03.02.08 «Экология (химия) (химические науки) : диссертация на соискание учебной степени кандидата химических наук / Е. А. Цой. – Владивосток, 2015. – 168 с.
6. ГОСТ 31868-2012. Вода. Методы определения цветности / разработан Техническим комитетом по стандартизации ТК 343 «Качество воды» – Москва : Стандартинформ, 2019. – 17 с.
7. ГОСТ Р 57164-2016. Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности / разработан Техническим комитетом по стандартизации ТК 343 «Качество воды» [и др.] – Москва : Стандартинформ, 2019. – 28 с.
8. РД 52.24.495-2017. Водородный показатель вод. Методика измерений потенциометрическим методом / разработан Федеральным государственным бюджетным учреждением «Гидрохимический институт» (ФГБУ «ГХИ»). – Ростов-на-Дону : Росгидромет, 2017. – 12 с.
9. Tannin and lignin : Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater // American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Pollution Control Federation. – 20th Edition. – Washington, D.C., 1998. – Vol. 5550. – P. 988-992.

Терминов С.А.¹, Панасенко А.Е.², Ярусова С.Б.²

ЗАВИСИМОСТЬ СОСТАВА И СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ БИОГЕННЫХ СИЛИКАТОВ ОТ УСЛОВИЙ СИНТЕЗА

¹ Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

² Институт химии ДВО РАН

¹ Научный руководитель - к.х.н., зав. лаборатории химии редких металлов А.Е. Панасенко

Для получения высокоэффективных силикатных сорбентов в качестве источника кремния используются различные виды сырья, в том числе отходы производства риса – шелуха и солома. В предыдущих исследованиях для силикатных материалов, полученных из растительного сырья, была рассмотрена зависимость сорбционной емкости по метиленовому синему от условий прокаливания и промывания [1, 2].

В данной работе исследована зависимость состава, сорбционной емкости и выхода силикатов из рисовой соломы и шелухи от условий синтеза при варьировании кислотности и температуры среды. Для этого получен ряд образцов, которые представлены в таблице.

Состав, сорбционная емкость, потери при прокаливании и выход образцов силикатных материалов

Номер образца	Состав	Условия синтеза	Выход на 100 г сырья, г	П.п.п*, %	A (МС), мг/г
Образец 1	н/д**	T = 25 °C, pH = 0	10,6	93,5	23,7
Образец 2	н/д	T = 100 °C, pH = 0	6,8	94,5	42,3
Образец 3	0,49CaO·SiO ₂	T = 100 °C, pH = 4	6,4	77,4	71,2
Образец 4	0,09CaO·SiO ₂	T = 100 °C, pH = 6	8,4	19,0	97,4
Образец 5	0,11CaO·SiO ₂	T = 100 °C, pH = 6	15,4	44,0	97,4
Образец 6	0,10CaO·SiO ₂	T = 100 °C, pH = 7	9,0	21,1	107,9
Образец 7	0,14CaO·SiO ₂	T = 100 °C, pH = 7	13,3	31,5	75,8
Образец 8	0,11CaO·SiO ₂	T = 25 °C, pH = 7	9,5	32,3	70,5
Образец 9	0,79CaO·SiO ₂	T = 100 °C, pH = 8	16,8	16,2	61,9
Образец 10	0,71CaO·SiO ₂	T = 100 °C, pH = 8	4,0	30,2	54,7
Образец 11	1,86CaO·SiO ₂	T = 100 °C, pH = 10	12,1	50,6	17,3

*П.п.п – потери при прокаливании 1000 °C

**н/д – нет данных

В щелочной среде гидролиз ионов кальция усиливается, за счет чего соотношение Ca:Si резко увеличивается при изменении pH синтеза с 7 до 8. Увеличение выхода продукта (рисунок 1а) связано с большей степенью гидролиза ионов кальция при высоком pH, что подтверждается увеличением содержания кальция в составе образца.

Для образца 8 относительно высокое содержание кальция может быть связано с устойчивостью кремния к гидролизу за счет образования в сильнокислой среде двойного электрического слоя вокруг ионов SiO₃²⁻ [3], который препятствует их осаждению в форме силиката кальция.

Потери при прокаливании полученных образцов варьируют в широком диапазоне и зависят от наличия связанной воды и органических соединений из растительного сырья. На термограмме (рис. 1) видны эндоэффекты в области 70 и 173 °C, обусловленные удалением воды, а также экзоэффекты в области 334, 425 и 471 °C, связанные с окислением органической компоненты. Таким образом, синтезированные материалы представляют собой органо-неорганический композит.

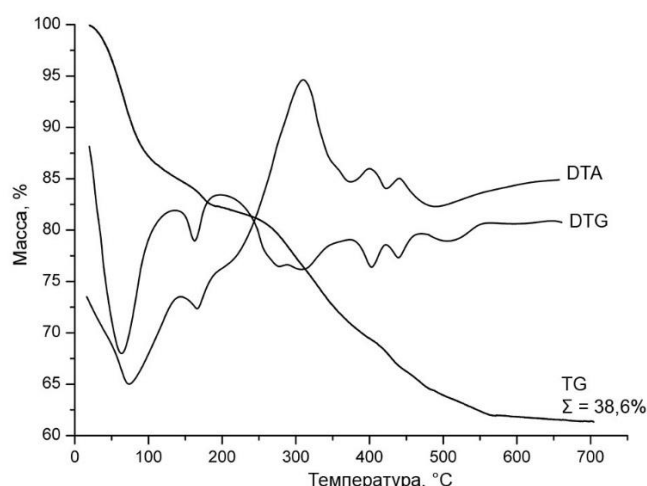


Рисунок 1. Термограмма образца 6

Состав полученных образцов существенно влияет на их сорбционную емкость. Так, образцы чистого кремнезема имеют относительно невысокую емкость по метиленовому синему (42,3 мг/г), так же, как и образцы силиката кальция, полученные при высоких значениях pH (17,3 мг/г) и содержащие большое количество кальция (Ca:Si = 1,86:1). Оптимальная область находится при средних значениях

pH = 6–7, при которых наблюдаются максимальные значения сорбционной емкости (107,9 мг/г). Таким образом, наблюдается синергетический эффект повышения сорбционной емкости продукта гидролиза силикат-ионов и кальция в 2,5–6,2 раз относительно этих компонентов по отдельности.

Как в случае диоксида кремния, так и в случае силикатов кальция, температура реакционной среды повышает сорбционную емкость продукта в 1,1–1,8 раз, но при этом выход кремнезема падает в 1,5 раза, а выход силиката кальция увеличивается в 1,5 раза.

Таким образом изменение pH и температуры синтеза оказывает сильное влияние как на состав конечного продукта, так и на выход и сорбционную емкость. Оптимальными условиями синтеза силиката кальция для получения продукта с максимальным выходом и сорбционной емкостью можно считать pH=6–7 и T=100 °C.

Список литературы

1. Терминов, С.А. Алюмосиликатные сорбенты биогенного и минерального происхождения / С.А. Терминов, А.Е. Панасенко // Химия, физика, биология, математика: теоретические и прикладные исследования: сб. ст. по материалам XXIX Международной научно-практической конференции «Химия, физика, биология, математика: теоретические и прикладные исследования». – 2019. – № 11. – С. 79-84
2. Terminov, S.A. Silicates and aluminosilicates from rise waste / S.A. Terminov, A.E. Panasenko, V.B. Kolycheva // The 7th annual student scientific conference in English, Vladivostok. – 2020. – P. 68-69
3. Айлер, Р. Химия кремнезема / Р. Айлер. – Пер. с англ. – М.: Мир, 1982. – Ч.2. – 712 с.

Толмачева М. А.

СОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА АЛЮМОСИЛИКАТА НАТРИЯ ИЗ СОЛОМЫ РИСА И ЭНТЕРОСОРБЕНТОВ

Кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - к.х.н., доцент А. В. Ковехова

В последние годы значительно возрос интерес к энтеросорбции как простому, доступному, нетравматичному методу эфферентной терапии [1]. Для расширения сферы применения этого метода необходимо создание новых сорбентов, как селективных, так и универсальных. Большое распространение в этой области получили энтеросорбенты на основе аморфного диоксида кремния и алюмосиликатов. Постоянно идет поиск новых эффективных сорбентов на основе растительного сырья, в том числе отходов растениеводства, образующиеся в значительных количествах на предприятиях по переработке сельскохозяйственных культур. Известно, что некоторые растения являются концентраторами определенных химических элементов. С этой точки зрения интерес представляют отходы производства риса – шелуха и солома, накапливающие в своем составе соединения кремния и являющиеся источником аморфного диоксида кремния.

Цель работы: исследование состава и свойств алюмосиликата натрия, полученного из соломы риса в сравнении с коммерческими энтеросорбентами.

В работе был получен алюмосиликат натрия из соломы риса (сорт «Луговой», Дальневосточной селекции), выход составил 16,6 %. Дана его сравнительная характеристика по отношению к коммерческим энтеросорбентам (Белый уголь, Вайтсорб, Полисорб, Энтеросгель) по физико-

химическим показателям - насыпной плотности, значению рН водной вытяжки, содержанию водорастворимых веществ. Адсорбционная активность алюмосиликата натрия и энтеросорбентов изучена по йоду, метиленовому синему и метиловому оранжевому.

Показано, что насыпная плотность образцов изменяется от 28 до 631 кг/м³, значение рН водной вытяжки от 5,6 до 9,6, содержание водорастворимых веществ от 7,0 до 19,8 % в зависимости от сорбента. Наибольшим значением рН водной вытяжки характеризуется образец алюмосиликата натрия, содержанием водорастворимых веществ – Смекта.

Установлена сорбционная активность полученных образцов по йоду, метиленовому синему и метиловому оранжевому. Показано, что наибольшей поглотительной способностью по метиленовому синему и метиловому оранжевому обладает Смекта, по йоду – Полисорб. Алюмосиликат натрия из соломы риса занимает промежуточное положение.

Список литературы

Виденева, А. П. Адсорбция и адсорбенты. Сравнительная характеристика энтеросорбентов / А. П. Виденева // Colloquium-Journal. – 2019. – № 12-1 (36). – С. 67-70.

Раздел XI ПОЧВОВЕДЕНИЕ

Гилёв А.М., Казарин Ю.К.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СТЕКЛОВАТЫ В КАЧЕСТВЕ ГРУНТА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ РАССАДЫ ОГУРЦОВ

Кафедра почвоведения ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - канд.биол.наук, доцент А.В. Брикманс

В настоящее время все большую популярность при выращивании сельскохозяйственной продукции приобретают технологии закрытого грунта. В первую очередь это связано с возрастающим дефицитом экологически чистых земель с/х назначения рядом с населенными пунктами. Наиболее перспективными на сегодня являются гидропонные и аэропонные установки, для которых необходимо вырастить растительный материал в стерильной среде, которая способна обеспечивать поддержание оптимального водно-воздушного и температурного режима. Подобрать универсальные показатели в оптимальном диапазоне для всех типов субстратов является затруднительным, поскольку разный субстрат (почва, смесь почвогрунта и т.д.) по-разному способен поддерживать и удерживать условия для выращивания различных культур.

Цель работы определить перспективу использования стекловаты в качестве субстрата для выращивания огурцов и подобрать оптимальный тепловой и водный режим.

Объект исследования: в качестве субстрата использовали стекловату марки «ЭКОБЕР ГРУНТ», семена огурца, используемого в эксперименте сорта «Балконное чудо».

На первом этапе была выполнена подготовка семенного материала, для этого было использовано 30 семян огурца, которые были помещены на проращивание в чаши Петри с использованием дистиллированной воды. На 5 день во всех семенах появились корни. На втором этапе все пророщенные семена огурцов (30 штук), были помещены в подготовленные образцы стекловаты (4x4 см) для дальнейшего роста и развития на один месяц (до момента переноса их в гидропонную установку). Во время проведения опыта осуществлялся ежедневный полив, измерялась влажность субстрата с помощью прибора Soil moisture sensor SM150 и температура при помощи цифрового термометра Elitech WT-1 (табл.1). На протяжении всего опыта внешние условия среды не изменялись (температура, освещение и влажность воздуха была стабильной).

Исследования показали, что при стабильных условиях внешней среды, средняя температура субстрата на протяжении всего опыта практически не изменялась и была в диапазоне от +19,4 до +21,8 °С. Согласно исследователям [1], оптимальная температура для роста и развития огурца составляет +20-25°С, полученные значения входят в рекомендуемый диапазон и стекловата как субстрат способна поддерживать оптимальную температуру в прикорневой зоне для выращивания рассады огурца.

Показатель влажности варьировал в разных диапазонах (от 38,6 до 61,9 %), на первой неделе наблюдались высокие значения влажности, однако в последующие недели она значительно уменьшилась, скорее всего вызвано это тем, что после полива происходит неравномерное высыхание субстрата, при котором максимальная влажность приходится на нижнюю часть субстрата. Это значит, что необходим строгий контроль влажности в прикорневой зоне, при которой не будет создаваться избыточное увлажнение (для промачивания всей массы субстрата), но и нельзя допускать чрезмерного пересыхания. Для достижения наилучшего результата необходимо помещать стекловату на дренированную поверхность.

Показатели влажности(W) и температуры(t) субстрата

№ варианта	Показатели							
	1 неделя		2 неделя		3 неделя		4 неделя	
	t,°C	W, %	t,°C	W, %	t,°C	W, %	t,°C	W, %
1	21,8	69,8	22,8	44,9	20,6	44,5	21,1	54,7
2	21,0	83,7	22,9	61,4	20,2	61,6	20,6	53,3
3	20,1	67,0	21,8	64,0	19,8	46,0	20,6	61,2
4	20,0	58,6	21,8	57,2	19,5	50,0	20,5	47,2
5	19,8	63,3	21,3	59,8	19,5	30,3	19,9	53,7
6	19,9	59,8	20,6	47,6	20,1	38,2	19,4	43,6
7	20,5	53,9	20,5	44,2	20,6	43,0	19,6	45,6
8	20,3	60,0	21,8	47,8	19,6	32,2	19,5	40,3
9	19,9	63,0	20,9	40,2	19,9	30,7	19,9	37,4
10	19,8	65,2	20,5	47,8	19,4	30,7	19,5	57,0
11	20,9	63,8	20,5	53,3	19,0	38,2	19,8	54,2
12	19,5	64,6	19,9	62,2	19,3	49,6	19,3	54,4
13	19,7	64,5	20,3	61,1	20,2	56,3	18,9	51,1
14	20,6	73,9	22,5	67,2	18,9	52,7	18,7	60,0
15	20,3	71,2	21,3	67,6	18,4	53,2	19,9	52,0
16	19,6	78,4	20,6	79,4	18,8	61,7	19,8	56,2
17	19,8	50,2	20,3	35,6	20,3	32,3	19,3	38,7
18	20,7	79,7	22,5	65,7	19,4	33,2	19,8	60,0
19	20,5	73,7	21,3	61,0	19,1	56,4	20,3	55,0
20	20,8	47,5	20,9	31,2	20,0	30,1	21,0	40,1
21	19,6	57,6	23,5	48,8	21,5	37,4	20,6	48,3
22	19,9	63,3	22,5	41,0	21,1	36,6	20,4	33,6
23	19,5	46,2	21,7	37,8	21,1	31,3	19,6	34,6
24	20,5	44,8	21,6	37,2	20,8	47,4	20,0	37,6
25	19,9	58,4	23,0	48,2	20,3	40,4	19,6	43,0
26	19,5	64,8	22,0	34,4	20,3	39,4	19,4	41,0
27	19,5	56,1	20,9	45,8	20,6	26,6	20,0	53,7
28	19,5	52,2	21,8	41,0	20,3	47,2	19,6	33,9
29	20,3	60,1	22,6	49,0	20,0	34,5	19,1	50,6
30	20,3	47,2	21,6	31,3	20,6	24,4	19,4	37,8

Так как стекловата является стерильным субстратом для питания растений на 10 день проведения опыта для подкормки ростков были использованы гуматы в концентрации 1мл на 1л воды (согласно инструкции производителя), которые добавлялись по 2 капли в каждый образец в течении трех дней. После прекращения подкормки растений гуматами через 12 дней наблюдалось пожелтение листьев, скорее всего это было вызвано нехваткой питательных веществ, а значит для восполнения питательного режима стали вносить в раствор для полива минеральное удобрение марки «Добрая сила» (содержащий в своем составе макроэлементы азот 3,0 %, фосфор – 2,5 % и калий – 0,3 %, а также микроэлементы железо, марганец, медь, цинк, молибден в хелатной форме). Через день после использования удобрения растения приобрели более здоровый вид. К концу опыта (28 день) рассада

огурцов достигла размеров 5-6 см и вся была перенесена в гидропонную установку для дальнейших экспериментов.

Наблюдения показали, что стекловата может использоваться в качестве субстратов для выращивания рассады растений. Данный субстрат при внешних стабильных условиях среды способен поддерживать оптимальный температурный режим. Для создания оптимального режима увлажнения необходим постоянный контроль влажности и помещение стекловаты на дренируемую поверхность. Стекловата достаточно хорошо впитывает питательный раствор с различными типами удобрений и при регулярном поливе этими веществами может поддерживать жизненный тонус растения.

Список литературы

1. Огурец / А. Т. Лебедева. - М. : Росагропромиздат, 1988. - 48 с.

Ермаченко В.Ю.¹, Кузив Ф.В.²

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ НЕФТЯНЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ И ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДОННЫХ ОСАДКАХ

¹Кафедра почвоведения ШЕН ДВФУ

² Кафедра геофизических и геохимических методов поиска и разведки полезных ископаемых, геологоразведочный факультет, Санкт-Петербургский горный университет

¹Научный руководитель – д.г.-м.н., доцент Р.Б. Шакиров

В настоящее время добыча нефти на морском дне является перспективным направлением, так как месторождения суши в скором времени закончатся. Сейчас основным местом добычи нефти в морях является шельфовая зона. Как правило это глубина около 200 метров. Уровень изучения и освоения морского нефтяного потенциала России нельзя признать удовлетворительным. Во многом это обусловлено недостаточной геологической изученностью акваторий на нефть. Другой причиной следует считать слабо проработанные теоретико-методические аспекты прогнозной оценки фазовой специализации углеводородных акваторий [1].

В осадочном бассейне акватории Охотского и частично Японского морей открыто более 70 месторождений нефти и газа, большинство из которых расположены в районе острова Сахалин. Начальные ресурсы природного газа Охотоморского нефтегазового бассейна оценены в 6,5 трлн. м³, а нефти в 7,6 млрд.т. Южно-Китайский нефтегазовый бассейн расположен в Южно-Китайском море, включая Сиамский залив. В нём выделяются 4 нефтегазоносных суббассейна. В целом, в этом бассейне выявлено более 125 месторождений с начальными разведанными запасами 900 млн. т нефти и 1,3 трлн м³ газа [2].

В исследуемых морях также происходит исследование донных отложений на обнаружение в них ионов тяжелых металлов. В исследованиях [3] показано, что в зависимости от места сбора исследуемых образцов, можно наблюдать различные показатели по ПДК различных тяжелых металлов. Данный показатель зависит от местоположения отбора проб (удаленность от прибрежной зоны, расположение относительно зоны добычи нефти и других территорий).

Установлено, что в породах, находящихся в контакте с углеводородами длительное время, что часто наблюдается над залежами нефти и газа, отмечаются физико-химические изменения, приводящие к формированию аномалий:

1. ассоциаций минеральных новообразований (кальцита, сидерита, пирита, кремнезёма, глинозёма и др.)

2. повышение концентраций рассеянных элементов как над залежью, так и в зоне водонефтяного контакта (урана, тория, радия, калия, никеля, ванадия, кобальта, марганца, железа, титана и др.).

3. более восстановленное значение окислительно-восстановительного потенциала и повышение концентрации ионов водорода

4. значительное изменение физических свойств пород (пористости, плотности, проницаемости, пластичности, сорбционной ёмкости, магнитной восприимчивости, электропроводности, оптической плотности и др.)

В воде месторождений нефти и газа наблюдаются аномальные содержания

1. растворенных и свободных газов (метана, тяжёлых углеводородов, гелия, водорода, углекислого газа)

2. органического вещества и битумов

3. гидрохимических параметров (брома, йода, аммония и др.)

За основу геохимических методов поисков нефти и газа на акваториях взяты общие теоретические положения формирования геохимических полей над месторождениями нефти и газа применительно к суше, но с учетом специфических условий акваторий [4].

Микроэлементы и углеводороды присутствуют в донных отложениях в составе разнообразных соединений и вещественных комплексов. Различная подвижность форм существования микроэлементов, образующих геохимические ореолы, влияет на их пространственное распределение. В геохимии корреляция углеводородного состава нефти и битумоидов (органических веществ) считается одним из основных качественных методов выявления возможных источников нефтеобразования. С помощью сравнительного анализа нафтидов возможно выявить связи между нефтью и органическим веществом определенных нефтематеринских толщ и дифференцировать углеводородные флюиды на генетические типы.

Химические методы фазового анализа, заключаются в применении сводной схемы, использующей элюенты на группу тяжелых металлов. Пробы предварительно обрабатываются различными экстрагентами фазового анализа по схеме, предусматривающей выделение следующих форм нахождения тяжелых металлов из твердого скелета донных осадков [5]:

- 1-я фаза - водорастворимые соединения
- 2-я фаза - сорбированные металлы
- 3-я фаза - формы, связанные с битумными органическими веществами
- 4-я фаза - металлы, связанные с гумусовыми органическими веществами
- 5-я фаза - формы, связанные с карбонатными соединениями
- 6-я фаза - металлы, связанные с гидроксидами и оксидами железа и марганца
- 7-я фаза - металлы в труднорастворимом осадке

Выбор методики определения содержания форм нефтяных углеводородов и тяжелых металлов в донных осадках напрямую влияет на информативность получаемых данных.

Их дифференцированный анализ позволит извлечь огромный пласт информации, позволяющий учитывать, как генезис искоемых углеводородных систем и вклад фоновых, естественных концентраций так и влияние антропогенного характера, что предоставит возможность отслеживать влияние этих факторов отдельно, упрощая задачи поиска и разведки нефтегазовых месторождений и экологического мониторинга.

Список литературы

1. Нефтяные ресурсы акваторий – долгосрочный стратегический резерв России Ю.Н. Григоренко / В.С. Соболев (Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный институт, С-П.), Геологоразведка и сырьевая база, 3'2009.
2. И.В. Истратов, Научно-технический сборник. Вести газовой науки №5 (16) / 2013.
3. Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2015. — Под ред. Коршенко А.Н., Москва, «Наука», 2016, 184 с.
4. Газогеохимические поля и прогноз нефтегазоносности морских акваторий, автореферат, Жиров Анатолий Иванович, Москва 1995.
5. Закономерности распределения и формы нахождения тяжелых металлов в донных осадках Ладожского озера, Вестник СПбГУ. сер.7, 2006 г. вып.1. 12 с.

Иванкова А.И.

ВЛИЯНИЕ БИОУГЛЯ НА ПРОТИВОЭРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА АГРОПОЧВ ТЯЖЕЛОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ЗА ТРЕХЛЕТНИЙ ПЕРИОД В ОВОЩНЫХ СЕВООБОРОТАХ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Кафедра почвоведения ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – канд.биол.наук., доцент Брикманс А.В.

Противоэрозионная стойкость почв характеризует ее способность противостоять смывающему воздействию водного потока или взаимному воздействию потока воды и капель дождя, определяется свойствами и размером водопрочных агрегатов, а также сцеплением их друг с другом [1]. Биоуголь является структором почв, а значит способен оказывать влияние на физические свойства и на противоэрозионную стойкость почв. Цель исследования определить влияние биоугля на противоэрозионную устойчивость агропочв Приморского края.

Объектом исследования явились агротемногумусовые подбелы (Luvic Anthrosol) Приморской овощной опытной станции с овощным севооборотом с применением глубокого дренажа (120 см) и без дренажа. С 2018 г. в качестве мелиоранта для улучшения физических и противоэрозионных свойств почв впервые внесли биоуголь, произведенный из древесных остатков березы *Betula alba* (0,1 и 3 кг/м²) [3], схема опыта представлена в табл.1.

На основе гранулометрического и микроагрегатного состава агропочв [2] была рассчитана их противоэрозионная стойкость. Исследования показали, что в мае 2018 г. до внесения биоугля противоэрозионная стойкость агропочв являлась низкой (табл.2), поле оставалось под пар (2017 г.) и перед посадкой капусты было произведено грядование предполагающее активную механическую обработку поверхностного горизонта и разрушение почвенных агрегатов.

Таблица 1

Схема полевого опыта 2017-2020 гг.

Год	Участок без дренажа почвы			Участок с дренажом почвы		
	биоуголь 0 кг/м ²	биоуголь 1 кг/м ²	биоуголь 3 кг/м ²	биоуголь 3 кг/м ²	биоуголь 1 кг/м ²	биоуголь 0 кг/м ²
2017	пар	пар	пар	пар	пар	пар
2018	капуста	капуста	капуста	капуста	капуста	капуста
2019	soя	soя	soя	картофель	картофель	картофель
2020	пар	пар	пар	пар	пар	пар

В октябре 2018 г. как в системе с дренажем, так и без нее противоэрозионная стойкость

преимущественно низкая, однако в варианте с применением биоугля в дозе 3 кг/м² – средняя, не смотря на 4-х разовую междурядную обработку. В начале вегетационного периода (май) 2019 г. показатели противоэрозионной стойкости средние, кроме варианта в системе без дренажа с применением биоугля в дозе 3 кг, где показатель снижается и становится низким. К концу вегетационного периода (октябрь 2019 г.) показатели противоэрозионной стойкости большинства вариантов остались оптимальными и наблюдались средние значения, однако в образцах без дренажной системы с внесением биоугля в дозах 1 и 3 кг на м², противоэрозионные свойства ухудшались до низкой. Следует отметить, что этот год характеризовался значительным количеством дождевых осадков в течении всего вегетационного периода.

В мае 2020 г. экспериментальные участки были оставлены под пар, а значит не подвергались активной механической обработке. Противоэрозионная устойчивость почв улучшается в дренажной системе до средней в контрольном варианте и высокая в вариантах с применением биоугля 1 и 3 кг на м². В системе без дренажа значения противоэрозионной стойкости в контрольном варианте средняя, однако в варианте с применением биоугля в дозе 3 кг на м² этот показатель низкий. К октябрю 2020 г. противоэрозионная стойкость агропочв в дренажной системе – высокая, без дренажной системы средний показатель противоэрозионной стойкости. Следует еще раз отметить, что данные почвы не обрабатывались в течении всего вегетационного периода, однако показатель того, что в целом противоэрозионная стойкость выше чем на этих же участках после пара в начале 2018 г. до внесения биоугля и посадки капусты.

Таблица 2

Противоэрозионные показатели агропочв по [1]

Объект исследования	2018 г.		2019 г.		2020 г.	
	май	октябрь	май	октябрь	май	октябрь
Др К	0,2 - низкая	1,7 - низкая	3,5 - средняя	2,6 - средняя	5,0 - средняя	15,3 - высокая
Др1кг	не вносился	1,7 - низкая	4,3 - средняя	6,1 - средняя	10,4 - высокая	10,5 - высокая
Др3кг	не вносился	0,86 - низкая	2,7 - средняя	3,1 - средняя	14,3 - высокая	18,1 - высокая
Бдр К	0,7 - низкая	2,11 - низкая	4,6 - средняя	3,0 - средняя	3,5 - средняя	5,9 - средняя
Бдр1кг	не вносился	2,13 - низкая	5,1 - средняя	1,1 - низкая	3,9 - средняя	5,5 - средняя
Бдр3кг	не вносился	3,1 - средняя	1,8 - низкая	1,9 - низкая	2,0 - низкая	2,6 - средняя

Было установлено, что применение биоугля в качестве структурора агропочв положительно влияет на противоэрозионную стойкость почв тяжелого гранулометрического состава, но максимальный эффект наблюдается на участках с дренажной системы, параметры значительным образом улучшаются, что способствует появлению способности почв сопротивляться воздействию воды. Доза биочара 1 кг/м² оказала положительное воздействие на структуру агропочв.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-29-05166.

Список литературы

1. Воронин А.Д. Основы физики почв. М.: Изд-во Моск. ун-та. 1986.
2. Иванкова А.И., Брикманс А.В. Качественная оценка структуры агроземов (на примере Суражеской опытной станции)// Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам. – 2020. С. 294-296.
3. Попова, А. Д. Применение биоугля как мелиоранта и его влияние на изменение физических свойств агропочв юга Приморского края / А.Д. Попова, В. А. Семаль, А. В. Брикманс, О. В. Нестерова, Ю. А. Колесникова, М. А. Бовсун // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. - №6. - С. 57-63.

Ивко Т.В.¹, Бовсун М.А.¹, Нестеров В. В.², Тютина В.А.³

ВЛИЯНИЕ БИОУГЛЯ НА УСВОЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА АГРОЭКСИТЕМОЙ

¹Кафедра почвоведения ШЕН ДВФУ

² МАОУ «Лицей Технический», г. Владивосток

³ РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева

Научный руководитель - к.б.н., зав. кафедрой почвоведения О.В. Нестерова

Неблагоприятная экологическая обстановка в мире, связанная с огромным количеством выбросов углекислого газа в атмосферу, побуждает многие страны к поиску новых низкоуглеродных и бюджетных технологий, которые могут быть использованы в сельском хозяйстве без потерь плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур. Одним из эффективных решений проблемы является применение биоугля, полученного методом пиролиза из органических отходов. Наиболее экологически чистыми считаются биоугли, полученные из древесных остатков. Изучение положительных и отрицательных эффектов от внесения биоугля в сельскохозяйственном производстве является актуальной исследовательской тематикой.

Цель работы: изучить влияние различных доз удобрения на эмиссию углекислого газа, урожайность и содержание органического углерода в агротемногумусовых подбелах через четыре месяца после внесения.

Объекты исследования расположены в прибрежной агроклиматической зоне Приморского края на территории экспериментального опытного участка с овощным севооборотом с применением глубокого дренажа (120 см) и без дренажа на территории Приморской овощной опытной станции — филиала ФГБНУ «ФНЦ овощеводства» (43°25'22.4"N 132°18'50.6"E, с. Суражевка, Приморский край, Россия). Биоуголь (из древесных остатков березы *Betula alba*, получен методом пиролиза при температуре 360-3800С) в дозах 1 и 3 кг/м² был заложен в пахотный горизонт агротемногумусовых подбелов в 2020 г. перед посадкой свеклы столовой, отбор почвенных образцов и измерение кумулятивных потоков парниковых газов были произведены в июле, августе, сентябре и октябре. Почвы представлены агротемногумусовыми подбелами [1, 2].

Эмиссия CO₂ измерялась камерным методом в полевых условиях при помощи лазерного газового анализатора Picarro G4301 (Picarro Inc., Santa Clara, CA, USA), который обеспечивает одновременное определение паров метана (CH₄), диоксида углерода (CO₂), и воды (H₂O), с точностью измерения за пятиминутный промежуток < 200 ppb для CO₂ и < 5 ppb для CH₄. Расчёт эмиссии проводился в программе MS Excel.

Определение содержания органического углерода выполнялось методом Тюрина в модификации ЦИНАО по ГОСТ 26213-91.

При оптимальных водно-воздушных условиях почвенная экосистема может накапливать органический углерод в гумусе или преобразовывать его в биомассу, также часть углерода теряется в виде эмиссии углекислого газа или метана в зависимости от преобладающего водно-воздушного режима в прикорневой зоне.

Согласно проведённым измерениям кумулятивный поток CO₂ на контрольном участке бездренажной системы имеет значение 1069,401 мг CO₂ м⁻² ч⁻¹. Внесение биоугля в дозе 1 кг/м² снизило кумулятивный поток на 8,71%, по сравнению с контролем. Внесение биоугля в дозе 3 кг/м² снизило кумулятивный поток на 8,66%, по сравнению с контролем.

При изучении урожайности, результаты показали, что на контрольном участке поля

бездренажной системы урожайность составила 9,5 т/га. На участке с дозой биоугля 1 кг/м² урожайность повысилась на 17.9%, по сравнению с контролем. На участке с дозой биоугля 3 кг/м² урожайность повысилась на 48.4%, по сравнению с контролем.

Говорить о действительном влиянии внесения биоугля на содержание органического углерода сразу или через несколько месяцев после внесения не совсем корректно. Биоуголь всего лишь создает оптимальные условия для водно-воздушного режима в прикорневой зоне. Тем не менее на бездренажной системе, на полях с внесенным биоуглем, наблюдается незначительное уменьшение содержания органического углерода в пределах 0,1 - 0,4%.

Поэтому, такие показательные результаты – снижение потока углекислого газа и повышение урожайности на бездренажной системе – могут говорить об интенсивном расходовании почвенной системой органического углерода, за счет улучшения водно-воздушных свойств при внесении биоугля.

Согласно проведенным измерениям кумулятивный поток CO₂ на контрольном участке дренажной системы имеет значение 696,76 мг CO₂ м⁻² ч⁻¹. Внесение биоугля в дозе 1 кг/м² повысило кумулятивный поток на 52,64%, по сравнению с контролем. Внесение биоугля в дозе 3 кг/м² повысило кумулятивный поток на 15,79%, по сравнению с контролем.

На контрольном участке поля с дренажной системой урожайность составила 16 т/га. На участке с дозой биоугля 1 кг/м² урожайность повысилась на 6.3%, по сравнению с контролем. На участке с дозой биоугля 3 кг/м² урожайность повысилась на 9.3%, по сравнению с контролем.

Определенной зависимости изменения количества органического углерода от внесения биоугля на дренажном поле не установлено. Значения углерода либо практически не изменялись (происходило уменьшение до 0,2%), либо происходило хаотичное понижение-повышение значений.

Увеличение эмиссии углекислого газа и незначительный прирост урожайности, говорит о том, что биоуголь проявляет адсорбирующие свойства, мешающие дренажной системе отводить воду, т.е. биоуголь вступает в конфликт с дренажной системой. В результате этого дренаж теряет часть своих положительных эффектов.

Таким образом, наши исследования показали, что биоуголь делает более эффективным расходование углерода на бездренажной системе – уменьшается эмиссия и увеличивается урожайность, на дренажной системе положительные влияния биоугля очень незначительные. Для того чтобы делать выводы о непосредственно изменении содержания органического углерода в почве необходимо проводить отбор образцов и измерений только через год или два после внесения биоугля с целью оценки его вклада в систему гумусовых веществ почвы.

Исследования были проведены при поддержке гранта РФФИ №19-29-05166\19.

Список литературы

1. Bovsun, M., Nesterova, O., Semal, V., Khokhlova, E., Sakara, N. Changes in the composition and properties of biochar after one-year application. E3S Web of Conferences, 2020, 217, 10009.
2. Попова А.Д., Семаль В.А., Брикманс А.В., Нестерова О.В., Колесникова Ю.А., Бовсун М.А. Применение биоугля как мелиоранта и его влияние на изменение физических свойств агропочв юга Приморского края. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019. № 6 (176). С. 57-63.

Казарин Ю.К., Гилёв А.М.

ПОДБОР ГРУНТОВ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ТОМАТОВ В УСЛОВИЯХ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА

Кафедра почвоведения ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - канд.биол.наук, доцент А.В. Брикманс

Овощные культуры играют определяющую роль в рационе питания человека. Плоды томата можно считать одними и наиболее ценных овощных культур из-за постоянного спроса на них в течение всего года. Выращивание овощей в закрытом грунте имеет большое значение в производстве продуктов питания, благодаря тому, что технологии закрытого грунта обеспечивают регулирование температурного, питательного и водного режимов, что способствует увеличению урожайности и позволяет получать продукцию томата практически круглый год. Правильный выбор субстрата для растений – залог хорошего урожая.

Цель исследования изучить влияние различных субстратов на рост и развитие рассады томатов.

Объекты исследования: в работе использовано четыре вида субстратов: кокосовое волокно, вермикулит, почвогрунт (смесь торфов различной степени разложения, диатомит, ГЕРА ФлорГуматКалийный, речной термически обработанный песок, известняковая мука), в качестве семенного материала выбран черри-томат сорта «Бычий глаз».

В настоящее время на рынке искусственных субстратов присутствует большое количество как отечественных, так и зарубежных марок. Источники для получения субстратов также отличаются большим разнообразием: торфяные смеси, кокосовое волокно, мхи, вермикулит и т.д. Для проведения опыта были выбраны наиболее популярные субстраты, встречающиеся на рынке Приморского края. Для опыта были использованы как исходные субстраты, так и их смеси. В ходе эксперименты были подготовлены следующие комбинации субстратов: кокосовое волокно + почвогрунт (КП) в соотношении 1:1, кокосовое волокно + почвогрунт + вермикулит (КВП) в соотношении 1:1:1, вермикулит + почвогрунт (ВП) в соотношении 1:1, почвогрунт (П).

Опыт длился 83 дня (с 1 октября по 23 декабря). За время опыта были проведены следующие измерения: рост растений (см.), определение кислотно-щелочных свойств субстратов (pH_{H_2O}), влажность субстратов (%). Во время эксперимента для полива использовалась только дистиллированная вода.

Исследования показали, что при измерении роста (табл.1) у образца на смеси кокосовое волокно + почвогрунт наблюдался средний недельный прирост 10 см, у растения на кокосовом волокне + вермикулит + почвогрунт средний недельный прирост составил 17 см, у растения на смеси с вермикулитом + почвогрунт средний недельный прирост составил 18 см, у растения с почвогрунтом средний недельный прирост - 11 см. Таким образом, максимальный недельный прирост наблюдался у растения на смеси с вермикулитом + почвогрунт, минимальный недельный прирост рост наблюдался у растения с кокосовым волокном + почвогрунт. Заметно, что растения, в смеси которых присутствовал вермикулит отличались наибольшим средним приростом, так как вермикулит в смеси оказывает заметное влияние на рост растений, что подтверждается описанием его свойств производителем: «ускоряет рост растений, т. к. является биогенным стимулятором повышения урожайности».

Таблица 1

Измерение роста растений, см

Временные интервалы опыта	Рост растений, см			
	КП	КВП	ВП	П
Начало опыта	11	16	7	11
Первая неделя	12	17	8	14
Вторая неделя	17	25	12	20
Третья неделя	30	43	23	32
Четвертая неделя	48	58	38	43
Пятая неделя	74	94	77	73
Шестая неделя	82	110	90	85
Конце опыта	83	133	121	90
Средний недельный прирост, см	10	17	18	11

Исследования кислотно-щелочных свойств (pH_{H_2O}) субстратов всех вариантов опыта показали, что в начале эксперимента все значения pH находились в интервале от 5,06 до 5,54 (табл. 2). В конце опыта значения pH среды субстратов выросли до 5,97-6,33, скорее всего вызвано это влиянием корневой системы томатов [2], однако согласно данным о благоприятных для роста растений интервалах pH среды [1], томаты не чувствительны к повышенной кислотности и растут при pH 5,0 – 8,0 и полученные значения всех вариантов опыта входят в этот интервал.

Таблица 2

Кислотно-щелочные свойства субстратов (pH_{H_2O})

Временные интервалы опыта	Значение pH_{H_2O} среды			
	КП	КВП	ВП	П
Начало опыта	5,07	5,54	5,05	5,07
Конец опыта	6,01	5,97	6,22	6,33

Влажность субстратов измерялась периодически с помощью прибора Soil moisture sensor SM150 (табл. 3). Чаще всего максимальные значения влажности при измерениях наблюдались у образца в кокосовом волокне + почвогрунт, реже всего у образцов в вермикулите + почвогрунт и кокосовом волокне + вермикулит + почвогрунт, следовательно, можно говорить о том, что кокосовое волокно способно дольше удерживать влагу в субстрате.

Таблица 3

Влажность субстратов, %

Временные интервалы опыта	Влажность, %			
	КП	КВП	ВП	П
Первая неделя	11	8	9	11
Вторая неделя	19	13	16	18
Третья неделя	26	20	24	23
Четвертая неделя	16	22	15	16
Пятая неделя	17	10	12	13
Шестая неделя	4	2	7	4

В конце опыта на исследуемых вариантах опыта было подсчитано количество плодов в каждом кусте. Исследование показало, что больше всего плодов появилось на образце в почвогрунте, в количестве 10 штук, меньше всего выявлено на субстрате в кокосовом волокне + вермикулит + почвогрунт – 3 штуки. В вариантах с вермикулитом + почвогрунтом и кокосовом волокне + почвогрунт количество плодов составило 6 штук. Можно сказать, что это связано с тем, что почвогрунт без примесей обладает максимальным содержанием питательными элементами (азот, фосфор и калий), которые необходимы для питания растений.

Опыт показал, что наиболее благоприятным субстратом для выращивания помидор с точки зрения создания оптимальных водно-воздушных условий является субстрат содержащий в смеси вермикулит. С точки зрения получения максимального урожая наиболее перспективным является вариант с почвогрунтом, который способен полностью обеспечить питательными элементами растение. Также благоприятные водно-воздушные условия способны обеспечить субстраты в смеси с кокосовым волокном и почвогрунтом. Для поддержания оптимальных водно-воздушных условий и получения максимального урожая можно использовать смеси почвогрунтов с кокосовым волокном и вермикулитом, но полив необходимо осуществлять раствором с элементами питания.

Список литературы

1. Агрохимия /Б.А. Ягодин, П.М. Смирнов, А.В. Петербургский и др.; Под ред. Б.А. Ягодина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1989. – 639 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений).
2. Горелов А. М, «Фитогенное поле и его структура», Вестник Московского Государственного университета, 2013 г., № 1. С. 5-10.

Козлова А.А., Кулешин Д.Е.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ БИОУГЛЯ НА ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКИЙ СОСТАВ АГРОПОЧВ

Кафедра почвоведения ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – канд.биол.наук., доцент А.В. Брикманс

Земледелие всегда идёт с человечеством рука об руку и до сих пор остается основным методом получения продуктов питания. Его развитие нацелено на рациональное использование земель, то есть на максимизацию производительного потенциала при минимальных затратах труда и средств. В настоящее время во всем мире идет поиск различных технологий, которые способны повысить урожайность путем улучшения агрохимических и агрофизических свойств почв и при этом не наносить вреда в экосистему. Одной из таких технологий является использование биоугля [3], однако его влияние еще мало изучено и неоднозначно. Гранулометрический состав является одним из важных почвенных показателей, влияющий на водно-воздушный режим почв, а следовательно, и на рост и развитие растений в целом. Цель исследования выявить влияние различных доз биоугля на гранулометрический состав агропочв.

Объектом исследования были выбраны агропочвы Приморской овощной опытной станции под овощным севооборотом (свекла) с применением глубокой дренажной системы (120 см) и без дренажа. Биоуголь был произведён из древесных остатков берёзы *Betula alba* [3] и однократно вносился в почву (июнь) в дозах 0, 1 и 3 кг на м², схема опыта представлена в табл 1. Для определения краткосрочного эффекта влияния на гранулометрический состав почв были отобраны образцы через месяц после внесения.

В ходе анализа было установлено, что почвы на участке с дренажной системой (табл.2), где биоуголь не вносился (контроль), гранулометрический состав является глиной средней (сумма фракций > 0,01 составила 35%). При внесении 1 кг биоугля на м² гранулометрический состав стал легче – глиной лёгкой (сумма фракций > 0,01 составила 36%). При внесении биоугля в дозе 3 кг на м²

гранулометрический состав остался неизменным (глина лёгкая), однако сумма фракций $> 0,01$ составила уже 41%.

Таблица 1

Схема полевого опыта 2020 гг.

Год	Участок без дренажа почвы			Участок с дренажом почвы		
	биоуголь 0 кг/м ²	биоуголь 1 кг/м ²	биоуголь 3 кг/м ²	биоуголь 3 кг/м ²	биоуголь 1 кг/м ²	биоуголь 0 кг/м ²
2020	свекла	свекла	свекла	свекла	свекла	свекла

Гранулометрический состав почв на бездренажной системе в контрольном варианте в ходе анализа был определён как глина лёгкая, сумма фракций $> 0,01$ составила 38%. При внесении дозы 1 кг биоугля на м² гранулометрический состав почв остался неизменным – глиной лёгкой, сумма фракций $> 0,01$ составила уже 43%. При внесении биоугля в дозе 3 кг на м² изменений в гранулометрическом составе почв так же не зарегистрировано (глина лёгкая), однако сумма фракций физического песка составила 46%.

Таким образом, несмотря на незначительные изменения или их отсутствие в гранулометрическом составе в целом, наблюдается заметное процентное перераспределение между фракцией мелкого песка (0,25-0,05 мм) и илистой фракцией (менее 0,001 мм). Лучше всего изменения прослеживаются в почвах без дренажной системы, где с внесением 1 кг биоугля резко возрастает процентное содержание фракции мелкого песка (0,25-0,05 мм) с 1 до 6%, в то время как процентное содержание илистой фракции уменьшается с 28 до 22%. То есть, с внесением дозы 1 кг биоугля гранулометрический состав облегчается в среднем на 5-6% уже спустя месяц. Похожая тенденция наблюдается и при внесении дозы биоугля 3 кг. По сравнению с контрольными образцами почв бездренажной системы, процентное содержание фракции мелкого песка (0,25-0,05 мм) увеличивается с 1 до 11%, а содержание илистой фракции уменьшается с 28 до 21%, то есть в среднем гранулометрический состав облегчается на 8-9%, за счет высокой удельной поверхности биоугля.

Таблица 2

Гранулометрический состав агропочв, июль 2020 г.

Объект	Содержание всех фракций %						$>0,01$	$<0,01$	Название по Качинскому [1]
	1-0,25 мм	0,25-0,05 мм	0,05-0,01 мм	0,01-0,005 мм	0,005-0,001 мм	Менее 0,001 мм			
Др К	1	4	30	16	21	28	35	65	Глина средняя
Др 1 кг	1	4	31	15	23	26	36	64	Глина лёгкая
Др 3 кг	1	5	35	13	21	25	41	59	Глина лёгкая
Бдр К	3	1	34	13	21	28	38	62	Глина лёгкая
Бдр 1 кг	5	6	32	13	22	22	43	57	Глина лёгкая
Бдр 3 кг	4	11	31	12	21	21	46	54	Глина лёгкая

Примечание* Др – дренажная система; Бдр – система без дренажа; К – контроль; 1 кг – внесение 1 кг биоугля на м² почв; 3 кг – внесение 3 кг биоугля на м² почв.

В почвах с дренажной системой, значительных изменений в процентном соотношении фракции мелкого песка (0,25-0,05 мм) и илистой фракции (менее 0,001 мм) наблюдается крайне незначительное, однако их гранулометрический состав становится легче (переход от глины средней к глине лёгкой).

Это можно объяснить возможным влиянием непосредственно дренажной системы на агрозёмы, а именно вымыванием частиц биоугля из почв вместе с осадками или при поливе [2].

Исследования показали, что биоуголь способен оказывать влияние на гранулометрический состав агропочв облегчая его за счет своих сорбционных способностей, однако наиболее этот эффект наблюдается в системе бездренажа и с внесением биоугля в дозе 3 кг на м².

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-29-05166.

Список литературы

1. Качинский, Н. А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения // Издательство академии наук СССР. – 1958. – С. 160.
2. Митрофанов, Ю. И. Роль осушения в земледелии на переувлажняемых почвах / Ю. И. Митрофанов, О. Н. Анциферова, Л. В. Пугачева, О. В. Карасева, Т. Н. Пантелеева // Земледелие. – 2016. - №6. – С. 24-27.
3. Попова, А. Д. Применение биоугля как мелиоранта и его влияние на изменение физических свойств агропочв юга Приморского края / А.Д. Попова, В. А. Семаль, А. В. Брикманс, О. В. Нестерова, Ю. А. Колесникова, М. А. Бовсун // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. - №6. - С. 57-63.

Кулешин Д.Е., Козлова А.А.

ВЛИЯНИЕ БИОУГЛЯ НА КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНЫЕ СВОЙСТВА АГРОПОЧВ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Кафедра почвоведения ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – канд.биол.наук., доцент Брикманс А.В.

Большинство овощных сельскохозяйственных культур довольно требовательны к реакции среды, как правило культурные растения и почвенные микроорганизмы развиваются при слабокислой либо нейтральной среде. Реакция среды в почве влияет на активность гумусообразования, разложение растительных остатков, доступность многих макро- и микроэлементов питания, водно-физические и физико-механические свойства, поэтому рекомендуется использование разного рода мелиорантов для регулирования показателей свойств почв, в том числе и рН. Согласно опубликованным данным [1], оптимальная рН-среда, при которой столовая свекла (сорт Бордо односемянная) может нормально развиваться и давать высокий урожай, составляет 6,7–7,2. Исследования показали [3], что в целом агропочвы Приморского края имеют преимущественно кислую реакцию среды, а при переходе к органическому земледелию количество рекомендуемых мелиорантов очень ограничено [5]. Существует множество публикаций, в которых отмечается влияние различных доз биоугля в сторону нейтральной реакции среды [2,3,6].

Цель работы рассмотреть влияния биоугля на кислотно-щелочные свойства агропочв юга Приморского края.

В качестве объектов исследования были выбраны агропочвы (агротемногумусовые подбелы) Приморской овощной опытной станции на экспериментальном участке с дренажной и бездренажной системой (глубина дренажа 120 см). В качестве мелиоранта для улучшения кислотно-щелочных свойств почв использовали биоуголь, произведенный из древесных остатков березы *Betula alba* [4]. Дозы внесения биоугля на экспериментальных площадках составляли 0, 1 и 3 кг на м². Биоуголь вносился однократно в 2020 году под свеклу.

Каждый экспериментальный участок был разделен на 3 части (табл.1): без внесения биоугля (К), с внесением дозы 1 кг (1 кг) и 3 кг биоугля (3 кг). Измерения рН проводились спустя месяц после внесения биоугля в июле, а также в конце вегетационного периода в сентябре.

Таблица 1

Схема полевого опыта 2020 гг.

Год	Участок без дренажа почвы			Участок с дренажом почвы		
	биоуголь 0 кг/м ²	биоуголь 1 кг/м ²	биоуголь 3 кг/м ²	биоуголь 3 кг/м ²	биоуголь 1 кг/м ²	биоуголь 0 кг/м ²
2020	свекла	свекла	свекла	свекла	свекла	свекла

Поверхностный горизонт темногумусовых подбелов в ненарушенном состоянии в районе исследования имеет значения рН_{Н₂О} - 4,91, рН_{КСl} - 3,8 [3]. Через месяц после внесения биоугля (табл.2) в агропочвы на участке с дренажной системой и дозой биоугля 3 кг на м² значения рН_{Н₂О} составило 5,95, с применением биоугля в дозе 1 кг значение рН_{Н₂О} составил 6,78, тогда как на контрольном участке без внесения биоугля значение рН_{Н₂О} составило 5,98. В сентябре на всех участках с дренажной системой варьирование значений незначительны и рН_{Н₂О} составило 6,14–6,01.

На участке без дренажа наблюдались более заметные изменения рН_{Н₂О}. При внесении биоугля в дозах 1 и 3 кг на м² видно, что биоуголь способен поддерживать рН среды на протяжении всего вегетационного периода смещая значения рН в сторону нейтральной. В контрольном варианте видно, что в течении вегетационного периода значения рН_{Н₂О} в сторону кислой (табл.2).

Подобная тенденция наблюдается и для рН_{КСl}. На поле без дренажа с внесением биоугля в дозах 1 и 3 кг значения рН_{КСl} смещаются в сторону слабокислой реакции среды, а в варианте без внесения биоугля этот показатель варьирует от среднекислой среды до слабокислой реакции среды.

Таблица 2

Кислотно-основные свойства агропочв

Показатели	Участок с дренажом почвы						Участок без дренажа почвы					
	июль			сентябрь			июль			сентябрь		
Дата измерения показателей												
Дозы внесения биоугля, кг	0	1	3	0	1	3	0	1	3	0	1	3
рН водное	5,98	6,78	5,95	6,01	6,14	6,14	6,38	6,46	6,63	5,27	6,47	6,61
рН солевое	5,22	4,84	5,22	5,13	5,08	5,27	5,55	5,88	6,03	5,75	5,72	5,98

Таким образом наши исследования доказали, что при использовании биоугля в дозе 3 кг на м² через три месяца после внесения наблюдается заметное смещение реакции среды в сторону нейтральной на поле с бездренажной системой.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 19-29-05166.

Список литературы

1. Агрохимия/ Под ред. Б. А. Ягодина. — М.: Колос, 2002. — 584 с: ил. (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
2. Григорьян Б.Р., Грачев А.Н., Кулагина В.И., Сунгатуллина Л.М., Кольцова Т.Г., Рязанов С.С. Влияние биоугля на рост растений, микробиологические и физико-химические показатели мало гумусированной почвы в условиях вегетационного опыта // Вестник Казанского технологического университета. 2016. №11.
3. Кислотно-основные свойства агроземов под овощными культурами с использованием дренажной и бездренажной систем / А. В. Брикманс, Т. Ю. Карпенко, В. А. Семаль [и др.] // Инновации молодых - развитию сельского хозяйства : Материалы 56 Всероссийской научной студенческой

конференции, Уссурийск, 23–30 марта 2020 года. – Уссурийск: Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 190-193.

4. Попова, А. Д. Применение биоугля как мелиоранта и его влияние на изменение физических свойств агропочв юга Приморского края / А.Д. Попова, В. А. Семаль, А. В. Брикманс, О. В. Нестерова, Ю. А. Колесникова, М. А. Бовсун // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. - №6. - С. 57-63.

5. Федеральный закон от 03.08.2018 N 280-ФЗ "Об органической продукции и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" // "Собрание законодательства РФ", 06.08.2018, N 32 (часть I), ст. 5073.

6. Характеристики дерново-подзолистых почв после внесения биоугля / Соколик Г.А., Овсянникова С.В., Иванова Т.Г., Попеня М.В., Войникова Е.В. Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия химических наук. 2015. № 2. С. 87-94.

Мироненко А.О.

ПОЧВЕННЫЙ ПОКРОВ ШИРОКОЛИСТВЕННОГО ЛЕСА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ Г.ВЛАДИВОСТОКА

Кафедра почвоведения ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – канд.биол.наук., доцент Рыбачук Н.А.

В настоящее время широкое развитие получило изучение городских почв. Этой проблеме посвящено множество работ, как в нашей стране, так и за рубежом. Особое место среди городских почв занимают почвы лесов, находящиеся в черте городов, вблизи жилых зон и дорожных сетей. На территории города Владивостока почвенный покров лесных массивов изучен не в полной мере.

Целью данной работы является изучение почвенного покрова в зоне широколиственного леса северо-восточной части г. Владивосток. Для реализации поставленной цели была заложена катена на склоне юго-восточной экспозиции, сделано морфологическое описание почвенных разрезов и установлена закономерность изменения почв и ее морфологических свойств, в связи с изменениями положения почв по рельефу (рисунок 1).

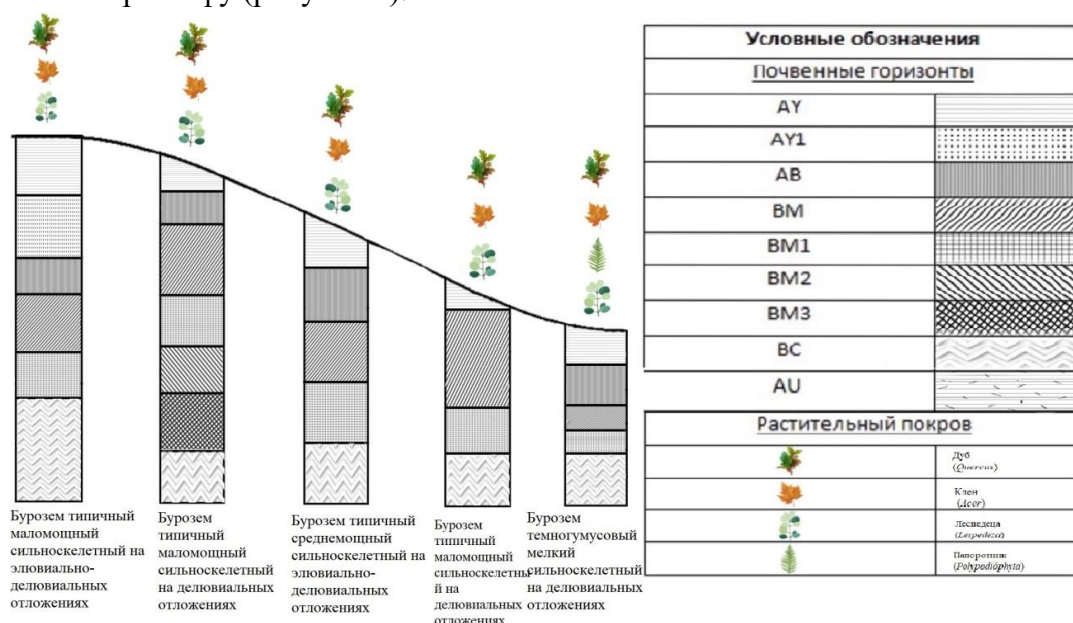


Рисунок 1. Структура почвенной катены

В качестве объекта исследования взяты почвы: бурозем типичный маломощный сильноскелетный на элювиально-делювиальных отложениях; бурозем типичный маломощный сильноскелетный на делювиальных отложениях; бурозем типичный среднемощный сильноскелетный на элювиальных отложениях; бурозем темногумусовый мелкий сильноскелетный на делювиальных отложениях.

При определении классификационного положения почв за основу была принята Классификация и диагностика почв России (2004, 2008) [1,2]. При описании почвенного покрова был использован морфологический метод и метод заложения почвенных катен.

Исследования показали, что почвы изучаемого участка ненарушенные, сохраняют нормальное залегание горизонтов естественных почв, без видимых следов антропогенного воздействия. За счет залегания в черте города и территориальной близости к жилой зоне и дороге, почвы, предположительно, могут быть подвергнуты химическому загрязнению, изменению ряда физических, физико-химических и биологических свойств. Почвы относятся к слабо измененным антропогенным почвам. По морфологическим признакам почвы не отличаются от естественных. По всей длине катены прослеживается высокая скелетность (содержание слабовыветрелых щебня и дресвы в почве, в среднем, составляет 70%, и практически не меняется в зависимости от положения почвы на склоне). Цвет горизонтов преимущественно бурый, почвенный агрегаты хорошо оструктурены, гранулометрический состав в верхней части склона – легко- и среднесуглинистый, в нижней части склона сменяется на средне- и тяжелосуглинистый. Новообразований и включений не выявлено. Сложение почв, преимущественно, рыхлое, по содержанию влаги почвы характеризуются как свежие.

Проведенное исследование показало, что в автономной и транзитной части склона формируются буроземы типичные, а в аккумулятивной - буроземы темногумусовые. Данная работа послужила начальным этапом для дальнейшего изучения почвенного покрова зоны широколиственного леса северо-восточной части г.Владивосток.

Список литературы

1. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004 – 342 с.
2. Полевой определитель почв России. – М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, Издательство: Москва, 2008 – 183 с.

Покаместова С.Е., Ткаченко В.А.

ФОРМИРОВАНИЕ ПОДСТИЛОК В НАСАЖДЕНИЯХ ЛЕСНОГО УЧАСТКА ПРИМОРСКОЙ ГСХА

Институт лесного и лесопаркового хозяйства ФГБОУ ВО Приморская ГСХА
Научный руководитель – канд.с.-х. наук, доцент Иванов Александр Викторович

Лесные экосистемы являются поставщиками жизненно важных для человека услуг, таких как регулирование климата, почвообразование, поддержание водного баланса, сохранение биологического разнообразия и других. Углеродная функция лесов заключается в хранении больших запасов углерода и ежегодном его поглощении в количестве более чем 2 млрд тонн [2]. Углерод является очень удобным показателем массообмена в лесных экосистемах, поскольку рост растений сопровождается поглощением углерода при фотосинтезе и накоплении его в тканях и органах растений; при разложении мертвой растительной органики углерод в виде углекислого газа возвращается обратно в атмосферу. Таким образом, в международной научной среде принято продуктивность и фитомассу лесов, а также

входящие и исходящие потоки вещества оценивать в углеродном эквиваленте. Для лесов уссурийского лесничества углерод по четырем основным пулам распределяется следующим образом: почва 60%, фитомасса 32%, мертвая древесина 5%, лесная подстилка 3%, общий запас составляет 76.5 Мт С [1]. Однако фактическое распределение запасов С в лесах изменчиво. Наша работа посвящена определению запасов лесных подстилок на территории лесного участка Приморской ГСХА.

Подстилку собирали в насаждениях трёх лесных формаций – кедровники, дубняки, пойменные леса с ясенем и ильмом. В каждой формации было заложено по 4 пробные площади. Сбор лесной подстилки осуществляли с помощью квадратной рамки 25×25 см в трёх повторностях на каждой пробной площади с частотой 1 раз в 7-15 дней. У каждого собранного образца предварительно определяли мощность в трёх местах, затем образец помещали в герметичный пакет. В камеральных условиях у образцов определяли абсолютно-сухую массу; запас переводили в тонны абсолютно-сухого вещества на 1 гектар. Обработку данных выполняли с использованием Microsoft Excel.

Средние запасы подстилок в абсолютно-сухом состоянии на пробных площадях представлены в таблице. Значения получены как среднеарифметические по всем замерам.

Таблица

Запасы лесных подстилок

Пробная площадь	Запас, т/га
Кедровник 50 лет	11.9
Кедровник 80 лет	11.5
Кедровник 130 лет	12.7
Кедровник 200 лет	14.4
Пойменный 50 лет	7.6
Пойменный 60 лет	9.2
Пойменный 90 лет	7.2
Пойменный 120 лет	7.7
Пойменный 140 лет	9.5
Дубняк 5 лет	11.0
Дубняк 35 лет	9.6
Дубняк 90 лет	9.0
Дубняк 140 лет	13.5

Средние запасы подстилок по формациям составляют: кедровники 12.6, пойменные леса 8.2, дубняки 10.8 т/га. Леса в поймах рек имеют наименьшие запасы подстилок во-первых в связи малой долей участия хвойных пород (хвоя разлагается медленнее листвы), во-вторых условия пойм более благоприятны для организмов-деструкторов подстилки – насекомых, грибов и других. По этим же причинам максимальные запасы подстилок зафиксированы в кедрово-широколиственных лесах с большой долей кедра в составе.

Полученные данные уточняют имеющиеся сведения о запасах подстилок в лесах южной части Приморского края и могут стать основой для усовершенствования действующих моделей бюджета углерода в регионе.

Список литературы

1. Замолодчиков Д.Г. Запасы и потоки углерода в лесах Уссурийского лесничества согласно оценке по системе РОБУЛ / Замолодчиков Д.Г., Иванов А.В. // Аграрный вестник Приморья. 2016. № 1, с. 12-15.
2. Курганова И.Н. Экосистемы России и глобальный бюджет углерода / И.Н. Курганова, В.Н.

Сулова А.С.

СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В АГРОТЁМНОГУМУСОВЫХ ПОДБЕЛАХ ПРИ ВНЕСЕНИИ БИОУГЛЯ НА ДРЕНАЖНОЙ И БЕЗДРЕНАЖНОЙ СИСТЕМАХ

Кафедра почвоведения ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - ассистент кафедры почвоведения А.И. Хохлова

На Дальнем Востоке существует проблема изменения химических свойств агропочв. Причиной тому сельскохозяйственная деятельность: а именно отчуждение элементов питания с урожаем и химическая деградация почв.

Большого внимания требуют к себе почвы, перешедшие из естественного состояния в агроландшафты. Каждый год увеличивается доля использование естественных почв для сельского хозяйства. Так, как почва считается не возобновляемым ресурсом, то людям следует обратить внимание на рекультивацию почв, находящихся уже в использовании, а также для восполнения элементов питания агропочв. Для этого нужны новые технология, которые способны улучшить химические свойства агропочв. Одним из самых перспективных мелиорантов считается биоуголь.

Было изучено содержание органического углерода агротёмногумусовых подбелов при внесении биочара в разных дозах на экспериментальных участках дренажной и бездренажной системах при выращивании свёклы столовой, сорт Бордо.

Цель работы: исследование содержание органического углерода агротёмногумусовых подбелов при внесении биочара в разных дозах на дренажных и бездренажных системах.

В качестве объекта исследования были выбраны агропочвы (агротёмногумусовые подбелы) Приморской овощной опытной станции (п. Суражевка) на экспериментальном участке с дренажной (Др) и бездренажной (Бдр) системах (глубина дренажа 120 см) под овощным севооборотом. В качестве мелиоранта для улучшения содержания органического углерода в почве использовали биоуголь, произведенный из древесных остатков берёзы *Betula alba* [3].

Определение содержания органического углерода в данных почвах производились по методу Тюрина в модификации ЦИНАО [2]. Дозы внесения биоугля на экспериментальных площадках составляли 1 кг и 3 кг на м². Каждый экспериментальный участок был разделен на 3 части: без внесения биоугля (К), с внесением 1 кг биоугля (1 кг) и 3 кг биоугля (3 кг).

Таблица

Содержание органического углерода ($C_{орг}$, %) в агротёмногумусовых подбелах

Объект исследования	Июль 2020	Август 2020	Сентябрь 2020	Октябрь 2020
Др к	1,19	2,18	1,89	1,65
Др к 1 кг	1,21	1,89	2,29	1,55
Др к 3 кг	1,46	2,39	1,86	1,64
Бдр к	2,71	3,39	2,86	2,72
Бдр к 1 кг	2,43	3,24	2,71	2,86
Бдр к 3 кг	2,84	3,41	3,22	2,99

Исследования показали, что содержание углерода в агропочах в контролях практически не изменяется, его содержание в июле в дренажной системе составило 1,19%, а к концу вегетации 1,65%. В бездренажной системе содержание органического углерода не изменилось и составляет 2,71% в июле и 2,72% в октябре (таблица).

В образцах, в которые вносился биоуголь, прослеживается тенденция к увеличению органического углерода в бездренажной системе в середине вегетации и составляет с внесением 1 кг биоугля 3,24%, а 3 кг биоугля 3,41%. Содержание органического углерода в дренажной системе значительно ниже, чем в бездренажной системе. Данные изменения могут быть связаны с активной микробной деятельностью в период вегетации, а также наличием глубокого дренажа.

По проведенным анализам можно сделать следующие выводы: внесение биоугля способствовало незначительному накоплению органического углерода в агропочве. Следует отметить, что пространственное распределение $C_{орг}$ неравномерно, и связано с наличием дренажной системы. Следовательно, биоуголь является доступным и качественным мелиорантом для применения в агроэкосистемах. Однако для рекомендаций всестороннего использования данного продукта в сельском хозяйстве требуются дополнительные многолетние исследования.

Список литературы

4. Влияние биоугля на свойства образцов дерново-подзолистой супесчаной почвы с разной степенью окультуренности (лабораторный эксперимент) / Е. Я. Рижия и др. // Почвоведение. 2015. № 2. С. 211-220.
5. ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества.
6. Попова, А. Д. Применение биоугля как мелиоранта и его влияние на изменение физических свойств агропочв юга Приморского края / А.Д. Попова, В. А. Семаль, А. В. Брикманс, О. В. Нестерова, Ю. А. Колесникова, М. А. Бовсун // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. - №6. - С. 57-63.

Толстикова В.Ю.

ФОРМИРОВАНИЕ ПОДСТИЛОК В НАСАЖДЕНИЯХ ЛЕСНОГО УЧАСТКА ПРИМОРСКОЙ ГСХА

Институт лесного и лесопаркового хозяйства ФГБОУ ВО Приморская ГСХА

Научный руководитель – канд. с.-х. наук, доцент Иванов Александр Викторович

Почвы мира хранят около 1600 Гт углерода, являясь самым емким резервуаром этого элемента на суше [1]. Годичное дыхание почв мира оценивается в 80 Гт С, что в десять раз превышает все антропогенные эмиссии [2]. Поскольку углерод входит в состав углекислого газа, определяющего парниковый эффект в атмосфере Земли, почвы являются мощным регулятором глобального климата. Значительные запасы углерода почв сосредоточены в лесных экосистемах. Площади лесов в мире и России ежегодно сокращаются в связи с интенсивными нарушениями антропогенного и природного характера – пожары, рубки, ветровалы. При деградации лесов происходят углеродные потери, в частности, уменьшаются запасы С лесных почв; исходящие из экосистемы деструкционные потоки CO_2 начинают превышать входящий поток от фотосинтеза, и лес становится источником углерода. Сведения о запасах С в лесах Дальнего Востока России немногочисленны. Настоящее исследование посвящено определению запасов углерода в почвах пойменных лесов южного Сихотэ-Алиня. Круговорот углерода в почвах лесов речных пойм отличается наличием горизонтального переноса вещества течением реки.

Объект исследования – лесные почвы в пойме р. Барсуковки на территории лесного участка Приморской государственной сельскохозяйственной академии, входящего в состав уссурийского лесничества. В лесных насаждениях с господством ясеня маньчжурского, ореха маньчжурского, ильма

японского, тополя Максимовича было заложено 4 временные пробные площади размером 50×50 м. На каждой пробной площади делали почвенный разрез, описывали горизонты почв, образцы анализировали в почвенной лаборатории, где определяли содержание углерода в горизонтах по отношению к массе образца. В полевых условиях также определяли плотность почвенных горизонтов в трех повторностях с помощью металлического цилиндра, объемом 100 мл. Значение запасов С определяли для площади 1 га, как произведение объема горизонта (прямоугольный параллелепипед), плотности горизонта и содержания С.

Значения запасов углерода почв на четырех пробных площадях в слое 0-40 см составили 94.5, 74.9, 48.0, 75.2 т С/га. Средняя модельная оценка запаса углерода почв в лесах Уссурийского лесничества, выполненная в системе РОБУЛ (региональная оценка бюджета углерода лесов), составляет 90.0 т С/га [3]. Сильная изменчивость запасов С между почвенными разрезами, вероятно, связана с деятельностью реки и особенностями формирования аллювиальных почв. Полученные данные показывают величину пространственной вариации содержания углерода в пойменных почвах южного Приморья, предоставляют возможность для более корректных модельных оценок в будущем.

Список литературы

1. Курганова И.Н. Экосистемы России и глобальный бюджет углерода / И.Н. Курганова, В.Н. Кудяров // Наука в России. – 2012. – № 5. – С. 25-32.
2. Замолодчиков Д.Г. Запасы и потоки углерода в лесах Уссурийского лесничества согласно оценке по системе РОБУЛ / Замолодчиков Д.Г., Иванов А.В. // Аграрный вестник Приморья. 2016. № 1, с. 12-15.
3. Atarashi-Andoh M. Seasonal patterns and control factors of CO₂ effluxes from surface litter, soil organic carbon, and root-derived carbon estimated using radiocarbon signatures / Atarashi-Andoh M., Korashi J., Ishizuka S., Hirai K. // Agricultural and Forest Meteorology. 2012. Vol. 152. P. 149-158.

Хан А.Э.

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КИСЛОТНО-ЩЕЛОЧНЫХ СВОЙСТВ ПОЧВОГРУНТОВ

Кафедра почвоведения ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – канд.биол.наук., доцент Брикманс А.В.

В настоящее время на рынке Приморского края представлен большой ассортимент почвосмесей. Первокласный продукт должен содержать в себе оптимальное количество всех необходимых для жизнедеятельности растений макро- и микроэлементов, а также иметь наиболее благоприятную реакцию среды. Каждое культурное растение имеют различный интервал рН, благоприятный для их роста и развития, и обладают разной чувствительностью к отклонению реакции от оптимальных значений [1]. К сожалению, не всегда заявленные производителем показатели реакции среды у почв и грунтов соответствуют действительности, а значит подходят для выращивания конкретных видов растений.

Цель исследования сравнить заявленные производителем показатели кислотности почвогрунтов и их фактические данные.

Объекты исследования: в ходе исследования были проанализировано 12 образцов почвосмесей распространенных марок: грунт для рассады ФАСКО «Крепыш», «Fertika» 4тыре сезона универсал,

«Жирнозем» универсальный торфяной грунт Peter Peat, «Садовая земля» Terra Мастер, «Рассадный грунт» Peter Peat, «Грунт универсальный» Гавриш, «Грунт универсальный» Perterra, «Грунт для азалий» Фаско, «Субстрат универсальный» Сады Аурики, «Грунт универсальный» Плодородие Приморья, «Грунт цветочный» Агрикола, Почвогрунт универсальный Ростус. Состав исследуемых почвогрунтов практически идентичен и включает в себя основные компоненты: торф низинный и верховой, песок, а также доломитовую муку. В некоторых образцах можно встретить и другие составляющие, как правило это минеральные удобрения, различные гидрореагенты и перлит. Для определения pH_{H_2O} почвогрунтов использовали общепринятую методику [1].

При приготовлении почвогрунтов производители понимают, что исходное сырье может быть неоднородным по составу, а значит и заявленным свойствам, поэтому большинство производителей указывают на упаковке интервал значений. Это подтверждается и нашими исследованиями (таблица).

Таблица

Сравнительная характеристика кислотно-щелочных свойств почвогрунтов

Объект исследования	pH_{H_2O} производителя	pH_{H_2O} фактическое
Грунт для рассады Фаско «Крепыш»	6,0-7,0	6,6
«Fertika» 4тыре сезона универсал	5,5-6,5	4,9
«Жирнозем» торфяной грунт Peter Peat	>5,5	5,7
«Садовая земля» Terra Мастер	5,5-7,0	7,0
«Рассадный грунт» Peter Peat	5,5-7,0	6,4
«Грунт универсальный» Гавриш	6,0-7,0	7,0
«Грунт универсальный» Perterra	5,5-6,5	6,7
«Грунт для азалий» Фаско	4,5-5,5	4,7
«Субстрат универсальный» Сады Аурики	5,5-6,5	6,2
«Грунт универсальный» Плодородие Приморья	5,5-7,0	5,5
«Грунт цветочный» Агрикола	5,5-7,0	5,9
Почвогрунт универсальный Ростус	5,5-6,5	6,4

Исследования показали, что фактическое значения pH_{H_2O} в почвосмесьях «Крепыш», «Жирнозем», «Рассадный грунт», «Грунт для азалий», «Субстрат универсальный», «Грунт универсальный» Плодородие Приморья, «Грунт цветочный» «Почвогрунт универсальный» находится в заявленных диапазонах близкой к нейтральной реакции среды.

В образце «Fertika» заявлены значения pH_{H_2O} в диапазоне от 5,5 до 6,5, однако исследования показали, что значение меньше заявленного, и составляет 4,91. В образце «Садовая земля» Terra Мастер, значения pH_{H_2O} составляет 7,03, что незначительно превышает заявленные 5,5-7,0 единиц. В образце «Грунт универсальный» Гавриш уровень pH_{H_2O} составляет 7,05, что незначительно превышает заявленные значения pH среды 6,0-7,0, «Грунт универсальный» Perterra превышает заявленные значения 5,5-6,5 и показывает фактический pH_{H_2O} 6,72 (таблица).

Таким образом можно сделать вывод, о том, что показатели кислотно-щелочных свойств почвогрунта могут отличаться от значений, заявленных производителями. Несмотря на то, что большинство образцов показали оптимальные значения, встречались образцы, которые не соответствовали рекомендуемому диапазону pH реакции среды, что можно объяснить неоднородностью используемого сырья. Если потребителю для выращивания необходим строгий диапазон значений pH перед использованием почвогрунтов необходимо произвести измерения pH .

Список литературы

1. Агрохимия/ Под ред. Б. А. Ягодина. — М.: Колос, 2002. — 584 с: ил. (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
 2. ГОСТ 26423-85 Почвы. Методы определения удельной электрической проводимости, рН и плотного остатка водной вытяжки.
-

Щербатюк А. Д., Хохлова А. И.

**СОДЕРЖАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА В АКВАПОЧВАХ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ
ЯПОНСКОГО МОРЯ**

Кафедра почвоведения ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – ассистент Хохлова А. И.

Японское море является значительной структурно-функциональной единицей Тихого океана. Одной из важных частей экосистемы Японского моря являются аквапочвы. Аквапочвы (донные осадки) один из конечных этапов миграции вещества в морских экосистемах, которые влияют на состав и численность морских донных эценозов. Состав и распределение органического вещества в аквапочвах дает возможность оценить результат биологического круговорота в придонных экосистемах. Северная часть Японского моря, особенно глубоководная территория изучена достаточно слабо, с точки зрения содержания и распределения органического углерода в поверхностных гумусовых горизонтах аквапочв.

Цель работы: изучить содержание и распределение органического углерода в аквапочвах северной части Японского моря.

Для достижения поставленной цели был выделен следующий ряд задач: исследовать содержание органического углерода аквапочв северной части Японского моря; исследовать закономерности распределения органического углерода аквапочв северной части Японского моря в зависимости от рельефа дна.

Объектами исследования выступили аквапочвы, образцы которых были отобраны в ходе экспедиции на НИС «Академик М.А. Лаврентьев» в мае 2019 года. Отбор образцов осуществлялся с помощью геологических колонн на глубине от 80 до 2080 м (рис 1.). Определение общего содержания органического вещества выполнялось на базе кафедры почвоведения ДВФУ, бихроматным методом по ГОСТ [1].

Рельеф дна северной части Японского моря имеет сложное глубинное строение зоны сочленения южной части Татарского пролива с Японской глубоководной котловиной [3]. Исследуемая территория представляет собой сочетание небольших возвышений и впадин, в сочетании с выположенными участками со спокойным рельефом дна и с быстрым нарастанием глубин в центральной глубоководной котловине (рис. 1).

Если характеризовать всю территорию исследования по содержанию органического углерода, то разброс по значениям $C_{орг}$ весьма значительный от 0,64% до 6,23% (рис.2).

На наш взгляд, для интерпретации полученных результатов всю территорию исследования нужно разделить или на геоморфологические профили, заложенные с постепенным нарастанием глубин, можно группировать на территории со сходным рельефом дна, или глубиной, можно делать объединения по содержанию органического углерода с шагом в 0,5% (рис.1).

Объединив точки по содержанию $C_{орг}$ мы видим, что распределение этого показателя на исследуемой территории неравномерное. Следует отметить, что точки с повышенным содержанием

углерода (от 4%) приходится на выположенные участки рельефа дна. На участки, где происходит резкое нарастание глубин, содержание $C_{орг}$ относительно невысокое и составляет в среднем 1-1,5%, так-как накапливается в зоне транзита.

Точки с повышенным содержанием $C_{орг}$ от 4 до 6,23% находятся в зоне северного замыкания Японской котловины (рис. 2.). Здесь происходит размыв пород мутьевыми потоками и образование эрозионных каналов, что приводит к процессам аккумуляции илистых частиц, которые создают благоприятными условиями для накопления органического вещества [4], (рис. 1.).

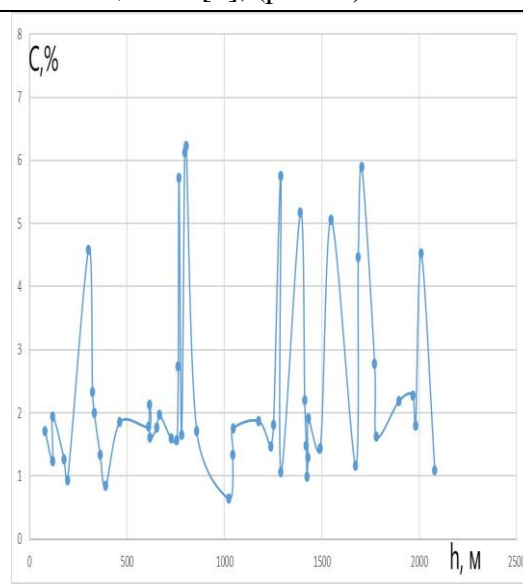
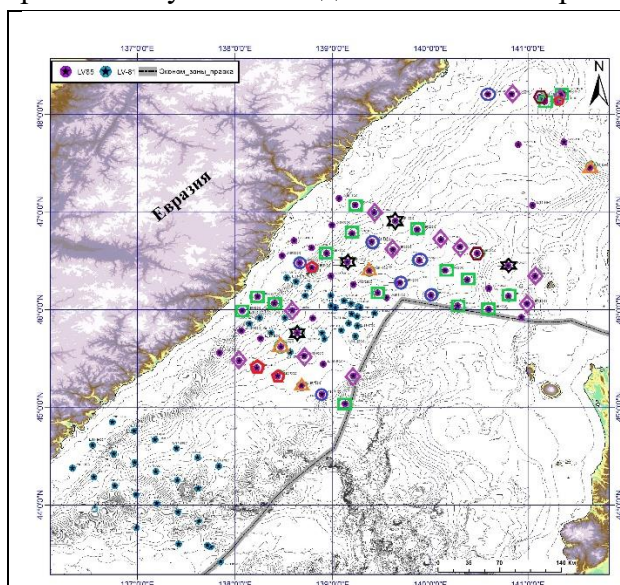


Рисунок 1. Район исследования.

○ - 0,64–1,17%	⬠ - 2,28–2,78%
□ - 1,23–1,75%	△ - 4,47–5,06%
◇ - 1,76–2,2%	⬡ - 5,17–5,72%
☆ - 5,76–6,23%	

Рисунок 2. Общее содержание $C_{орг}$ по глубине в аквапочвах северной части Японского моря.

По проведенным анализам можно сделать следующие выводы: на территории северной части Японского моря для накопления органического углерода существуют благоприятные условия. Следует отметить, что распределение $C_{орг}$ неравномерное и тесно связано с особенностями рельефа дна [2], где минимальные значения приходятся на транзитные зоны, а максимальные – на аккумулятивные.

Список литературы

1. ГОСТ 26213-91 Почвы. Методы определения органического вещества;
2. Щербатюк А. Д., Хохлова А. И., Нестерова О. В. Пространственное распределение органического углерода в аквапочвах Японского моря // Сборник трудов Международной молодежной научной конференции V Вильямсовские чтения. - 2020. С. 153-156;
3. М.Г. Валитов, Р. Б. Шакиров, А.В. Яцук, З.Н. Прошкина, Н. С. Ли, К.И. Аксентов, А.И. Обжиров, В.Т. Съедин, А. Л. Пономарева, В.Н. Карнаух. Комплексные геолого-геофизические, газогеохимические и океанографические исследования в японском море и татарском проливе в 81-ом рейсе НИС «Академик М. А. Лаврентьев».: Тихоокеанская геология, 2019, том 38, № 4, с. 97–105;
4. Прокудин В. Г. Центральная котловина Японского моря: История изучения и тектоника // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. -2018. -Вып. 40. -С. 82–104.

Раздел XII ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ХИМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Артемов П.М.

МЕХАНИЧЕСКИЕ ПЕРЕМЕШИВАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА: МЕТОДЫ РАСЧЕТА И ПАРАМЕТРЫ КАЧЕСТВА ПЕРЕМЕШИВАНИЯ

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ДВФУ

Научный руководитель – к.х.н., доцент В.А. Реутов

Механическое перемешивание широко используется в процессе производства различных моющих средств. Данные средства, как правило, обладают высокой вязкостью. Данные средства являются многокомпонентной системой, в которой должно быть обеспечено равномерное распределение компонентов. Однако, добиться этого не всегда представляется возможным. Одним из способов регулирования распределения компонентов является подбор соответствующего типа мешалки и режимов ее работы.

В качестве критерия, для подбора оптимального режима работы перемешивающего устройства в конкретной среде выбрана оптимальная частота вращения перемешивающего устройства n_0 , с^{-1} . Данная величина характеризует скорость мешалки, при которой эмульсия достигает равномерного распределения фаз. Увеличение частоты вращения выше оптимального значения не приводит возрастанию однородности системы [1, 2].

В рамках работы построены зависимости, позволяющие подобрать подходящий диаметр и тип мешалки при установленной частоте вращения перемешивающего устройства. Это может позволить осуществлять технологический процесс перемешивания на существующих на предприятии реакторах без их дорогостоящей реконструкции.

Расчет оптимальной частоты вращения перемешивающего устройства производился по двум моделям, представленных в работе [1] и [2]. Расчет по первой модели сводится к определению значения критерия Рейнольдса Re (формула 1) [1] с последующим выражением значения оптимальной частоты n_0 , с^{-1} (формула 2) [3]. Вторая модель позволяет напрямую рассчитать значение оптимальной частоты вращения мешалки (формула 3) [2]. Помимо различных типов мешалок, данная модель позволяет учесть различные уровни их расположения для разных типов перемешивающих устройств, так и для различных уровней их расположения.

$$Re = C \cdot Ga^{0.01} \cdot \left(\frac{Re^2}{We}\right)^{0.47} \cdot \left(\frac{\Delta\rho}{\rho_c}\right)^{0.13} \cdot \left(\frac{\mu_\Phi}{\mu_c}\right)^{0.03}, \quad (1)$$

где C – коэффициент, характеризующий тип мешалки; Ga – критерий Галилея; We – критерий Вебера; $\Delta\rho$ – разность плотностей сплошной и дисперсной фазы, $\text{кг}/\text{м}^3$; ρ_c – плотность сплошной фазы, $\text{кг}/\text{м}^3$; μ_Φ – динамическая вязкость дисперсной фазы, $\text{Па}\cdot\text{с}$; μ_c – динамическая вязкость сплошной фазы, $\text{Па}\cdot\text{с}$.

$$n_0 = \frac{Re \cdot \mu_c}{\rho_c \cdot d_m^2}, \quad (2)$$

где Re – критерий Рейнольдса; ρ_c – плотность сплошной фазы, $\text{кг}/\text{м}^3$; μ_c – динамическая вязкость сплошной фазы, $\text{Па}\cdot\text{с}$; d_m – диаметр мешалки, м.

$$n_0 = C_0 \cdot d_M^{\alpha_0} \cdot \mu_c^{\frac{1}{9}} \cdot \mu_\phi^{\frac{1}{9}} \cdot \sigma^{0,3} \cdot (\rho_c - \rho_\phi)^{0,25}, \quad (3)$$

где C_0 – константа, характеризующая тип мешалки; α_0 – константа, характеризующая уровень расположения мешалки; μ_c – вязкость сплошной фазы, Па·с; μ_ϕ – вязкость дисперсной фазы, Па·с; σ – межфазное натяжение, Н/м; ρ_c – плотность сплошной фазы, кг/м³; ρ_ϕ – плотность дисперсной фазы.

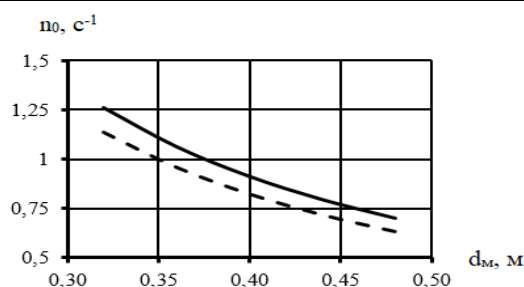
Расчет производится для системы, используемой для приготовления жидкого моющего средства, состоящей из воды и смеси следующих веществ: лауретсульфат натрия (ЛСН), гликольдистиарат (ГДС), кокомонодиэтаноламид (КМДЭА).

Параметры перемешиваемой среды приведены в таблице; найденные графические зависимости, позволяющие подобрать диаметр турбинной и пропеллерной мешалки при определенной частоте вращения перемешивающего устройства – на рисунке.

Физические характеристики перемешиваемых сред

Таблица

Параметр	Обозначение и величина	Значение	Источник
Вязкость сплошной фазы	μ_c , Па·с	0,0010	[3]
Вязкость дисперсной фазы	μ_ϕ , Па·с	0,0045	ОАО Дальхимпром
Плотность сплошной фазы	ρ_c , кг/м ³	1000	[4]
Плотность дисперсной фазы	ρ_ϕ , кг/м ³	950	ОАО Дальхимпром
Межфазное натяжение	σ , Дж/м ²	0,0381	[5]



П – пропеллерная; Т – турбинная

Рисунок 1 – Зависимость оптимальной частоты вращения от диаметра мешалки

Список литературы

1. Штербачек, З Перемешивание в химической промышленности / З. Штербачек, П. Тауск : перевод с чешского И. С. Павлушенко. – Ленинград : Государственной научно-техническое издание химической литературы, 1963. – 416 с.
2. Skelland, A. H. P. Minimum Impeller Speeds for Liquid-Liquid Dispersion in Baffled Vessels / A. H. P. Skelland, R. Seksaria. – DOI: 10.1021/i260065a010 // Industrial and Engineering Chemistry Research. – 1978. – Vol. 17, N. 1. – P. 56-61.
3. РД 26-01-90-85. Руководящий документ. Механические перемешивающие устройства. – Москва : СоюзХимМаш, 1985. – 208 с. – (Метод расчета).
4. Experimental study on liquid-liquid macro-mixing in a stirred tank / Y. C. Zhao, X. Li, J. C. Chen, C. Yang. – DOI: 10.1021/ie102270p // Industrial and Engineering Chemistry Research. – 2011. – Vol. 50, N. 10. – P. 5952-5958.
5. Измерение поверхностного натяжение коллоидных растворов / Р. Н. Таипова, И. В. Габдрахманов, Р. Н. Сибатуллина, В. М. Дедениш // XVII Международная научно-практическая

конференция "Инновационные научные исследования: теория, методология, практика" : Тез. докл. – Пенза : Наука и Просвещение, 2019. – С. - 27-30.

Боровикова С.А.

МОДЕЛЬ БЛОКА РАЗДЕЛЕНИЯ УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.х.н., доцент В.А. Реутов

Использование программно-аппаратных комплексов для моделирования процессов нефтепереработки направлено на рост эффективности функционирования нефтеперерабатывающей отрасли России.

Выполнено моделирование блока разделения установки каталитического риформинга (рис. 1), работающего в статическом режиме, в среде Honeywell UniSim Design R400 [1]. Блок состоит из сепаратора, который служит для отделения водородсодержащего газа (ВСГ) от газопродуктовой смеси (ГПС), и сложной ректификационной колонны, предназначенной для стабилизации бензина и вывода бензолсодержащей фракции (БСФ) боковым погоном. Для моделирования был выбран термодинамический пакет Peng-Robinson, поскольку данный пакет наиболее точно описывает поведение углеводородных смесей. Были заданы параметры технологического режима: расход, состав и температура потока питания, профиль давления по высоте колонны с заданным числом тарелок и местом ввода питания, а также октановое число нижнего продукта.

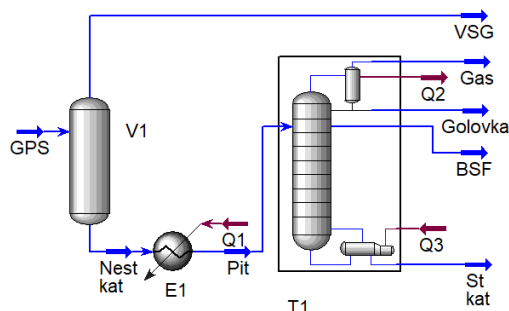
В качестве базовых параметров взяты параметры установки риформинга Ачинского НПЗ. Ректификационное разделение нестабильного катализата осуществляется в колоннах с числом тарелок 40, температурой верха колонны не более 100 °С, рабочим давлением верха колонны не выше 1,13 МПа, расходом орошения от 55 до 110 м³/ч, ввод питания осуществляется на 21-ю тарелку, боковой поток выводится с 13-й тарелки. На основе литературных данных [2] были выделены данные для построения потоков (табл.).

Таблица

Составы материальных потоков

Компонент	Содержание, мол. доли		Компонент	Содержание, мол. доли	
	ГПС	Питание		ГПС	Питание
Метан	0,087005	0,014852	2-Метилгептан	0,011385	0,015544
Этан	0,101351	0,055572	2-Метилоктан	0,002499	0,003420
Пропан	0,106535	0,097911	2,2,3,4-Тетраметилгексан	0,001111	0,001521
н-Бутан	0,061644	0,073338	Метилциклопентан	0,005276	0,007109
и-Бутан	0,086264	0,097786	Этилциклопентан	0,002684	0,003657
н-Пентан	0,022584	0,029394	Циклогексан	0,000093	0,000125
и-Пентан	0,049148	0,063056	Метилциклогексан	0,000648	0,000882
Гексан	0,028230	0,037963	Этилциклогексан	0,000185	0,000253
Гептан	0,008515	0,011585	Бензол	0,018327	0,024723
Октан	0,003147	0,004301	Толуол	0,062107	0,084653
Нонан	0,000833	0,001140	Ксилол	0,076731	0,104969
Декан	0,000278	0,000380	Пропилбензол	0,054609	0,0474766
2,2-Диметилпропан	0,049148	0,060156	Бутилбензол	0,017586	0,024090
2-Метилпентан	0,046094	0,061591	Водород	0,064235	0,002161
2-Метилгексан	0,031748	0,043101			

На рисунке 2 приведены технологические параметры работы и составы материальных потоков смоделированной колонны.



GPS – ГПС; Nest kat – нестабильный катализат; VSG – ВСГ; Pit – питание; Gas – сухой газ; Golovka – нестабильная головка; BSF – БСФ; St kat – стабильный катализат
 V1 – сепаратор; E1 – теплообменник; T1 – колонна стабилизации
 Рисунок 1 – Модель блока разделения газопродуктовой смеси риформинга

Name	Pit	St kat	Gas	Golovka	BSF
Vapour	0,6388	0,0000	1,0000	0,0000	0,0000
Temperature [C]	170,0	251,3	60,45	60,45	172,7
Pressure [kPa]	1230	1350	1150	1150	1212
Molar Flow [kgmole/h]	9850	2513	442,6	6821	73,41
Mass Flow [kg/h]	7,737e+005	2,704e+005	1,724e+004	4,790e+005	7100
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	1127	327,6	37,13	753,4	9,197
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-8,075e+004	-1,218e+004	-9,681e+004	-1,321e+005	-6,321e+004
Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	149,4	136,0	169,6	78,74	103,3
Heat Flow [kJ/h]	-7,954e+008	-3,060e+007	-4,285e+007	-9,011e+008	-4,640e+006
Benzene	0,024723	0,026982	0,002281	0,025300	0,029021
p-Xylene	0,104969	0,282172	0,000606	0,045445	0,199346
2-Moctane	0,003420	0,009213	0,000016	0,001473	0,006485
2-Mheptane	0,015544	0,032491	0,000235	0,010194	0,024872
2-Mhexane	0,043101	0,059830	0,002070	0,039469	0,055310
2-Mpentane	0,061591	0,029143	0,009741	0,076898	0,062594
22-Mpropane	0,060156	0,000001	0,040959	0,083881	0,030519
2234-Mhexane	0,001521	0,004722	0,000003	0,000422	0,003212
i-Pentane	0,063056	0,000072	0,026796	0,088827	0,043052
Methane	0,014852	0,000000	0,178750	0,009841	0,000814
Ethane	0,055572	0,000000	0,288025	0,061486	0,006904
Propane	0,097911	0,000000	0,219704	0,126895	0,022093
n-Butane	0,073338	0,000000	0,063130	0,101466	0,031611
n-Pentane	0,029394	0,000142	0,010142	0,041495	0,022355
n-Hexane	0,037963	0,029327	0,004274	0,043299	0,040825
n-Heptane	0,011585	0,018465	0,000406	0,009730	0,015901
n-Octane	0,004301	0,009752	0,000046	0,002537	0,007252
n-Nonane	0,001140	0,003288	0,000003	0,000411	0,002278
n-Decane	0,000380	0,001269	0,000000	0,000073	0,000860
Toluene	0,084653	0,165683	0,002088	0,059666	0,130457
Cumene	0,074766	0,226735	0,000181	0,022752	0,155565
o-Cymene	0,024090	0,084349	0,000012	0,003095	0,057417
Cyclohexane	0,000125	0,000157	0,000009	0,000121	0,000154
Mcyclohexane	0,000882	0,001595	0,000028	0,000670	0,001293
Ecyclohexane	0,000253	0,000653	0,000002	0,000120	0,000464
Ecyclopentan	0,003657	0,006832	0,000097	0,002699	0,005476
Mcyclopentan	0,007109	0,007130	0,000688	0,007508	0,008091
Hydrogen	0,002161	0,000000	0,040517	0,000491	0,000048
i-Butane	0,097786	0,000000	0,109193	0,133738	0,035730

Рисунок 2 – Технологические параметры работы колонны и составы материальных потоков

Список литературы

1. UniSim® Design R440 [Academic license] : Link Business Objectives and Progress Design/Simulation : [Лицензия в рамках Соглашения о стратегическом сотрудничестве между ДВФУ и АО "Хоневелл"] / разработчик "Honeywell International Inc.". – [USA] : Honeywell, 2015. – Загл. с титул.

экрана. – Режим доступа: через сервер лицензий для авторизир. пользователей из корп. сети ДВФУ. – Электронная программа : электронная.

2. Возможные пути модернизации реакторного блока каталитического риформинга на основе кинетической модели / Р. З. Зайнуллин, К. Ф. Коледина, А. Ф. Ахметов, И. М. Губайдуллин. // Нефтегазовое дело. – 2018. – Т. 16, № 6. – С. 78-97. – URL: http://ogbus.ru/files/ogbus/issues/6_2018/ogbus_6_2018_p78-97.pdf (дата обращения: 26.03.2021).

Герман О.О.¹

МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ АДСОРБЦИОННОЙ ОСУШКИ ГАЗА

¹ Кафедра общей, неорганической и элементоорганической химии ШЕН ДВФУ

² Кафедра химии и химической технологии ИФФ АмГУ

Научный руководитель – к.т.н., доцент Г.Г. Охотникова²

Научный консультант – к.х.н., доцент С.Г. Красицкая¹

В настоящее время на установке № 25 Оренбургского гелиевого завода, для регенерации цеолитов используют товарный газ или метановую фракцию высокого давления (МФВД). Использование в качестве десорбирующего агента товарного газа приводит к снижению производительности установки и сокращению службы цеолитов вследствие присутствия в товарном газе тяжелых углеводородов, относительно большого содержания сероводорода и меркаптанов [1].

МФВД более эффективна как десорбирующий агент, но тем не менее тоже содержит C₂ и C₃₊ углеводороды, которые снижают эффективность регенерации цеолитов.

В данной работе предлагается применение в качестве газа регенерации и охлаждения адсорбентов (десорбирующего агента) смеси азотно-метановой и метановой фракции.

Азотно-метановая фракция является побочным продуктом производства гелиевого концентрата, выделяемого путем низкотемпературной конденсации и ректификации из гелиевого природного газа. В основном состав азотно-метановой фракции представлен метаном и азотом (в среднем: азот ≈ 19,44 % об., метан ≈ 80,13 % об., углеводороды C₂-C₅ ≈ 0,43 % об., меркаптаны ≈ 0,1 мг/м³). Азотно-метановая фракция имеет относительно постоянный состав и объем производства вследствие стабильного спроса на гелий [2].

Технический результат, получаемый за счет смешения метановой и азотно-метановой фракций, состоит в снижении содержания меркаптанов, этана и более тяжелых углеводородов в газе регенерации и охлаждения, и, следовательно, снижении коксообразования в процессе регенерации цеолита, а также в обеспечении возможности максимального сохранения адсорбционной емкости цеолита в процессе его охлаждения.

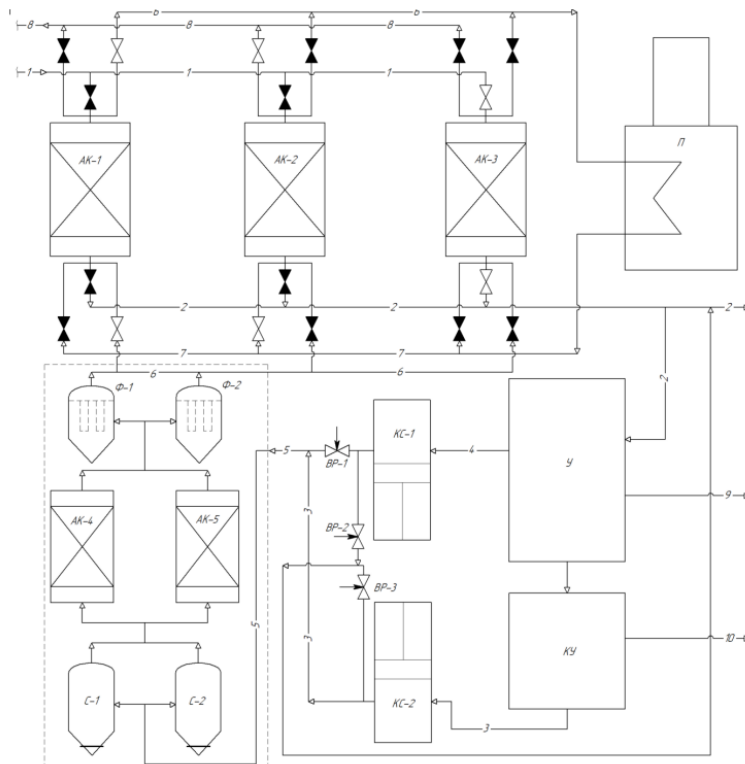
В работе выполнен расчет процесса адсорбции, регенерации адсорбента, количества цеолита и минимальной высоты его загрузки; подтверждено, что гидравлическое сопротивление слоя адсорбента обеспечивает механическую прочность гранул на раздавливание, данные представлены в таблице [2,3].

Таблица

Данные расчета адсорбера

Параметры	Значение
Высота адсорбера, м	16
Диаметр адсорбера, м	3,2
Высота адсорбционной зоны, м	13,5
Время работы, час	16

В работе предложена возможная схема блока очистки смеси азотно-метановой и метановой фракции от паров компрессорного масла после модернизации, характеристика предлагаемой в качестве газа регенерации и охлаждения смеси.



АК 1-5 – адсорбционные колонны, П – печь; С 1-2 – сепараторы; Ф 1-2 – фильтры;
КС 1-2 – компрессорные станции; КУ – компрессорная установка;
У – установка низкотемпературной конденсации и ректификации.

Рисунок 1 - Схема компаундирования, очистки и подачи на регенерацию смеси азотно-метановой и метановой фракции

Предлагаемая модернизация позволит повысить качество осушки и очистки природного газа от сернистых соединений за счет сохранения адсорбционной емкости цеолита в течение всего периода службы, увеличить объем переработки товарного газа на гелиевых блоках на 720 млн. м³ в год, получать ежегодно дополнительно 13 662 тонны этана, 35 868 тонн широкой фракции лёгких углеводородов, 495 00 тонн гелия и 144 тонны экономия цеолитов.

Список литературы

1. Технологический регламент установки № 25 «Очистки сырьевого газа от сернистых соединений II очереди Оренбургского гелиевого завода», 2018 – 270 с.
2. Бусыгина Н. В. Технология переработки природного газа и газового конденсата. Учебник для вузов / Н. В. Бусыгина, И. Г. Бусыгин. – Оренбург : ИПК «Газпромпечатъ» ООО «Оренбурггазпроммервич», 2002 . – 432 с. – ISBN 5-94397-037-1.
3. Дытнерский, Ю. И. Процессы и аппараты химической технологии. Учебник для вузов. В 2 книгах. Часть 1. Теоретические основы процессов химической технологии. Гидромеханические и

тепловые процессы и аппараты / Ю. И. Дытнерский. – Изд. 2-е. – Москва : Химия, 1995. – 400 с. – ISBN 5-7245-1006-5.

Дмитриев Д.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СТАТИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ РЕКТИФИКАЦИОННЫХ КОЛОНН В СИСТЕМЕ ВЫДЕЛЕНИЯ ПОЛИАЛКИЛБЕНЗОЛОВ ИЗ АЛКИЛАТА

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – д.т.н., профессор В.П. Кривошеев

Изопропилбензол (ИПБ), или кумол, на сегодняшний день является одним из главных источников сырья для получения фенола и ацетона, которые, в свою очередь, необходимы для синтеза широкого ассортимента нефтехимической продукции: бисфенола А, поликарбоната, фенолформальдегидных смол и многих других [1].

В системе выделения изопропилбензола используют каскад колонн. Каскад состоит из пяти последовательно размещенных колонн: К-50, К-70, К-100, К-110, К-120 [2]. Каждая колонна является этапом разделения общей смеси, т. е. в каждой из колонн из смеси отгоняется один из компонентов (таблица).

Таблица

Отделяемые компоненты смеси [2]

Колонна	Отделяемый компонент
К-50	Легкая фракция (пропан, гексан и бензол)
К-70	Полиалкилбензолы и смолы
К-100	Этилбензол
К-110	Изопропилбензол
К-120	Бутилбензол

В данной работе рассматриваются колонный К-50 и К-70.

Выполнено моделирование совместного базового статического режима последовательно соединённых колонн системы выделения полиалкилбензолов. Построены температурные профили (по тарелкам), при изменении расхода питания, состава питания, расхода парового потока и расхода дистиллята. Определены контрольные тарелки в колоннах построением отклонения температур на тарелках по высоте колонн при изменении на $\pm 2,5\%$ от базового отдельно для каждой колонны, при изменении расхода питания, состава питания, расхода парового потока и расхода дистиллята.

Задача оптимизации: максимизация отбора полиалкилбензолов с концентрацией содержания кумола не выше заданной, при минимальных энергозатратах.

При оптимизации процесса ректификации в качестве начального значения парового потока, особенно при минимизации энергетических затрат принимается минимальное значение, вычисленное из условия провала жидкости на нижележащую тарелку. Нарушения этого условия приводит к протечке большого количества жидкой фазы, не проконтактированной с паровой фазой, что в значительной степени снижает эффективность работы тарелок [3]. В работе для расчёта минимальной скорости парового потока использована формула (1)

$$W_{\text{опт. min}} = \left(1 - \frac{W_{\text{ж}}}{\mu \sqrt{2g(h_w + h_{\text{ow}})}} \right) \sqrt{\frac{g \rho_{\text{ж. ср}} (h_w + h_{\text{ow}}) - \Delta p_{\sigma}}{(\xi + 0,5) \rho_{\text{п. ср}}}} \quad (1)$$

- где $W_{\text{ж}}$ – скорость жидкости при её истечении через отверстия тарелки в отсутствии потока газа, м/с;
 μ – коэффициент расхода при истечении жидкости через отверстие;
 g – ускорение свободного падения, м/с²;
 h_w – высота сливной перегородки, м;
 h_{ow} – высота парожидкостного слоя над сливной перегородкой, м;
 $\rho_{\text{ж. ср}}$ – средняя плотность жидкости, кг/м³;
 $\rho_{\text{п. ср}}$ – средняя плотность пара, кг/м³;
 Δp_{σ} – сопротивление, обусловленное силами поверхностного натяжения, Па;
 ξ – коэффициент сопротивления ситчатых тарелок.

Список литературы

1. Термодинамический анализ процесса алкилирования бензола пропиленом / А. А. Чудинова, А. Е. Нурмаканова, А. А. Салищева, Е. Н. Ивашкина // Известия Томского политехнического университета. Серия: Инжиниринг георесурсов. – 2015. – Т. 326, № 7 – С. 121-127.
2. Кривошеев, В. П. Автоматизация непрерывных технологических процессов нефтехимических производств на основе систем управления : специальность 0513.07 "Автоматизация непрерывных технологических процессов и производств на основе двухуровневых систем управления": диссертация на соискание учётной степени доктора технических наук. / В. П. Кривошеев. – Уфа, 1989. – 423 с.
3. Процессы и аппараты нефтегазопереработки и нефтехимии, 3-е издание, перераб. и доп. / А. И. Скобло, Ю. К. Молоканов, А. И. Владимиров, В. А. Щелкунов. – Москва : Недра-Бизнесцентр, 2000. – 677 с. – ISBN 5-83650035-5.

Дудник А.А., Скрипник А.С., Бежан А.Д.

ВЛИЯНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НИЗКОТЕМПЕРАТУРНУЮ КОНВЕРСИЮ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.х.н., доцент О.В. Патрушева

На сегодняшний день большое внимание уделяется изменению средней молекулярной массы нефтяных топлив и моторных масел, так как при низких температурах высокомолекулярные алканы кристаллизуются и образуют пластины, которые прогрессируют в росте, тем самым приводя нефтепродукты в непригодное к использованию состояние. Для изменения молекулярной массы парафинов применяют такие методы, как: термические, каталитические, микроволновые, ультразвуковые. Ультразвук активно влияет на кинетику химической реакции и обеспечивает стимуляцию тепловых и массообменных процессов в нефтепереработке.

Углеводороды разрушаются под действием кавитационного эффекта, который основывается на фазе сжатия и разряжения [1]. В фазе разряжения происходит образование пузырей, которые заполняются паром той жидкости, в которой они образуются, а фаза сжатия подразумевает захлопывание пузырей и конденсацию пара на границе раздела фаз. При возникновении такого эффекта

в микропузырьках пробы достигаются высокие температуры до 5000 К, что способствует деструкции парафинов с образованием низкомолекулярных радикалов, которые вступают в реакции рекомбинации и замещения с другим углеводородами, а также в реакцию с образованием водородных радикалов. Водородный радикал может вступать в рекомбинацию с другими радикалами с образованием углеводорода с низкой молекулярной массой.

Цель работы – изучение влияния ультразвукового воздействия на свойства фракций нефтепродуктов C₁₅-C₁₈ при разных условиях проведения процесса.

Объектами исследования являлись фракция C₁₆ и нефтяная фракция с температурой кипения 270-330 °С (н. у.), которые подвергались акустическому воздействию при частоте 35 и 130 кГц. Нефтяная фракция отгонялась при пониженном давлении для предотвращения процессов крекинга алканов, основными компонентами данной фракции являются алканы C₁₅-C₁₈.

Эксперимент проводили при температуре 80 °С, время процесса 2 часа. Для фракции C₁₆ в качестве гидрирующих добавок для стабилизации радикалов распада алканов использовали нафталин и циклогексан. Дальнейший анализ проб фракции C₁₆ для выявления распада проводили методом ГЖХ-МС. Температура застывания нефтяной фракции исследовалась на аппарате Кристалл-20Э, плотность определялась пикнометрическим методом по ГОСТ 3900-85 [2].

Установлено, что ультразвуковое воздействие на фракцию C₁₆ при 35 кГц в присутствии нафталина приводит к уменьшению относительного содержания 2,5-диметилтетрадекана и гексадекана на 47 и 98 %, соответственно, при 130 кГц происходит значительное уменьшение относительного содержания гексадекана на 99 %.

При добавлении циклогексана наблюдается уменьшение относительного содержания гексадекана при обеих частотах (35 кГц – на 72 %, 130 кГц – 77 %). Изменение относительного содержания 3-метилпентадекана и 2,5-диметилтетрадекана находится в диапазоне ошибки прибора. В реакционной смеси появляются компоненты: докозан, 2,5-диметилдодекан, эйкозан.

В ходе исследования влияния ультразвукового воздействия на нефтяную фракцию C₁₅-C₁₈ было установлено, что с увеличением частоты акустических колебаний её температура замерзания увеличивается, а плотность уменьшается (таблица).

Таблица

Физико-химические свойства нефтяной фракции

Частота акустических колебаний, кГц	Температура замерзания, °С	Плотность, г/мл
0	-12,3	0,8512
35	-6,9	0,8301
130	-6,3	0,8161

Изменение физико-химических свойств нефтяной фракции косвенно свидетельствует о деструкции парафинов. Так как под действием ультразвука протекает процесс деструкции высокомолекулярных алканов линейного и разветвленного строения с образованием радикалов, которые подвергаются реакции рекомбинации между собой, тем самым образуя, новые высокомолекулярные соединения линейного строения. Соответственно, в нефтяной фракции снижается содержание изомеров, так как линейные алканы имеют более высокую температуру замерзания нежели их изомеры.

Таким образом, увеличение частоты акустических колебаний приводит к увеличению распада молекул. Установлено, что для разрушения молекулы гексадекана целесообразно использовать нафталин, так как при его добавлении относительное содержание гексадекана снижается на 99 %, а при добавлении циклогексана – на 76 %.

Список литературы

1. Alkane Sonochemistry / K. S. Susllk, J. J. Gawlenowski, P. F. Schubert, H. H. Wang. – DOI 10.1021/j100236a013 // Physical chemistry. – 1983. – Vol. 87. – P. 2299-2301.
2. ГОСТ 3900-85. Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности : межгосударственный стандарт. – Москва : Стандартинформ, 2006. – 125 с.

Закружный В.Д.

СИНТЕЗ SCADA СИСТЕМЫ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННОЙ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ФРАКЦИОНИРОВАНИЯ БЕНЗИНА

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – д.т.н., профессор В. П. Кривошеев

На основе статической двухкритериальной оптимизации и смоделированным динамическим характеристикам по требуемым каналам передачи воздействий предложена SCADA система управления ректификационной колонной по разделению прямогонного бензина (рисунок 1). Систему автоматического регулирования (АСР) предполагается использовать для реализации компромиссного решения по максимизации отбора дистиллятного продукта требуемого качества и минимизации энергетических затрат на проведение технологического процесса в ректификационной колонне (рисунок 2).

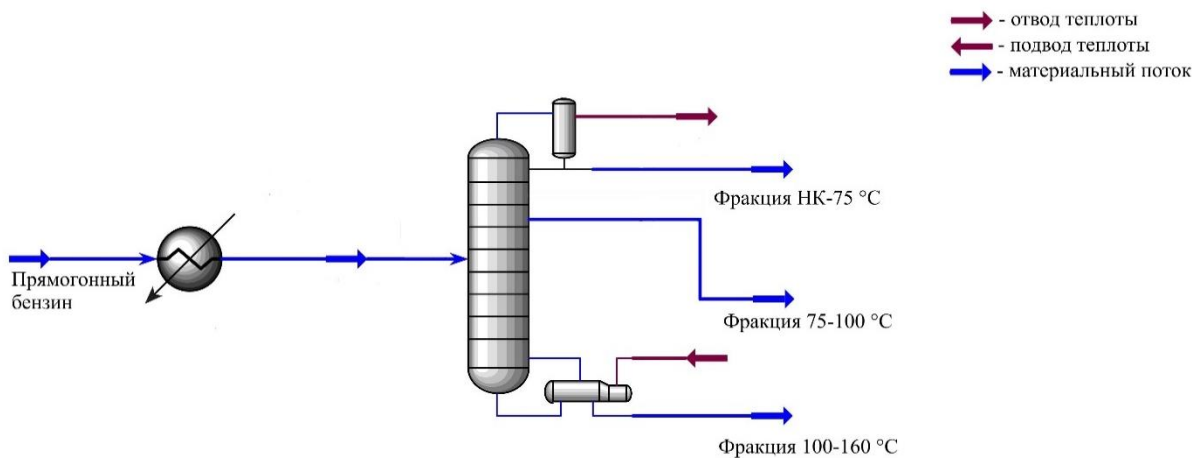


Рисунок 1 – Технологическая схема разделения прямогонного бензина

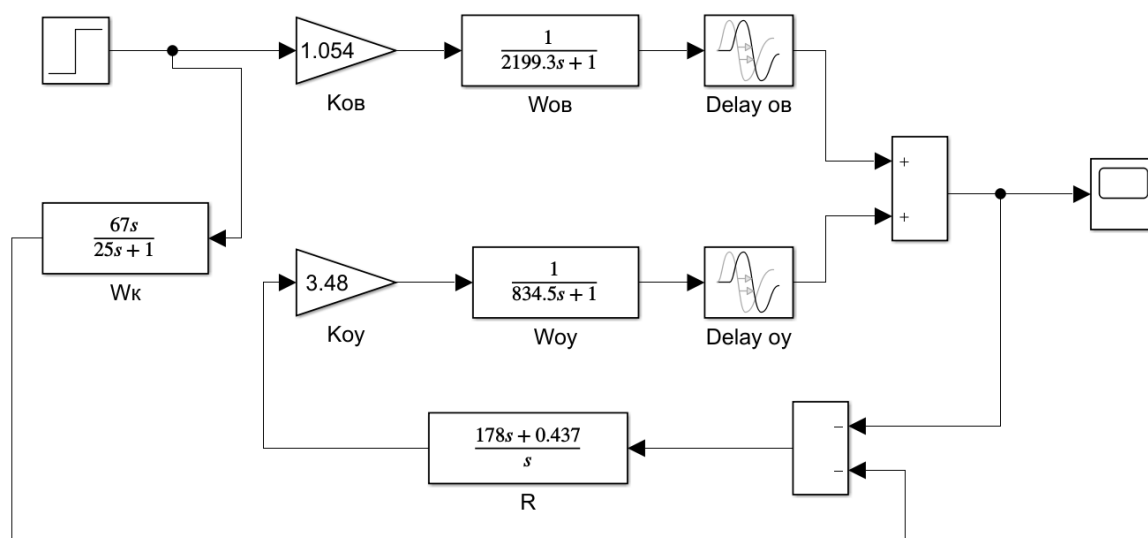


Рисунок 2 – Схема системы автоматического регулирования

Сущность и алгоритм метода многокритериальной оптимизации, с помощью которого решалась задача оптимизации, изложены в [1,2].

Максимизация одного из критериев, имеющего минимальное значение относительной степени достижения цели по отношению к другим критериям, приводит к нахождению компромиссного решения. Увеличение относительной степени достижения цели одним из критериев, имеющим в исходной точке поиска минимальную величину степени достижения цели, приводит к уменьшению относительной степени достижения цели других критериев. Признаком для окончания поиска решения является равенство относительной степени достижения цели критерия, имеющего в исходной точке поиска наиболее низкую величину, со значением относительной степени достижения цели для одного из критериев, имеющих в исходной точке поиска более высокую величину.

Рассматриваемая ректификационная колонна при заданных режимных параметрах (расход, состав и температура питания, профиль давления по высоте колонны с заданным числом тарелок, местом ввода питания и стабилизации состава дистиллята) имеет две степени свободы. В качестве варьируемых параметров при оптимизации выбраны расход пара в нижней секции колонны V и отбор бокового продукта (бензолобразующей фракции). Этот параметр назначен критерием оптимальности соответственно по энергетическим затратам. Второй критерий оптимальности (отбор дистиллятного продукта колонны требуемого качества D) определялся в результате расчёта статического режима колонны. В результате оптимизации вычислялись степень достижения цели (ϕ_D) по параметру D , степень достижения цели (ϕ_V) по параметру V , компромиссные значения этих параметров при различных значениях расхода питания F_p .

По результатам статической оптимизации получены зависимости управляющих воздействий от расхода питания в колонну. Смоделированы динамические (переходные) режимы и получены дискретные передаточные функции по каналам передачи воздействий от расхода и состава питания в колонну к температуре на контрольной тарелке, а также по каналам передачи воздействий от расхода греющего агента в куб колонны к температуре на контрольной тарелке и от расхода дистиллята к температуре на контрольной тарелке. Выполнен синтез SCADA системы управления с определением её структуры, управляющих устройств и их настроечных параметров, удовлетворяющих требуемому качеству переходного процесса. Расчёты режимов колонны в процессе поиска компромиссного решения выполнялись с использованием программного продукта UniSim Design Suite [3].

Моделирование передаточных функций проводилось в пакете программ ТАУ-2 [4]. Синтез SCADA системы выполнялся в среде MATLAB по алгоритму [5].

Список литературы

1. Кривошеев, В. П. Решение многокритериальной задачи для линейных систем / В. П. Кривошеев, И. И. Бессонов, А. В. Ануфриев // сборник статей II международной заочной научно-технической конференции «Алгоритмические и программные средства в информационных технологиях, радиоэлектронике и телекоммуникациях». – Тольятти, 2014. – 252 с.
2. Машунин, Ю. К. Теоретические основы и методы векторной оптимизации в управлении экономическими системами : специальность 08.00.13 " Математические и инструментальные методы экономики " : диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук / Ю. К. Машунин. Владивосток: Изд-во ДВГАЭУ, 1999. – 256 с.
3. UniSim® Design R440 [Academic license] : Link Business Objectives and Progress Design/Simulation : [Лицензия в рамках Соглашения о стратегическом сотрудничестве между ДВФУ и АО "Хоневелл"] / разработчик "Honeywell International Inc.". – [USA] : Honeywell, 2015. – Загл. с титул. экрана. – Режим доступа: через сервер лицензий для авторизир. пользователей из корп. сети ДВФУ. – Электронная программа : электронная.
4. Пакет ТАУ-2 : пакет программ для расчета / разработчик Кирюшин О. В. – Уфа : УГНТУ, кафедра АХТП, 2010. — Загл. с титул. экрана. – Электронная программа : электронная.
5. Метод моделирования многосвязной цифровой системы управления процессом синтеза аммиака / В. С. Кудряшов, С. Г. Тихомиров, С. В. Рязанцев, А. В. Иванов, И. А. Козенко. – DOI: 10.17277/vestnik.2017.04.pp.572-580 // Вестник ТГТУ. – 2017. – Т. 23, вып. 4. – URL: http://vestnik.tstu.ru/rus/t_23/pdf/23_4_003.pdf (дата обращения: 15.03.2021).

Кабанец Н.А.

МОДЕЛЬ БЛОКА СТАБИЛИЗАЦИИ УСТАНОВКИ ИЗОМЕРИЗАЦИИ

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.х.н., доцент В.А. Реутов

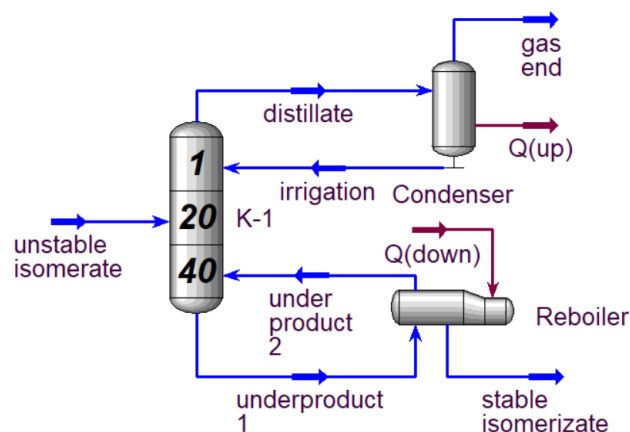
Компьютерное моделирование производственных процессов играет важную роль в промышленности, поскольку оно позволяет ценой небольших материальных затрат производить расчет аппаратов и параметров их работы, определять оптимальные технологические режимы работы оборудования.

Инструментом компьютерного моделирования является программа UniSim Design разработчика Honeywell [1]. В ходе построения модели был использован пакет паро-жидкостного равновесия Peng-Robinson, так как он наиболее корректно описывает поведение смеси УВ. Модель отражает работу блока в статическом режиме.

В работе выполнено моделирование блока стабилизации установки изомеризации (рисунок 1), входящей в периметр предприятия АО «Ачинский НПЗ ВНК». Предназначением данного блока является стабилизация смеси обогащенных легких углеводородов (УВ), обладающих более высоким октановым числом (ОЧ) по сравнению с первоначальной смесью, поступающей на установку. В состав блока стабилизации входят: ректификационная колонна, рефлюксная емкость и кубовый подогреватель.

Основные конструктивные и технологические параметры колонны: число тарелок 40 (питающая – 20), рабочее давление верха (изб.) 13,0-15,0 кгс/см², низа (изб.) 13,5-15,5 кгс/см², перепад по колонне не более 0,5 кгс/см², температура верха от 45 до 90 °С, низа от 150 до 180 °С, питания от 120 до 150 °С, расход орошения 19-40 м³/ч.

На основе литературных данных [2] был принят следующий состав смеси УВ, являющейся сырьем для ректификации (таблица).



unstable isomerate – нестабильный изомеризат; distillate – верхний продукт; irrigation – орошение колонны; gas end – газовая головка; under product 1 – нижний продукт на нагрев; under product 2 – горячий поток в колонну; stable isomerizate – стабильный изомеризат

K-1 – колонна стабилизации; condenser – рефлюксная емкость; reboiler – кубовый подогреватель

Рисунок 1 – Модель блока стабилизации

Технологические параметры работы колонны стабилизации приведены на рисунке 2.

Таблица

Состав сырьевого потока питания

Компонент	Содержание, масс. %	Компонент	Содержание, масс. %
и-бутан	0,0029	2,2-диметилбутан	0,1132
н-бутан	0,0051	2,3-диметилбутан	0,0771
и-пентан	0,422	метилциклопентан	0,0183
н-пентан	0,112	циклогексан	0,0105
н-гексан	0,0443	н-гептан	0,0023
2-метилпентан	0,1108	бензол	0,0003
3-метилпентан	0,0812		

	unstable isomerate	stable isomerizate	gas end
i-Butane	0,003880	0,000000	0,012923
n-Butane	0,006824	0,000002	0,022722
i-Pentane	0,454880	0,276591	0,870357
n-Pentane	0,120726	0,132561	0,093148
n-Hexane	0,039979	0,057135	0,000000
2-Mpentane	0,099993	0,142892	0,000023
3-Mpentane	0,073280	0,104724	0,000006
22-Mbutane	0,102159	0,145656	0,000795
23-Mbutane	0,069580	0,099427	0,000027
Mcyclopentan	0,016911	0,024167	0,000000
Cyclohexane	0,009703	0,013867	0,000000
n-Heptane	0,001785	0,002551	0,000000
Benzene	0,000299	0,000427	0,000000

Name	unstable isomer	stable isomeriza	gas end
Vapour	0,3837	0,0000	1,0000
Temperature [C]	147,0	153,8	128,5
Pressure [kPa]	1305	1324	1275
Molar Flow [kgmole/h]	578,6	404,9	173,7
Mass Flow [kg/h]	4,500e+004	3,255e+004	1,245e+004
Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	70,05	50,05	20,00
Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-1,570e+005	-1,662e+005	-1,415e+005
Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	118,8	100,5	142,9
Heat Flow [kJ/h]	-9,087e+007	-6,727e+007	-2,459e+007

Рисунок 2 – Технологические параметры работы колонны стабилизации

Список литературы

1. UniSim® Design R440 [Academic license] : Link Business Objectives and Progress Design/Simulation : [Лицензия в рамках Соглашения о стратегическом сотрудничестве между ДВФУ и АО "Хоневелл"] / разработчик "Honeywell International Inc.". – [USA] : Honeywell, 2015. – Систем. требования : Pentium104 III 700 MHz, 1 GB RAM, Microsoft Vista, 500 MB свободного пространства на жест. диске, разрешение экрана 1024 x 768, мышь. – Загл. с титул. экрана. – Режим доступа: через сервер лицензий для авторизир. пользователей из корп. сети ДВФУ. – Электронная программа : электронная.
2. Интенсификация работы установки изомеризации бензина / А. А. Ишбулатова, А. В. Долматов, Н. А. Руднев, А. Ю. Абызгильдин. // Нефтегазовое дело. – 2016. – Т. 14, № 1. – С. 165-174. – URL: <http://ngdelo.ru/files/ngdelo/2016/1/ngdelo-1-2016-p165-174.pdf> (дата обращения: 15.03.2021).

Медведева А.Н.¹

МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ ДЕЭТАНИЗАЦИИ

¹ Кафедра общей, неорганической и элементоорганической химии ШЕН ДВФУ

² Кафедра химии и химической технологии ИФФ АмГУ

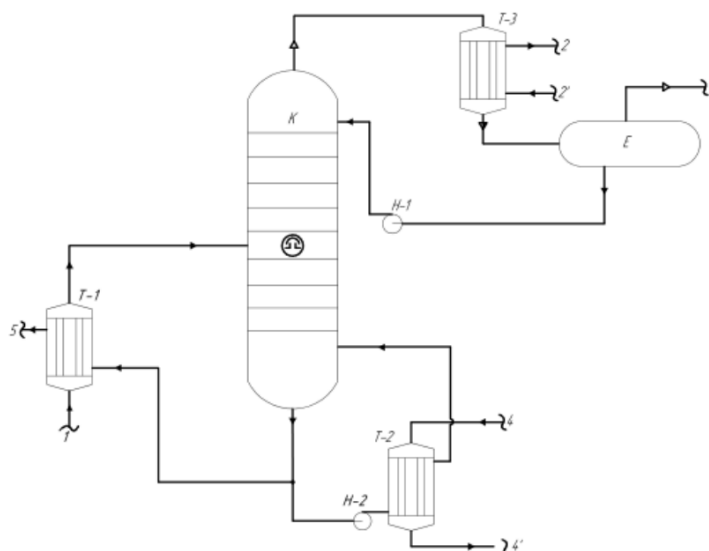
Научный руководитель – к.х.н., доцент С.А. Лескова²

Научный консультант – к.х.н., доцент С.Г. Красицкая¹

Одним из главных составляющих формирования экономики страны, является нефтегазоперерабатывающая отрасль. В настоящее время в различных отраслях используют продукты газоперерабатывающих предприятий с их различными свойствами и качествами.

Ввиду широкого использования продуктов установки деэтанализации, необходимо повышать их производительность, для увеличения выхода целевого компонента. Или же эксплуатировать установки с сохранением производительности, но с меньшими затратами на конструирование.

В связи с этим в работе было проведено исследование теоретически возможной установки деэтанализации (рисунок 1).



К – колонна деэтанализации; Т-1,2,3 – теплообменные аппараты;
Е – емкость; Н-1,2 – насосы; 1 – сырьевой поток; 2 – аммиак; 3 – этановая фракция; 4 – водяной пар;
5 – стабильный газовый конденсат

Рисунок 1 – Технологическая схема установки деэтанализации

В ходе изучения действия установки было выявлено что основным оборудованием является ректификационная колонна. Ввиду этого был проведен технологический и механический расчеты колонного аппарата [1-4].

После технологического расчета выявлено, что в качестве массообменного устройства, использовалась тарелка колпачкового типа с низким КПД $\eta_T = 0,5$. Поэтому предложена модернизация, заключающаяся в замене имеющейся тарелки на более эффективную решетчатую провального типа с большим КПД $\eta_T = 0,8$.

Таким образом, при планировании нового производства, будет рекомендована установка колонны высотой 16,6 м, в то время на данный момент колонна имеет высоту 21,4 м. Ввиду большего КПД тарелки, производительность аппарата не изменится.

Данная модернизация позволяет снизить затраты на конструирование колонны при строительстве нового производства. Также она позволит уменьшить количество обслуживающих площадок. Из производственных данных известно, что площадка устанавливается каждые 4 метра, ввиду уменьшения высоты колонны практически на 5 метров, в конструировании одной площадки нет смысла. Кроме того, при уменьшении высоты, аппарат будет более устойчив к ветровым нагрузкам.

Нововведение позволит уменьшить затраты на эксплуатацию оборудования с сохранением начальной производительности.

Список литературы

1. Кузнецов, А. А. Расчеты процессов и аппаратов нефтеперерабатывающей промышленности / А. А. Кузнецов, С. М. Кагерманов, Е. Н. Судаков. – 2-е изд., перераб. и доп. – Ленинград : Химия, 1974. – 344 с.
2. Багатуров, С. А. Основы теории расчета перегонки и ректификации / С. А. Багатуров. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Красный печатник, 1961. – 437 с.
3. Гурвич, И. Л. Технология переработки нефти и газа / И. Л. Гуревич ; под редакцией канд .техн. наук А. Г. Сарданашвили и доктора техн. наук А. И. Скобло. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Химия, 1972. – 361 с.

4. Павлов, К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии : учебное пособие для вузов / К. Ф. Павлов, П. Г. Романков, А. А. Носков ; под редакцией чл.-корр. АН СССР П. Г. Романкова. – 9-е изд., перераб. и доп. – Ленинград : Химия, 1981. – 560 с.

Пустовойт К.Д., Краснощеков Д.С.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ГОРЕНИЯ ГАЗОВОЙ СМЕСИ

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – ассистент И.М. Ефимов

В настоящее время изучение горения успешно развивается в областях фундаментальных исследований и практического применения процессов горения [1]. Так, в частности, для химико-технологических производств получение заданной температуры можно достичь в одну или несколько стадий путем сжигания углеводородной смеси. В таких случаях необходимо определить температуру горения исследуемой смеси. Одним из способов расчета температуры является расчет энергии, получаемой в ходе реакции.

Для расчета использовалась формула 1 [2].

$$Q = C_p \cdot m \cdot \Delta t, \quad (1)$$

В качестве исходных данных были приняты следующие параметры:

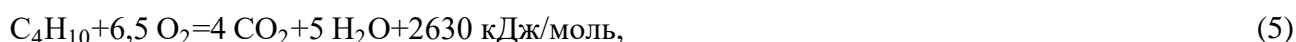
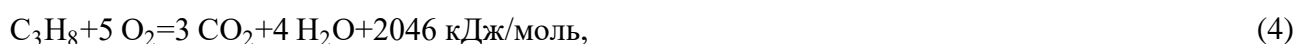
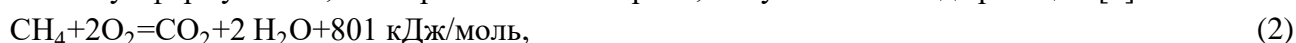
- масса исходной смеси (1000кг);
- состав исходной смеси (таб.1);
- начальная температура смеси;
- параметры воздуха, задействованного в реакциях.

Таблица

Качественный состав углеродной смеси

Газ	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₂ H ₄	Ar	H ₂ S	H ₂ O	Прочие
%	7	90	1	0,05	0,55	0,2	0,5	0,7	0

Используя формулы 2-7, были рассчитаны энергии, получаемые в ходе реакций [3].



По данным реакциям был проведен материальный баланс и рассчитан тепловой эффект реакций (48949,1 МДж).

Преобразуем формулу 1 в формулу 8 для расчета температуры.

$$t_2 = \frac{C_p m t_1 + Q}{C_p m}. \quad (8)$$

Подставляя исходные данные в формулу 8, получаем уравнение с 2 переменными, искомая температура и теплоемкость смеси. Для расчета теплоемкости воспользуемся формулой 9.

$$C_p = \sum_{i=1}^N M_i \cdot C_{p_i}(t_{i \text{ конечная}}), \quad (9)$$

Где M_i мольная доля компонента;

$C_{p_i}(t_{i \text{ конечная}})$ теплоемкость при расчетной температуре.

Теплоемкости были рассчитаны исходя из аппроксимированных функций. На рисунке 1 представлены зависимости удельной теплоемкости продуктов реакции от температуры.

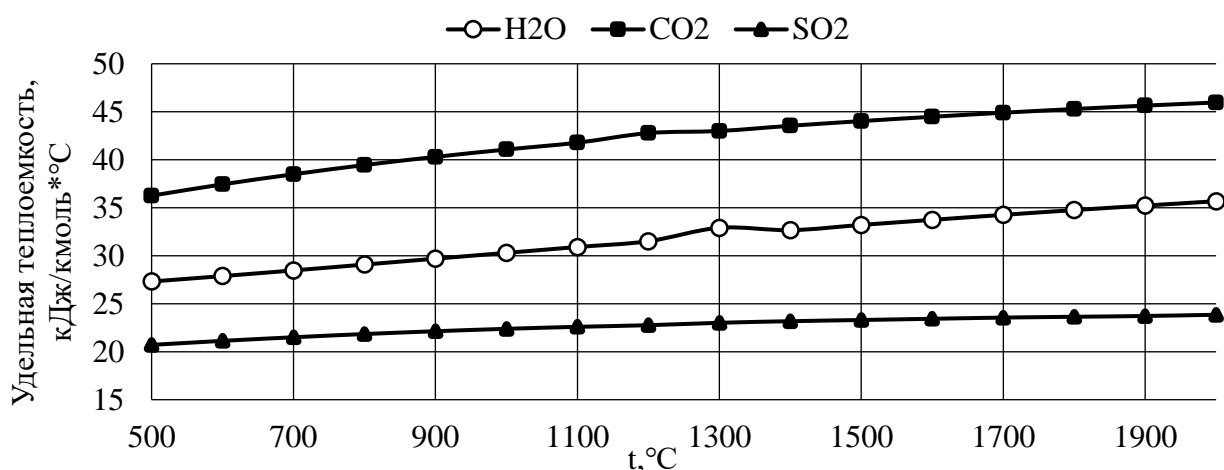


Рисунок 1 – графики зависимостей удельной теплоемкости от температуры [3]

Данные были аппроксимированы линейными функциями для продуктов реакции CO₂ (10), H₂O (11), SO₂ (12).

$$f(t)=0,0063x + 34,327; \quad (10)$$

$$f(t)=0,0057t + 24,625; \quad (11)$$

$$f(t)=0,002x + 20,183. \quad (12)$$

Расчет температуры и теплоемкости проводится параллельно и итерируется пока значения температуры расчетной не совпадет с температурой, при которой теплоёмкость будет совпадать с расчетной теплоёмкостью. В ходе расчета, при массе газовой смеси 1000 кг значение температуры равняется 1802,8° для исходной смеси.

Данная методика расчета была осуществлена с помощью программного обеспечения Excel, и позволяет рассчитать температуру пламени при различных начальных условиях. В частности, при изменении состава исходной смеси, а также при изменениях параметров воздуха. Расчет осуществляется автоматически.

Работа выполнена при поддержке программы талантливых и мотивированных студентов Дальневосточного федерального университета.

Список литературы

1. Орловский, С. Н. Теория горения и взрывов / С. Н. Орловский. – Красноярск : Техносферная безопасность, 2019. – 316 с.

2. Лямина, Г. В. Химическая термодинамика / Г. В. Лямина. – Томск : Издательство Томского государственного архитектурно-строительного университета, 2007. – 30 с.

3. Варгафтик, Н. Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей / Н. Б. Варгафтик. – Москва : Наука, 1972. – 721 с.

Смирнов А.Н.

ФОРМИРОВАНИЕ ВЫБОРКИ ДЛЯ СИНТЕЗА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОЛОННАМИ К-1 И К-2 С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОННОЙ СЕТИ

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – д.т.н., профессор В.П. Кривошеев

В данном исследовании проведено создание тренировочного набора данных, необходимых для обучения нейронной сети управления оптимальными настроечными параметрами регуляторов температуры в блоке традиционной ректификации, состоящей из двух простых колонн, предназначенных для отгона легколетучих и тяжелолетучих компонентов из продукта пиролиза, содержащего изопрен (рисунок).

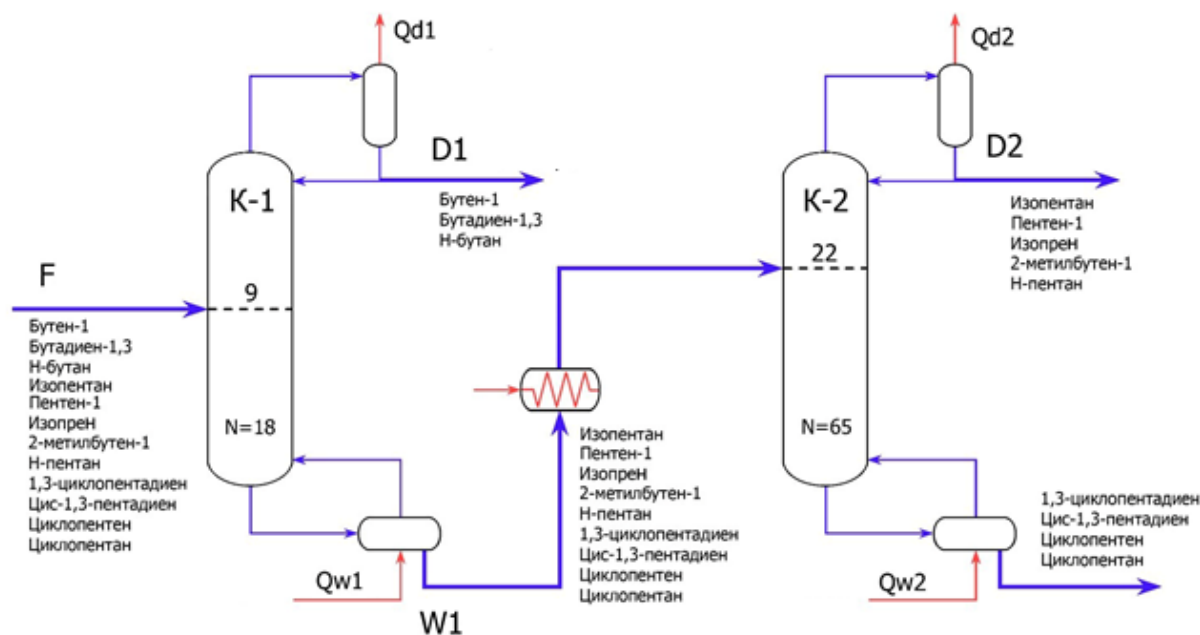


Рисунок – Технологическая схема блока ректификационных колонн [1]

В процессе моделирования было определено положение контрольных тарелок в колоннах K-1 и K-2, а также каналы управления температурами на них. У колоны K-1 контрольной тарелкой является 5-я, так как именно на ней наблюдается наибольший перепад температур, а для колонны K-2 контрольной тарелкой является 47-я.

Для выбора каналов управления получены кривые разгона исследуемых каналов. Для регулирования выбирался менее инерционный канал управления. В колонне K-1 температура на контрольной тарелке регулируется расходом флегмы, а в колонне K-2 расходом греющего пара.

В рабочем диапазоне изменения расхода и состава питания для каждого его значения был выполнен параметрический синтез с получением значений настроечных параметров регулятора температуры на контрольной тарелке для колонны K-1 и K-2, при которых достигается оптимальный

переходной процесс. Для определения оптимальных настроечных параметров использовался метод Циглера-Никольса.

Настройки регуляторов температуры на контрольной тарелке колонны К-1 и К-2 при изменении расхода питания и состава питания от базового режима колонны К-1 от минус 6 до плюс 6 % представлены в таблицах 1 и 2, соответственно.

Таблица 1

Настройки регуляторов при изменении расхода питания в колонну К-1

Изменение расхода питания	Настройки регулятора колонны К-1		Настройки регулятора колонны К-2	
	Кс	Ti	Кс	Ti
0,94	0,089	2,022	2,680	0,271
0,96	0,089	2,029	2,688	0,272
0,98	0,090	2,039	2,702	0,273
1	0,091	2,060	2,729	0,276
1,02	0,092	2,082	2,759	0,279
1,04	0,104	2,369	3,138	0,317
1,06	0,106	2,410	3,193	0,323

Таблица 2

Настройки регуляторов при изменении состава питания в колонну К-1

Изменение расхода питания	Настройки регулятора колонны К-1		Настройки регулятора колонны К-2	
	Кс	Ti	Кс	Ti
0,94	0,981	2,022	2,677	0,271
0,96	0,987	2,029	2,694	0,272
0,98	0,991	2,039	2,704	0,274
1	0,091	2,060	2,729	0,276
1,02	0,091	2,080	2,756	0,279
1,04	0,103	2,348	3,111	0,315
1,06	0,106	2,410	3,193	0,323

Определение динамических характеристик колонн К-1 и К-2, используемых для определения оптимальных настроечных параметров регулирующих устройств, выполнено в программной среде UNISIM DESIGN [2].

Список литературы

1. Кривошеев, В. П. Синтез системы управления ректификационными колоннами К 1 и К 2 в производстве изопрена / В. П. Кривошеев, Е. А. Филимонцев, И. М. Ефимов – DOI 10.17513/snt.37835 // Современные наукоёмкие технология. – 2019. – Вып. 12. – С. 68-72.
2. UniSim® Design R440 [Academic license] : Link Business Objectives and Progress Design/Simulation : [Лицензия в рамках Соглашения о стратегическом сотрудничестве между ДВФУ и АО "Хоневелл"] / разработчик "Honeywell International Inc." . – [USA] : Honeywell, 2015. – Загл. с титул. экрана. – Режим доступа: через сервер лицензий для авторизир. пользователей из корп. сети ДВФУ. – Электронная программа : электронная.

Трунов С.Р.

МОДЕЛЬ РЕАКТОРА ПИРОЛИЗА НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.х.н., доцент В.А. Реутов

Пиролиз – это процесс разложения веществ при высоких температурах в отсутствие кислорода. Особенностью процесса являются свободно-радикальный характер протекания реакций и цепной механизм превращений веществ.

Данная работа представляет результаты построения модели с возможностью учета радикальных реакций процесса пиролиза. Создание модели проводилось при помощи языка программирования Python. Для описания процесса, как и ранее [1], была выбрана кинетическая модель пиролиза, основанная на законе действующих масс, который зависит от кинетики прямых и обратных реакций. Реактор пиролиза в модели представлен реактором идеального вытеснения (РИВ). Реакции задаются параметрами для расчета константы скорости по уравнению Аррениуса.

Для проверки работоспособности построенной модели провели базовый опыт используя при этом молекулярный реакционный набор из модели UniSim [1, табл. 1]. Значения параметров реактора и потока сырья для проведения контрольного расчета приведены в таблице 1.

Сравнение составов пирогаза после контрольного расчета моделей UniSim и Python, приведенное в таблице 2, показывает практически идеальное сходство результатов.

Таблица 1

Значения параметров базового опыта

Параметр	Значение	
	Вход	Выход
Температура в реакторе, °С	810	810
Давление в реакторе, кПа	300	100
Объем реактора, м ³	273,0	
Состав входящего потока, масс. доля:	н-Бутан	
Остальное	1,0000	
	0,0000	
Мольный расход сырья, кмоль/с	10,0	

Таблица 2

Состав получаемого пирогаза

Наименование компонента	Состав пирогаза, масс. доля		
	UniSim	Python	Δ
Водород	0,0141	0,0141	0,0000
Метан	0,1529	0,1529	0,0000
Ацетилен	0,0205	0,0205	0,0000
Этилен	0,4450	0,4452	-0,0002
Этан	0,0338	0,0337	0,0001
Пропилен	0,2745	0,2746	-0,0001
Пропан	0,0010	0,0010	0,0000
Бутадиен	0,0054	0,0054	0,0000
Бутен	0,0272	0,0272	0,0000
Бутан	0,0258	0,0255	0,0003

Заменяв в модели Python молекулярный реакционный набор на радикальный реакционный набор пиролиза этана, представленный в таблице 3, провели расчет при параметрах базового опыта (табл. 1). В качестве сырья задали чистый этан.

Таблица 3

Радикальный реакционный набор пиролиза этана

№	Реакция	Порядок	№	Реакция	Порядок
1	$H\cdot + H\cdot \rightarrow H_2$	2	10	$C_2H_5\cdot + H\cdot \rightarrow C_2H_6$	2
2	$H_2 \rightarrow H\cdot + H\cdot$	1	11	$C_2H_5\cdot + H_2 \rightarrow C_2H_6 + H\cdot$	2
3	$CH_3\cdot + H\cdot \rightarrow CH_4$	2	12	$C_2H_5\cdot + CH_3\cdot \rightarrow C_3H_8$	2
4	$CH_3\cdot + H_2 \rightarrow CH_4 + H\cdot$	2	13	$C_2H_5\cdot + CH_4 \rightarrow C_2H_6 + CH_3\cdot$	2
5	$CH_3\cdot + CH_3\cdot \rightarrow C_2H_6$	2	14	$C_2H_5\cdot + C_2H_5\cdot \rightarrow C_2H_4 + C_2H_6$	2
6	$CH_4 \rightarrow CH_3\cdot + H\cdot$	1	15	$C_2H_6 \rightarrow C_2H_5\cdot + H\cdot$	1
7	$CH_4 + H\cdot \rightarrow CH_3\cdot + H_2$	2	16	$C_2H_6 \rightarrow CH_3\cdot + CH_3\cdot$	1
8	$C_2H_4 + H\cdot \rightarrow C_2H_5\cdot$	2	17	$C_2H_6 + H\cdot \rightarrow C_2H_5\cdot + H_2$	2
9	$C_2H_5\cdot \rightarrow C_2H_4 + H\cdot$	1	18	$C_2H_6 + CH_3\cdot \rightarrow C_2H_5\cdot + CH_4$	2

Результаты применения радикального реакционного набора, приведенные в таблице 4, оказались вполне адекватны для описываемого процесса. В качестве дополнительного подтверждения адекватности модели были получены графики зависимости содержания компонентов от общего времени пребывания в реакторе, которые сходны литературным.

Таблица 4

Состав получаемого пирогаза

Наименование компонента	Состав пирогаза	
	Масс. доля	Мол. доля
Водород	0,0467	0,4083
Метан	0,0110	0,0120
Этилен	0,6596	0,4142
Этан	0,2818	0,1651
Пропан	0,0009	0,0004

Созданная при помощи языка Python модель реактора пиролиза адекватно описывает процесс пиролиза как при использовании молекулярных реакций, так и при использовании радикальных. Также стоит отметить, что данная модель не имеет ограничений по применяемым компонентам и реакциям, поэтому она может применяться не только для расчета процесса пиролиза, но и для любого другого реакционного процесса, проводимого в РИВ.

Список литературы

1. Трунов, С. Р. Модель печи пиролиза бутана / С. Р. Трунов, А. В. Ануфриев, В. А. Реутов // Наука. Технологии. Инновации : Сборник научных трудов в 9 ч. Часть 3. – Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2019. – С. 146-150.

Раздел XIII ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА

Чепак А.К.^{1,2}, Афремов Л.Л.^{1,*}

КОНЦЕНТРАЦИОННЫЙ ФАЗОВЫЙ ПЕРЕХОД В УЛЬТРАТОНКИХ МАГНИТНЫХ ПЛЁНКАХ

¹Кафедра теоретической и ядерной физики ШЕН ДВФУ

²Институт химии ДВО РАН

*Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Афремов Леонид Лазаревич

Магнитные свойства разбавленных ультратонких плёнок зависят от множества параметров, в том числе концентрации магнитных атомов [1-3]. Снижение содержания магнитных носителей в многокомпонентных плёнках приводит к концентрационному фазовому переходу, для которого произойдет характерное резкое исчезновение магнитного упорядочения вне зависимости от температуры системы. Нами было проведено Монте-Карло моделирование концентрационного фазового перехода в ультратонких магнитных плёнках с использованием модели Изинга для разбавленных магнетиков. Как и ранее [3], мы исключаем воздействие температуры на магнитное упорядочение и исследуем влияние перколяции на фазовый переход. Кроме того, используя разработанное нами программной обеспечение [4], мы изучили зависимость критической концентрации фазового перехода от толщины плёнки.

Ниже представлена зависимость относительной намагниченности массивной магнитной плёнки от концентрации магнитных атомов (см. рисунок 1). Хотим обратить внимание, что намагниченность после прохождения точки фазового перехода не обращается в ноль. Подобная зависимость указывает на то, что в целом система не проявляет магнитных свойств при малых концентрациях, но локально существуют магнитные кластеры, в пределах которых сохраняется упорядоченная магнитная фаза. На рисунке 2 показана зависимость критической концентрации фазового перехода от толщины магнитной плёнки. Здесь можно видеть, что критическая концентрация плёнок, содержащих более 10 монослоёв, слабо зависит от их толщины. Плёнка ведёт себя как массивный магнетик.

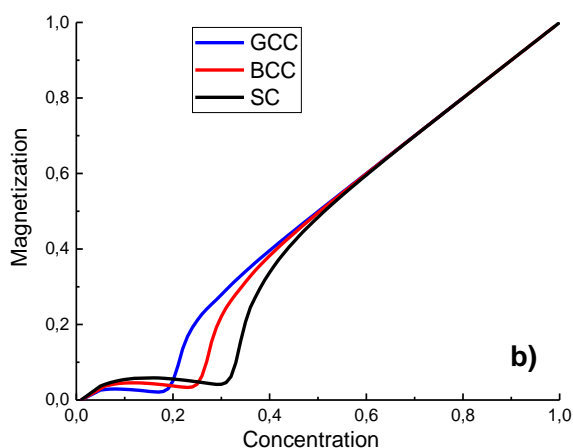


Рисунок 1. Зависимость относительной намагниченности от концентрации магнитных атомов в массивных (30 ML) магнитных плёнках с разной кристаллической решёткой.

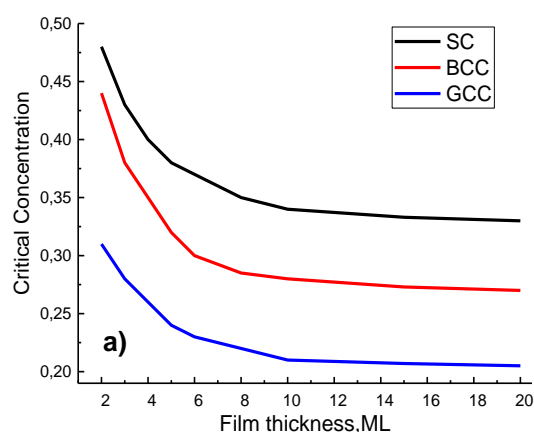


Рисунок 2. Зависимость критической концентрации фазового перехода от толщины плёнки в монослоях (ML) для плёнок с разной кристаллической решёткой.

На рисунке 3 представлены концентрационные зависимости магнитной, кластерной и перколяционной восприимчивостей, построенных по магнитному, кластерному и перколяционному параметрам порядка, соответственно. Результаты расчетов показали специфическую зависимость магнитной восприимчивости от концентрации магнитных атомов (рисунок 3 – слева). Нами было выдвинуто предположение, что пик восприимчивости при высоких концентрациях соответствует переходу «ферромагнетик-кластерное стекло», а второй – переходу «кластерное стекло-парамагнетик». В тоже время «перколяционная» и «кластерная» восприимчивости (рисунок 3 – справа), рассчитанные по методике, изложенной в статье [3], имеют свою особенность. При этом положение максимумов «перколяционной» и «кластерной» восприимчивости слабо коррелируют с максимумами классической магнитной восприимчивости, чтобы уверенно говорить о существовании спинового или кластерного стекла, и требует дальнейшего исследования.

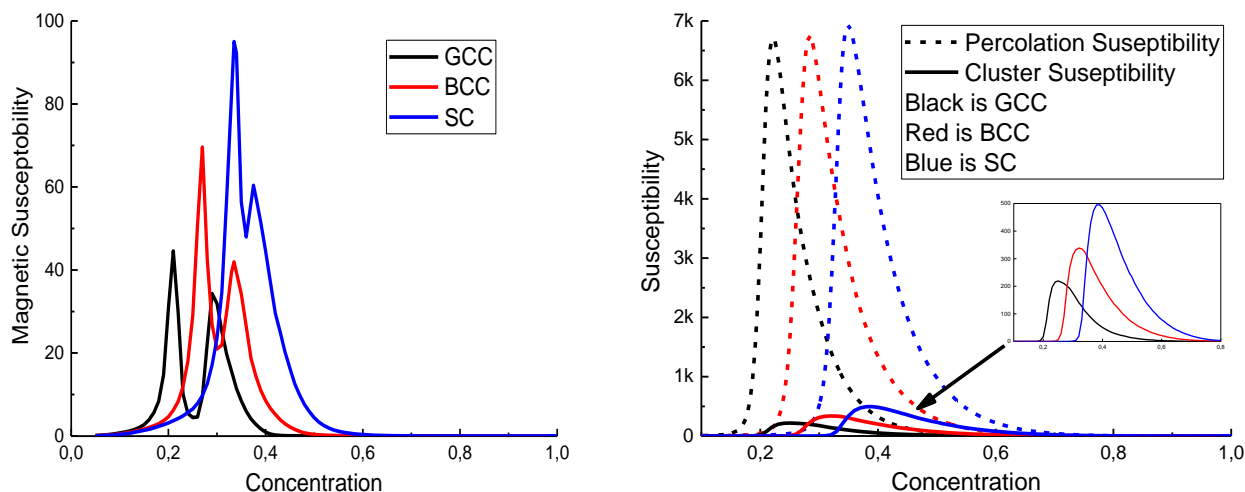


Рисунок 3. Концентрационные зависимости магнитной (слева), перколяционной (справа) и кластерной (вставка справа) восприимчивости для массивной (30 ML) плёнки с разной кристаллической решёткой

Список литературы

1. Verbeek B. H., Mydosh J. A. Spin glass freezing above the ferromagnetic percolation limit in AuFe alloys //Journal of Physics F: Metal Physics. – 1978. – Т. 8. – №. 5. – С. L109.
2. Mookerjee A., Roy S. B. Magnetic behaviour of spin-glass alloys beyond the percolation concentration //Journal of Physics F: Metal Physics. – 1983. – Т. 13. – №. 9. – С. 1945.
3. Chepak A. K., Afremov L. L., Mironenko A. Y. Concentration Phase Transition in a Two-Dimensional Ferromagnet //Solid State Phenomena. – Trans Tech Publications Ltd, 2020. – Т. 312. – С. 244-250.
4. Свидетельство №2020611485. Моделирование размерного эффекта при переходе от 2D к 3D разбавленной магнитной плёнки: программа для ЭВМ / Чепак А. К., Починок А. С.; правообладатель: ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет» (ДВФУ). № 2020610581; заявл. 27.01.20; опубл. 3.02.20.

Анкушев А.С.,¹ Боровский А.В.¹

СОЗДАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОНТУРОВ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ И ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗБУЖДЕНИЯ ЭМИССИОННЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ ЛИНИЙ В ФЕМТОСЕКУНДНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ИСКРОВОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ПРОИЗВОДНЫХ ЭПИДЕРМИСА

¹Кафедра общей и экспериментальной физики ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель - к.ф.-м.н., доцент С.С. Голик

За последние годы метод фемтосекундной лазерной искровой спектроскопии (ЛИС), основанный на генерации плазмы лазерного пробоя, продемонстрировал огромный потенциал для быстрого качественного и количественного анализа широкого круга исследуемых объектов, достигнутые результаты опубликованы в обзорах [1, 2]. Поскольку единственным требованием метода ЛИС является оптический доступ к образцу, ЛИС является многофункциональным методом in-situ анализа различных материалов и удовлетворяет промышленным, экологическим, медицинским и фармацевтическим требованиям. В настоящее время в мировой науке ведутся исследования по анализу производных эпидермиса, в частности волос, методом лазерной искровой эмиссионной спектроскопии с использованием лазерных импульсов наносекундной длительности, что позволяет определить их химический состав и диагностировать наличие заболеваний на ранних стадиях у человека. Также данный метод позволяет выполнять мониторинг экологической обстановки или понять воздействие условий труда на организм человека [3].

Механические и термодинамические параметры плазмы, генерируемой лазерными импульсами фемтосекундной длительности, существенно отличается от параметров, характерных для оптического пробоя при возбуждении импульсами наносекундной длительности. Использование фемтосекундного возбуждения и временной селекции аналитического сигнала в методе ЛИС позволяет существенным образом снизить влияние сплошного спектра плазмы на величину регистрируемого аналитического сигнала, тем самым повышая соотношение сигнал/фон и увеличивая чувствительность данного метода [4, 5]. Из этого следует, что направление данной работы является перспективным для создания новых неинвазивных технологий экспресс-диагностики элементного обмена на основе лазерного спектрального анализа производных эпидермиса для задач персонализированной медицины.

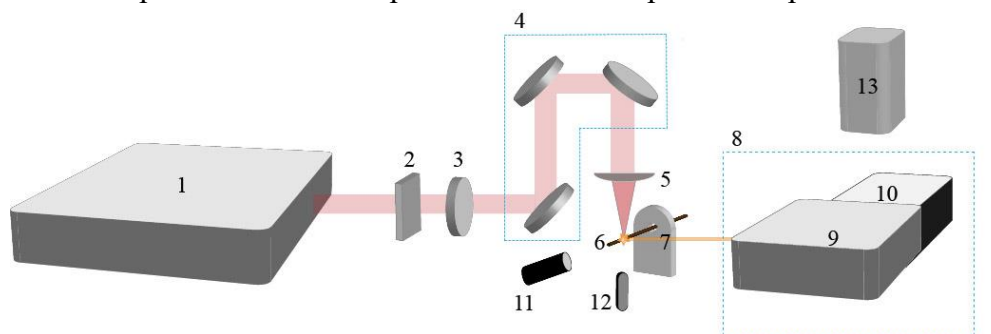


Рисунок 1 – Схема экспериментальной установки

В ходе данной работы был разработан стенд (рисунок 1) для экспериментальных исследований на приборной базе лаборатории лазерной спектроскопии ДВФУ. В качестве источника излучения использовался фемтосекундный лазерный комплекс (1) Spitfire Pro 40F (Spectra Physics, США). Данный лазерный комплекс обеспечивает генерацию импульсов длительностью от сотен пикосекунд до 40 фс на центральной длине волны 800 нм с энергией в одиночном импульсе 1 мДж, частотой повторения импульсов до 1 кГц. Для генерации второй гармоники использовалась полуволновая пластинка (2) и

кристалл ВВО толщиной 300 мкм (3), установленные на откидной держалке. Далее лазерное излучение по системе двухчастотных зеркал (4) UFM10R (Thorlabs), обеспечивающих отражение излучения на двух гармониках титан-сапфирового лазера, направляется на собирающую линзу (5) с фокусным расстоянием 50 мм. Затем лазерное излучение фокусируется на исследуемый образец (6), проходящий через направляющее отверстие (7). Для регистрации излучения использовался спектрометр (8), состоящий из спектрографа (9) SpectraPro2500i (Princeton Instruments, США), сопряженного с ICCD камерой (10) PicoStar HR (LaVision, Германия) с пикосекундным временным разрешением. Исследование временной эволюции спектральных линий осуществляется с помощью платы пикосекундных задержек DEL350, входящей в состав ICCD камеры (10). Управление ICCD PicoStar HR и спектрографом осуществляется дистанционно по RS-232 с помощью программного обеспечения «DaVis». Контроль положения образца относительно фокуса линзы в процессе анализа в режиме реального времени осуществлялся при помощи ПЗС камеры Видеоскан 285 (ООО "ВИДЕОСКАН", Россия) (11) с набором макрообъективов. Для удаления продуктов лазерной абляции образца в процессе анализа использовался воздушный аспиратор (12). Управление установкой осуществлялось при помощи персонального компьютера (13). Эффективность возбуждения эмиссионных спектральных линий будет определяться в зависимости от экспериментальных условий: энергии, длительности, длины волны лазерного излучения, способа фокусировки, времени регистрации сигнала относительно лазерного импульса, экспозиции регистрирующего детектора.

На созданной установке проведены экспериментальные исследования для получения контуров спектральных линий и оценки эффективности возбуждения эмиссионных спектральных линий при возбуждении лазерной плазмы на поверхности производных эпидермиса-человеческих волос.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-32-90194.

Список литературы

1. Timur A. Labutin, Vasily N. Lednev, Alexey A. Ilyin and Andrey M. Popov Femtosecond laser-induced breakdown spectroscopy // J. Anal. At. Spectrom., - 2016. – Vol.31.
2. Cremers D.A., Radziemski L.J. Handbook of Laser-Induced Breakdown Spectroscopy // 2nd Edition, Wiley – 2013. – Vol. 432.
3. Патапович М.П. Исследование динамики метаболизма макроэлементов в организме методами лазерной искровой спектрометрии волос человека по их длине. / М.П. Патапович, И.Д. Пашковская, Ж.И. Булойчи, Н.И. Нечипуренко, А.П. Зажогин// [б.и] Белорусский издательский университет. Минск, Беларусь [б.г]. 2011, – С. 435-437.
4. Miziolek A.W., Palleschi V., Schechter I., [et al]. Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS): Fundamentals and applications // Cambridge: Cambridge University Press. - 2006.
5. M. Baudelet, L. Guyon, J. Yu, [et al]. Femtosecond Time-Resolved Laser-Induced Breakdown Spectroscopy for Detection and Identification of Bacteria: A comparison to the Nanosecond Regime // J. Appl. Phys. – 2006. – Vol. 99. - № 084701.

Васильев Е.В.¹, Пержу А.В.¹, Король А.О.¹

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАРОЖДЕНИЯ И СУЩЕСТВОВАНИЯ СКЕРМИОНОВ В ДВУМЕРНЫХ МАГНИТНЫХ СПИНОВЫХ СИСТЕМАХ С РАЗЛИЧНОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ МЕТОДОМ МОНТЕ-КАРЛО МОДЕЛИРОВАНИЯ

¹Кафедра компьютерных систем ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель - к.ф.-м.н., доцент В.Ю. Капитан

В последние годы возрос интерес к изучению магнитных вихрей – скирмионов с целью их использования в устройствах хранения и передачи данных. Скирмионы подходят для использования в новой спиновой электронике, потому что они топологически стабильны, имеют малый размер и ими легко управлять, воздействуя на них электрическим током и внешним магнитным полем. Прямой контроль над движением, размером и формой магнитных вихрей позволяет использовать их в качестве носителей информации в новом типе магнитных носителей – беговой памяти [1].

В данной работе рассматриваются результаты численного моделирования, с помощью алгоритма Метрополиса, классической спиновой модели Гейзенберга [2]. Были изучены плоские решетки с прямым обменом и взаимодействием Дзялошинского – Мория (ВДМ) между спинами и изучено влияние типа решетки на поведение спиновых систем. Исследованы следующие типы решеток: шестиугольная решетка типа «медовые соты» с 3 ближайшими соседями (БС), квадратная решетка с 4 БС и гексагональная или треугольная решетка с 6 БС.

$$H = H_J + H_{DMI} + H_B, \quad (1)$$

$$H_J = -J \sum_{i,j} S_i S_j, \quad (2)$$

$$H_{DMI} = -D \sum_{i,j} S_j \times S_j, \quad (3)$$

$$H_B = -B \sum_i S_i \quad (4)$$

В спиновой системе в зависимости от различных параметров, например ВДМ (D) и внешнее магнитное поле (B), наблюдаются различные фазы: спиральная, скирмионная, ферромагнитная и их смешанные состояния. Для более подробного рассмотрения скирмионного состояния, изучения его стабильности, методов создания и манипулирования, необходимо четко понимать условия зарождения вихрей в различных кристаллических решетках.

Анализ данных, полученных во время моделирования Монте-Карло, проводился с использованием сверточной нейронной сети для распознавания различных фаз спиновой системы в зависимости от параметров моделирования. На основе этих данных были построены фазовые диаграммы (D, B) (рисунок 1).

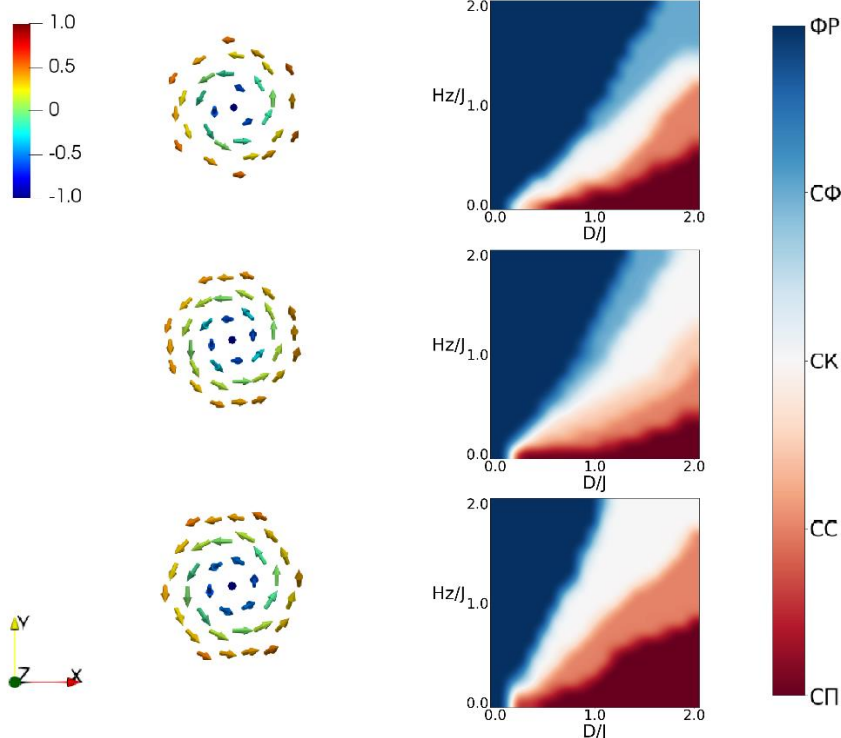


Рисунок 1 – Скирмионы и фазовая диаграмма.

Сверху вниз: шестиугольная, квадратная и треугольная решетка. Для скирмиона цвет представляет функцию координаты z между -1 (синий) и $+1$ (красный), для фазовой диаграммы отражает состояние системы: ФР – ферромагнитное; СФ – скирмион-ферромагнитное; СК – скирмионное; СС – спираль-скирмионное; СП – спиновые полосы

Нетрудно заметить, что в зависимости от вида кристаллической решетки меняется не только положение основных фаз, но и их размеры. Также, следует обратить внимание на то, что от типа решетки зависит стабильность скирмиона, его минимальный размер и температура его существования.

Как уже отмечалось, одна из особенностей практического применения скирмионов в том, что они обычно устойчивы в узкой области низких температур и внешних магнитных полей. Поэтому, основываясь на данных фазовых диаграмм, возможно выбрать подходящие параметры, которые существенно влияют на свойства системы и приводят к образованию разнотипных фаз, обеспечивающих различные функциональные возможности для использования в спинтронике.

В результате проделанной работы мы создали программное обеспечение, изучили параметры зарождения и существования скирмионов различных типов, определили значения внешних и внутренних параметров моделирования, необходимых для создания и стабилизации скирмионов в магнитных двумерных ферромагнитных пленках. Построили фазовую диаграмму и продемонстрировали, что переключение между различными стабильными состояниями зависит от внешних и внутренних параметров.

Работа выполнена при поддержке Государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ №0657-2020-0005.

Список литературы

1. Zhang X. et al. Skyrmion-skyrmion and skyrmion-edge repulsions in skyrmion-based racetrack memory // Scientific reports. – 2015. – Т. 5. – С. 7643.
2. Mattis D. C. History of magnetism // The Theory of Magnetism I. – Springer, Berlin, Heidelberg. 1981. P. 1-38.

Волотовский Р.А.¹, Шевченко Ю. А.²

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СПИНОВОГО ЛЬДА НА РОМБИЧЕСКОЙ РЕШЁТКЕ

¹Кафедра компьютерных систем ШЕН ДВФУ

² Институт Прикладной Математики, ДВО РАН

¹Научный руководитель - к.ф.-м.н., доцент Ю.А. Шевченко

Во всех магнетиках существует как минимум две термодинамические фазы – порядок и беспорядок, определяющие фазовый переход второго рода. Косвенным подтверждением наличия фазового перехода служит пик температурного поведения теплоемкости, расходящийся для бесконечных систем. Например, во фрустрированных решетках спинового льда дополнительный фазовый переход определяется наличием дальнего порядка [1,2]. В данной работе мы решили рассмотреть двумерную ромбическую решётку при разных её углах наклона φ между спинами системы и изучить влияние на фазовые переходы таких систем.

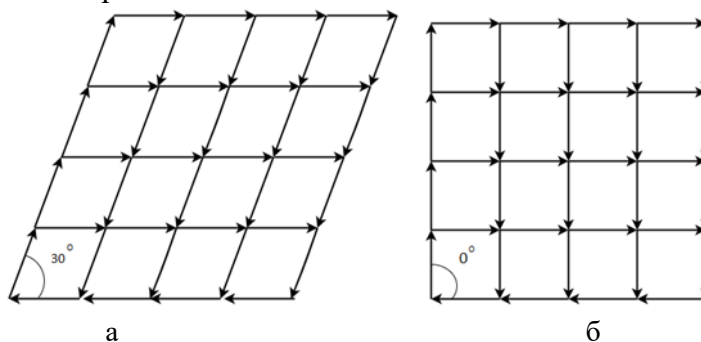


Рисунок 1 - а) Решётка спинов двумерной модели Изинга параметр наклона $\varphi = 30$.

б) Решётка спинов параметр наклона $\varphi = 0$

Рассмотрим ромбическую решётку, спины которой при разных углах φ меняют направление магнитного момента и расположение в двумерной решётке. В исследовании мы будем использовать канонический алгоритм Метрополиса. Алгоритм Метрополиса используется для вычисления температурного поведения теплоемкости. Взаимодействие между спинами дипольное и определяется как:

$$H = -J \sum_{n, n_0} S_n S_{n+n_0} - h \sum_n S_n \quad (1)$$

Суммирование происходит по всем парам спинов в кристаллической решетке. В уравнении 1, h – магнитное поле, параметр J определяет энергию взаимодействия пары соседних диполей, равную $-J$ и $+J$ соответственно для одинаковых и противоположных ориентаций спина, и зависит от расстояния между спинами. Для ферромагнетика постоянная обменного взаимодействия $J > 0$. Каждый узел решетки занят спином S_i и учитываются взаимодействия с соседями, число которых определяется радиусом взаимодействия. Каждая частица, расположенная на узле решетки, может иметь одно из двух состояний $+1$ или -1 . Каждой возможной конфигурации расположения спинов соответствует энергия H , получаемая из взаимодействия спинов, определяемых радиусом:

$$r = \sqrt{(S_i x - S_{i+1} x)^2 + (S_i y - S_{i+1} y)^2} \quad (2)$$

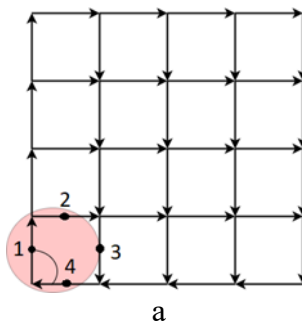


Рисунок 2 - а) Решётка спинов с заданным параметром φ , область захвата выделена красным.

В данном примере для спина под номером 1 соседи будут (2 и 4)

Начальная конфигурация решетки определяется путем заполнения спинами узлов ромбической решетки. При этом у первой линии спинов фиксированное расположение, а все последующие спины отклоняются на угол φ относительно первых, сохраняя все свойства ромба. Последующее заполнение имеет формулу радиального представления:

$$dx = l \times \cos(90 - \varphi) \quad (3)$$

$$dy = l \times \sin(90 - \varphi) \quad (4)$$

Где dx координата точки по оси X, а dy по оси Y. l – длина между спинами и угол φ от 0 до 90 градусов.

Результатом численных исследований ромбической решётки будут графики теплоёмкости, анализ которых поможет выявить влияние параметров ромба на характеристики графиков и на наличие фазовых переходов.

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №0657-2020-0005.

Список литературы

1. Shevchenko, Y. A., Makarov, A. G., Andriushchenko, P. D., & Nefedev, K. V. (2017). // Journal of Experimental and Theoretical Physics, 124(6), 982-993.
2. Chern, G. W., Morrison, M. J., & Nisoli, C. (2013). // Physical review letters, 111(17), 177201.

Дидов А.А.¹, Улейский М.Ю.¹, Будянский М.В.¹

ФРАКТАЛЬНАЯ ПРИРОДА ХАОТИЧЕСКОГО РАССЕЙНИЯ В МОДЕЛЬНОМ ПОТОКЕ С ТОЧЕЧНЫМ ВИХРЕМ

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения Российской академии наук, лаборатория нелинейных динамических систем 3/1
didov.aa@poi.dvo.ru

¹Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор С. В. Пранц

При включении малого внешнего периодического возмущения в гамильтоновых системах с одной степенью свободы происходит разрушение резонансных инвариантных торов с образованием на их месте эллиптических и гиперболических орбит. При достаточно малой амплитуде возмущения вокруг эллиптических точек существуют острова регулярного движения, а сепаратрисы гиперболических орбит формируют стохастический слой. Известно, что при увеличении амплитуды внешнего возмущения резонансные острова разрушаются. При этом остается открытым вопрос о том, что происходит с эллиптическими и гиперболическими орбитами в фазовом пространстве и как они влияют на систему.

Кинематическая модель точечного вихря на фоне постоянного потока с двумя периодическими составляющими в качестве возмущения является наиболее удобной для исследования влияния хаотического инвариантного множества на рассеяние вихрем частиц, помещенных в набегающем потоке, так как модель представляет собой простейшую гомоклиническую петлю с одной единственной седловой точкой и ядро устойчивых орбит (сингулярность в центре вихря), что является достаточным условием существования устойчивых траекторий в системе (неразрушимость вихря) при любом значении амплитуды возмущения. Функция тока такой модели имеет вид [1]:

$$\Psi(x, y, t) = \ln \sqrt{x^2 + y^2} + x (\epsilon + \xi_1 \sin \omega_1 t + \xi_2 \sin \omega_2 t),$$

где x, y - координаты, t - время, ϵ и ξ_i – амплитуды стационарной и переменных составляющих потока, ω_i — частота переменной i -ой составляющей потока. Первое слагаемое характеризует стационарный точечный вихрь с сингулярностью в точке $(0, 0)$, второе, третье и четвертое - стационарное и периодические однородные плоские течения (на Рис. 1а представлен фазовый портрет для невозмущенной системы).

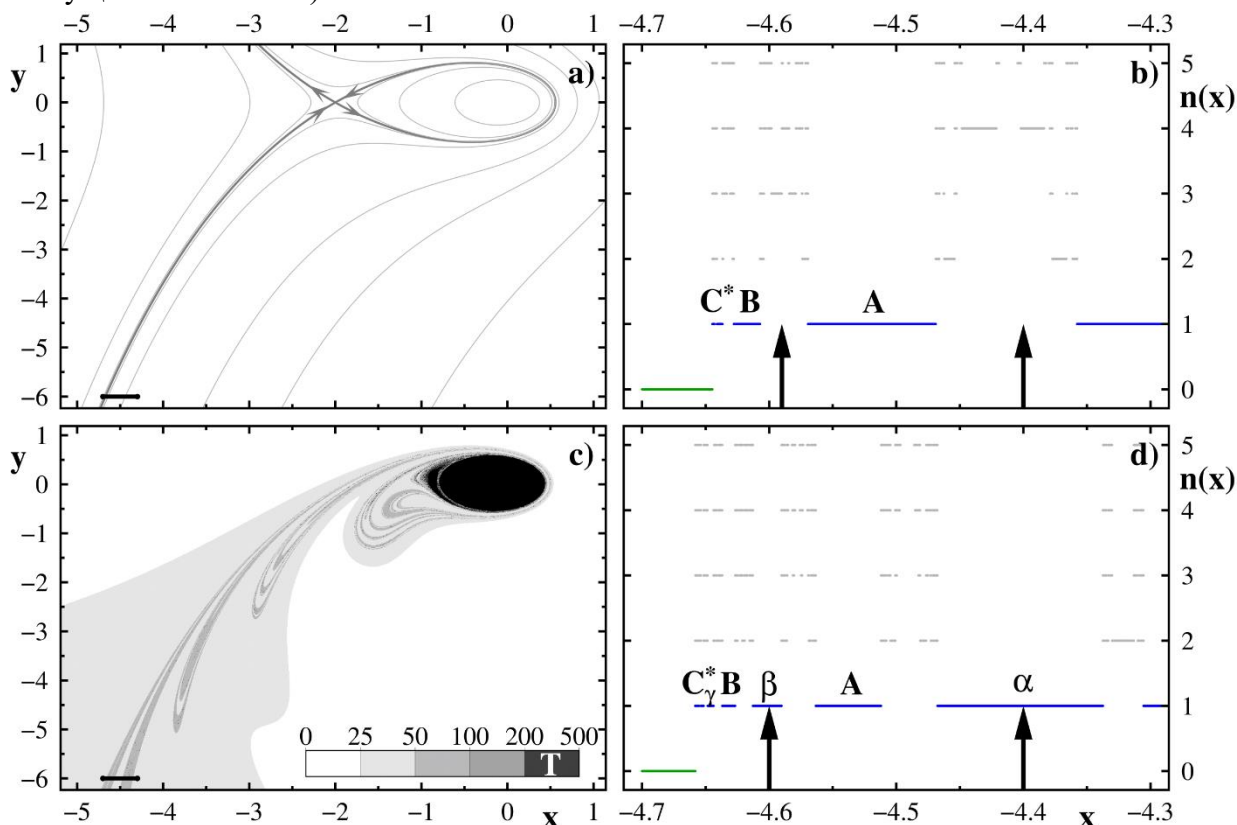


Рисунок 1 – Модельный вихрь. а) Фазовый портрет невозмущённой системы при $\epsilon=0.5$, $\xi_1=0$ и $\xi_2=0$ (для всех случаев $\omega_1=1$, $\omega_2=2$). Жирной серой линией выделена сепаратриса, разделяющая области конечного (ротационного) и бесконечного (баллистического) движения. Для построения фрактала рассеяния начальные условия выбираются на отрезке в области набегающего потока $-4.7 < x < -4.1$, $y=-6$, показанном черным цветом на Рис. 1а, с. б) фрактал рассеяния для $\epsilon=0.5$, $\xi_1=0.1$ и $\xi_2=0$. Зеленым цветом показаны начальные условия частиц, для которых $p(x_0)=0$. Синим и серым цветами выделены начальные координаты частиц, пересекающих луч Ox . с) Карта времени пленения частиц $T(x_0, y_0)$. Черным цветом выделена область конечного движения. Темно-серая складчатая структура соответствует устойчивому многообразию седловой орбиты. $\epsilon=0.5$, $\xi_1=0.1$ и $\xi_2=0$. д) фрактал рассеяния для $\epsilon=0.5$, $\xi_1=0$ и $\xi_2=0.1$. Зеленым цветом показаны начальные условия частиц, для которых $p(x_0)=0$. Синим и серым цветами выделены начальные координаты частиц, пересекающих луч Ox .

Основное внимание в работе уделено изучению хаотического рассеяния частиц из набегающего потока при вариации возмущении.

В работе показано, что в случае двухчастотного возмущения зависимость количества оборотов частиц от их начальных координат имеет фрактало-подобный вид (Рис. 1b, d), при этом сохраняется экспоненциальный закон убывания длин сегментов эпистроф. Для соотношений частот $w_1/w_2=1/2$ показано, что при вариации амплитуд возмущений происходит перестройка фрактала рассеяния, сопровождающаяся появлением новых сегментов у эписторофы с $n(x_0)=1$ (Рис. 1b, d).

Работа Дидова А.А. выполнена при поддержке РФФИ (грант №19-32-90031). Написание пакета программ Улейским М.Ю. и проведение численных экспериментов Будянским М.В. выполнено при поддержке РНФ (грант №19-17-00006).

Список литературы

1. Didov A.A., Uleysky M.Yu., Budyansky, M.V. Chaotic scattering and its fractal properties in the nonlinear dynamic system with a fixed vortex in a two-frequency, time-dependent flow // Nonlinear Dynamics. 2021 (in press).

Дикарев Р.Е.¹

СТРУКТУРНЫЕ И СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА 3-МЕТИЛАМИНО-1-ФЕНИЛ-2-БУТЕН-1-ОНАТ ДИФТОРИДА БОРА

¹Кафедра теоретической и ядерной физики ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель - О.Б. Рябченко, к.ф.-м.н, доцент кафедры общей и экспериментальной физики ШЕН ДВФУ

β -Дикетонатные комплексы дифторида бора обладают светотрансформирующими свойствами, зависящие от их строения, межмолекулярных взаимодействий (ММВ) и свойств химических связей [1].

Проведено исследование ИК-спектра в диапазоне $3500-400 \text{ см}^{-1}$ молекулы $F_2B(EtMeBAc)$ в таблетках KBr. Выполнено отнесение экспериментальных полос и выявлены полосы чувствительные к ММВ в ходе сравнения с рассчитанными спектрами методом DFT/B3LYP/6-311(p, d) для мономера и тетрамера. Основываясь на том, что содержание изотопов ^{10}B и ^{11}B в природе соотносится примерно 20% к 80% [2], рассчитан спектр мономера с ^{10}B и выделены соответствующие полосы в экспериментальном спектре.

На рисунке показано сопоставление ИК-спектра с рассчитанным тетра- и мономером, стрелками отмечены полосы как чувствительные, так и не чувствительные к ММВ.

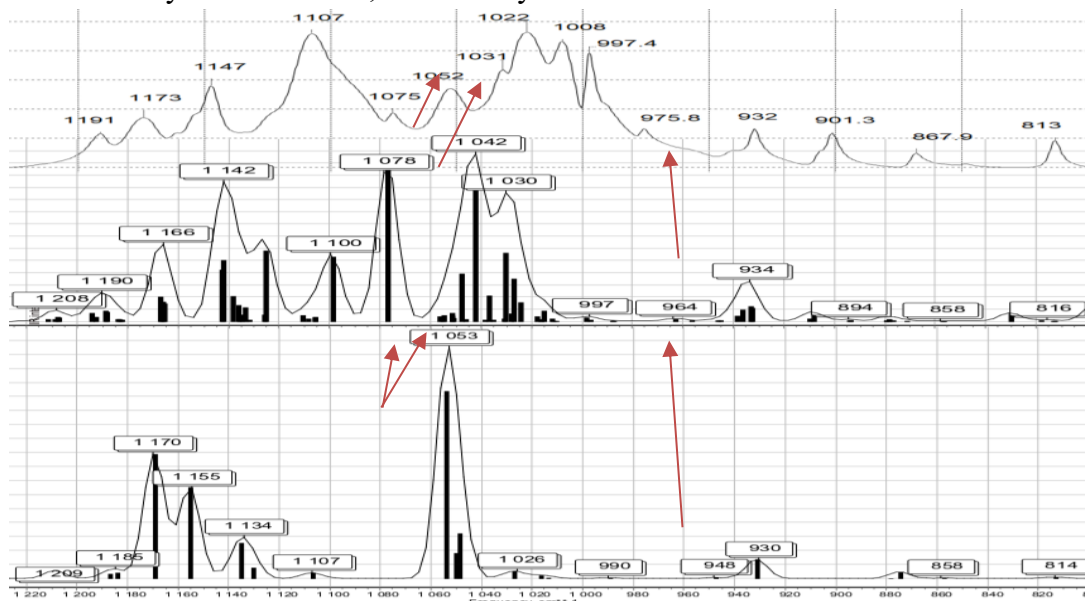


Рисунок 1 – Сопоставление полос в диапазоне $1250 - 800 \text{ см}^{-1}$.

В таблице представлено отнесение полос с указанием вкладов распределения потенциальной энергии (РПЭ).

Таблица 1

№НК	B11			Отнесение, РПЭ
	$\nu_{теор}$, $см^{-1}$	Int	$\nu_{экс}$, $см^{-1}$	
39	931	0,69	932	Δ 43%, γ BF2 11%, ν CnN 10%, δ CmH3 9%, Гф 8%
47	1054	1,26	1022/1008	δ BF2 40%, Δ ф 22%, Δ 16%, δ CnH3 7%, δ CmH3 7%

Список литературы

1. Рябченко О.Б., Куартон Л.А., Свистунова И.В., Вовна В.И.. Моделирование структуры и ИК спектров ацетилацетоната дифторида бора и его галогенозамещенных производных. Журнал структурной химии. – 2017. – Т. 58. - № 6. – С. 1123 – 1134.
2. Коптева Т.С., Медведева В.Г., Родионов А.Н., Ручьева Н.И., Сколдинов А.П., Шигорин Д.Н.. ИК спектры и строение некоторых борсодержащих производных β -дикетонатных соединений // Журнал общей химии. –1978. – Т. 48. - №7 – С.1587 – 1590.

Король А.О.^{1,2}, Васильев Е.В.^{1,2}, Капитан Д.Ю.^{1,2}, Рыбин А.Е.^{1,2}, Падалко М.А.^{1,2}, Капитан В.Ю.^{1,2}

ЧИСЛЕННЫЕ РАСЧЕТЫ ОСНОВНЫХ СОСТОЯНИЙ СПИНОВЫХ СТЕКОЛ

¹ Кафедра компьютерных систем ШЕН ДВФУ

² Институт прикладной математики ДВО РАН

¹ Научный руководитель - к.ф.-м.н., доцент В.Ю.Капитан

В современном мире, где сложность и количество взаимодействий существенно возрастает, способность решать задачи оптимизации становится жизненно необходимой. Однако эти задачи принципиально сложны для решения, так как нередко они требуют поиска потенциальных решений на огромных пространствах возможных состояний. Ярким примером является проблема спинового стекла на основе модели Изинга [1].

Среди традиционных методов в статистической физике особо выделяют моделирование методом Монте-Карло, состоящее из стохастической выборки по пространству состояний и вычисления оценок для физических величин [2]. Монте-Карло методы активно развиваются. Одним из многообещающих алгоритмов является новый гибридный алгоритм, описанный в [3].

Машинное обучение в статистической физике начало применяться сравнительно недавно, однако уже успело зарекомендовать себя как отличный инструмент для классификации и интерпретации массивных наборов данных [4].

В данном исследовании была изучена модель спинового стекла [5] Эдвардса-Андерсона на квадратной двумерной решетке спинов Изинга с бимодальным распределением связей. В настоящей работе для моделирования была использована комбинация нашего гибридного мульти-спинового метода и ограниченной машины Больцмана для предсказания основных состояний для модели спинового стекла. Проблема моделирования спинового стекла определяется высокой сложностью получения конфигураций с минимально возможным уровнем энергии (основным состоянием) в силу микроскопических вырождений и фрустраций.

Нейронная сеть, разработанная на архитектуре ограниченной машины Больцмана (рисунок 1), представляет собой тип нейронных сетей, обучающихся без учителя, т. е. на вход нейронной сети подается массив данных, после чего сеть обучается по алгоритму контрастной ливергенции,

самостоятельно выделяя в этих данных некие признаки и особенности. В нашем случае нейронная сеть предсказывала конфигурации системы с энергией, меньшей чем в обучаемых данных.

Таблица 1

Сравнение результатов различных методов моделирования

Результаты	Метод полного перебора	Гибридный Монте-Карло метод	Ограниченная машина Больцмана
Размер системы	E_{\min}	E_{\min}	E_{\min}
4×4	-1.5	-	-1.5
6×6	-1.3	-	-1.3
10×10	-	-1.4	-1.4
20×20	-	-1.34	-1.38
30×30	-	-1.334	-1.342

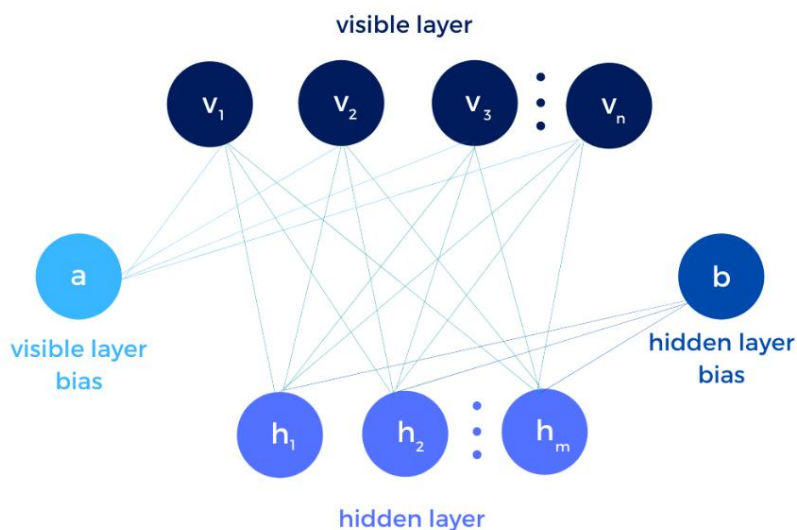


Рисунок 1 – Архитектура сети ограниченной машины Больцмана.

В нашем исследовании было показано, что основные состояния спиновых стекол можно предсказать с помощью нейронной сети. Были изучены небольшие системы 4×4 , 6×6 и проведено сравнение результатов для ограниченной машины Больцмана и полного перебора.

Тренировочные данные для более крупных размеров систем были сгенерированы с помощью гибридного мульти-спинового метода. Но из-за отсутствия точного решения для определения количества вырождений основного уровня энергии для больших систем невозможно проверить наши алгоритмы на достижимость глобального минимума энергии. Несмотря на это, алгоритмы машинного обучения могут внести значительный вклад в решение NP-полных задач в будущем.

Работа выполнена при поддержке Государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ №0657-2020-0005.

Список литературы

1. Harris R. et al. Phase transitions in a programmable quantum spin glass simulator //Science. – 2018. – Т. 361. – №. 6398. – С. 162-165.
2. Landau D. P., Binder K. A guide to Monte Carlo simulations in statistical physics. – Cambridge university press, 2014.
3. Makarov A. G. et al. On the Numerical Calculation of Frustrations in the Ising Model //JETP Letters. – 2019. – Т. 110. – №. 10. – С. 702-706.

4. *Butler K. T. et al. Machine learning for molecular and materials science //Nature. – 2018. – Т. 559. – №. 7715. – С. 547-555.*

5. *Edwards S. F., Anderson P. W. Theory of spin glasses //Journal of Physics F: Metal Physics. – 1975. – Т. 5. – №. 5. – С. 965.*

Крутиков А. А.¹

СТРУКТУРНЫЕ И СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА 3-АМИНО-1-ФЕНИЛ-2-БУТЕН-1-ОНАТ ДИФТОРИДА БОРА

¹ Студент группы Б8117-14.03.02 фаяч ШЕН ДВФУ

¹ Научный руководитель - к.ф.-м.н. О. Б. Рябченко ШЕН ДВФУ

Выполнено отнесение полос ИК-спектра комплекса $\text{BF}_2(\text{EnBAs})$ в диапазоне $3600\text{-}400\text{ см}^{-1}$ в кристалле КВг на основе рассчитанных нормальных колебаний мономера с указанием распределения вкладов потенциальной энергии. Для повышения качества интерпретации ИК-спектра был использован расчёт нормальных колебаний для тетрамера. В экспериментальном спектре выявлены полосы с участием изотопных модификаций ^{10}B и ^{11}B [1], а также полосы, чувствительные к межмолекулярному взаимодействию.

На рисунке 1 представлено отнесение полос в области $2700\text{-}3600\text{ см}^{-1}$, обусловленных высоко характеристичными нормальными колебаниями. Выявлено проявление ангармоничности [2] в виде составных частот и обертонов в области $2923\text{-}2700\text{ см}^{-1}$. Показано, что полоса при 3340 см^{-1} , характеризующаяся валентными колебаниями связи NH , сдвигается в низкочастотную область на $\sim 140\text{ см}^{-1}$ в ряду мономер-тетрамер-эксперимент, что указывает на участие атома N в межмолекулярных взаимодействиях.

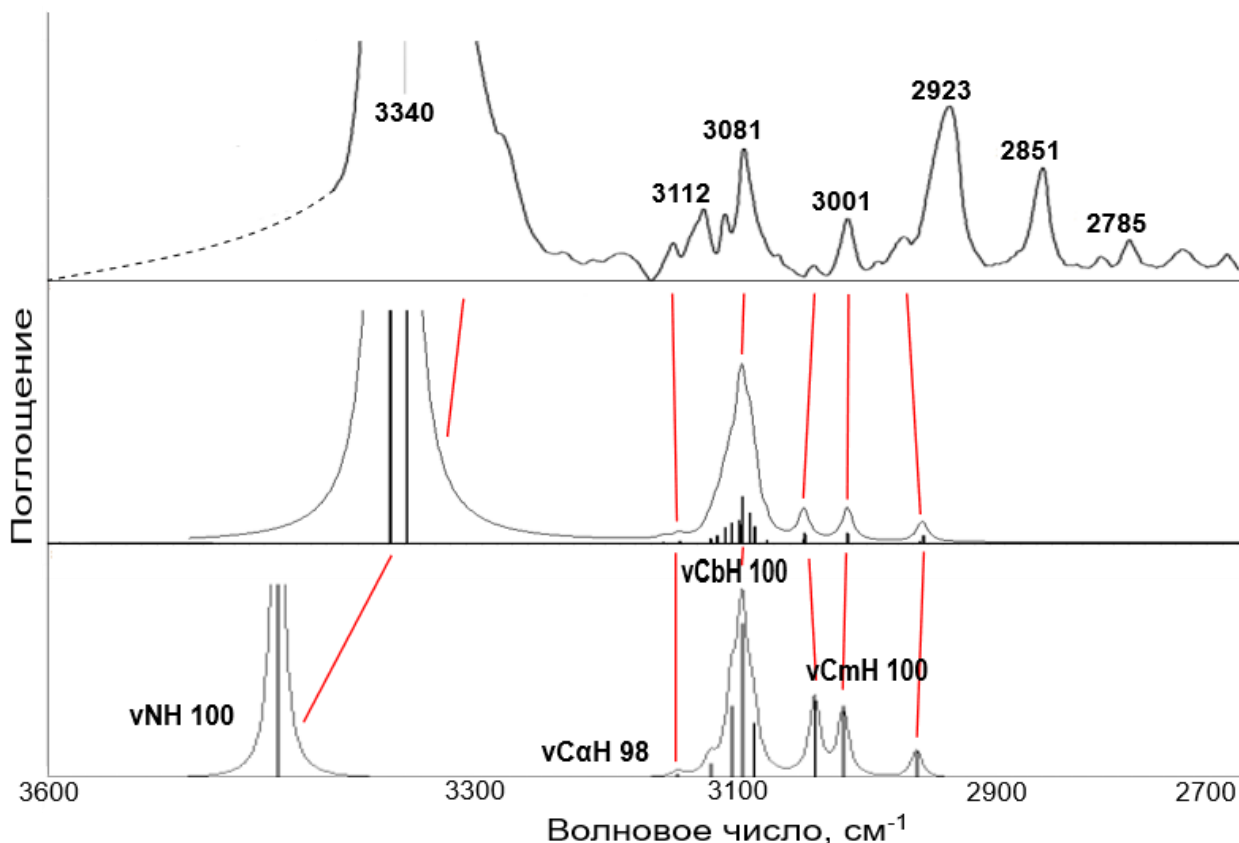


Рисунок 8 – Экспериментальный ИК-спектр (вверху) и теоретические спектры тетрамера (в середине) и мономера (внизу) комплекса $\text{BF}_2(\text{EnBAs})$ в диапазоне $3600\text{-}2700\text{ см}^{-1}$.

Список литературы

1. Рябченко О. Б., Куартон Л.А., Свистунова И.В., Вовна В.И. Моделирование структуры и ИК-спектров ацетилацетоната дифторида бора и его галогензамещённых производных. Журнал структурной химии. – 2017. – Т. 58. - № 6. – С. 1123 – 1134.
2. Наберухин Ю.И. Лекции по молекулярной спектроскопии. – Изд-во НГУ. – 1973. - 294 с.

Кузин А. А.¹, Делёва Э. Ю.²

МОНТЕ-КАРЛО МЕТОД ВЫЧИСЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ДЕНАТУРАЦИИ ДНК В ПРОТОННОЙ МОДЕЛИ

¹Кафедра информатики, математического и компьютерного моделирования ШЕН ДВФУ

² Кафедра компьютерных систем ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор К. В. Нефедев

Нуклеиновые кислоты построены из трех элементов, имеющих довольно мало общего между собой. Кислотами они являются из-за остатков фосфорной кислоты.

Рассмотрим сначала азотистые основания. Они представляют собой молекулы, включающие циклы с чередующимися двойными связями, образованные атомами углерода и азота.

В живых системах встречается два пурина – аденин и гуанин, и три пиримидина – цитозин, тимин и урацил.

В нуклеиновых кислотах азотистые основания через определенный в каждом случае атом азота соединены с первым атомом углерода циклической пентозы – рибозы (в РНК) или дезоксирибозы (в ДНК). Пентоза, в свою очередь, своим пятым (находящимся вне цикла) атомом углерода соединена с остатком фосфорной кислоты сложноэфирной связью. Так образуется нуклеотид – молекула, состоящая из азотистого основания, пентозы и остатка фосфорной кислоты.

Нуклеотиды – это и есть мономеры полимерных нуклеиновых кислот. Однако сначала следует упомянуть, что некоторые мономерные и димерные нуклеотиды являются одними из самых важных биологических молекул, вовлеченных в энергетическую систему клетки. Пожалуй, самым важным веществом здесь является аденозинтрифосфат – АТФ.

Связи остатков фосфорной кислоты друг с другом содержат в себе много энергии (и называются макроэргическими связями) и легко отдают ее при расщеплении. АТФ является универсальным энергоносителем для всех биологических процессов, которые идут с затратой энергии.

В процессах производства АТФ в энергетических системах клеток используются динуклеотиды, включающие несколько другие азотистые основания.

Таким образом, роль этих странных веществ - нуклеотидов весьма важна и разнообразна.

Перейдем к полимерным нуклеиновым кислотам. К ним относятся дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) и рибонуклеиновая кислота (РНК), их мономерами являются нуклеотиды. В ДНК входят нуклеотиды с дезоксирибозой, в РНК – с рибозой. Второе отличие – в составе азотистых оснований. В состав ДНК входит аденин, тимин, гуанин и цитозин; в состав РНК также входят четыре азотистых основания, но место тимина занимает урацил. Иначе говоря, различия касаются всего лишь наличия / отсутствия одной гидроксильной группы у сахара и метильной группы у одного из азотистых оснований.

Ознакомимся со способностью азотистых оснований образовывать водородные связи друг с другом. Их конфигурация такова, что аденин может образовывать две водородные связи с тимином или урацилом, а гуанин – три водородные связи с цитозином, тогда как в прочих сочетаниях образование водородных связей не происходит в силу стерических (т. е. геометрических) причин. Иначе говоря, в

указанных парах пуринов – пиримидин и только в них основания подходят друг к другу – принято говорить, что они комплементарны.

Количество аденина в ДНК всегда равно количеству тимина, а количество гуанина – количеству цитозина и что общее количество пуринов всегда равно количеству пиримидинов. Это указывает на наличие спиральной структуры.

Аденин и тимин всегда спарены, образуя две водородные связи, или цитозин с гуанином, которые связаны тремя водородными связями. Мостик образуется между позициями молекулы 1 = 1 и 6 = 6, а в случае пар гуанин-цитозин дополнительно между 2 = 2. Поскольку одни и те же основания всегда спарены, последовательность оснований в одной цепи может быть использована для получения оснований другой цепи, последовательности которых являются комплементарными.

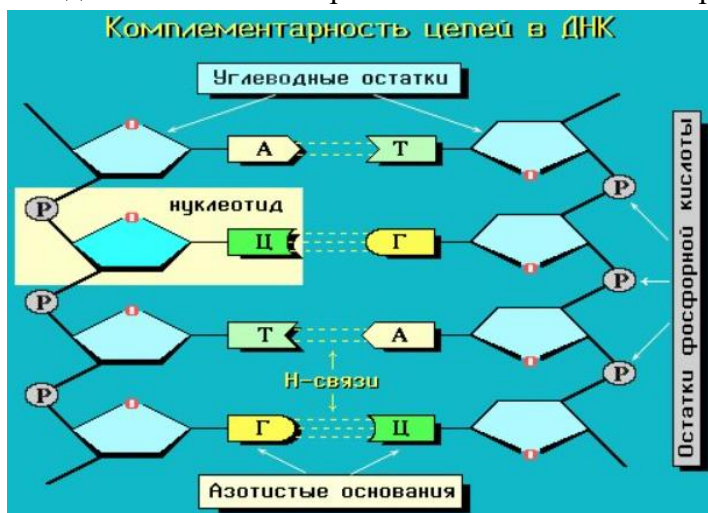


Рисунок 1 – модель двойной спирали [1]

Двойная спираль ДНК обычно не взаимодействует с другими сегментами ДНК. Двойная спираль в основном стабилизируется за счет взаимодействия между последовательными основаниями одной и той же цепи.

Сформулируем задачу с помощью метода Монте-Карло: нужно рассчитать интервалы вероятностей в соответствии с функцией распределения Больцмана

$$Z = e^{\frac{-E_1}{T}} + e^{\frac{-E_2}{T}} + e^{\frac{-E_3}{T}}$$

рассчитываем интервалы вероятностей как

$$p(E_1) = \frac{e^{\frac{-E_1}{T}}}{Z}, \quad p(E_2) = \frac{e^{\frac{-E_2}{T}}}{Z}, \quad p(E_3) = \frac{e^{\frac{-E_3}{T}}}{Z}$$

Генерируем случайное число, если оно попадает в интервал от нуля до p_1 , добавляем в энергию E энергию E_1 , если попадает в интервал от $p(E_1)$ до $p(E_2)$ то добавляем E_2 и т.д. Делаем усредняем E по всем суммированным значениям.

Список литературы

1. Костерин О. Э. Общая биология: Курс лекций для психологов. Учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. / Новосибирск: Новосиб. гос. ун-т., 2011. 201 с .

Лютостанская К. В.¹, Гринчак К. Н.¹, Афремов Л. Л.¹

ИЗУЧЕНИЕ ВТОРИЧНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ГАММА-КВАНТОВ, РАССЕЯННЫХ НА НАНОЧАСТИЦАХ МАГНЕТИТА ЗОЛОТА

¹Кафедра теоретической и ядерной физики ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель – д.ф.-м.н., профессор Л. Л. Афремов

Известно, что наибольший терапевтический эффект облучения злокачественных образований связан с гамма-квантами с энергией от 20 до 200 кэВ [1]. Модификация высокоэнергичного излучения, полученного, например, на основе ⁶⁰Co (1.17 МэВ и 1.33 МэВ) в область более низких энергий может быть реализована в результате рассеяния фотонов на наночастицах. Именно возможность использования наночастиц как радиосенсибилизаторов лежит в основе увеличения эффективности лучевой терапии. В целях повышения эффективности лучевой терапии можно использовать магнитные частицы, покрытые веществом с высоким зарядовым числом. Например, источником вторичных фотонов могут служить core-shell наночастицы оксида железа, покрытого золотом (Fe₃O₄/Au). Магнитное ядро позволяет с помощью неоднородного магнитного поля управлять распределением наночастиц в области опухоли, а, следовательно, и интенсивностью вторичного излучения.

В данной работе проведено экспериментальное исследование влияния концентрации core-shell наночастиц Fe₃O₄/Au на интенсивность вторичного излучения гамма-квантов в диапазоне энергий от 20 до 200 кэВ.

Реализовано измерение энергетического спектра рассеянного излучения от радионуклидного источника ¹³⁷Cs при прохождении гамма-излучения через растворы, содержащие core-shell наночастицы. Результаты измерений записывались в виде спектров излучения на гамма-спектрометре с полупроводниковым детектором (Model: GEM15P4, Serial No45-TP21994A). Источник ионизирующего излучения располагался под углом 90 и 135 градусов относительно детектора спектрометра. Исследовались растворы наночастиц с различной концентрацией золота, расположенные на поверхности пластиковой подложки.

Рассмотрены следующие материалы:

1. Раствор наночастиц магнетита, покрытого низким содержанием золота (образец №1);
2. Раствор наночастиц магнетита, покрытого высоким содержанием золота (образец №2);
3. Раствор с золотыми частицами.

На рисунке 1 приведено сравнение энергетического распределения гамма-квантов, рассеянных под углом 90 градусов на частицах двух образцов (образец №1, образец №2), с рассеянными на частицах золота за вычетом фона.

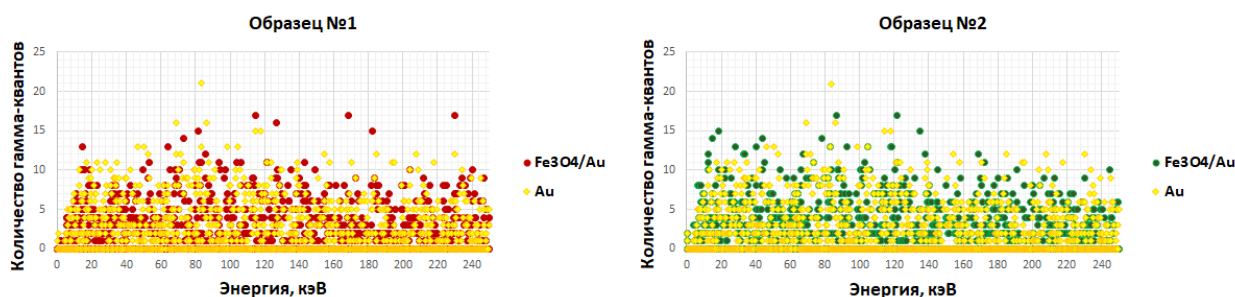


Рисунок 1 – Сравнение различных энергетических спектров рассеяния гамма-квантов на образцах магнетита, покрытого золотом, со спектром рассеяния на частицах золота: а) низкое содержание золота (образец №1), б) высокое содержание золота (образец №2)

Из сравнения энергетических спектров следует, что спектральные характеристики практически не зависят от содержания золота. В таблице 1 приведены расчёты полного числа гамма-квантов для разных диапазонов энергий. Как следует из таблицы 1, полное число гамма-квантов различных диапазонов энергий, рассеянных на разных частицах, отличается незначительно, причём описанный результат почти не зависит от угла рассеяния.

Таблица 1

Полное число гамма-квантов, рассеянных на разных образцах, для различных диапазонов энергий

Число квантов	Fe ₃ O ₄ /Au (низкая концентрация Au) под углом 90	Fe ₃ O ₄ /Au (высокая концентрация Au) под углом 90	Золото под углом 90	Fe ₃ O ₄ /Au (низкая концентрация Au) под углом 135	Fe ₃ O ₄ /Au (высокая концентрация Au) под углом 135	Золото под углом 135
От 20 до 200 кэВ	2134	2345	2399	2226	2182	2179
От 100 до 400 кэВ	2520	2467	2545	2572	2570	2405
Весь диапазон	7965	7887	8113	8032	7968	7834

Более ранние исследования [2] проводились с помощью радионуклидного источника ⁶⁰Co (таблица 2).

Таблица 2

Полное число гамма-квантов, рассеянных на разных образцах, для диапазона энергий 20-200 кэВ

	Fe ₃ O ₄ /Au (высокая концентрация Au) под углом 90	Fe ₃ O ₄ /Au (низкая концентрация Au) под углом 90	Золото под углом 90
Число квантов	21591	21603,5	21593

Результаты, полученные с помощью разных источников (¹³⁷Cs и ⁶⁰Co), приводят к одинаковым качественным результатам: наличие золота слабо влияет на рассеяние гамма-квантов. Очевидно, это связано с низкой активностью источника, так как полученные результаты совпадают с фоновыми значениями.

Список литературы

1. Kimlin K., Mitchell J., Knight R. T. // Radiographer. 2006. 53.2
2. Лукьяненко К.С., Ильюшин, И.Г., Трухин, В.О., Бородаенко, Ю.М., Гринчак, К.Н., Афремов, Л.Л. Рассеяние γ -квантов на частицах Fe₃O₄/Au / Материалы Региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам. – 2020. – С. 332-334.

Макаров А.Г.^{1,2}, Падалко М.А.^{1,2}, Нефедев К.В.^{1,2}

ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДА ИСЧЕРПЫВАЮЩЕГО ПЕРЕЧИСЛЕНИЯ ДВУМЕРНЫХ КОНЕЧНЫХ РЕШЕТОК В МОДЕЛИ ИЗИНГА

¹Кафедра компьютерных систем ШЕН ДВФУ

²Институт прикладной математики ДВО РАН

¹Научный руководитель – д. ф.-м. н., доцент К.В. Нефедев

Несмотря на большое количество работ, посвященных различным вероятностным методам расчетов моделей Изинга, вопрос о достоверности и качестве полученных с их помощью результатов остается открытым. Если не считать проведение эксперимента, единственным способом проверить соответствие реальности получаемых с помощью вероятностных подходов результатов остается метод исчерпывающего перечисления. Вот почему его оптимизация имеет важное значение. В докладе рассматривается двумерная модель спинов Изинга. Тем не менее, подход применим к одномерным и трехмерным случаям. Используется модель с взаимодействием только ближайших соседей.

В основе расчета лежит нахождение статистической суммы [1]:

$$Z(T, H) = \sum g(E, M) \cdot \exp(-E/T - M \cdot H/T) \quad (1),$$

где $g(E, M)$ - кратность вырождения состояния с дискретными энергией E и намагниченностью M , а суммирование идет по всем значениям E и M . Именно $g(E, M)$ определяет статистическую сумму и является искомой величиной. Знание статистической суммы дает нам сведения о статистических свойствах системы в состоянии термодинамического равновесия. В настоящее время методом исчерпывающего перечисления удалось осуществить расчеты $g(E, M)$ у решеток размером 6×6 спинов за время порядка нескольких часов с использованием CPU обычных персональных компьютеров [2]. Например, на четырехъядерном процессоре AMD Phenom(tm) II X4 970 с максимальной частотой до 3.6 ГГц с использованием распараллеливания по 4-м потокам время расчета равно 1 ч 32 мин.

В докладе приводится оптимизированный метод точного расчета, позволяющий значительно сократить время вычисления дискретной функции $g(E, M)$. С использованием этого метода время вычисления решетки 6×6 составляет 0,505 с при распараллеливании на 4-х потоках на четырехъядерном процессоре AMD Phenom(tm) II X4 970. Метод делает доступными вычисления решеток вплоть до размеров 10×10 .

Приведем алгоритм:

1. Рассмотрим любую малую подсистему исходной системы. Чем меньше ее размер, тем быстрее будет осуществлен расчет.
2. Разделим спины подсистемы на открытые и закрытые, составив два списка, при этом открытым будем считать спин с числом соседей меньшим 4-х и к которому будет добавляться хотя бы еще один при расширении подсистемы до исходной системы. Отличный от открытого будем называть закрытым.
3. Рассчитываем набор двумерных гистограмм по энергии и намагниченности для каждой отдельной конфигурации открытых спинов методом исчерпывающего перечисления. Гистограммы будут иметь вид матриц, каждый элемент которой равен количеству всех возможных конфигураций подсистемы с энергией, соответствующей номеру строки и намагниченностью - номеру столбца матрицы. Размер матрицы гистограммы равен количеству возможных значений намагниченности по горизонтали и возможных значений энергии по вертикали для исходной системы.
4. Прибавляем спин исходной системы к имеющейся конструкции. Имеем теперь расширенную подсистему.
5. Делаем две копии полученных гистограмм. Исходные удаляем из памяти.

6. Рассчитываем добавки к энергии и намагниченности подсистемы для каждой отдельной конфигурации моментов из последнего составленного списка открытых спинов, считая, что добавляемый спин направлен вниз. Смещаем все элементы первой копии гистограмм на величины соответствующих им добавок к энергии и намагниченности. Величины добавок зависят от конфигурации открытых спинов, для которой была построена гистограмма, и присоединенного момента.

7. То же самое, но считаем теперь, что добавляемый спин направлен вверх, также смещаем элементы только во второй копии гистограмм.

8. Составляем новые два списка открытых и закрытых спинов.

9. Условно объединяем две измененные копии набора гистограмм, т. е. считаем, что имеем дело с одним набором матриц.

10. Поэлементно складываем матрицы гистограмм, соответствующих одинаковой конфигурации открытых спинов.

11. Если расширенная подсистема не равна исходной, возвращаемся к пункту 4. В противном случае будем иметь одну искомую гистограмму состояний, т. е. задача будет решена.

В предлагаемом методе необходимо хранить гистограмму для каждой конфигурации открытых спинов на каждом шаге цикла. Для прямоугольной решетки размерами m на n при ее последовательном расширении, сначала заполняя нижнюю строку, затем следующую выше нее и т. д., число открытых спинов будет равно числу столбцов m для задачи с непериодическими граничными условиями, согласно введенному определению открытого спина. Соответственно, число всех конфигураций граничных спинов на одном шаге цикла в модели Изинга равно $2m$. Начальной подсистемой пусть будет один нижний левый спин. Тогда для постройки исходной решетки необходимо будет осуществить $(m \cdot n - 1)$ циклов, на каждом из которых будет добавляться по одному спину и пересчитываться два набора из примерно $2m$ гистограмм (при расширении самой нижней и верхней строк это число будет меньшим, т.к. число открытых спинов будет меньше m) в соответствии с алгоритмом. Важно, что всего в расчете осуществляется $2 \cdot m \cdot n$ операций переворотов спина в отличие от метода исчерпывающего перечисления. В последнем время расчета пропорционально $(m-1) \cdot (n-1) \cdot 2m \cdot n$, где $2m \cdot n$ - число циклов, а $(m-1) \cdot (n-1)$ - количество пар спинов, у которых подсчитывается энергия на каждом шаге. В оптимизированном методе время расчета, опуская постоянные множители, приблизительно пропорционально $(m \cdot n - 1) \cdot 2m \cdot N$, где $(m \cdot n - 1)$ - число циклов, $2m$ число операций с гистограммами на одном шаге, N - количество элементов в одной матрице.

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ № 075-00400-19-01.

Список литературы

1. Ландау, Л.Д. Теоретическая физика В 10 т. Т. 5(В 2 ч. Ч.1) Статистическая физика: Учебное пособие / Л.Д. Ландау, Е.М Лифшиц. - М.: Физматлит, 2013. - 620 с.
2. Landau, D. P. A guide to Monte Carlo simulations in statistical physics / D. P. Landau, K. Binder. – Cambridge university press, 2000. – 384p.

Маркин Н.С.^{1,2}, Иванников С.И.¹

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ La, Eu, Sm МЕТОДОМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО НЕЙТРОННО-АКТИВАЦИОННОГО АНАЛИЗА НА ОСНОВЕ РАДИОНУКЛИДНОГО ИСТОЧНИКА ²⁵²Cf

¹ Институт химии ДВО РАН

² Кафедра физики низкоразмерных структур ШЕН ДВФУ

¹ Научный руководитель – к.х.н., н.с. С.И. Иванников

Интерес к чувствительным методам определения редкоземельных элементов (РЗЭ) в последнее время значительно увеличился в связи возросшим научным и технологическим значением рассматриваемых элементов. Области их применения включают электронику, оптоэлектронику, производство сверхпроводников, сверхпроводящих магнитов, кристаллофосфоров, лазеров, перезаряжаемых гибридных батарей, искусственных алмазов, стекол и керамик [1, 2]. Из этого следует, что разработка чувствительных и селективных методик определения РЗЭ является актуальной задачей. Одним из возможных подходов к решению данной задачи является применение методов ядерно-физического анализа [3]. Цель настоящей работы исследование возможности определения РЗЭ La, Eu, Sm в пробах различного минерального состава методом инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА) на основе радионуклидного источника нейтронов ²⁵²Cf.

Установка для проведения измерений состоит из зоны активации и спектрометрического комплекса. В зоне активации происходит облучение исследуемых проб, спектрометрический комплекс фиксирует наведенную активность образца. Спектрометрический комплекс выполнен на основе коаксиального германиевого детектора GC2018 производства компании «Canberra». Помимо детектора в состав спектрометрического комплекса входит блок обработки информации SBS-75 и предусилитель 2002CSL с охлаждаемым головным каскадом. Для определения рабочего диапазона определяемых концентраций РЗЭ в пробах выполнено исследование зависимости интенсивности аналитического сигнала от массы пробы для La, Eu, Sm. Для определения содержания элементов La, Eu, Sm, использовали реакцию радиационного захвата на тепловых нейтронах. Ядерно-физические константы используемых реакций приведены в таблице 1, где A_ZX , A_ZY – материнский и дочерний изотопы соответственно, ω – изотопная распространенность, σ – сечение захвата нейтронов, $T_{1/2}({}^A_ZY)$ – период полураспада дочернего изотопа, $E_\gamma({}^A_ZY)$ – энергия гамма-излучения дочернего изотопа. В скобках указан квантовый выход гамма-квантов соответствующей энергии.

Таблица 1

Ядерно-физические константы реакций

A_ZX	ω , %	σ , барн	A_ZY	$T_{1/2}({}^A_ZY)$, ч	$E_\gamma({}^A_ZY)$, кэВ
${}^{152}_{62}Sm$	26,72	140	${}^{153}_{62}Sm$	47,00	103,2 (28%)
${}^{151}_{63}Eu$	47,80	1400	${}^{152m}_{63}Eu$	9,35	963,0 (12%) 841,0 (13%)
${}^{139}_{57}La$	43,00	8,2	${}^{140}_{57}La$	40,32	328,7(21%) 487,0 (48%) 815,0 (23%)

Для проведения эксперимента подготовлено 3 серии образцов (серия La, серия Eu, серия Sm) различной массы. Определение массы пробы проведено с помощью аналитических весов производства компании Shimadzu. Пробы упаковывались в пластиковый контейнер и помещали в зону активации на время, равное трем периодам полураспада дочернего продукта реакции. После активации наведенную активность каждой из проб измеряли в течении 300 секунд. Для снижения влияния факторов, связанных

с геометрией образца, для каждой пробы выполнена серия из трех измерений с последовательным поворотом образца вокруг оси детектора.

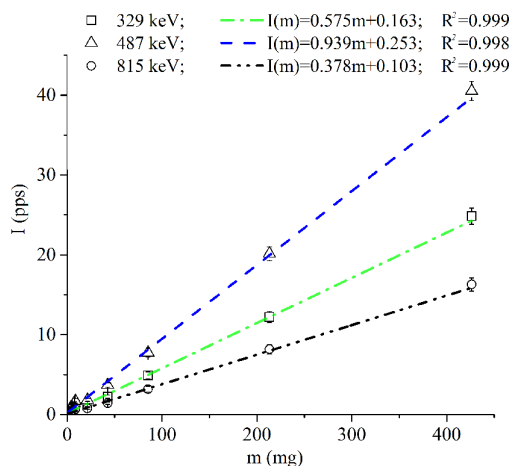


Рисунок 9 – Зависимость интенсивности аналитического сигнала от массы La

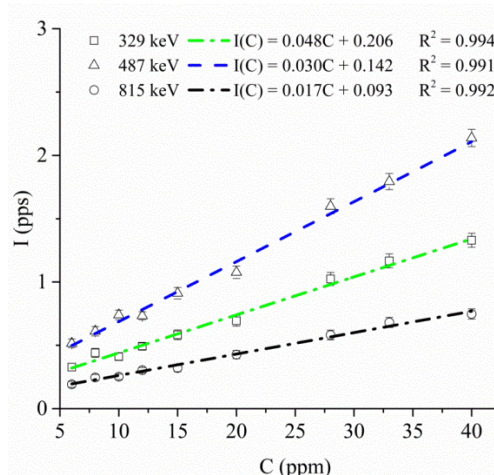


Рисунок 10 – Зависимость интенсивности аналитического сигнала от концентрации La в пробе почвы

Установлено, что исследуемые зависимости носят линейный характер для каждого анализируемого элемента в диапазоне 0,2 – 400 мг для La и 0,0006 – 50 мг для Eu и 0,01 – 50 Sm. Осуществлен расчет предела обнаружения (ПО) и предела количественного определения (ПКО) для Sm, Eu, La установки ИНАА, используемой для проведения эксперимента – 190, 10 и 0,5 мкг соответственно.

Установлена зависимость интенсивности аналитического сигнала от концентрации La в модельной пробе почвы. График полученной зависимости представлен на рисунке 2. Исследуемая зависимость носит линейный характер в диапазоне концентраций 6 – 40 ppm, следовательно, метод ИНАА подходит для проведения работ по разведке La в пробах почвы, ведь среднее валовое содержание La в земной коре составляет 20–25 ppm.

Таким образом, показана возможность количественного определения редкоземельных элементов (La, Eu, Sm) в широком диапазоне концентраций методом ИНАА на основе радионуклидного источника нейтронов Cf-252. Описанный метод анализа позволяет достичь ПКО порядка 0,6, 10 и 200 мг для Eu, Sm, La соответственно.

Список литературы

1. Михайлов В.А. Редкоземельные руды мира: геология, ресурсы, экономика. – Киев.: Издательско-полиграфический центр «Киевский университет», 2010 – 223 с.
2. Zawisza, B., Pytlakowska, K., Feist, B., Polowniak, M., Kita, A., Sitko, R. Determination of rare earth elements by spectroscopic techniques: a review // The Royal Society of Chemistry – 2011 – Vol. 26. pp. 2373–2390.

Назарова П.С.¹

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ХИГУЧИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФРАКТАЛЬНОЙ РАЗМЕРНОСТИ КРИВОЙ БЛЕСКА КАТАКЛИЗМИЧЕСКОЙ ПЕРЕМЕННОЙ KR AUR.

¹ Кафедра теоретической и ядерной физики ШЕН ДВФУ

¹ Научный руководитель – к.ф.-м.н., доцент Московченко Лариса Григорьевна

Катаклизмические переменные звезды, в свою очередь являются нелинейными объектами и занимают особое место в астрофизике. Яркость всех катаклизмических переменных быстро меняется во всех состояниях и колеблется около некоторого среднего значения с амплитудой в несколько десятых звездных величин.

Перед нами стоит задача, рассмотреть катаклизмическую звезду KR Aur используя один из методов фрактального анализа – метод Хигучи. После оценки фрактальной размерности временного ряда конкретной переменной звезды мы сможем более подробно рассказать о физике процессов, происходящих в ней.

Спомощью СКМ MATLAB мы осуществили реализацию метода Хигучи, используя данные для полученной программы с сайта AAVSO – американской ассоциации наблюдателей переменных звезд, для катаклизмической KR Aur. Переменные характеризуются главным образом изменением блеска звезды с течением времени, то есть изменением видимой звездной величины со временем. Это и есть два основных параметра для дальнейшей работы с переменными – яркость и дата.

```
2439443.67,<13.5,,,Vis.,LX,,,,,,V,,,KR AUR,,STD,,,
2439502.69,<13.8,,,Vis.,LX,,,,,,V,,,KR AUR,,STD,,,
2439560.62,<13.0,,,Vis.,LX,,,,,,V,,,KR AUR,,STD,,,
2439580.6,<13.2,,,Vis.,LX,,,,,,V,,,KR AUR,,STD,,,
2439592.6,<13.2,,,Vis.,LX,,,,,,V,,,KR AUR,,STD,,,
2439606.58,<12.8,,,Vis.,LX,,,,,,V,,,KR AUR,,STD,,,
2439611.56,<13.3,,,Vis.,LX,,,,,,V,,,KR AUR,,STD,,,
2439614.6,<13.2,,,Vis.,LX,,,,,,V,,,KR AUR,,STD,,,
2439792.76,13.3,,,Vis.,LX,,,,,,V,,,KR AUR,,STD,,,
2439793.72,13.5,,,Vis.,LX,,,,,,V,,,KR AUR,,STD,,,
2439799.78,13.4,,,Vis.,LX,,,,,,V,,,KR AUR,,STD,,,
2439800.68,13.5,,,Vis.,LX,,,,,,V,,,KR AUR,,STD,,,
2439803.7,13.4,,,Vis.,LX,,,,,,V,,,KR AUR,,STD,,,
2439805.73,13.3,,,Vis.,LX,,,,,,V,,,KR AUR,,STD,,,
2439818.68,13.5,,,Vis.,LX,,,,,,V,,,KR AUR,,STD,,,
2439822.64,13.5,,,Vis.,LX,,,,,,V,,,KR AUR,,STD,,,
2439829.65,13.5,,,Vis.,LX,,,,,,V,,,KR AUR,,STD,,,
2439844.64,<13.0,,,Vis.,LX,,,,,,V,,,KR AUR,,STD,,,
2439848.7,13.5,,,Vis.,LX,,,,,,V,,,KR AUR,,STD,,,
2439851.65,13.4,,,Vis.,LX,,,,,,V,,,KR AUR,,STD,,,
2439854.7,13.5,,,Vis.,LX,,,,,,V,,,KR AUR,,STD,,,
2439855.62,13.4,,,Vis.,LX,,,,,,V,,,KR AUR,,STD,,,
2439863.66,13.3,,,Vis.,LX,,,,,,V,,,KR AUR,,STD,,,
```

Рисунок 1 – Пример файла с данными для звезды KR Aur

На рис.1 показан пример готового файла для звезды KR Aur. Данные, которые особенно нас интересуют в наших дальнейших исследованиях, составляют первые два столбца – дата и блеск. С помощью только этих двух параметров мы можем строить важнейшую для переменной звезды кривую блеска, которая позволяет непосредственно получить информацию о периодичности в поведении звезды. При детальном рассмотрении кривой блеска переменной звезды, чье поведение внешне выглядит как хаотическое, мы сталкиваемся с удивительным её свойством – само-подобием или, другими словами, фрактальностью, то есть инвариантностью относительно изменения масштаба. Кривые блеска – это временные ряды, представленные в виде графиков, у которых обнаруживаются особенности, характерные для фрактальных объектов.

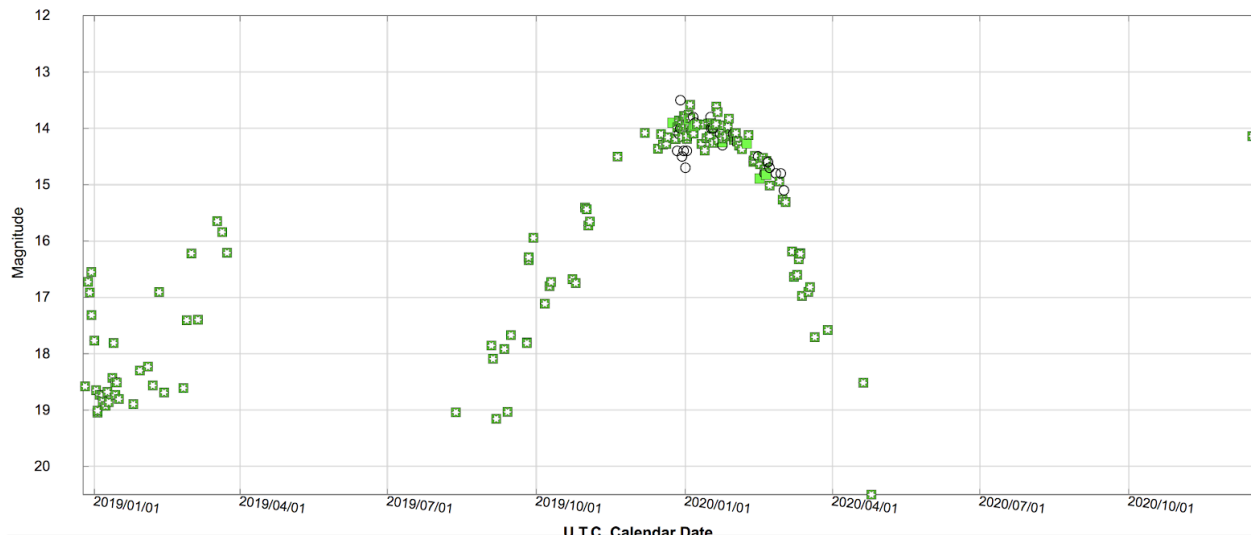


Рисунок 2 – Кривая блеска для звезды KR Aur

Для анализа временных рядов с помощью фрактальной размерности, существует достаточно много способов и почти каждый, кто так или иначе начинает заниматься данным вопросом, пытается внести свой вклад. Мы использовали один из наиболее известных и проверенных практикой метода расчета – метод Хигучи.

Основной результат, который мы получили, рассматривая кривую блеска KR Aur, заключается в том, что ее мерцание выглядит как минимум бифрактальным, с двумя умеренно меняющимися фрактальными размерностями основанные на локальных амплитудах, составляют $1,2 < D < 2,9$, и стандартных отклонениях $1,5 < D < 1,9$.

Список литературы

1. Higuchi T. Approach to an irregular time series on the basis of the fractal theory / Physica D, 1987 г.
2. Бак П. Как работает природа. Теория самоорганизованной критичности / Либроком, 2005 г.
3. Бобров Н. Ю. Крылов С.С. Фракталы в геофизике / ИЗДАТЕЛЬСТВО С.-ПЕТЕРБУРГСКОГО УНИВЕРСИТЕТА/ 2004 г.
4. Самусь Н. Н. «Переменные звезды» 27.02.2013. «Трибуна ученого» в Московском Планетарии [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=IF4-qPy9a2E>
5. Самусь Н. Н. Переменные звезды, Учебное пособие по курсу «Астрономия» [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://heritage.sai.msu.ru/ucheb/Samus/index.html>
6. Сурдин В. Г. Звёзды/ изд. 3-е / М.: ФИЗМАЛИТ, 2013

Паутова К.А.¹

СТРУКТУРНЫЕ И СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БЕНЗОИЛАЦЕТОНАТА ДИФТОРИДА БОРА

¹Кафедра теоретической и экспериментальной физики, ШЕН, ДВФУ

¹Научный руководитель - к.ф.-м.н., доцент Л.А. Куартон

β -Дикетонатные комплексы бора находят применение в различных областях науки и производства благодаря ряду полезных свойств (люминесценция, механохромные свойства и т.д. [1]), которые обусловлены структурой комплексов и межмолекулярными взаимодействиями.

Отнесение спектральных полос было проведено на основании квантово-химических расчётов с помощью программы Firefly [2] для изолированных молекул (мономеров).

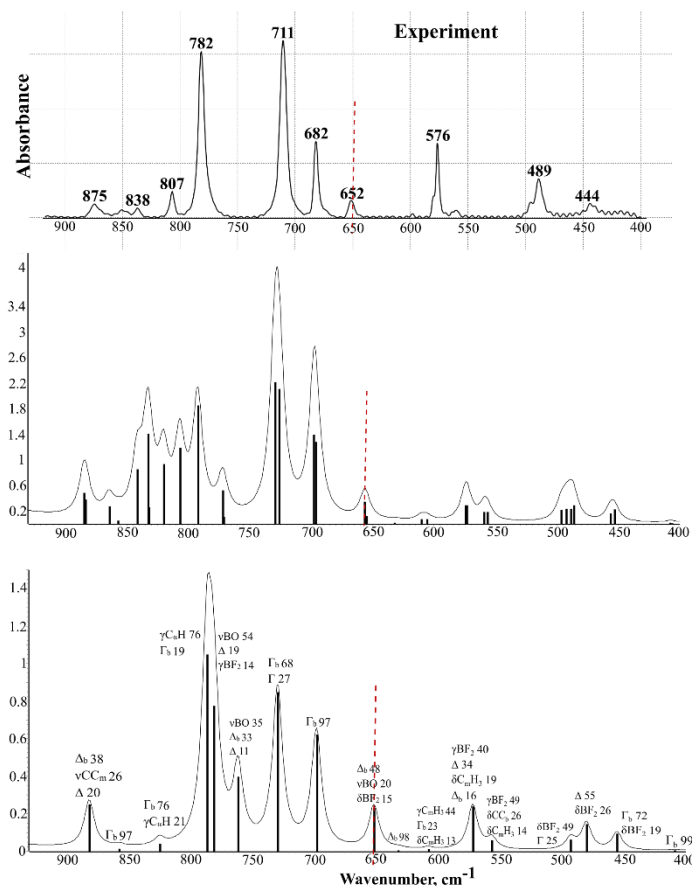


Рисунок 1 – ИК спектры: эксперимент, тетрамер, мономер

Для моделирования геометрии, электронного строения и колебательных спектров молекулярного кристалла для данного соединения выполнены расчёты тетрамерных фрагментов.

Построение спектров проводилось с помощью программы ChemCraft 1.8 [3].

Обнаружено хорошее согласие экспериментальных и рассчитанных ИК спектров (рисунок 1). Колебательные полосы, чувствительные к нековалентным (межмолекулярным) взаимодействиям, демонстрируют частотные сдвиги по отношению к мономерам в согласии с ожидаемыми тенденциями.

Выявлены особенности спектра бензоилацетоната дифторида бора в сравнении с исследованным ранее спектром ацетилацетоната BF_2 [4].

Список литературы

1. Elena V. Fedorenko, Anatolii G. Mirochnik, Anton Yu. Beloliptsev. Molecular design and luminescence of boron difluoride benzoylacetates. // Journal of Luminescence. – 2018. – Volume 196. – С. 316-325
2. Granovsky Alex A., Firefly version 8 – URL: <http://classic.chem.msu.su/gran/firefly/index.html>
3. Zhurko G.A., Zhurko D.A. Chemcraft graphical program for visualization of computed results – URL: <http://www.chemcraftprog.com>
4. Рябченко О.Б., Квартон Л.А., Свистунова И.В., Вовна В.И. Моделирование структуры и ИК-спектров ацетилацетоната дифторида бора и его галогензамещенных производных. // Журнал структурной химии. – 2017. – Том 58, №6. – С. 1123-1134

Самардак В. Ю.¹, Собиров М. И.¹, Рязанова Е. В.¹, Ситник М.А.¹

ТЕМПЕРАТУРНАЯ ЗАВИСИМОСТЬ ГИСТЕРЕЗИСНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК CORE/SHELL НАНОЧАСТИЦ МАГНЕТИТ/ЗОЛОТО

¹ Кафедра теоретической и ядерной физики ШЕН ДВФУ

¹ Научный руководитель - д.ф.-м н., профессор Л.Л. Афремов

Преимущество магнитных наночастиц заключается в их способности адресно достигать нужного участка организма и оставаться там продолжительное время. Доставка наноразмерных материалов к опухоли осуществляется при помощи неоднородного магнитного поля [1]. Наночастицы, обладающие магнитными свойствами, представляют значительный интерес для медицины, что связано с возможностью дистанционного управления ими и конструкциями на их основе при наложении внешнего магнитного поля.

Частицы оксидов железа магнетита (Fe_3O_4) являются перспективным материалом для использования в качестве магнитных носителей информации, усилителей контраста для магнитно-резонансной томографии, средства для магнитной гипертермической терапии опухолей и адресной доставки лекарств [2–7]. Одной из наиболее актуальных областей применения наночастиц на основе оксидов железа, например, покрытых золотом, является онкология [3]. Интерес к покрытым золотом частицам в лечении рака связан с рентгеноконтрастностью, биосовместимостью и нетоксичностью этих частиц по отношению к здоровым клеткам. Кроме того, наличие магнитного момента в наночастицах типа «ядро / оболочка / спутники», таких как $Fe_3O_4 / SiO_2 / Au$, позволяет сконцентрировать их с помощью неоднородного магнитного поля в области опухоли, что может привести к увеличению интенсивности вторичного излучения и, следовательно, к повышению эффективности технологии уничтожения злокачественных клеток.

В данной работе мы провели исследование магнитных свойств нанокompозитных частиц Fe_3O_4/SiO_2 размером 200 нм, покрытых наночастицами золота размером около 5 нм, и без них. Наночастицы были синтезированы полиольным методом. Были изучены два типа наночастиц: наночастицы с низкой (образец 5) и высокой (образец 6) плотностью золота. Для сравнения были изучены наночастицы магнетита (образец 7). Магнитная петля гистерезиса и гистерезисные характеристики наночастиц Fe_3O_4 и Fe_3O_4 / Au были определены с помощью магнитометра Lake Shore VSM 7400.

Коэрцитивная сила H_c и отношение остаточного магнитного момента насыщения к магнитному моменту насыщения M_r/M_s определялись по петлям гистерезиса. Результаты измерений зависимости гистерезисных характеристик от температуры приведены в рисунках 1 и 2.

Из экспериментальных данных видно, что поверхностная плотность наночастиц Au приводит к незначительному изменению коэрцитивной силы и отношения остаточного магнитного момента насыщения к магнитному моменту насыщения. Основная причина - возможная агломерация наночастиц $Fe_3O_4 / SiO_2 / Au$, уровень которой зависит от способности образовывать кластеры наночастиц. Этот факт определяет магнитостатическое взаимодействие между наночастицами и механизм перемагничивания.

Благодарность: Самардак В.Ю. выражает признательность Минобрнауки России за финансовую поддержку по госзаданию (0657-2020-0013).

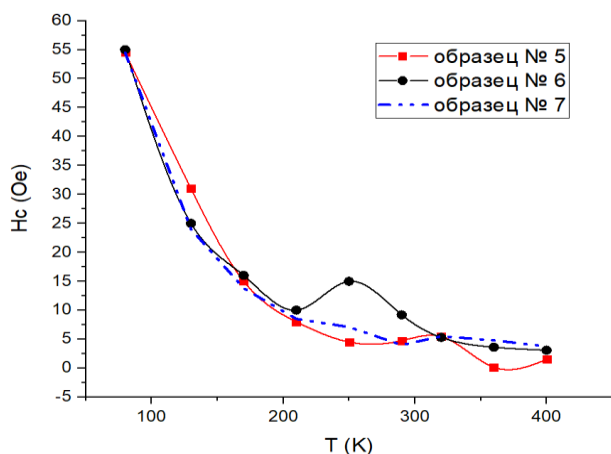


Рис. 1. График зависимости коэрцитивной силы от температуры системы наночастиц магнетита (образец 7), магнетита с низкой (образец 5) и высокой (образец 6) плотностью золота.

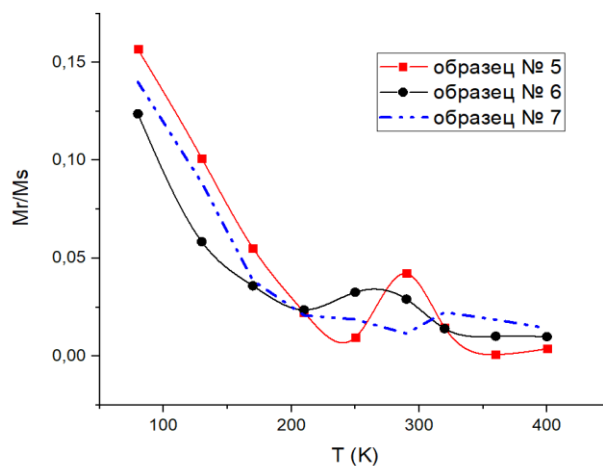


Рис. 2. График зависимости остаточного магнитного момента насыщения к магнитному моменту насыщения от температуры наночастиц магнетита (образец 7), магнетита с низкой (образец 5) и высокой (образец 6) плотностью золота.

Список литературы

1. Brown, R., High-Z Nanostructured Ceramics in Radiotherapy: First Evidence of Ta₂O₅ -Induced Dose Enhancement on Radioresistant Cancer Cells in an MV Photon Field / Brown, R., Tehei, M., Oktaria, S., Briggs, A., Callum, S., Konstantinov, K., Rosenfeld, A., Corde, S., Lerch M. // Part. Part. Syst. Charact. – 2014 – №31 – 500-505
2. Leslie-Pelecky D.L., Rieke R.D. Magnetic Properties of Nanostructured Materials. Chem. Mater., 1996, 8. P. 1770-1783.
3. Sinibaldi, Edoardo, et al. "Magnetic nanofilms for biomedical applications." Journal of Nanotechnology in Engineering and Medicine 1.2 (2010): 021008.
4. Pankhurst, Q. A., et al. "Progress in applications of magnetic nanoparticles in biomedicine." Journal of Physics D: Applied Physics 42.22 (2009): 224001.
5. Laurent, Sophie, et al. Magnetic fluid hyperthermia: focus on superparamagnetic iron oxide nanoparticles. Advances in colloid and interface science 166.1 (2011): 8-23.
6. Alexis, Frank, et al. "Nanoparticle technologies for cancer therapy." Drug delivery. Springer Berlin Heidelberg, 2010. 55-86.
7. Balaev D.A., Krasikov A.A., Dubrovskiy A.A., Popkov S.I., Stolyar S.V., Bayukov O.A., Iskhakov R.S., Ladygina V.P., Yaroslavtsev R.N.. Magnetic properties of heat treated bacterial ferrihydrite nanoparticles // Journal of Magnetism and Magnetic Materials 410 (2016) 171-180.

Падалко М. А.¹, Солдатов К.С.², Капитан Д.Ю.³, Нефедев К.В.⁴

АЛГОРИТМ ЧЕРВЯ ДЛЯ ДВУМЕРНОЙ РЕШЕТКИ СПИНОВ В МОДЕЛИ ИЗИНГА С ВНЕШНИМ ПОЛЕМ

¹²³⁴Кафедра компьютерных систем ШЕН ДВФУ

⁴Научный руководитель – д. ф.-м. н., доцент К.В.Нефедев

Один из распространенных подходов, используемый в статистической физике – метод высокотемпературного разложения [1]. Его отличительной особенностью является быстрая сходимость

при высоких температурах. Метод универсален и используется как в классических, [1] так и в квантовых моделях [2].

В 1999 был предложен так называемый алгоритм червя [3]. Он базируется на методе высокотемпературного разложения. В его основе лежит выражение статистической суммы через длины всевозможных петель на решетке. В частности, в [2] указывается общий подход к построению алгоритма червя в модели Изинга с внешним полем. Мы рассматриваем детальный вывод и Монте-Карло реализацию одного из вариантов алгоритма червя.

Статистическая сумма двумерной решетки имеет вид:

$$Z(T, H) = \sum_{\{\sigma_1, \dots, \sigma_N\}} \left(\prod_{\langle i, j \rangle}^{N_{bond}} \left(\exp\left(\frac{-J\sigma_i\sigma_j}{T}\right) \right) \cdot \prod_{k=1}^N \left(\exp\left(\frac{-H\sigma_k}{T}\right) \right) \right) \quad (1)$$

Здесь T – температура, H – внешнее поле, σ_i – спин с индексом i , N_{bond} – количество связей в решетке, N – количество спинов, суммирование идет по состояниям всех спинов, первый оператор произведения «проходит» по всем связям, второй – по всем спинам. Далее выделим гиперболические синусы и косинусы:

$$Z(T, H) = \sum_{\{\sigma_1, \dots, \sigma_N\}} \left(\prod_{\langle i, j \rangle}^{N_{bond}} \left(ch\left(\frac{J}{T}\right) + \sigma_i\sigma_j sh\left(\frac{-J}{T}\right) \right) \prod_{k=1}^N \left(ch\left(\frac{H}{T}\right) + \sigma_k sh\left(\frac{-H}{T}\right) \right) \right) \quad (2)$$

Далее мы получили множество операторов суммы для J - и H -вкладов, соответствующих связям двух ближайших спинов (для J) и отдельных спинов с полем (для H). Обозначения спинов приведены рисунке 1-а. Суммируя по состояниям, окончательно получим:

$$Z(T, H) = 2^N \cdot ch\left(\frac{J}{T}\right)^{N_{bond}} \cdot ch\left(\frac{H}{T}\right)^N \cdot \left(\sum_{N_{12}=0}^1 \sum_{N_{13}=0}^1 \dots \sum_{N_1=0}^1 \sum_{N_2=0}^1 \dots \left(th\left(\frac{-J}{T}\right)^{N_{12}+N_{13}+\dots} \cdot th\left(\frac{-H}{T}\right)^{N_1+N_2+\dots} \right) \right) \quad (3)$$

В последнем выражении суммирование идет по индексам $N_{12}, N_{13}, \dots, N_1, N_2, \dots$ таким, что сумма 4-ех J -индексов связей для данного спина и H -индекса спина – четное число. То есть из каждого узла исходит четное число связей, по этой причине связи образуют петли. Ненулевой вклад в энергию дают только замкнутые петли в трехмерной решетке размера $L_x \times L_y \times 2$. Две координаты оси z обусловлены внешним полем, которое создает дополнительную размерность. В ходе Монте-Карло моделирования связи могут создаваться и уничтожаться. Исходя из этого Монте-Карло-процедуру движения конца червя формулируем следующим образом: выбираем один из двух концов, затем выбираем один из 5 вариантов его перемещения (рисунок 1-б). Он может двигаться влево, вправо, вниз и вверх (рождение спин-спин связи происходит с вероятностью $W^+ \sim th(-J/T)$ и уничтожение – $W^- \sim 1/th(-J/T)$), перпендикулярно нам (рождение связи спин-поле с вероятностью $W^+ \sim th(-H/T)$ и уничтожение – $W^- \sim 1/th(-H/T)$). Заметим, что петли не могут накрывать друг друга. Поэтому если в процессе движения конец червя проходит по связи, то она уничтожается, иначе – создается. В расчете участвуют только замкнутые петли.

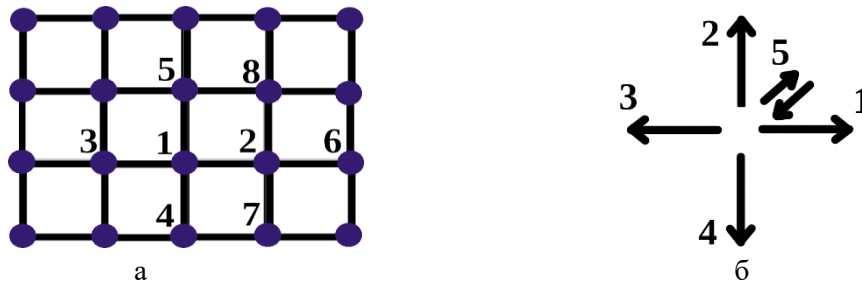


Рисунок 1: а- обозначение спинов в формулах для статистической суммы, б – варианты движения концов червя

Энергию можно получить, взяв производную от статистической суммы по обратной температуре с отрицательным знаком, что дает:

$$E(T, H) = -N_{bond} \cdot J \cdot th\left(\frac{J}{T}\right) - \frac{J}{sh\left(\frac{J}{T}\right)ch\left(\frac{J}{T}\right)} \cdot \langle N_{12} + N_{13+...} \rangle - \\ - N \cdot H \cdot th\left(\frac{H}{T}\right) - \frac{H}{sh\left(\frac{H}{T}\right)ch\left(\frac{H}{T}\right)} \cdot \langle N_1 + N_2 + ... \rangle \quad (4)$$

Отсюда следует, что для знания энергии необходимо знать средние значения $\langle N_{12}+N_{13+...} \rangle$ и $\langle N_1+N_2+... \rangle$, где $\langle N_{12}+N_{13+...} \rangle$ - средняя длина всех петель на решетке, $\langle N_1+N_2+... \rangle$. Собирая выборку по длинам и усредняя ее в процессе Монте-Карло моделирования, получим искомые длины, из которых можно найти энергию.

Алгоритм может быть легко адаптирован под любую модель с взаимодействием ближайших соседей.

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №0657-2020-0005 от 17.03.2020.

Список литературы

1. Кашурников В.А., Красавин А.В. Численные методы квантовой статистики– Физматлит, 2010 г., 628 стр.
2. Prokof'ev, Nikolay and Svistunov, Boris. Worm Algorithms for Classical Statistical Models, Phys. Rev. Lett., Vol. 87, Iss. 16 — 15 October 2001, 160601.
3. Boninsegni, M. and Prokof'ev, N. V. and Svistunov, B. V. Worm algorithm and diagrammatic Monte Carlo: A new approach to continuous-space path integral Monte Carlo simulations, Phys. Rev. E, Vol. 74, Iss. 3 — September 2006, 036701.

Сорокин М. А.¹, Петров П. С.²

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ИМПУЛЬСНОГО АКУСТИЧЕСКОГО СИГНАЛА ИЗ МЕЛКОГО МОРЯ В ГЛУБОКИЙ ОКЕАН

¹Кафедра информатики, математического и компьютерного моделирования ШЕН ДВФУ

² Тихоокеанский океанологический институт им. В. И. Ильичева ДВО РАН

¹Научный руководитель - к.ф.-м.н., зав. лаб. ТОИ ДВО РАН П. С. Петров

Задачи акустической дальнометрии имеют важное практическое применение в подводной акустике. Их точное решение критически важно для навигации автономных подводных аппаратов. Тем не менее, различные гидрологические неоднородности и сложная форма рельефа дна могут самым непредсказуемым образом повлиять на распространение звука. В нашей работе будут рассмотрены результаты моделирования распространения импульсного акустического сигнала вдоль экспериментальной трассы длиной 200 километров, расположенной в Японском море (рис. 1).

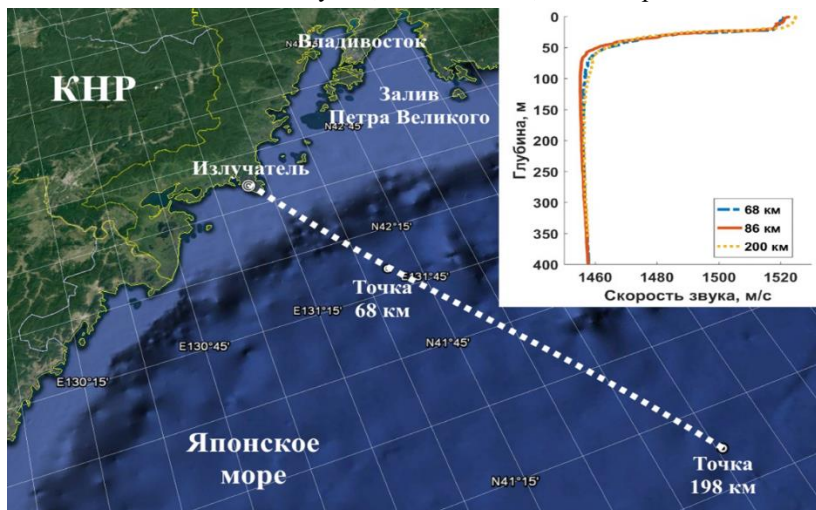


Рисунок 1 – Экспериментальные данные.

Источник, находящийся на шельфе, посылал навигационные сигналы частотой 400 Гц, которые принимались гидрофоном в глубоководной части океана. Типичный вид импульсного отклика гидрофона показан на рис. 2.

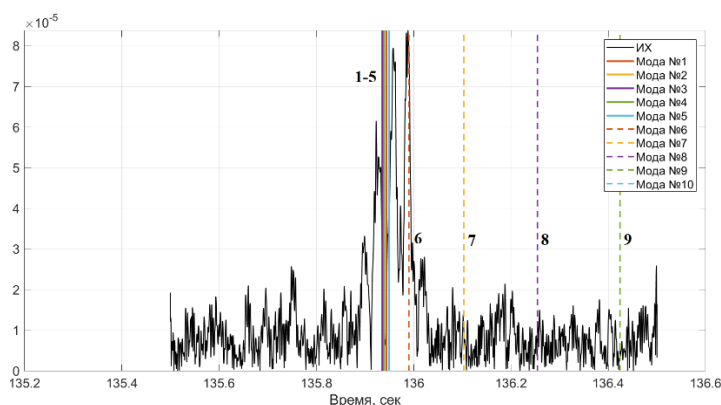


Рисунок 2 – Типичный импульсный отклик гидрофона и теоретически рассчитанные времена прихода модальных компонент акустического сигнала.

Целью работы является качественное и количественное описание импульсной характеристики сигнала. Для этого было выполнено моделирование распространения импульсного сигнала при помощи метода нормальных волн [1] и широкоугольного параболического уравнения, были рассчитаны теоретические времена прихода модальных компонент [2].

В силу сложной конфигурации волновода (наличие как мелководной части шельфа, так и глубоководной части океана) было предпринято моделирование распространения отдельных компонент акустического сигнала для изучения его модовой структуры и особенностей распространения в таком волноводе.

Показано, что акустические моды практически адиабатически распространяются вдоль мелководной части трассы, в то время как в относительно небольшой переходной области континентального склона модальная идентичность стирается из-за сильной модальной связи. Несмотря на это, модальные компоненты сигнала распространяются с почти равными скоростями вдоль глубоководной части пути, и поэтому отдельные пики импульсного отклика гидрофона могут быть связаны с временами прихода отдельных мод.

Список литературы

1.F. Jensen, W. Kuperman, M. Porter, H. Schmidt, Computational ocean acoustics. - Springer, New-York et al, 2011. – 772 с.

2.Петров П. С., Голов А. А., Безответных В. В., Буренин А. В., Козицкий С. Б., Сорокин М. А., Моргунов Ю. Н., Экспериментальное и теоретическое исследование времен прихода и эффективных скоростей при дальнем распространения импульсных акустических сигналов вдоль кромки шельфа в мелком море // Акустический журнал. – 2020. – Т.66. – №1 – С. 20-33.

Сотников П.А.

ПОЛУЧЕНИЕ СПЕКТРА ЭНЕРГИЙ МИКРОТРУБОЧКИ КЛЕТКИ

Кафедра теоретической и ядерной физики ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.ф.-м.н., зав. кафедрой теоретической и ядерной физики С.Э. Ширмовский

На протяжении долгого времени в науке обсуждается вопрос о влиянии квантовых эффектов на функционирование биологических систем. Главный вопрос, возникающий в данном обсуждении, заключается в следующем: способны ли квантовые эффекты существенно влиять на функционирование биологических систем?

В качестве объекта исследования в работе рассматривается биологическая система – микротрубочка. Микротрубочки образуют систему волокон, по которой могут перемещаться различные пузырьки и другие органеллы, ограниченные мембраной; тем самым они влияют на полярность клетки, могут регулировать ее форму и движение и определяют ориентацию плоскости клеточного деления [2]. Микротрубочки содержатся в нейронах головного мозга. Они способны изменять свою длину, а также переносить молекулы нейромедиаторов. Внутри аксонов и дендритов также имеются микротрубочки. Они образуют коммуникационные сети, которые охватывают всю клетку.

Микротрубочки – полые цилиндрические трубки с внешним диаметром около 25 нанометров и внутренним – около 14 нанометров. Они состоят из молекул тубулина, каждая из которых представляет собой димер, образованный двумя прочно связанными белковыми субъединицами [1]. Внутри белков имеются гидрофобные области, содержащие ароматические кольца молекул триптофана. Предполагается, что в микротрубочке миграция электронов может происходить между гидрофобными областями вследствие туннельного эффекта [3].

Для физического описания миграции электронов, в модели Кронига-Пенни был получен энергетический спектр электрона в периодическом потенциале, схема которого показана на рисунке 1.

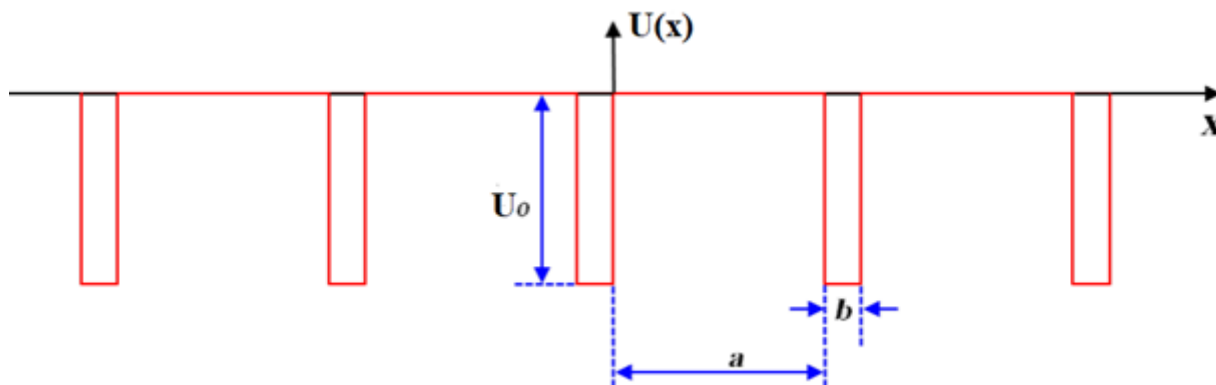


Рисунок 1 – Периодическая прямоугольная потенциальная яма
а – расстояние между потенциальными ямами (расстояние между триптофанами);
b – ширина потенциального барьера (линейный размер триптофана);
 U_0 – энергия ионизации триптофана.

Для расчетов в работе использовались следующие равенства:

$$\cos(k(a + b)) = \operatorname{ch}(\mu a) \cos(\lambda b) - \frac{(-\mu^2 + \lambda^2)}{2\mu\lambda} \sin(\lambda b) \operatorname{sh}(\mu a), \quad (1)$$

$$\mu = \sqrt{-\frac{2mE}{\hbar^2}},$$

$$\lambda = \sqrt{\frac{2m(E - U_0)}{\hbar^2}},$$

где a – расстояние между триптофанами, b – линейный размер триптофана, m – масса частицы, \hbar – приведенная постоянная Планка, E – энергия частицы, U_0 – энергия ионизации триптофана.

Алгоритм расчёта реализован в системе Maxima. Был найден энергетический спектр электрона для $E < 0$.

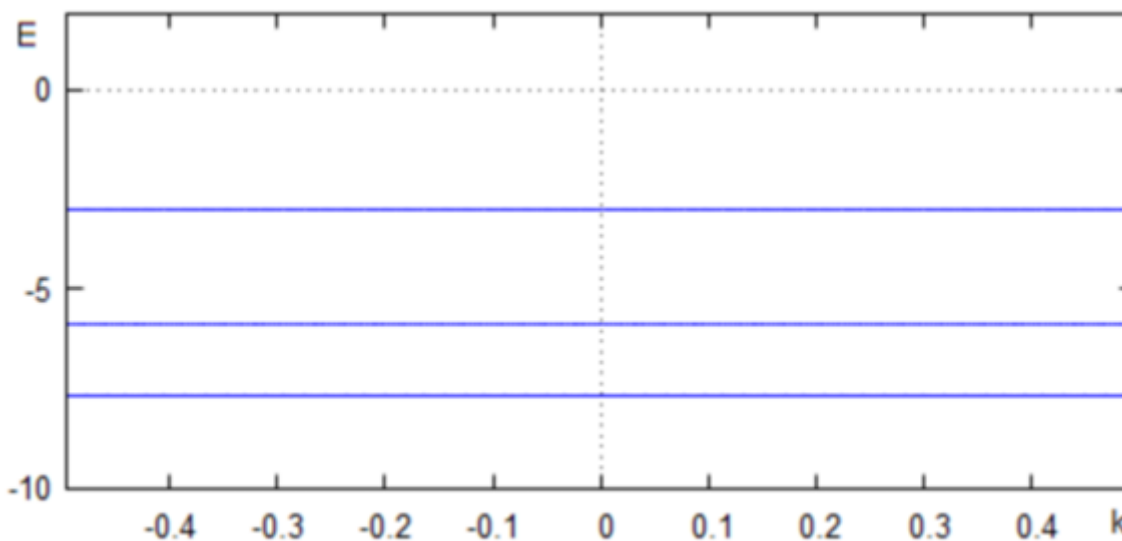


Рисунок 2 – Вид энергетического спектра электрона в системе триптофанов микротрубочки

Расположение энергетических полос на рисунке 2 может свидетельствовать о возможной свободной миграции электрона по микротрубочке клетки вследствие туннельного эффекта.

Список литературы

1. Альбертс Б. Молекулярная биология клетки Т.2.: Пер. с англ.- М.: Мир, 1993.- 539 с.
2. Фаллер Д. М., Шилдс Д. Молекулярная биология клетки: руководство для врачей Пер. с англ. М.: Издательство БИНОМ. – 2017. – 256 с.
3. Hameroff S., Nip A., Porter M., Tuszunski J. Conduction pathways in microtubules, biological quantum computation and consciousness: Department of Anesthesiology and Psychology, Center for Consciousness Studies, University of Arizona – 2001. – 20 с.

Танашкин А.С.¹

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОТТСА С НЕЛОКАЛЬНЫМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ С ПОМОЩЬЮ АЛГОРИТМА ИМИТАЦИИ ОТЖИГА

¹Дальневосточный федеральный университет, Школа Естественных наук

²ФГБУ Институт теоретической и экспериментальной физики имени А.И. Алиханова НИЦ «Курчатовский институт»

Научный руководитель – В.И. Шевченко^{1,2}

Модели статистической физики широко применяются для исследования поведения сложных систем. Большинство рассматриваемых в литературе моделей определены на регулярной решетке и являются системами, где взаимодействие происходит только между ближайшими соседями. Наиболее известными из них являются модель Изинга и её обобщения, такие как семейство моделей Поттса, где узлы решетки обладают некоторым дискретным конечным набором свойств [1].

Менее изучены модели с нелокальными ядрами взаимодействия. Одна из них – нелокальная q -цветовая модель Поттса на случайной $d = 2$ решетке – является предметом нашего исследования. В данном случае взаимодействуют только тождественные цветовые спины, расположенные на единичном расстоянии (в пределах погрешности δ). Ядро взаимодействия задается как

$$J_{ik} = \begin{cases} J, & R - \frac{\delta}{2} \leq |i - k| \leq R + \frac{\delta}{2} \\ 0, & \text{otherwise.} \end{cases} \quad (1)$$

Полагая $\delta \ll R$, область взаимодействия можно представить как кольцо. В предложенной модели, построенной на случайной решетке, число соседей для каждого узла не ограничено и прямо пропорционально концентрации узлов в пространстве.

Предложенная модель может быть использована для решения дискретной версии проблемы комбинаторной топологии, известной как раскраска графа единичных расстояний. В непрерывном пределе данная задача известна как проблема Нельсона-Эрдоша-Хадвигера (НЭХ): в какое минимальное число цветов можно покрасить пространство \mathbf{R}^d таким образом, чтобы никакие 2 точки, лежащие на единичном расстоянии, не были покрашены в 1 цвет [2]. Уже для $d = 2$ ответ не известен, определены только нижняя [3] ($q = 5$) и верхняя [4] ($q = 7$) границы. Помимо проблемы НЭХ, модель может найти применение для решения более широкого круга задач проблематики раскраски случайных графов [5].

В предыдущей нашей работе были представлены результаты исследования модели с помощью простого алгоритма минимизации, относящегося к семейству жадных алгоритмов [1]. К сожалению, данный алгоритм приводит к локальным минимумам, не находя глобальный. Для решения данной проблемы был разработан алгоритм имитации отжига, отличающийся от жадного алгоритма возможностью приведения системы в состояние с большей энергией, чем на предыдущем шаге. Вероятность данного события уменьшается с понижением температуры. При снижении температуры до 0 алгоритм прекращает свою работу. Важным параметром алгоритма является выбор функции понижения температуры. Установлено, что в данной задаче оптимальной является линейная зависимость

$$T_{n+1} = T_n - 0.001, T_0 = 20 \quad (2)$$

Если энергия E' новой конфигурации меньше энергии E текущей конфигурации, то новая конфигурация принимается всегда, иначе вероятность принятия новой конфигурации:

$$P(E', E, T) = e^{-\frac{(E' - E)}{T}} \quad (3)$$

Энергия конфигурации считается как число взаимодействующих пар точек. В работе был рассмотрен двумерный случай со средним числом соседей $\langle n \rangle = 50$, толщина кольца $\delta = 0.01$. Размер области L изменяется на интервале $[10, 40]$, число точек N варьируется в пределах $[39850, 636620]$. Число цветов $q \in [3, 7]$. Для всех q прослеживается гексагональный паттерн, наиболее ярко проявляющийся для $q = 3$ и $q = 4$. Для $q = 5$ наблюдается нарушение цветовой симметрии с сохранением геометрической симметрии. В результате локально можно наблюдать дефицит одного цвета по отношению к другим. Данный эффект имеет место для $q = 6$ и $q = 7$, но в меньшей степени. Для $q = 7$ удалось получить нулевую энергию на большинстве конфигураций. Для $q = 6$, нулевой результат был достигнут в 1% случаев. При $q = 5$ энергия на 2 порядка выше среднего значения для $q = 6$. Сравнительные гистограммы приведены на Рис. 1.

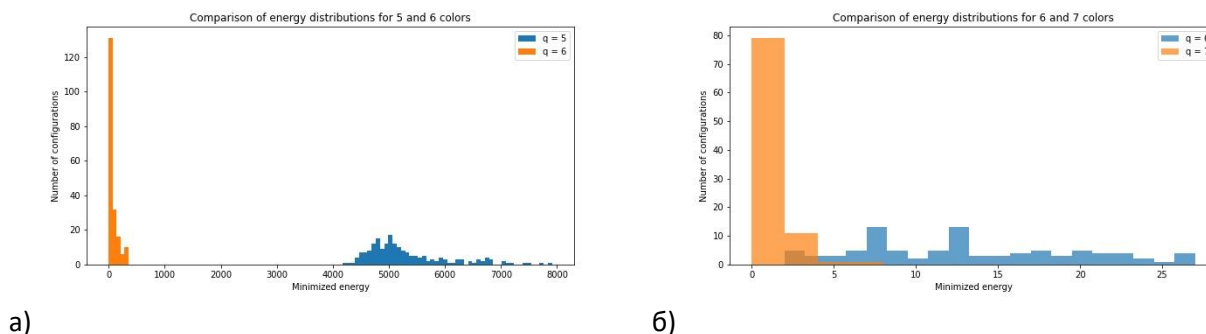


Рис. 1. Распределения энергий: а) $q = 5$ и $q = 6$; б) $q = 6$ и $q = 7$

Таким образом, можно сделать вывод о том, что применение алгоритма имитации отжига к данной системе дало хорошие результаты. Показано, что 5 цветов недостаточно для обращения энергии минимального состояния в нуль, при 7 цветах энергия равна нулю, случай 6 цветов пограничный и требует дополнительного исследования.

Список литературы

1. Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по естественным наукам, Владивосток, 11-22 мая 2020г. [Электронный ресурс] / Отв. Ред. А.В. Малюгин. - Электрон. Дан. - Владивосток: Дальневост. Федерал. Ун-т, 2020. - Режим доступа: https://www.dvfu.ru/schools/school_of_natural_sciences/sciences/the-conference/new-page.php. – С. 347-349.
2. Erdos, P. Some unsolved problems / P. Erdos // Publ.Math.Inst Hung. Acad. Sci. – 1961. – N. 6. – P. 221–254.
3. de Grey Aubrey D.N.J. The chromatic number of the plane is at least 5. – 2018. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://arxiv.org/abs/1804.02385>.
4. Guldan F. On a problem of coloring the real plane / F. Guldan // Mathematica Bohemica. – 1991. – Vol. 116, N. 3. – P. 309–318.
5. Zdeborova L. Phase transitions in the coloring of random graphs / L. Zdeborova, F. Krzakala. – 2007. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://arxiv.org/abs/0704.1269>.

Трухин В.О.^{1,2}, Павленко Д.Р.^{1,2}, Нефедев К.В.¹

ТОЧНОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ СПИНОВОГО ЛЬДА В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

¹Кафедра компьютерных систем ШЕН ДВФУ

²Научный руководитель - д.ф.-м.н., доцент К.В. Нефедев

В работе рассматриваются магнитные системы спинов, известные как спиновый лёд, представляющие собой упорядоченную систему из спинов, взаимодействующих только с ближайшими соседями. Несмотря на то, что исследование спинового льда начато в середине прошлого века, активные исследования в этой области ведутся и сейчас [1, 2]. Одной из главных проблем является неопределенность в нахождении статистической суммы Z для достаточно большого числа спинов (например, Монте-Карло [3]).

$$Z = \sum \exp\left(-\frac{1}{kT} \sum J_{ij} \cdot S_i \cdot S_j + \frac{h}{kT} \cdot \sum S_i\right) \quad (1)$$

где J_{ij} – обменный интеграл, S_i, S_j – магнитные спиновые числа текущего и соседнего электронов соответственно, k – постоянная Больцмана, T – температура, h – внешнее поле.

Поскольку для решения из системы из n -спинов необходимо посчитать все взаимодействия этих спинов со своими соседями и полем, а затем перебрать все возможные комбинации этих спинов, то при прямом подходе для n спинов необходимо рассчитать 2^n конфигураций.

В данной работе мы рассмотрим метод уменьшения количества итераций для получения точного значения статистической суммы.

Предлагается следующий метод расчета: считаются вырождения для одномерной цепочки и запоминаются конфигурации спинов, при которых получились те или иные значения энергии E и спинового избытка M системы (2).

$$E = -\sum J_{ij} \cdot S_i \cdot S_j, \quad M = \sum S_i \quad (2)$$

В случае если они повторяются – результат записывается в одну ячейку памяти, таким образом величина получаемого массива получается значительно меньше массива энергий и спинового избытка. Затем полученный массив состояний и конфигураций взаимодействует с соответствующими конфигурациями следующей цепочки. Так повторяется до тех пор, пока не получается результат для плоской решетки.

Для расчета одномерной цепочки существует аналитическая формула (3).

$$Z(N, T, h) = \frac{1}{2} e^{-h\beta+\beta} + \frac{1}{2} e^{h\beta+\beta} + e^\beta \left(-1 + e^{-4\beta} + \frac{1}{4} (e^{-h\beta} + e^{h\beta})^2\right)^{\frac{N}{2}} + \frac{1}{2} e^{-h\beta+\beta} + \frac{1}{2} e^{h\beta+\beta} + e^\beta \left(-1 + e^{-4\beta} + \frac{1}{4} (e^{-h\beta} + e^{h\beta})^2\right)^{\frac{N}{2}} \quad (3)$$

где $\beta = \frac{1}{kT}$, n – длина одномерной цепочки.

Для цепочки длиной 3 формула (3) дает следующее решение:

$$Z(3, T, h) = e^{3\beta-3h\beta} + 3e^{-\beta-h\beta} + 3e^{-\beta+h\beta} + e^{3\beta+3h\beta} \quad (4)$$

Объединение двух цепочек длиной 3, тогда будет иметь следующее решение:

$$Z(6, T, h) = 6e^{-5\beta} + 12e^{-\beta} + 2e^{3\beta} + e^{9\beta-6h\beta} + 6e^{3\beta-4h\beta} + 6e^{-3\beta-2h\beta} + 9e^{\beta-2h\beta} + 6e^{-3\beta+2h\beta} + 9e^{\beta+2h\beta} + 6e^{3\beta+4h\beta} + e^{9\beta+6h\beta} \quad (5)$$

Необходимость знать значение конфигураций, при которых получается определенная пара E и M , вынуждает делать численный расчет, но просчитав одномерную цепь один раз, мы будем впоследствии лишь доставать требуемое значение из памяти и считать взаимодействие нитей.

Для решетки с периодическими обменными интегралами отдельные нити периодически повторяются, и с каждой новой итерацией нет необходимости в их расчете. Таким образом количество вычислений для n элементов уменьшается с 2^n до $2^{n/2}$.

Список литературы

1. Schiffer P., Nisoli C. Artificial spin ice: Paths forward //Applied Physics Letters. – 2021. – V. 118. – №. 11. – P. 110501.
2. Caravelli F., Nisoli C. Logical gates embedding in artificial spin ice //New Journal of Physics. – 2020. – V. 22. – №. 10. – P. 103052.
3. Metropolis N., Ulam S. The monte carlo method //Journal of the American statistical association. - 1949. - V. 44. - №. 247. - P. 335-341.

Падалко М. А.¹, Макаров А.Г., Капитан В.Ю.¹, Нефедев К.В.¹

АНАЛИЗ КОРРЕЛЯЦИОННЫХ ФУНКЦИЙ ДВУМЕРНОЙ РЕШЕТКИ МОДЕЛИ ЭДВАРДСА-АНДЕРСОНА

¹Кафедра компьютерных систем ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель – д. ф.-м. н., доцент К.В.Нефедев

Модель Изинга является одной из базовых моделей статистической физики. Она дала начало многим известным алгоритмам, например, таким как Ванга-Ландау, Хастингса-Метрополиса, движения червя и др. [1] Как правило, многие новые подходы тестируются сперва на модели Изинга прежде, чем применяются к более сложным системам. Это обуславливает важность знания ее термодинамических средних, например, корреляционных функций и энергии.

Мы рассматриваем модель Изинга с переменными константами связи между спинами, принимающими значения $+1$ или -1 . Это так называемая модель Эдвардса-Андерсона (ЭА). Ее гамильтониан имеет вид:

$$H = \sum J_{ij} s_i s_j + \sum h \cdot s_i. \quad (1)$$

Здесь s с индексом внизу обозначает спин и может принимать значения $+1$ или -1 , J_{ij} – константа связи для заданной пары спинов, h – внешнее магнитное поле. Первое суммирование осуществляется по всем парам спинов, второе – по всем спинам. Модель ЭА демонстрирует большое разнообразие конфигураций и представляет значительный интерес в области квантовой информатики. На примере двух 2D решеток с количеством положительных связей, равным количеству отрицательных связей ($+50\%$, -50%), исследуются корреляции двух случайно выбранных пар спинов. Тип граничных условий – периодический, решетки размеров 6×6 и 10×10 . Для точного вычисления используется быстрый алгоритм полного перебора на основе подхода трансфер-матриц (см. [2]).

Точные значения корреляционных функций соседних спинов для решеток 10×10 и 6×6 при нулевом внешнем поле приведены в таблицах 1 и 2. Также приводятся средние корреляции и абсолютные средние отклонения.

Таблица 1

Значения корреляций соседних пар спинов произвольно выбранной строки решетки 10x10 модели ЭА (+50%, -50%) при различных температурах. Удельные значения энергии при T=1 $u_s=-0,13$; при T=2 $u_s=-0,90$; при T=5 $u_s=-0,39$

	$\langle\sigma_1,\sigma_2\rangle$	$\langle\sigma_2,\sigma_3\rangle$	$\langle\sigma_3,\sigma_4\rangle$	$\langle\sigma_4,\sigma_5\rangle$	$\langle\sigma_5,\sigma_6\rangle$	$\langle\sigma_6,\sigma_7\rangle$	$\langle\sigma_7,\sigma_8\rangle$	$\langle\sigma_8,\sigma_9\rangle$	$\langle\sigma_9,\sigma_{10}\rangle$	$\langle\sigma_{10},\sigma_1\rangle$	$\langle\sigma_i,\sigma_j\rangle_{cp}$	$(\Delta\langle\sigma_i,\sigma_j\rangle)_{cp}$
T=1	0,39	-0,97	0,92	-0,93	0,38	0,56	0,89	0,07	-0,68	0,39	0,10	0,58
T=2	0,32	-0,61	0,50	-0,52	0,42	0,41	0,56	0,28	-0,45	0,32	0,12	0,39
T=5	0,18	-0,21	0,19	-0,20	0,20	0,20	0,21	0,18	-0,19	0,18	0,07	0,17

Таблица 2

Значения корреляций соседних пар спинов произвольно выбранной строки решетки 6x6 модели ЭА (+50%, -50%) при различных температурах. Удельные значения энергии при T=1 $u_s=-0,43$; при T=2 $u_s=-0,31$; при T=5 $u_s=-0,14$

	$\langle\sigma_1,\sigma_2\rangle$	$\langle\sigma_2,\sigma_3\rangle$	$\langle\sigma_3,\sigma_4\rangle$	$\langle\sigma_4,\sigma_5\rangle$	$\langle\sigma_5,\sigma_6\rangle$	$\langle\sigma_6,\sigma_1\rangle$	$\langle\sigma_i,\sigma_j\rangle_{cp}$	$(\Delta\langle\sigma_i,\sigma_j\rangle)_{cp}$
T=1	0,83	-0,88	-0,80	0,93	-0,46	-0,49	-0,15	0,38
T=2	0,49	-0,59	-0,48	0,59	-0,34	-0,36	-0,11	0,24
T=5	0,20	-0,21	-0,20	0,21	-0,18	-0,18	-0,06	0,09

Можно видеть, что корреляции могут принимать как положительные, так и отрицательные значения, что характеризует ферромагнитное или антиферромагнитное поведение соответственно. Разброс значений сильно колеблется. Для простой модели Изинга (+0%, -100%) для любых соседних спинов должно быть $2\langle\sigma_i,\sigma_j\rangle=u_s$, где u_s – удельная энергия. Из таблиц видно, что для моделей ЭА это соотношение не выполняется.

На рисунке 1 приведены зависимости спиновых корреляций от величины внешнего магнитного поля

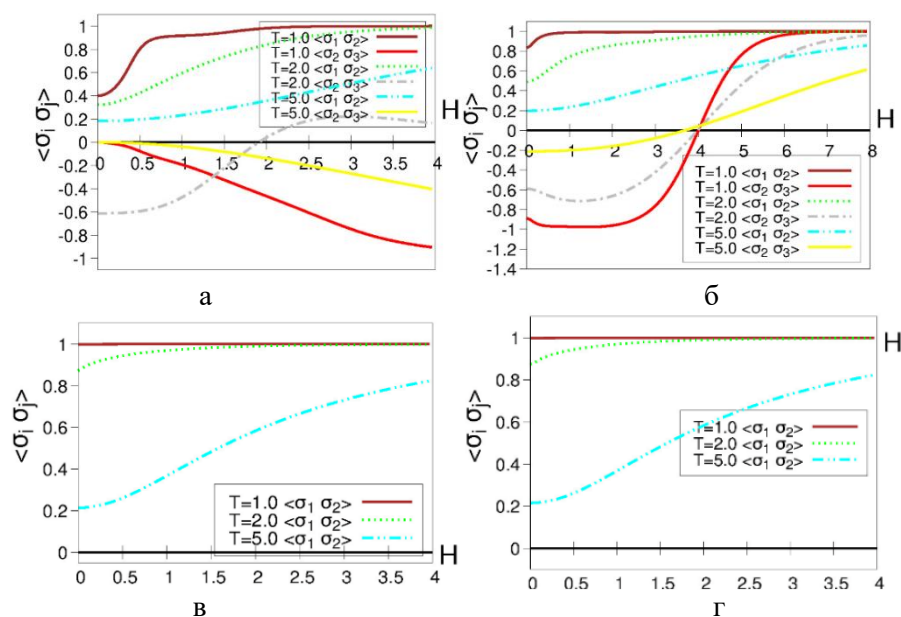


Рисунок 1 – Графики зависимостей корреляционных функций от внешнего поля для: а - решетки 10x10 ЭА (+50%, -50%), б - решетки 6x6 ЭА (+50%, -50%), в - решетки 10x10 Изинга (+0%, -100%), г - решетки 6x6 Изинга (+0%, -100%)

Из рисунков видно, что корреляции модели ЭА (+50%, -50%) значительно отличаются от значений модели Изинга (+0%, -100%): кривые модели ЭА (+50%, -50%) немонотонны, могут иметь много точек перегиба.

Подводя итог, можно заключить, что значения корреляций сильно различаются для пар спинов. Одни пары могут давать на порядок больший по абсолютному значению вклад в энергию по сравнению с некоторыми другими.

Работа выполнена в рамках совместной программы «Михаил Ломоносов» Министерства науки и высшего образования России и Германской службы академических обменов (DAAD) (№ 2297-21).

Список литературы

1. Landau, D. P. A guide to Monte Carlo simulations in statistical physics / D. P. Landau, K. Binder. – Cambridge university press, 2000. – 384p.
2. Падалко М.А., Андрющенко П.Д., Солдатов К.С., К.В. Нефедев, П.Д. Ускоренный алгоритм исчерпывающего перечисления в модели Изингае, Дальневост. матем. Журн., **19:2** (2019), 235–244.

Боровский А.В.,¹ Анкушев А.С.,¹ Толстоногова Ю.С.¹

КАЧЕСТВЕННЫЙ СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОЛОС ЧЕЛОВЕКА МЕТОДОМ ФЕМТОСЕКУНДНОЙ ЛАЗЕРНОЙ ИСКРОВОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

¹Кафедра общей и экспериментальной физики ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель - к.ф.-м.н., доцент С.С. Голик

²Научный руководитель - д.т.н., А.Ю. Майор

Исследование возможностей использования лазерных импульсов фемтосекундной длительности при анализе волос человека проводилось на экспериментальном стенде, схема которого представлена на рисунке 1.

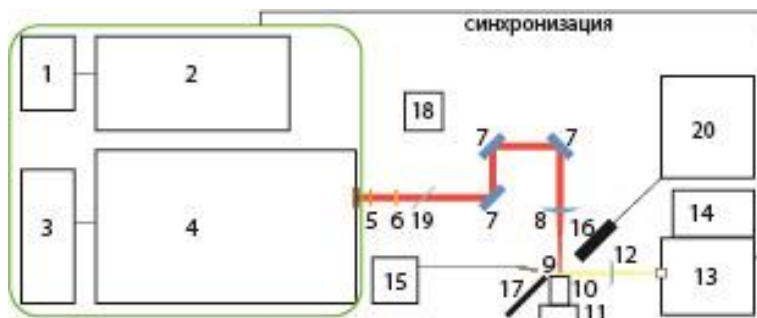


Рисунок.1 – Схема экспериментального стенда. 1 - 4 фемтосекундный лазерный комплекс Spitfire Pro 40F, 5 – полуволновая пластинка, 6 – кристалл ВВО, 7 - система диэлектрических зеркал, 8 – фокусирующая оптика, 9 – образец, 10, 11 – система удержания и позиционирования образца, 12 – собирающая оптика, 13 - спектрограф SpectraPro 2500i, 14 - ICCD камера PicoStar HR, 15 – спектрометр Maya2000 Pro, 16 – ПЗС камера Видеоскан 285, 17 – аспиратор, 18 – автокоррелятор, 19 – диэлектрический светоделитель с коэффициентом отражения 3%, 20 – персональный компьютер

Излучение лазерной плазмы, генерируемой на поверхности исследуемого образца, направлялось на входную щель спектрографа SpectraPro2500i, сопряженного с ICCD камерой PicoStar HR. Исследование временной эволюции спектральных линий осуществлялось с помощью платы пикосекундных задержек DEL350, входящей в состав ICCD камеры. В качестве дополнительного спектрометра, обеспечивающего одновременную регистрацию спектров в спектральном диапазоне

200–800 нм использовался малогабаритный спектрометр Maya2000 Pro, имеющий оптоволоконный ввод излучения.

Спектры излучения плазмы на поверхности волос человека, генерируемые при фокусировке линзой с фокусным расстоянием 50,2 мм, импульсами длительностью 40 фс, энергией 480 мкДж, на длине волны 800 нм представлены на рисунке 2. Данные спектры регистрировались спектрометром Maya2000 Pro с начала действия лазерного импульса на образец и до полного его прожига, при этом регистрировалось все излучение без временной селекции сигнала. Время экспозиции спектрометра составляло 1 секунду при частоте генерации лазерных импульсов 1 кГц.

На рисунке 2 идентифицированы относительно узкие интенсивные атомарные эмиссионные линии, более широкие линии, характерные для молекулярных спектров и интенсивная подложка сплошного спектра плазмы, так как данные спектры зарегистрированы без техники временной селекции сигнала. Из рисунка 2 видно, что возможно выделить относительно интенсивные спектральные линии химических элементов, однако спектральное разрешение данного спектрометра не позволяет выделить близко лежащие линии химических элементов.

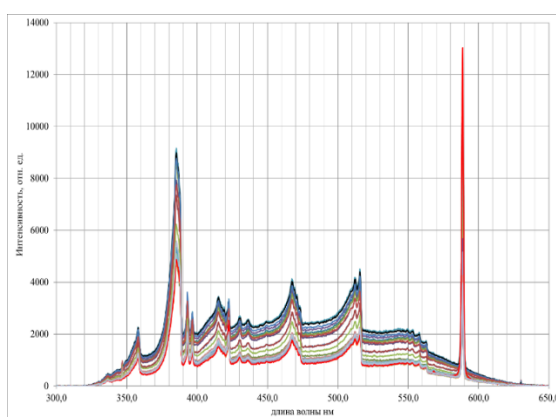


Рисунок 2 - Спектр лазерной плазмы, генерируемой на поверхности волос

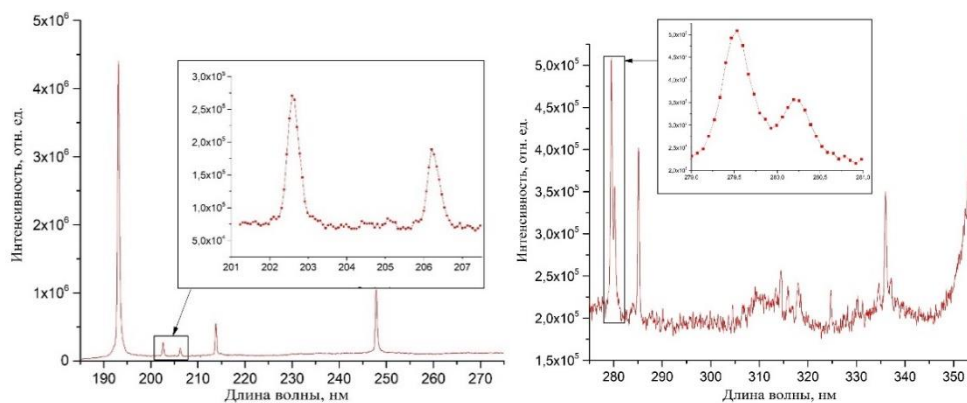


Рисунок 3 - Спектр лазерной плазмы, генерируемой на поверхности волос, спектральный диапазон 185–275 нм (слева) и 275–355 нм (справа)

На рисунке 3 представлены спектры лазерной плазмы, генерируемой на поверхности волос человека, полученные на спектрометре Spectra Pro 2500 и ICCD камере, использовалась дифракционная решетка 600 штрих/мм, ширина щели спектрометра 30 мкм. Время экспозиции для одиночного импульса составляло $t_g = 100$ нс и накопление 6 с при частоте повторения импульсов 1 кГц. Задержка регистрации относительно лазерного импульса $t_d = 10$ нс.

По временно-разрешенным спектрам, полученным с помощью ICCD камеры получены контуры эмиссионных линий идентифицированные, как линии углерода (C 193.09 нм, 247.86 нм), кальция (Ca II 315.92 нм, 317.94 нм, 393.41 нм, 396.87 нм, Ca I 422.67 нм), натрия (Na I 588.99 нм, 589.59 нм), магния

(Mg II 259.54 нм, 280.30 нм, 285.30 нм), водорода (H 656.00 нм), цинка (Zn I 213.85 нм, Zn II 202.57 нм, 206.22 нм) и меди (Cu I 324.76 нм, 327.41 нм).

Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования в рамках государственного задания №0657-2020-0003.

Список литературы

1. Timur A. Labutin, Vasily N. Lednev, Alexey A. Ilyin and Andrey M. Popov Femtosecond laser-induced breakdown spectroscopy // J. Anal. At. Spectrom., - 2016. – Vol.31.
2. Cremers D.A., Radziemski L.J. Handbook of Laser-Induced Breakdown Spectroscopy // 2nd Edition, Wiley – 2013. – Vol. 432.
3. Miziolek A.W., Palleschi V., Schechter I., [et al]. Laser Induced Breakdown Spectroscopy (LIBS): Fundamentals and applications // Cambridge: Cambridge University Press. - 2006.

Стронгин В.С.

КОРЕЛЯЦИОННЫЕ ФУНКЦИИ КАИРСКОЙ РЕШЕТКИ КОНЕЧНОГО ЧИСЛА ДИПОЛЕЙ

Кафедра физики низкоразмерных структур
Научный руководитель – профессор Нефедев К.В.

Системы искусственного спинового льда [1] с изменяемым, не фиксированным, переменным координационным числом представляют особый интерес. Обычно предполагается, что изменение параметров решетки может существенным образом повлиять на степень вырождения энергетических уровней и, соответственно, на низкотемпературные свойства спинового льда.

Энергия диполь-дипольного взаимодействия в Каирской решетке рассчитывалась по следующей известной формуле:

$$E_{ij} = DS_i S_j \left[\frac{(m_i m_j)}{|r_{ij}|^3} - 3 \frac{(m_i r_{ij})(m_j r_{ij})}{|r_{ij}|^5} \right], \quad (1)$$

где D – размерный коэффициент. Теплоемкость рассчитывалась по так же известной формуле:

$$C = \frac{N}{T^2} (\langle E^2 \rangle - \langle E \rangle^2). \quad (2)$$

В данной работе исследована физика Каирского пентагонального искусственного спинового льда. Утверждается, что вследствие своей геометрической фрустрации данная решетка обладает рядом экзотических свойств [2]. Были рассчитаны все состояния дипольной каирской решетки 40 спинов (более одного триллиона состояний). На основе этих данных была исследована термодинамика Каирского льда.

В результате проведенных вычислений была рассчитана теплоемкость $C(T)$ для разных параметров решетки c , отвечающих за расстояние между «крестами» из 4 наночастиц. Ниже приведены зависимости $C(T)$ для двух значений $c = 376$ нм и 600 нм. Параметры решетки взяты из экспериментальной работы [3].

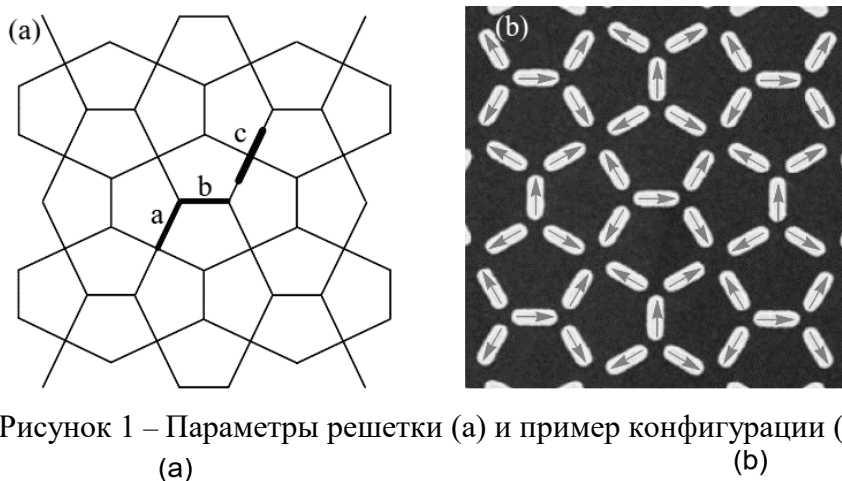


Рисунок 1 – Параметры решетки (a) и пример конфигурации (b)

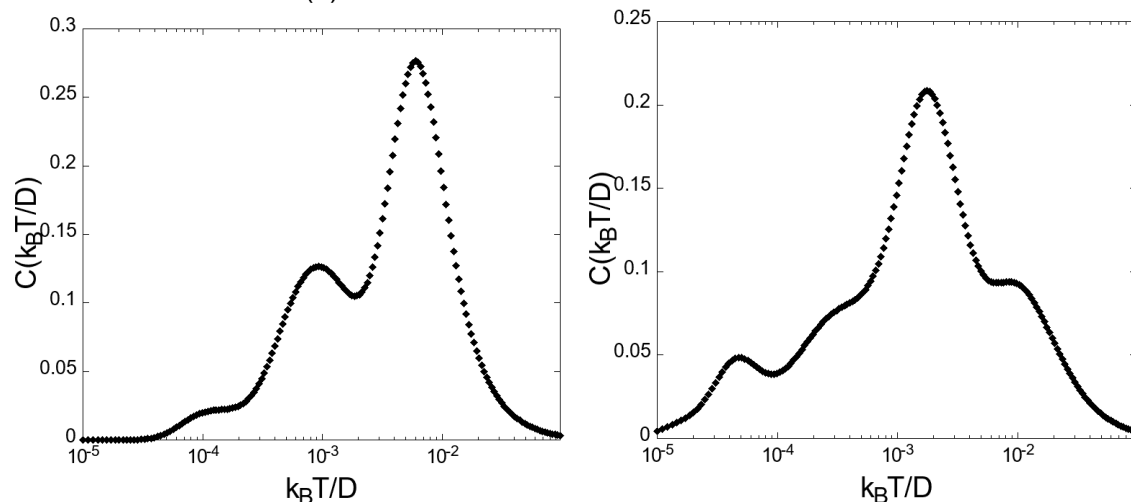


Рисунок 2 – Температурная зависимость теплоемкости Каирского льда при расстоянии между наночастицами в «кресте» $c = 376$ нм (a) и 600 нм (b)

Для объяснения экзотического поведения теплоемкости будут построены корреляционные функции по формуле

$$G(R, T) = \left\langle \frac{1}{dN} \sum_{\langle i, j \rangle} S_i S_j \right\rangle, \quad (3)$$

Корреляционные функции позволят показать зависимость упорядоченности системы от расстояния между частицами и от температуры. Данная зависимость позволит установить радиус кластера, в котором сохраняется порядок при вариации температуры.

Работа выполнена при финансовой поддержке государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации №0657-2020-0005.

Список литературы

1. Y. Shevchenko, A. Makarov, and K. Nefedev, Effect of long- and short-range interactions on the thermodynamics of dipolar spin ice, *Physics Letters A* 381, 428 (2017).
2. M. Rojas, O. Rojas, and S. de Souza, Frustrated Ising model on the Cairo pentagonal lattice, *Physical Review E* 86, 051116 (2012).
3. M. Saccone, K. Hofhuis, Y.-L. Huang, S. Dhuey, Z. Chen, A. Scholl, R. V. Chopdekar, S. van Dijken, and A. Farhan, Dipolar Cairo lattice: Geometrical frustration and short-range correlations, *Physical Review Materials* 3, 104402 (2019).

Раздел XIV

ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ И ВОСПИТАНИЯ(ФИЗИКА, ИНФОРМАТИЗАЦИЯ ОБРАЗОВАНИЯ)

Гнитецкая Т.Н.¹, Анкудинов И.И.².

ПРОЕКТНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ОБУЧАЮЩИХСЯ И ИНТЕРИОРИЗАЦИЯ

Кафедра общей и экспериментальной физики ШЕН ДВФУ
¹Научный руководитель - д.пед.н., профессор Т.Н. Гнитецкая

В последнее время в педагогических трудах активно обсуждается вопрос организации проектной деятельности обучающихся в школах и университетах. Так, в работе Е.С. Полат [3] внимание уделяется особенностям проектной деятельности учащихся. Несмотря на давнюю дискуссию однозначных рекомендаций по организации проектной деятельности так и не выработано. Выявленные в своё время Е.С. Полат недостатки – они сведены в таблицу ниже вместе с достоинствами - не только не нашли решений для устранения, но и обросли новыми сложностями. Данная ситуация требует усилить исследования психологического компонента проектной деятельности.

Таблица

Достоинства и недостатки проектной деятельности [Полат 3]

№	Достоинства	Недостатки
1	Развитие навыков познавательной деятельности	Разная вовлечённость учащихся
2	Самостоятельное конструирование своих знаний	Одновременная текущая и проектная работа
3	Ориентирование в информационном пространстве	Кратковременный эффект
4	Анализ и синтез информации	Нечастый характер проведения
5	Выдвижение гипотез и их решение	
6	Развитие критического мышления	
7	Исследовательская и творческая деятельность	
8	Групповая ответственность	

Авторы данной статьи относят проектную деятельность к целенаправленной самостоятельной деятельности и предлагают обратить внимание на сопровождающие её когнитивные процессы.

Обобщив основные идеи когнитивизма, можно сделать следующее заключение. Суть в том, что поступающий сигнал воспринимается человеком при наличии в сознании соответствующей предвосхищающей схемы (У. Найссер) [2]. По Л.С. Выготскому [1], любой сигнал, поступающий в канал сознания, проходит процесс интериоризации, то есть последующее возникновение в сознании интеллектуальной структуры.

Процесс перехода от сигнала к предвосхищающей схеме, а затем к интеллектуальной структуре можно представить модельно (рисунок 1). Новая информация связывается с предвосхищающей схемой, обогащая или трансформируя её смысл. В зависимости от того, с какой из предвосхищающих схем (когнитивной структурой) этот сигнал имеет максимальное число совпадающих признаков, с такой и установится максимальное число связей. Связь устанавливается произвольно, но в контексте обучения к основному связеобразующему фактору можно отнести целенаправленные самостоятельные действия. С помощью связей осуществляется когнитивный трансфер внешней информации, приводящий к интериоризации и возникновению интеллектуальной структуры. Описанный процесс можно сопоставить процессу понимания содержания сигнала.

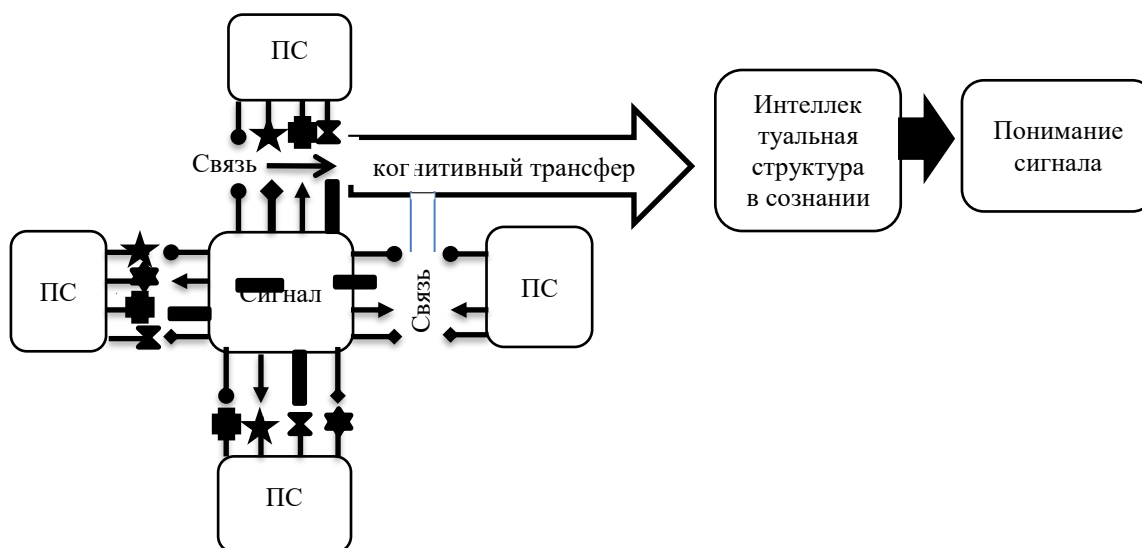


Рисунок 1 Модель процесса интериоризации – возникновения интеллектуальной структуры, обуславливающей понимание сигнала

Обозначения: ПС – предвосхищающая схема, ● – признак 1, ■ – признак 2, ► – признак 3, ✕ – признак 4, ★ – признак 5, ☆ – признак 6, ✕ – признак 7, ★ – признак 8

На рисунке 1 прямоугольниками, треугольниками, кружками и крестиками схематично обозначены признаки сигнала. Если один из них или несколько присутствует у предвосхищающей схемы, то возникает связь, которая чем прочнее, тем больше признаков совпало. Возникшие связи обуславливают когнитивный трансфер и возникновение интеллектуальной структуры.

Авторы предположили, что для обеспечения когнитивной активности обучающихся во время проектной деятельности необходимо в основу проекта положить предметные связи, которые должны быть представлены в виде смысловых структур, имеющих иерархическое строение. Данный подход позволит активизировать умственную деятельность и приблизить к пониманию содержания исследуемой темы проекта. В пользу включения в проект заданий по внутри- и межпредметным связям в виде смысловых структур свидетельствует следующий факт. В особенности когнитивного исследования, кроме прочих, Х. Гарднер [4] включил междисциплинарность и репрезентацию, материалом которой установил связи. Разработка когнитивного проекта на основе внутри- и межпредметных связей является крайне важной для процесса обучения физике. Одной из отличительных причин является хотя бы то, что содержание физики наполнено абстракциями, которые являются серьёзным препятствием для большинства обучающихся, если отсутствует специальная организация целенаправленных самостоятельных действий.

Элементы когнитивного проекта внедрялись в учебный процесс по физике со студентами направлений подготовки «Физика» и «Ядерные физика и технологии» Школы естественных наук ДВФУ. Студенты, признали такую форму проведения учебных занятий развивающей, увлекательной и мотивирующей к глубокому изучению сложного содержания курса физики.

Список литературы

1. Выготский, Л.С. Педагогическая психология. -М.: Педагогика, 1991. – 480 с.
2. Найссер, У. Познание и реальность. Смысл и принципы когнитивной психологии. М.: Прогресс, 1981. – 232 с.
3. Особенности проектной деятельности учащихся. Современная гимназия: Взгляд теоретика и практика / под ред. Е.С. Полат. – М.: Гуманит. изд. центр ВЛАДОС, 2000. – 168 с.

4. Gardner, H. The mind's new science a history of the cognitive revolution. BasicBooks, 1987. – 401 p.

Брыкин Л. О.

МЕТОД ОЦЕНКИ РАЗМЕРОВ МОЛЕКУЛ ГАЗА

Кафедра общей и экспериментальной физики ШЕН ДВФУ

Научные руководители: д.п.н., профессор Т.Н. Гнитецкая, д. ф.-м. н., профессор Л.Л. Афремов.

Одним из важнейших свойств любого вещества является его преломляющая способность. Мы предлагаем к рассмотрению числовой (теоретической) метод, благодаря которому эффективному сечению молекул вещества можно поставить в соответствие его показатель преломления.

Метод, предложенный в работе, может оказаться полезным при изучении свойств газов, при исследовании атмосферы или при астрономических исследованиях.

Цель работы: определение зависимости между показателем преломления в газах и эффективным сечением молекул.

Для достижения этой цели была сформулирована **задача:** разработать модель, при помощи которой можно связать показатель преломления и размер молекулы.

Рассмотрим однородный газ, в котором луч света преодолевает расстояние:

$$L = Nl, \quad (1)$$

где N – число частиц, l – длина свободного пробега фотона в среде:

$$l = \frac{1}{\rho\sigma}, \quad (2)$$

где ρ – концентрация, σ – эффективная площадь сечения. Время t прохождения расстояния L будет складываться из времени прохождения света расстояния между атомами и времени переходов атомов со стационарного энергетического уровня на возбужденный (и соответствующих обратных излучательных переходов):

$$t = N\tau + \frac{(L - 2rN)}{c}. \quad (3)$$

Здесь учтено, что вещество (согласно классической теории дисперсии [1]) в общем случае состоит из частиц, которые могут совершать собственные колебания с частотой γ_0 или с периодом T_0 . Такие частицы называются осцилляторами. Пусть наш луч света имеет резонансную частоту, τ – время жизни колебаний (время затухания, время релаксации), равное, с учётом постулата Бора:

$$\tau = \frac{h}{\Delta E}. \quad (4)$$

Показатель преломления n определяется как:

$$n = \frac{c}{v_{cp}}, \quad (5)$$

где c и v_{cp} – фазовые скорости света в вакууме и в среде, соответственно. Подставляя формулы (1)-(3) в (5) получаем:

$$n = 1 + 2\pi\rho \left(\frac{cr^2\tau}{2} - r^3 \right). \quad (6)$$

Так как r^3 мало по сравнению с $cr^2\tau$, выразим эффективный радиус молекулы через показатель

преломления, пренебрегая r^3 :

$$r = \sqrt{\frac{n-1}{\pi c \rho \tau}}. \quad (7)$$

Измерив угол преломления светового луча, мы можем сделать выводы об эффективном радиусе поглощения молекулой излучения:

$$r = \sqrt{\frac{(n-1)kT_0\Delta E}{\pi c P_0 h}}. \quad (8)$$

Внесем все константы под одну и получим:

$$r = C\sqrt{(n-1)\Delta E}. \quad (9)$$

Предложенный числовой метод позволяет оценить эффективный радиус поглощения молекулой излучения, если известны энергия перехода молекулы в возбужденные состояние и угол преломления светового луча в данной среде.

Значения эффективного сечения, полученные при применении данной модели, в десять раз меньше действительных размеров молекул. Эффективное сечение, имеющее размерность площади, но характеризующее вероятность, рассматривается как характеристика актов столкновения частиц налетающего на мишень потока с частицами мишени. Другими словами, результат таков: все фотоны поглощаются веществом, если размер молекул в 10 раз меньше реального. Косвенно расчеты подтверждают наличие значительных эффектов рассеяния света.

Выводы: Полученные результаты подтверждают, что законы классической физики не могут достоверно описать явления, протекающие **в газах** при поглощении и рассеянии фотонов. Необходимо учитывать эффекты рассеяния. Кроме того, в основу данного вывода легло предположение геометрической оптики о том, что свет движется как луч [2]. Такое предположение соответствует истине лишь в граничном случае, когда размеры объектов много больше длины световой волны.

Ценность настоящего теоретического обоснования заключается в основных идеях, которые были использованы для получения модели, а новые идеи могут дать вектор для развития этой темы в дальнейшем.

Список литературы

1. Показатель преломления света и методы его экспериментального определения. Учебно-методическое пособие / С.И. Борисенко, О.Г. Ревинская, Н.С. Кравченко, А.В. Чернов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 142 с [Электронный источник] – URL: <https://portal.tpu.ru>

2. Ландсберг, Г.С. Элементарный учебник физики: Учебное пособие. В 3-х т. / Под ред. Г.С. Ландсберга. Т.1. Механика. Теплота. Молекулярная физика. – 10-е изд., перераб. – М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы. – 1985. – 608 с.

3. Савельев, И.В. Курс общей физики. В 5 кн. Кн 3. Молекулярная физика и термодинамика: Учебное пособие для вузов. В 5 т. / Под ред. И.В. Савельева. Т.2. Молекулярная физика и термодинамика. – М.: ООО «Издательство Астрель»:ООО «Издательство АСТ», 2003. – 208 с.: ил.

Гнитецкая Т. Н.¹, Цой А. А.²

О ВОЗМОЖНОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ КУРСА ФИЗИКИ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ МЕЖПРЕДМЕТНЫХ СВЯЗЕЙ

^{1,2}Кафедра общей и экспериментальной физики ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - д.пед.н., профессор Т. Н. Гнитецкая.

Проблема оценки степени связности учебных курсов общей физики (КОФ) и курсом математического анализа (КМА) имеет глубокие корни и освещена в многочисленных работах в разных контекстах. Например, историческом [1], дидактическом [2], методическом [3, 4]. Все приведенные примеры описывают подходы к укреплению межпредметных связей через особую организацию уроков или использование педагогических принципов. Авторы отмечают важность межпредметной связи физики и математики. Такую оценку межпредметных связей (МПС) можно отнести к качественной. Количественные же методы оценки встречаются в педагогических исследованиях редко. Примером может служить оценка, выполненная на основе графовой и информационной моделей МПС разработанных, Т. Н. Гнитецкой [5].

Для составления межпредметного пространства для КМА и КОФ за связанный курс был взят КОФ, разработанный И. В. Савельевым, базовым курсом выбран КМА, составленный В. А. Ильиным и Э. Г. Поздняком. Также была разработана программа на языке Python 3.9.1. для упрощения работы с большим объемом данных и быстрого подсчета силы связи двух курсов через математическое понятие КМА. Таким образом было получено межпредметное пространство, фрагмент которого представлен в таблице 1. Закрашенными ячейками указывается временной промежуток ввода понятия в КМА (так, например, понятие «Проекция вектора» вводится в 5-м временном промежутке, а понятие «Функция» - в 1-м). Единица указывает использование термина КМА в КОФ.

Таблица 1

Фрагмент межпредметного поля

Фундаментальные понятия	Элементы структуры																				L	C				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20						
1	Функция	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
...																										
7	Производная	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,86	
...																										
9	Проекция вектора	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,56	
...																										
27	Предельное значение функции	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,19	
...																										
62	Формула Тейлора	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0,05

При рассмотрении данного фрагмента межпредметного пространства можно заметить, что многие понятия, которые используются в КОФ вводятся в КМА позже, чем в КОФ. Это создаёт проблему понимания студентами некоторых тем из КОФ.

Данную проблему можно попробовать устранить, вводя фундаментальные для физики математические понятия в КМА во временной промежуток, не позже, чем они используются в КОФ.

Используя вышеупомянутую программу можно изменить время введения математических понятий в КМА. Результаты изменений представлены в таблице 2.

Фрагмент измененного межпредметного пространства

Фундаментальные понятия	Элементы структуры																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	L	C
1	Функция	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
...																						
7	Производная	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,86
...																						
9	Проекция вектора	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,56
...																						
27	Предельное значение функции	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,19
...																						
62	Формула Тейлора	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0,05

На приведённом примере видно, что изменение момента введения математического понятия в КМА влияет на относительную силу связи МПС через данное понятие, что безусловно повышает уровень понимания КОФ.

Таким образом, в ходе исследований была разработана программа, с помощью которой можно проиллюстрировать эффективность корректировки КМА, для оптимизации КОФ. Также данная разработка может поспособствовать дальнейшим исследованиям в области межпредметных связей курсов КМА и КОФ.

Список литературы

1. Овчаров, А.В. Межпредметные связи математики и физики в их историческом развитии // Наука и школа, 2019. – №2.
2. Арутюнян, Р.В. Принципы реализации межпредметных связей в обучении высшей математики и физики в техническом вузе // Инновации и инвестиции, 2015. – №1.
3. Кононова, С.Н. Система интегрированных учебных занятий по физике и математике как средство реализации межпредметных связей // Вестник НВГУ, 2013. – №1.
4. Буш, А.Ф., Зайцева, О.С., Зверева, И.М. Задачи как основа организации межпредметных связей физики, математики и основ безопасности жизнедеятельности при изучении радиации // Вестник МГОУ. Серия: Педагогика, 2019. – №4.
5. Афремов, Л.Л., Гнитецкая, Т.Н. Теория внутри- и межпредметных связей, Изд-во Дальневост. ун-та, Владивосток, 2005.

Шестакова А. А.

АНАЛИЗ УРОВНЕЙ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ

Кафедра физики и методика преподавания физики

Красноярский государственный педагогический институт им. В. П. Астафьева

Научный руководитель — старший преподаватель Н. В. Прокопьева

Современное общество требует от школы создание условий, в которых обучающийся будет способен не только сформировать предметные знания и умения, но также будет готов применить их при решении как бытовых и профессиональных задач частного характера, так и объяснять вопросы глобального уровня. Таким образом, одной из задач в образовании является развитие естественнонаучной грамотности, которая позволяет обучающимся решать задачи по обработке

информации, решать практические проблемы и задачи в условиях информационной неопределенности, что определяет способность выпускника школы полноценно функционировать в современном обществе. Стоит отметить, что успешность данного функционирования напрямую зависит от уровня развития естественнонаучной грамотности.

Проанализировав психолого-педагогическую литературу [3], а также нормативно-правовую документацию [1] мы выделили три уровня развития естественнонаучной грамотности, рассмотрев каждый из них в различных аспектах (таблица 1).

Таблица 1

Уровни развития естественнонаучной грамотности и их аспекты

Аспекты уровней	Высокий	Средний	Низкий
Целевое применение знаний	Способен использовать весь спектр своих знаний для последовательного предоставления объяснений, оценки и проведения научного исследования и интерпретации данных в различных сложных жизненных ситуациях, требующих высокого уровня когнитивной деятельности.	Способен использовать весь спектр своих знаний для предоставления объяснений, оценки и разработки научных исследований и интерпретации данных в различных жизненных ситуациях, которые требуют в основном среднего уровня когнитивной деятельности.	Способен использовать весь спектр своих знаний чтобы давать объяснения, оценивать и разрабатывать научные исследования и интерпретировать данные в знакомых жизненных ситуациях, которые требуют низкого уровня когнитивной деятельности.
Умение делать выводы	Способен делать соответствующие выводы из комплексно представленной информации в различных источниках данных и предоставить объяснения многоступенчатых причинно-следственных связей.	Способен делать выводы на основе разных источников данных в различных контекстах и могут объяснить причинно-следственные связи.	Способен использовать несколько простых источников данных в нескольких контекстах и могут описывать некоторые очень простые причинно-следственные связи.
Критическое мышление	Они могут приводить аргументы для критики и оценки объяснений, моделей, интерпретации данных и предлагаемых экспериментов в различных личных, местных и глобальных контекстах.	Учащиеся могут также формулировать простые доводы, чтобы подвергнуть сомнению и критически проанализировать объяснения, модели, интерпретации данных и предложенные экспериментальные проекты в некоторых личных, местных и глобальных контекстах.	Учащиеся, достигшие низкого уровня, могут прокомментировать достоинства противоречащих объяснений, интерпретаций данных и предлагаемых экспериментальных проектов в некоторых очень ограниченных личных, местных и глобальных контекстах.
Научное мышление	Демонстрирует передовое научное мышление и рассуждения, требующие использования моделей и абстрактных идей, и используют такие рассуждения в незнакомых и сложных ситуациях.	Демонстрируют наличие взаимосвязанного научного мышления и рассуждений и могут применять их в незнакомых ситуациях.	Способны частично преобразовывать и описывать простые данные и применять их непосредственно в знакомых ситуациях.
Навыки научной деятельности	<ul style="list-style-type: none"> Способен последовательно различать научные и ненаучные вопросы, объяснять цели исследования и контролировать соответствующие переменные в научном исследовании или в любом собственном эксперименте. Способен преобразовывать представления, интерпретировать сложные данные и демонстрировать способность делать соответствующие суждения о надежности и точности любых научных утверждений. 	<ul style="list-style-type: none"> Способен различать научные и ненаучные вопросы и контролировать переменные в некоторых, но не во всех научных исследованиях или в своих собственных экспериментальных разработках. Способен преобразовывать и интерпретировать данные и иметь некоторое представление о достоверности любых научных утверждений. 	Способен различать некоторые простые научные и ненаучные вопросы и определять независимую переменную в данном научном изыскании или в собственном простом экспериментальном проекте.

Эффективность развития естественнонаучной грамотности определяется рядом условий, среди которых мы выделяем разработку системы специальных ситуационных задач, а также технологию их

использования. Ситуационная задача содержит в себе текст, в котором описана ситуация и одно или несколько заданий к нему.

Не каждое задание направлено на развитие естественнонаучной грамотности во всех аспектах. Так, представленное ниже задание позволяет проверить насколько хорошо учащийся способен критически мыслить и делать выводы на основе многоступенчатых причинно-следственных связей (таблица 2).

Таблица 2

Структура ситуационной задачи [2]

<i>Ситуация</i>	АВТОБУСЫ Автобус Петра, как и большинство автобусов, использует в качестве топлива бензин. Такие автобусы загрязняют окружающую среду. В некоторых годах ездят троллейбусы: они работают на электродвигателе. Электрическое напряжение, необходимое для двигателя, поступает по линиям электропередач (как электропоезда). Электричество генерируется на электростанциях, использующих ископаемое топливо. Сторонники использования троллейбусов в городах говорят, что этот вид транспорта не загрязняет окружающую среду.
<i>Задание</i>	Правы ли сторонники троллейбусов в своих суждениях? Объясните ваш ответ.

Содержание задания определяет, какие именно мыслительные операции и умственные действия предполагает его решение. Данная мыслительная деятельность определяет уровень сложности задания: низкий, средний, высокий.

Подводя общий итог, подчеркнем, что при анализе уровня естественнонаучной грамотности, подходят ситуационные задания, которые показывают основные умения ученика.

Список литературы

1. "Методология и критерии оценки качества общего образования в общеобразовательных организациях на основе практики международных исследований качества подготовки обучающихся" [утв. приказами Рособнадзора N 590, Минпросвещения России N 219 от 06.05.2019 (ред. от 24.12.2019)]
2. PISA: естественнонаучная грамотность. – Минск: РИКЗ, 2020. – 168 с
3. Пентин, А. Ю., Никифоров, Г. Г., Никишова, Е. А. Основные подходы к оценке естественнонаучной грамотности // Отечественная и зарубежная педагогика. — 2019. — №4. — С. 80-97.

Шутко Ю.Е.¹, Анкудинов И.И.²

ДИНАМИКА КОМПЕТЕНЦИЙ УЧИТЕЛЕЙ НАЧАЛЬНЫХ КЛАССОВ ЗА СТО ЛЕТ

¹ТОВВМУ им. С.О. Макарова, кафедра физики и ОТД

²Кафедра общей и экспериментальной физики ШЕН ДВФУ

² Научный руководитель – профессор, д.п.н., профессор Т.Н. Гнитецкая

Быстрое развитие в различных областях науки и техники, освоение современных методов исследований, новых технологических, производственных процессов, наукоемких технологий с очевидностью вызывают необходимость усиления естественнонаучного образования и повышения требований к уровню его подготовки, особенно в области физики.

Полагая, что необходимые для дальнейшего успеха в учебе умения учиться формируются в начальной школе, нами были проанализированы требования к учителям начальных классов за сто лет, с конца XIX-го века в США и с начала XX-го - в России.

Ниже приводятся данные из профессионального стандарта «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель), утвержденного 06.12.2013 года с изменениями 2016 и 2019 годов и стандартов США, опубликованных Л. Шульманом. Сто лет назад компетентный учитель и в России, и в США демонстрировал знания содержания преподаваемых дисциплин. Это была его единственная компетенция, которая играла решающую роль в воспитании подрастающего поколения.

В настоящее время в США (шт. Калифорния) учитель начальных классов должен быть компетентен в шести видах деятельности: 1 □ организация в подготовке и предоставлении учебных планов; 2 □ умение оценивать знания; 4 □ уровень культуры учителя; 5 □ понимание молодежи; 6 □ организация учебного процесса. В перечисленных компетенциях нет упоминания о компетентности учителя в области содержания преподаваемой дисциплины. В профессиональном стандарте педагога (Россия) учителю начальных классов следует быть компетентным в выполнении четырех трудовых функций, каждая из которых разворачивается перечнем трудовых действий, необходимых умений и знаний, которые сведены в таблицу 1. Так, трудовая функция 3.1.1 «Общепедагогическая функция. Обучение» изложена в двадцати восьми положениях, общее же количество положений профессионального стандарта педагога составляет сто одно наименование. На основе анализа положений профессионального стандарта педагога начальных классов установлено, что из всех требований (сто одно) к трудовым действиям, необходимым умениям и навыкам, определяющим компетентного российского учителя начальных классов, лишь одно направлено на содержание. Доля знания содержания преподаваемой дисциплины составляет менее одного процента от общего числа требуемых стандартом положений, а важность этого требования сводится к нулю.

Таблица 1

Компетенции учителей начальных классов России и США в интервале более 100 лет

Век назад	
Россия [1, 2], 1910-1914 г., Московские женские педагогические курсы	США [4], 1875 г., штат Калифорния
Компетенции учителя начальных классов	
Знание содержания дисциплин, входящих в квалификационные требования	Способность демонстрировать знания по содержанию преподаваемых дисциплин
Современность	
Россия [3]	США [4]
Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель), 2013 год	Стандарт [4], 1985 год
Трудовые функции	Компетенции
3.1. Педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса в образовательных организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования	нет

Трудовые функции	Компетенции
3.1.1. «Общепедагогическая функция. Обучение». Изложено в двадцати восьми положениях профстандарта, в том числе необходимые знания: «... Преподаваемого предмета в пределах требований федеральных государственных образовательных стандартов и основной общеобразовательной программы, его историю и место в мировой культуре и науке »	1. Организация в подготовке и предоставлении учебных планов 2. Умение оценивать знания 4. Уровень культуры учителя 5. Понимание молодежи 6. Организация учебного процесса
3.1.2. Воспитательная деятельность	Понимание молодежи
3.1.3. Развивающая деятельность Изложено в двадцати восьми положениях профстандарта	Умение видеть частное и общее
3.2.2. Педагогическая деятельность по реализации программ начального общего образования Изложена в шестнадцати положениях профстандарта	1. Организация в подготовке и предоставлении учебных планов 2. Умение оценивать знания 4. Уровень культуры учителя 5. Понимание молодежи 6. Организация учебного процесса

Таким образом, с очевидностью возникает вывод о необходимости решения проблемы вырождения значимости знания учителями содержания преподаваемых ими дисциплин, начиная с учителей начальных классов для достижения роста уровня подготовки учащихся по физике и другим естественнонаучным дисциплинам.

Список литературы

1. Отчёт о деятельности за 1912 год о деятельности общества для доставления средств Педагогическим курсам Московского Общества воспитательниц и учительниц. Москва, Типо - литография. В. Рихтер, Тверская, Мамоновский пер., с.д., 1913.
2. Отчёт о деятельности за 1914 год о деятельности общества для доставления средств Педагогическим курсам Московского Общества воспитательниц и учительниц. Москва, Типо - литография. В. Рихтер, Тверская, Мамоновский пер., с.д., 1915.
3. Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель), утвержден 06.12.2013 года с изменениями 2016 и 2019 годов.
4. Shulman, L. S. Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. Educational Researcher, vol. 15, N. 2 (Feb., 1986), pp. 4-14

Куприенко А.А.

МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ГОТОВНОСТИ СТУДЕНТОВ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ВУЗОВ К РАБОТЕ СО СРЕДСТВАМИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Департамент психологии и образования ШИГН ДВФУ
Научный руководитель - к.пед.н., П.С. Бажина

В настоящее время одной из перспективных технологий является технология дополненной реальность, как инновационное средство подготовки. Эта технология, с помощью которой, реальные объекты приобретают новые качества и раскрываются пользователю с другой стороны [1]. Актуальность применения рассматриваемой технологии в обучении связана с тем, что они позволяют

повысить эффективность этого процесса. Однако, применение дополненной реальности в образовании недостаточно изучено в настоящее время. Не были найдены исследования применения технологии дополненной реальности для подготовки учителей, однако были найдены исследования приложений дополненной реальности в различных областях образования [2].

Таким образом, можно выделить противоречие между необходимостью комплексного изучения средств дополненной реальности, и работе с ними в процессе профессиональной подготовки студентов педагогических специальностей вуза с одной стороны, и отсутствием соответствующих методических разработок и целенаправленных теоретических исследований с другой.

В соответствии с целью нашего исследования, мы ставим перед собой задачу создать модель формирования готовности студентов педагогических вузов к работе со средствами дополненной реальности независимо от учебной дисциплины и специальности будущего учителя. Достижение **цели** – формирование готовности студентов педагогических вузов к работе со средствами дополненной реальности – предполагает решение следующих **задач**:

- формирование у студентов педагогического вуза знаний умений и навыков по психологии, педагогике, методике, специальному предмету, по работе со средствами дополненной реальности;
- формирование способностей к работе со средствами дополненной реальности, связанных с применением средств дополненной реальности в педагогической деятельности;
- формирование навыков по созданию программных педагогических средств обучения и воспитания к конкретному педагогическому мероприятию;
- формирование самостоятельности в пополнении своих знаний в использовании и применении средств дополненной реальности с целью дальнейшего использования этих знаний в педагогической деятельности.

Вышеперечисленные задачи являются задачами формирования компонентов готовности студентов педагогических вузов к работе со средствами дополненной реальности: мотивационного, когнитивного и деятельностного.

Таким образом, на основе поставленной цели, выделенных задач, форм и методов обучения, структуры готовности студентов педагогических вузов к работе со средствами дополненной реальности, нами была построена модель (Рисунок 1).

Модель состоит из четырех блоков: концептуального, содержательного, операционально-деятельностного и оценочно-результативного.

Концептуальный блок содержит цель и задачи формирования готовности к работе со средствами дополненной реальности в педагогической деятельности. Содержательный блок представлен реализацией программы «Практикум по подготовке к работе со средствами дополненной реальности». Операционально-деятельностный блок включает формы, методы и средства обучения. Оценочно-результативный блок содержит критерии и уровни сформированности готовности к работе со средствами дополненной реальности в педагогической деятельности. Результатом описанной модели является студент (будущий учитель) с определённым уровнем сформированной готовности.

Построенная нами модель является результатом изучения научной литературы, оценке реальной ситуации и требует экспериментальной проверки.

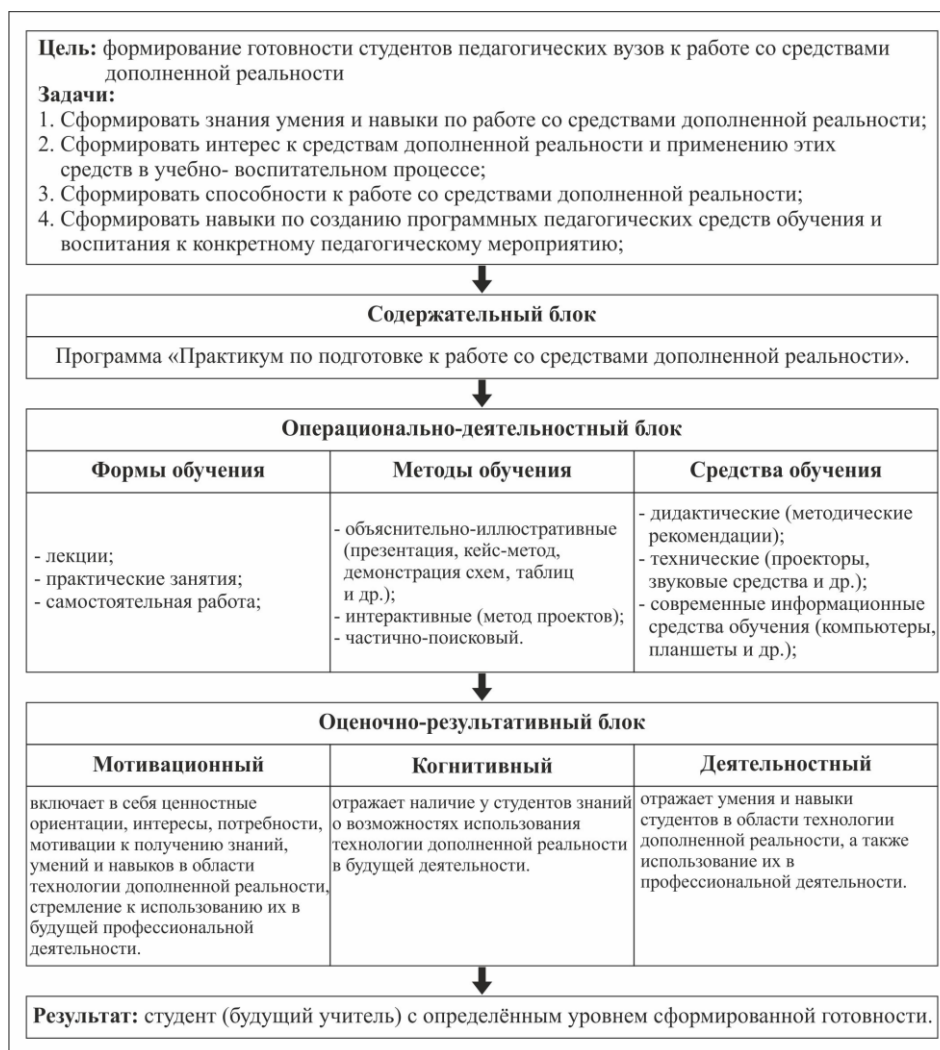


Рисунок 1 – Модель формирования готовности студентов педагогических вузов к работе со средствами дополненной реальности

Список литературы

1. Калугин, Д.Ю. Технологии дополненной реальности в образовании [Электронный ресурс] / Д.Ю. Калугин, О.М. Осокина // Технологическое образование и устойчивое развитие региона. – 2014. – №1. – С.237-243. – Режим доступа: <http://elibrary.ru/item.asp?id=22997690>.
2. Программа апробации образовательных решений в виртуальной и дополненной реальности [Электронный ресурс] – URL: <https://edu.vnti.ru/approbation>

Сушацкая У.С.

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ ПРИ ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

Кафедра физики и методики обучения физике

Красноярский государственный педагогический институт им. В. П. Астафьева

Научный руководитель – старший преподаватель Н. В. Прокопьева

Использование и активное применение знаний об окружающем нас мире определило развитие многих технологий, без которых мы не представляем комфортное существование на сегодняшний день. Набор личностных качеств, определяющих успешность человека при решении широкого спектра жизненных задач, включает в себя естественнонаучную грамотность.

Анализ работ участников программы TIMSS в 4 классе показывает, что РФ входит в топ 10 стран с наивысшими результатами по естествознанию. При этом международные педагогические исследования PISA на протяжении 15 лет показывают, что уровень естественнонаучной грамотности у российских школьников недостаточно высок, что связывается с существенным спадом уровня обученности по причине снижения интереса к обучению.

Анализ психолого-педагогической литературы показал, что большинство авторов относят к одной из ключевых проблем по снижению познавательного интереса проблему мотивационного характера. С одной стороны, обучающиеся со временем перестают понимать необходимость получения знаний по физике, обучение зачастую превращается в заучивание определений и формул, решение типовых задач, не имеющих в большинстве случаев отношения к реальным условиям и объектам [2].

С другой стороны, уровень мотивации определяется этапом обучения, которая снижается от класса к классу [1]. Для того чтобы хорошо понимать физические процессы, законы, физический смысл величин, а также описывать природные явления, процессы наблюдаемые в быту на их основе, нужно прилагать большие усилия, что, в свою очередь, требует наличие высокого уровня мотивации у обучающихся.

С целью выявления отношения учащихся к процессу обучения физики, в том числе к естественнонаучной грамотности, мы провели анкетирование в 7 и 9 классах.

Ответы на вопрос “Должен ли образованный человек обладать естественнонаучной грамотностью?” указывают, что на начальном этапе изучения физики, как отдельного предмета, учащиеся в силу природной любознательности испытывают потребность в познании окружающего мира, считая, что это определяет степень образованности человека (рис. 1). Выпускники основной школы в своих ответах указывают на отсутствие значимости естественнонаучной грамотности для образованного человека. Одной из возможных причин такой позиции девятиклассников является смещение личностных интересов в сторону информационных технологий. Таким образом, потребность в развитии естественнонаучной грамотности у учащихся 7 класса выше, чем у учеников 9 класса (рис. 1).

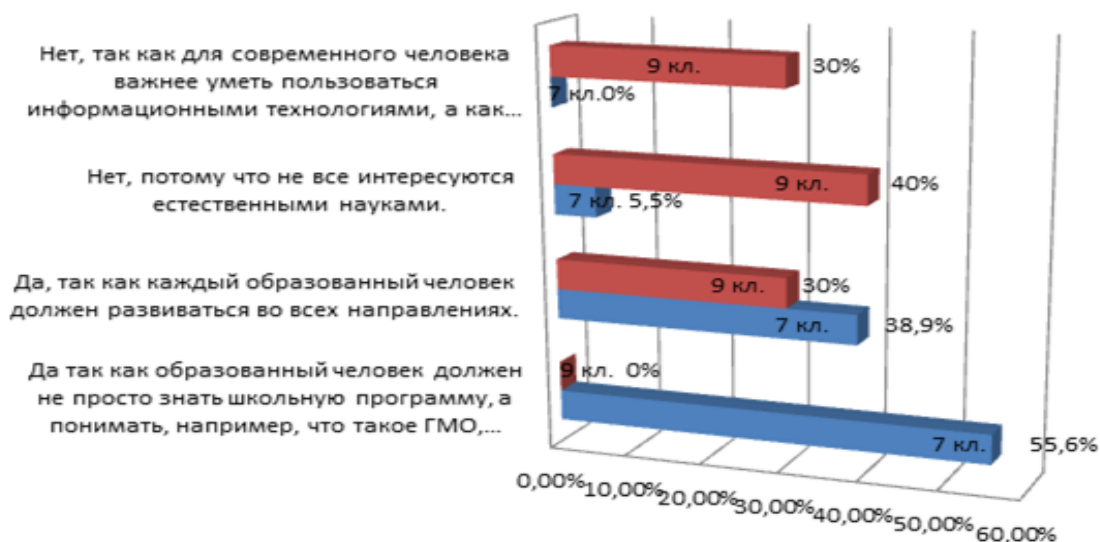


Рис. 1. Причины развития естественнонаучной грамотности у образованного человека

В качестве причин, которые являются препятствием для развития естественнонаучной грамотности на занятиях по физике, 40% девятиклассников отметили избыточное количество формул, а также отсутствие на занятиях примеров из жизни, где применялись бы знания по физике – 30% (рис.2).

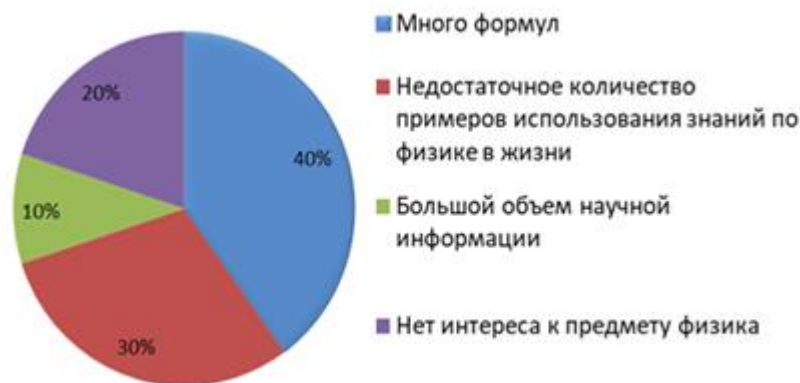


Рис. 2. Причины снижения интереса к физике

Таким образом, у учеников от класса к классу наблюдается снижение интереса к физике, данный предмет кажется им сложным, они считают недостаточным то количество примеров практического применения теоретических знаний по физике в жизни и, в большинстве своем, выражают нежелание повышать свой уровень естественнонаучной грамотности. Проведенное исследование указывает на необходимость обогащения учебного материала и занятий по физике практико ориентированным содержанием.

Список литературы

1.Бабаева, Е.С. Изучение особенностей мотивации учения современных школьников // Вестник РУДН. Серия: Психология и педагогика. 2011. №4. [Электронный ресурс] URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-osobennostey-motivatsii-ucheniya-sovremennyh-shkolnikov>.

2.Концепция преподавания учебного предмета “Физика” в образовательных организация РФ, реализующие основные общеобразовательные программы” [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.edu.gov.ru/document/60b620e25e4db7214971c16f6b813b0d/download/2676>

Раздел XV

ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ

Тарасов Е.В.^{1,2}

МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПЛЁНОК Pd/Co С ИСКУССТВЕННО ОКСИДИРОВАННЫМ МАГНИТНЫМ СЛОЕМ

¹Кафедра физики низкоразмерных структур, ШЕН, ДВФУ

²Институт химии ДВО РАН

Научный руководитель – к.х.н., с.н.с. Ткаченко И.А.², к.ф.-м.н., старший преподаватель Козлов А.Г.¹

Исследования магнитных свойств и энергии граничного взаимодействия Дзялошинского-Мория (ВДМ) многослойных систем ферромагнетик (ФМ)/ антиферромагнетик (АФМ), представляется весьма важным поскольку на основе данных материалов возможно реализовать магнитную память нового поколения.

Для существования ВДМ в материале должны выполняться следующие условия: 1) сильная спин-орбитальная связь, 2) отсутствие инверсной симметрии. Такие условия возможны на границах раздела между ФМ и АФМ и следовательно, устойчивое ВДМ может быть получено в очень тонких структурах ФМ/АФМ [1].

Образцы для данного исследования были получены методом молекулярно-лучевой эпитаксии (МЛЭ) в сверхвысоковакуумной камере с базовым давлением 3×10^{-11} Торр. В качестве подложки использовался атомарно-гладкий Si(111).

На подложке Si(111) формировался буферный слой Cu (21 Å) для обеспечения эпитаксиального роста последующих слоёв, затем напылялись слои Pd (20 Å), Co (10 Å). Толщина получаемых плёнок контролировалась с помощью кварцевого измерителя толщин, структура плёнок во время напыления исследовалась с помощью дифракции быстрых электронов. После напыления Co образец помещался в изолированную камеру, где проводилось окисление в атмосфере кислорода, камера оснащена натекателем и манометром с их помощью контролировался процесс оксидирования. Для предотвращения дальнейшего окисления Co поверхность образца покрывалась слоем Pd (30 Å).

Магнитные характеристики образцов изучались с помощью кривых перемагничивания, полученных при различных температурах, а также при расположении образца вдоль и поперёк внешнего магнитного поля.

ВДМ оценивалось по асимметрии движения доменных границ в скрещенных магнитных полях методом магнитооптической Керр микроскопии.

Согласно полученным данным образцы характеризуются сильной перпендикулярной магнитной анизотропией. На рисунке 1 приведены петли гистерезиса для двух образцов, полученных при различных технологических параметрах и снятые в поле, приложенном как параллельно оси лёгкого намагничивания так и перпендикулярно.

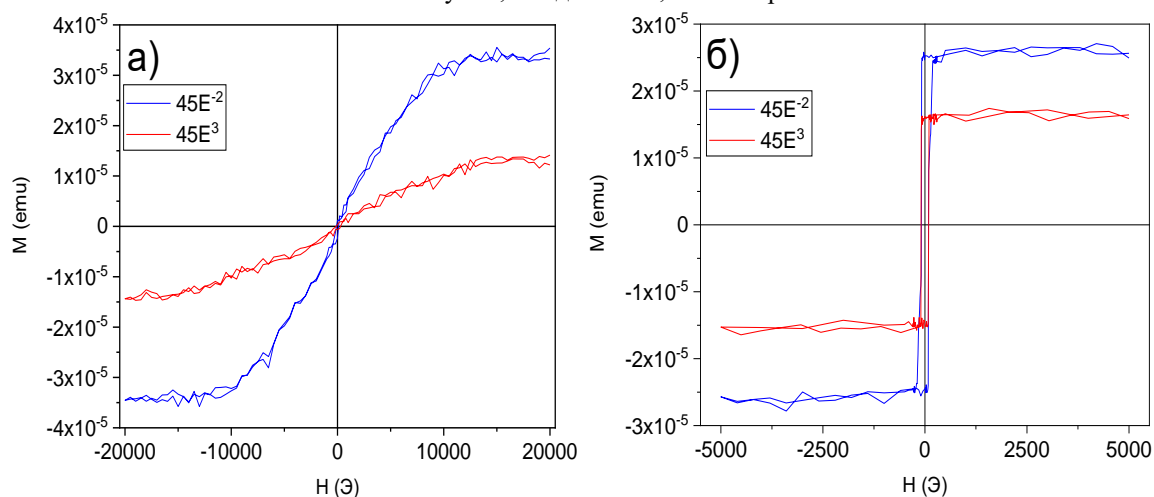


Рис. 1. Петли гистерезиса, полученные при расположении образца вдоль (а) и поперёк (б) внешнего магнитного поля при различных значениях технологического параметра. Величина технологического параметра приведена в $P \times t$, топр \times сек.

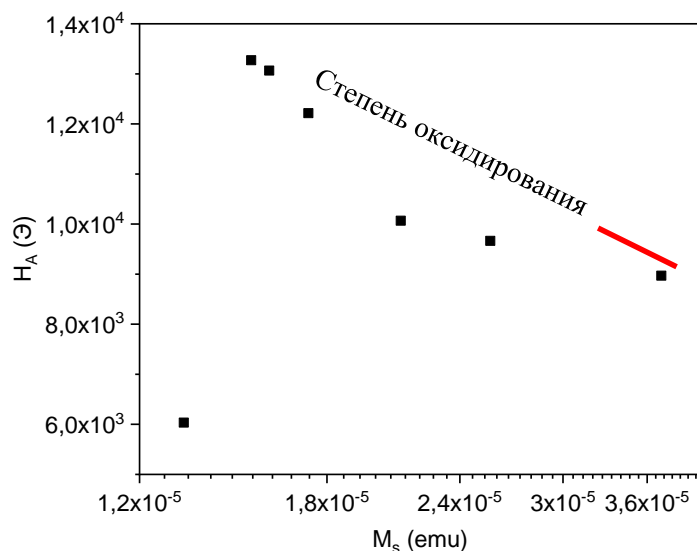


Рис. 2. Зависимость поля анизотропии от магнитного момента насыщения

Установлено, что при увеличении степени оксидирования уменьшается эффективная толщина ферромагнитного слоя, таким образом уменьшается магнитный момент насыщения, график зависимости поля анизотропии от намагниченности насыщения изображён на рисунке 2.

Список литературы

1. Kozlov A. G. Domain-period method for determination of the energy of the Dzyaloshinskii-Moriya interaction in $[Co/Pd(111)]_5$ superlattices / A. G. Kozlov, A. G. Kolesnikov, M. E. Stebliy, A. P. Golikov, and A. V. Davydenko // Physical Review B. – 2020 – Vol. 102 – P. 144411.

Антонов В. А.¹ Азон С. А.² Борисов С. А.¹ Муштук П.С.¹ Самардак А. Ю.³

ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ЧАСТИЦ NdFeCoB ПОЛУЧЕННЫХ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ

¹ Кафедра теоретической и ядерной физики ШЕН ДВФУ

² Академический департамент ядерных технологий ШЕН ДВФУ

³ Кафедра физики низкоразмерных структур ШЕН ДВФУ

¹ Научный руководитель – д. ф.-м. н. профессор Афремов Л. Л.

Сплав NdFeCoB обладает большим потенциалом в качестве материала для постоянных магнитов. Он имеет более высокие значения коэрцитивной силы и намагниченности насыщения, чем у широко используемого сплава NdFeB [1]. Благодаря своим уникальным свойствам сплав NdFeCoB может использоваться при создании бесщеточных двигателей и электрогенераторов, компонентов электроники и магнитной записи информации, магнитных сепараторов и систем очистки воды [2].

В данной работе были исследованы морфологические и магнитные свойства частиц Nd(Fe_xCo_{1-x})B ($x = 0, 0.1, 0.2, \dots, 1$), полученных при помощи золь-гель метода. Морфология частиц исследовалась на сканирующем электронном микроскопе ThermoScientific SCIOS 2 с EDX модулем, магнитные свойства — на вибрационном магнитометре LakeShore 7400 Series VSM.

Морфологические свойства. На рисунке 1а приведена одна из микрофотографий, полученных с помощью сканирующего электронного микроскопа. Оказалось, что исследуемые частицы с размерами порядка 500 нм имеют произвольную форму и образуют достаточно крупные агломераты размером до 10 мкм.

Результаты элементного анализа представлены на рисунке 1б. Очевидно, что железо и кобальт образуют ближайшее соседство, в то время как Nd распределяется по границам таких образований.

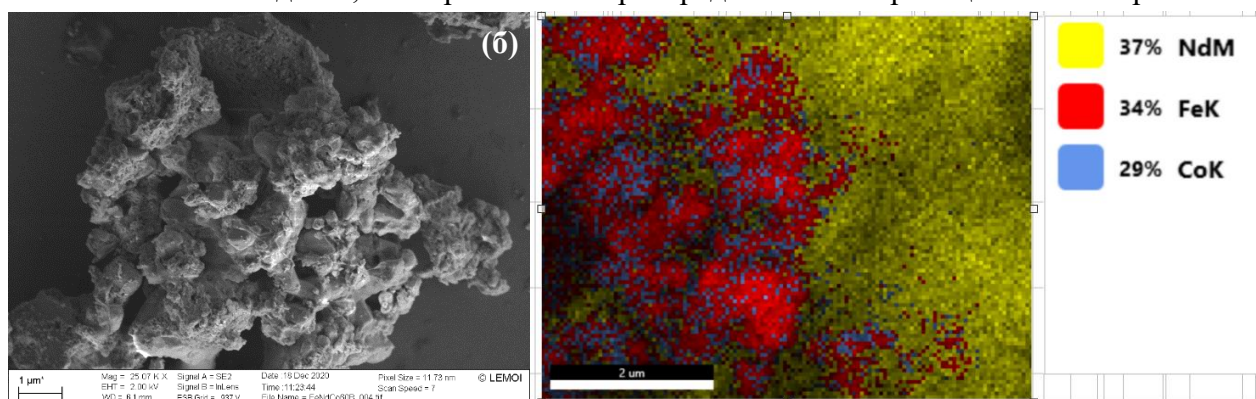


Рис.1. К морфологическому исследованию частиц NdFe_{0.6}Co_{0.4}B.

а – SEM изображение агломерата частиц, б – распределение элементов, полученный рентгеноспектральным анализом

Зависимость гистерезисных характеристик сплавов от концентрации кобальта.

Намагниченность насыщения M_s , коэрцитивная сила H_c и остаточная намагниченность насыщения M_{rs} определялись по петлям магнитного гистерезиса. Результаты измерений намагниченности насыщения представлены на рисунке 2. Увеличение концентрации кобальта x приводит к немонотонному изменению M_s с максимальным значением $M_s \approx 110$ emu/g при $x=40\%$ и минимальным $M_s \approx 20$ emu/g. Отметим, что при этом коэрцитивная сила и отношение M_{rs}/M_s нарастают с увеличением концентрации кобальта (см. рисунок 3)

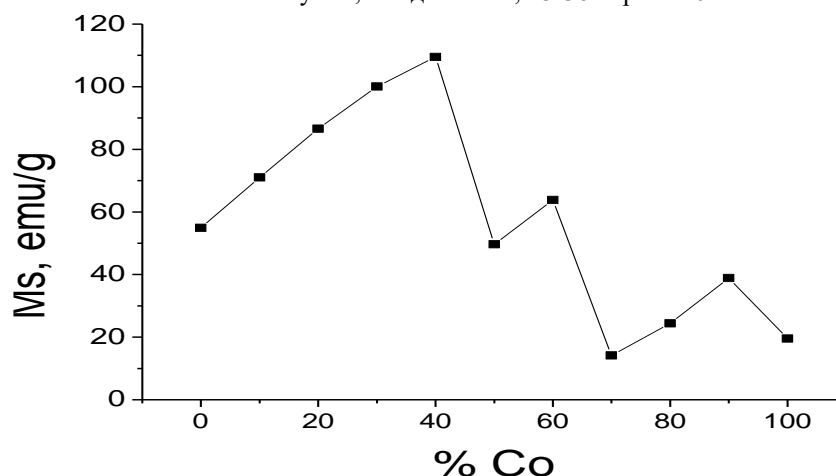


Рисунок 2. Зависимость намагниченность насыщения M_s сплава $Nd(Fe_xCo_{1-x})B$ от концентрации кобальта x .

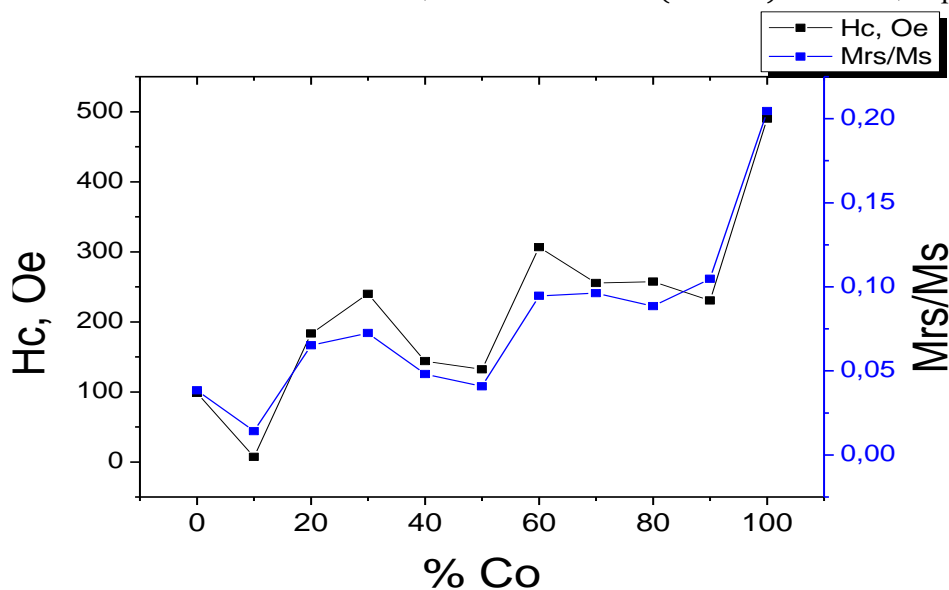


Рисунок 3. Зависимость коэрцитивной силы и отношения M_{rs}/M_s сплава $Nd(Fe_xCo_{1-x})B$ от концентрации кобальта x .

Таким образом, изменением концентрации Co в сплаве $NdFeCoB$ можно варьировать магнитные характеристики частиц. При этом самая сильная намагниченность насыщения наблюдается при соотношении Co и Fe : Fe_xCo_{1-x} , $x = 0.6$.

Список литературы

1. Ahmadpour, G. Preparation and Structure of Oxide and Reduced $Nd(Fe_{1-x}Co_x)B$ Nanoparticles / G. Ahmadpour, F. Nasirpour, A. Yu. Samardak, A. S. Samardak, A.V. Ognev. // Solid State Phenomena — 2020. — pp. 288-294
2. Harris, I. R. Rare-earth magnets: properties, processing and applications / I. R. Harris and G. W. Jewell, J.A. Kilner, S.J. Skinner, S.J.C. Irvine, P.P. Edwards. // Functional Materials for Sustainable Energy Applications, Woodhead Publishing, Cambridge — 2012. — pp. 600-639

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИКИ ДОМЕННЫХ ГРАНИЦ В ФЕРРИМАГНИТНЫХ ПЛЕНКАХ Tb/CoFeB/MgO

¹Кафедра физики низкоразмерных структур ШЕН ДВФУ
¹Научный руководитель - к.ф.-м.н., доцент А.В. Давыденко

Движение доменных границ в тонких магнитных наноструктурах вызывает определенный исследовательский интерес, так как на основе тонких магнитных наноструктур может быть сделана беговая память или логические устройства. Для совершенствования данных устройств требуются материалы, которые позволят осуществлять быстрое переключение намагниченности. Такими материалами могут служить ферримагнетики, в частности Tb/FeCoB/MgO пленки. Данные магнитные пленки представляют огромный интерес, так как в них может существовать взаимодействие Дзялошинского — Мория (ВДМ). ВДМ можно определить из форм кривых скоростей распространения доменных границ в зависимости от приложенного плоскостного магнитного поля.

Целью данной работы было измерение зависимостей скорости движения доменных границ от магнитного поля в плоскости образцов, $v(H_x)$ при постоянном магнитном поле, перпендикулярном плоскости образцов.

Рассмотрим характеристические формы зависимостей $v(H_x)$, рассчитанных с использованием последних теоретических моделей [1]. На Рис. 1 (а) представлены кривые $v(H_x)$ для левой и правой границ домена, рассчитанные с ненулевым полем ВДМ, но в отсутствие кирального затухания. В этом случае поле ВДМ практически совпадает с минимумом, и по обе стороны от минимума наблюдаются два перегиба. Поведение $v(H_x)$ в больших полях после перегибов более пологое, чем в области полей, расположенной между перегибами. Кривые $v(H_x)$, рассчитанные с отрицательным киральным затуханием, показаны на Рис. 1(б). В них можно выделить два перегиба и один минимум. В области больших полей наклон зависимостей $v(H_x)$ более пологий, чем в окрестности поля ВДМ.

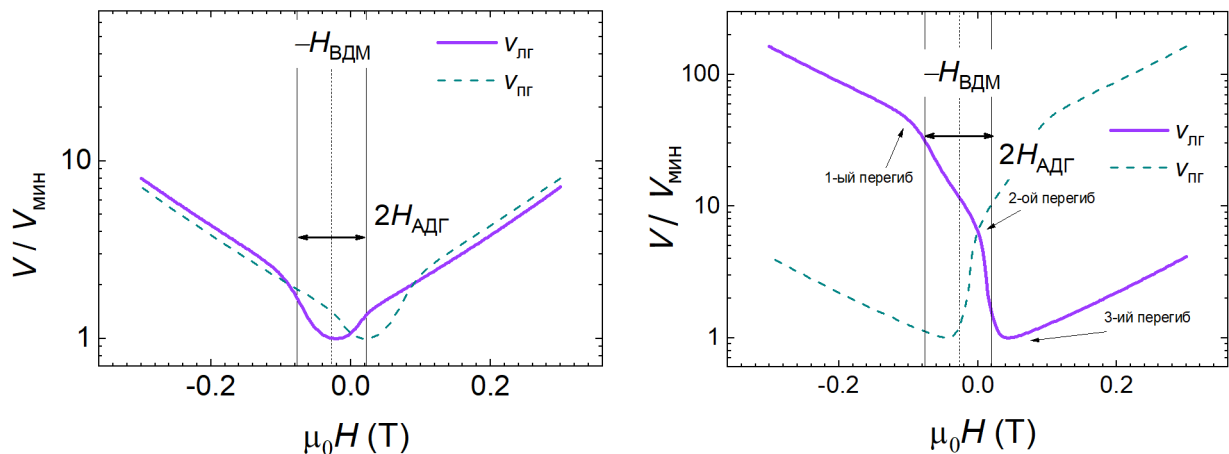


Рисунок 1 – кривые $v(H_x)$ для левой и правой границ домена, рассчитанные с ненулевым полем ВДМ, без кирального затухания, (б) с киральным затуханием [1]

Зависимости $v(H_x)$, измеренные в образцах с толщиной слоя CoFeB 1, 1,2 и 1,4 нм показаны на Рис. 2

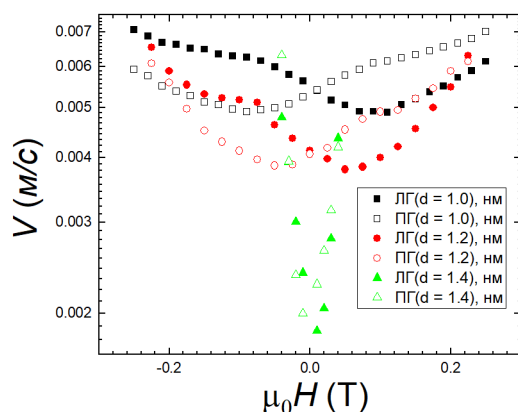


Рисунок 2 – Зависимости скоростей $v(H_x)$ левых (ЛГ) и правых(ПГ) доменных границ, измеренные в образцах CoFeB с толщиной слоя d

Очевидно, что поведение полученных кривых не может быть описано существующими моделями. Основное отличие заключается в том, что в области больших магнитных полей, например, для образца с толщиной слоя CoFeB 1,2 нм, скорость доменных границ изменяется быстрее, чем в области полей между перегибами. Полученные экспериментальные зависимости не могут быть рассчитаны с достаточной степенью точности по существующим теоретическим моделям. Однако если определять поле ВДМ по положению минимумов на кривых $v(H_x)$, то зависимость поля ВДМ от толщины слоя CoFeB получается вполне предсказуемой, так как с увеличением толщины магнитного слоя CoFeB поле ВДМ ослабевает. Можно сделать вывод, что ныне существующие модели расчета динамики доменных границ в режиме ползучести не универсальны и требуют дальнейшего развития.

Благодарность: Давыденко А.В. выражает признательность Минобрнауки России за финансовую поддержку по госзаданию (0657-2020-0013), Правительству России за финансовую поддержку в рамках государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых (2020-220-08-4899).

Список литературы

1. Davydenko, A.V. Dzyaloshinskii-Moriya interaction and chiral damping effect in symmetric epitaxial Pd/Co/Pd(111) trilayers / A.V. Davydenko et al. // Physical Review B. – 2021. – Vol. 9. – P. 094435
2. Hirata Y. Field-driven domain wall creep motion in ferrimagnetic Tb/CoFeB/MgO microwires / Y. Hirata et al. // Japanese Journal of Applied Physics. – 2021. – Vol. 2. – P. 020902

Зотов А.Ю., Полянский Д.А.

АНАЛИЗ СЭМ-ИЗОБРАЖЕНИЙ $UO_2+Y_2O_3$ 2%

Кафедра физики низкоразмерных структур ШЕН ДВФУ
Научный руководитель - к.ф.-м.н., доцент Д.А. Полянский

В настоящее время большой интерес вызывают исследования оксида урана легированного оксидом иттрия. Оксид урана представляет собой топливо для установок на АЭС, которые являются перспективным методом добычи энергии. Однако оксид урана в чистом виде имеет недостаточно высокий показатель глубины выгорания, и данная проблема решается посредством легирования материалами по типу гадолиния, кремния, алюминия и др. в форме оксида. Данная технологическая особенность позволяет увеличить глубину выгорания до более высоких показателей [1].

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

В работе рассматривались образцы $UO_2 + Y_2O_3$, содержание легирующей добавки в которых составляло 2%. Изображение было получено с помощью СЭМ модели Carl Zeiss ULTRA 55+, с использованием детектора Oxford Instruments Nordlys EBSD detector. Снятие изображения производилось при увеличении в 10000 раз в микрометровом масштабе. Конечный размер изображения 1026x768 пикселей. Дальнейшая обработка и анализ производились с помощью пакета Matlab, с использованием дополнительной библиотеки для обработки EBSD картин от MTEX [2].

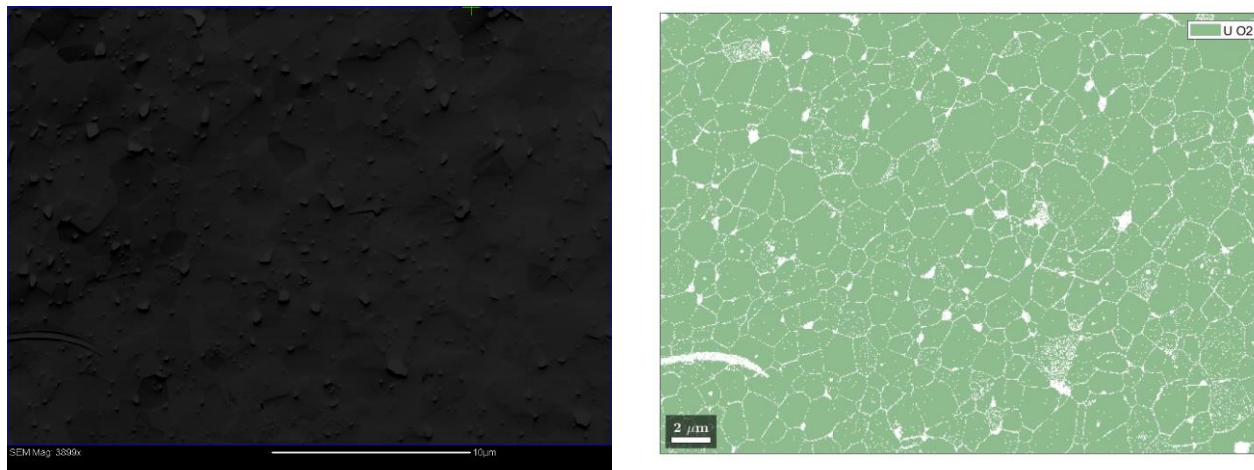


Рисунок 1. СЭМ-изображение образца $UO_2 + Y_2O_3$ и обработанное изображение с выделенными границами зёрен.

Непосредственно в среде Matlab стандартная обработка включает:

- заполнение неиндексированных точек с использованием фильтра Кувахара (по методу ближайшего соседа);
- расчет межзёренных границ;
- фильтрация зёрен по размеру; удаление мелких точек, не несущих информации, которые остались после первичной фильтрации;
- создание цветовых схем для последующего вывода информации.

Обработка в среде Matlab необходима, потому что набор функций стандартного ПО СЭМ достаточно ограничен, и некоторые необходимые распределения для анализа получить невозможно.

Работа с данным образцом проводилась со второго этапа, поскольку на изображении сразу видна достаточная однородность структуры поверхности. Дальнейшие этапы привели к следующему результату (см. рис. 2)

На рисунке 2 можно наблюдать четкую прорисовку границ зёрен, которая совпадает с реальным положением границ, а также прорисовку дефектов, которая соответствует их реальному положению.

На основании полученных данных можно получить распределения не только по яркости дифракционной картины, но и по размеру зёрен, по их ориентациям и определить физические свойства структуры поверхности кристалла.

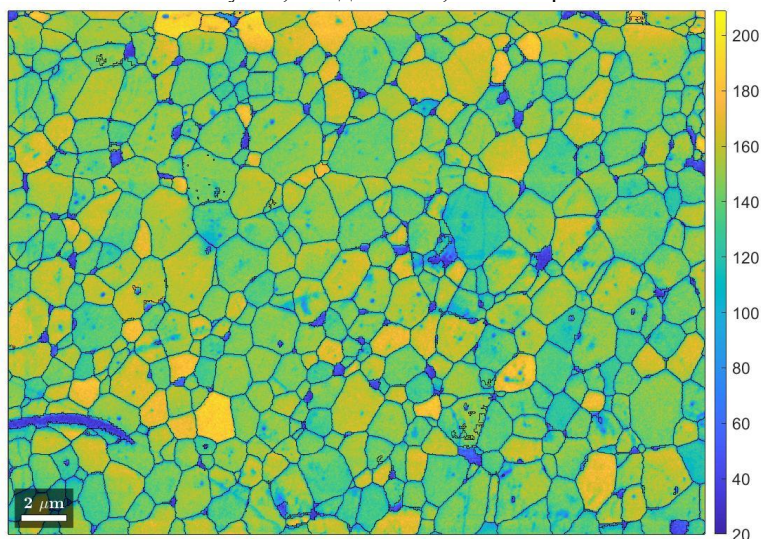


Рисунок 2. СЭМ-изображение образца $UO_2 + Y_2O_3$ с изображением границ зёрен и дефектов, фон представляет собой распределение по яркости дифракционной картины.

Список литературы

1. Пат. 2477198 Российская федерация, МПК В 22 F 3/02, G 21 C 3/62. Способ формования топливных таблеток на основе диоксида урана с малой легирующей добавкой / Лопатин В.И., Мякишева Л.В., Панов В.С., Карпеева А.Е.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Национальный исследовательский технологический университет" "МИСиС" - № 2012104966/02А; заявл. 14.02.2012; опубл. 10.03.2013. - 4 с.

2. <https://mtex-toolbox.github.io/Documentation.html>

Маркин Н.С.^{1,2}, Иванников С.И.², Огнев А.В.¹, Самардак А.С.¹

ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ НЕЙТРОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ НАНОЧАСТИЦ $Fe_3O_4-SiO_2-Au$ К ЗАДАЧАМ ЛУЧЕВОЙ ТЕРАПИИ ОПУХОЛЕВЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

¹Кафедра физики низкоразмерных структур ШЕН ДВФУ

²Институт химии ДВО РАН

²Научный руководитель – к.х.н., научный сотрудник С.И. Иванников

Наноматериалы, обладающие магнитными свойствами, нашли применение в адресной доставке лекарственных веществ, магнитной гипертермии, магнитной сепарации и магнитно-резонансной томографии. Магнитные наночастицы могут быть использованы как в целях терапии, так и для диагностики различных заболеваний [1, 2].

В рамках настоящей работы проведена оценка эффективности применения нейтронного облучения магнитных наночастиц состава $Fe_3O_4-SiO_2-Au$ к задачам лучевой терапии опухолевых заболеваний.

Исследования методами электронной микроскопии показали, что наночастицы обладают слоистой структурой, параметры которой представлены на рисунке 1.

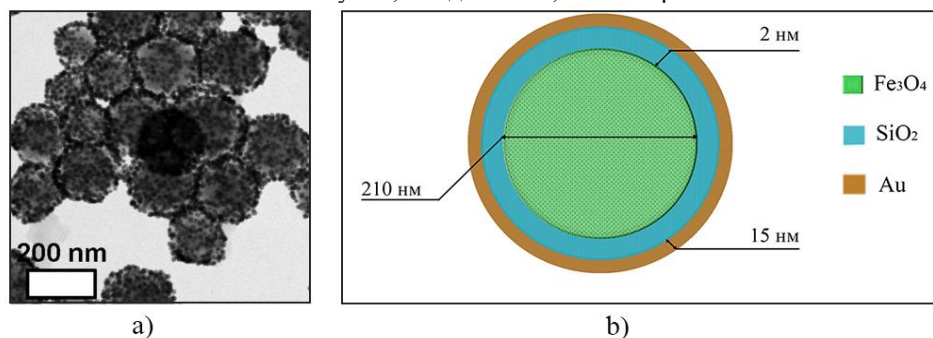


Рисунок 11 – Вид наночастиц Fe₃O₄-SiO₂-Au

- а) Изображения исследуемых наночастиц, полученное просвечивающей электронной микроскопией
 б) Физическая модель исследуемых наночастиц

Определение числа ядер продуктов реакции осуществлен по формуле (1).

$$N_x = N\sigma\Phi \left(1 - \exp \left[-\frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot t_{act} \right] \right) \exp \left(-\frac{\ln 2}{T_{1/2}} \cdot t_{cool} \right) \quad (1)$$

где N_x – число ядер продуктов реакции, σ – сечение радиационного захвата нейтронов, Φ – плотность потока нейтронов, $T_{1/2}$ – период полураспада продукта реакции, t_{act} – время облучения образца, t_{cool} – время выдержки образца.

Расчет проведен для 10^{16} частиц, из расчета на реакторное облучение с плотностью потока тепловых нейтронов $10^{14} \frac{\text{нейтр}}{\text{сек}\cdot\text{см}^2}$. Установлено, что достижение оптимальных медико-технических показателей источника (наименьшая энергия ядерного излучения и малый период полураспада источника) возможно при облучении наночастиц Fe₃O₄-SiO₂-Au тепловыми нейтронами ($E \approx 0,025$ эВ).

Установлена зависимость числа ядер продуктов реакции от времени активации и времени выдержки облучаемых проб по реакции радиационного захвата (рисунок 2).

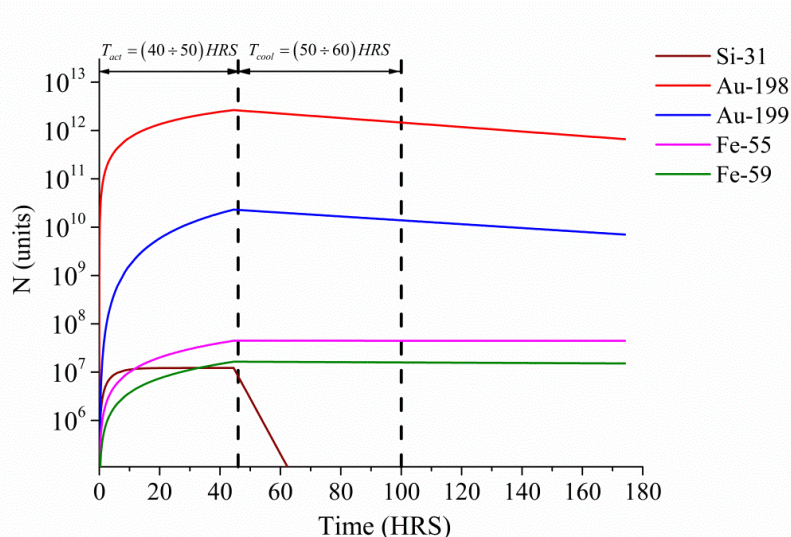


Рисунок 2 – Зависимость числа ядер продуктов реакции от времени T_{act} – время активации образца, T_{cool} – время выдержки образцов

Из графика видно, что наибольшее число радиоактивных ядер приходится на изотоп золота-198. Ядерно-физические свойства рассматриваемого радионуклида (малая энергия гамма-излучения – 411 кэВ, период полураспада – 2,7 дня) позволяют использовать его для диагностики и лечения раковых заболеваний. Вторым по количеству радиоактивных ядер является изотоп золота-199 (основные гамма-

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г. линии – 158 и 208 кэВ, период полураспада 3,15 дней). Вклад в суммарную активность описанных изотопов составляет 99,1 и 0,84 % соответственно. Кроме короткоживущих изотопов кремния и золота, при нейтронной активации наночастиц, накапливаются долгоживущие изотопы железа – 55 и 59, с периодом полураспада 2,7 лет и 44 дня, соответственно.

Несмотря на продолжительный период полураспада изотопа Fe-59, рассматриваемый радионуклид может быть использован при терапии раковых заболеваний [2]. Негативные эффекты длительного облучения организма со стороны Fe-55 можно нивелировать путем предварительного изотопного разделения атомов железа.

Таким образом, показана принципиальная возможность использования нейтронного облучения магнитных наночастиц $\text{Fe}_3\text{O}_4\text{-SiO}_2\text{-Au}$ для решения задач лучевой терапии опухолевых заболеваний. Период полураспада радионуклидов, образующихся в результате облучения, позволяет легко транспортировать подготовленные препараты на большие дистанции.

Благодарность: Огнев А.В. и Самардак А.С. выражают признательность Минобрнауки России за финансовую поддержку по госзаданию (0657-2020-0013).

Список литературы

1. Поверхностно модифицированные магнитные наночастицы для медико-биологического применения / Г.Ю. Васюков, И.В. Митрофанова, В.В. Иванова, В.Д. Прокопьева // Бюллетень сибирской медицины. — 2014. — № 13 (6). — С.33-40.

2. Ai F. et al. Engineering of radiolabeled iron oxide nanoparticles for dual-modality imaging // Wiley Interdisciplinary Reviews: Nanomedicine and Nanobiotechnology. – 2016. – Vol. 8. – №. 4. – P. 619-630.

Пинчук К. Е.

ИЗУЧЕНИЕ СОСТАВА СПЛАВОВ МЕТОДОМ ЭНЕРГОДИСПЕРСИОННОЙ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Кафедра физики низкоразмерных структур ШЕН ДФВУ
Научный руководитель – к.ф.-м.н., профессор Крайнова Г.С.

Качество материала определяется главным образом его свойствами, химическим составом и структурой. Причем свойства материала зависят от структуры, которая, в свою очередь, зависит от химического состава.

В данной работе для определения элементного состава образцов использовался спектрометр Shimadzu EDX-7000, работа которого основана на принципах взаимодействия рентгеновского излучения с веществом. Источником излучения в нем служит рентгеновская трубка с анодом родия (Rh).

Энергодисперсионный рентгенофлуоресцентный спектрометр позволяет совершить качественный и количественный анализ, определить химический состав исследуемого объекта. В роли объекта может служить жидкость, фольга, кристалл и т.п. Спектрометр Shimadzu EDX-7000 поддерживает несколько методов измерения химического состава.

Классификация основных методов анализа:

- Качественный анализ – идентифицирует химические элементы, содержащиеся в образце путем сравнения получаемого спектра флуоресценции с характеристическими пиками элементов.
- Количественный анализ – определяет количество элементов, содержащихся в образце.

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

- Метод калибровочной кривой – показывает взаимосвязь между содержанием элемента стандартного образца и его измеренной интенсивностью, затем определяет содержание этого элемента в неизвестных образцах.
- ФП (фундаментальных параметров) метод – используя теоретически рассчитанные интенсивности флуоресцентного рентгеновского излучения, определяется количественный состав образца по фактически измеренным значениям интенсивности.
- Качественно-количественный анализ – этот метод объединяет качественный анализ с количественным методом ФП.

В зависимости от использования методов приведённых выше зависит полученный результат спектроскопии исследуемого образца.

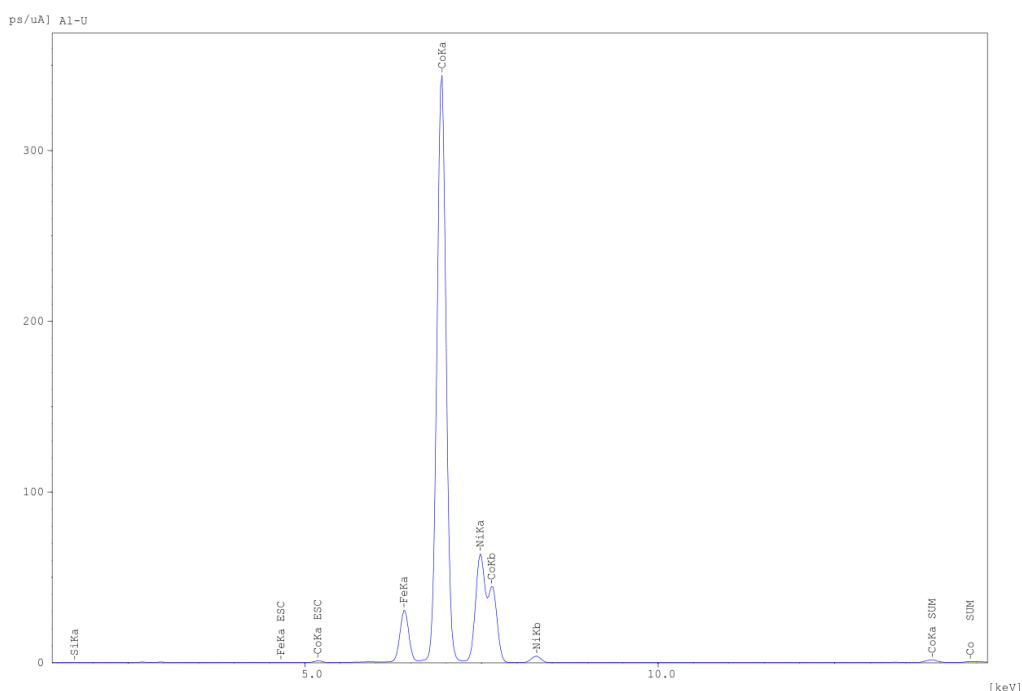


Рисунок 1 – Спектр интенсивностей полученных методом ФП

Таблица

Процентное содержания элементов в образце.

Химические элементы	Результат
Co	71.889 %
Ni	11.513 %
Si	11.196 %
Fe	5.402 %

Для точного определения неизвестного состава сплава рационально использовать максимально возможный спектр методов качественно-количественного анализа. Малая величина пиков интенсивности для элементов, находящихся на границе диапазона измерений прибора, приводит к значительной ошибке в определении их процентного содержания.

Самардак В. Ю.¹, Папынов Е. К.², Самардак А.С.¹, Огнев А.В.¹

ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ МАГНИТОЖЕСТКОЙ КЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ Nd₂Fe₁₄B.

¹Кафедра физики низкоразмерных структур ШЕН ДВФУ

² Институт Химии ДВО РАН

Научный руководитель – доктор ф.-м. н., доцент Огнев А. В.

Неодимовые магниты (NdFeB), благодаря их лучшими на данный момент магнитным характеристикам и технологическими возможностями изготовления магнитов практически любых размеров и форм, нашли широкое применение в разных отраслях промышленности. С появлением неодимовых магнитов появилась возможность изготовления мощных микроэлектродвигателей, компактных и качественных микрофонов и динамиков, высокоскоростных считывающих устройств, сверхмощных подъёмных механизмов и другого электротехнического и бытового оборудования [1].

Целью настоящей работы является исследование магнитных свойств образцов из магнитомягких сплавов Nd₂Fe₁₄B, полученных методом искрового плазменного спекания [2]. Для исследования были получены две серии образцов цилиндрического типа: диаметр 10.3 мм, высота 3-4 мм (таблица 1) с разной температурой спекания.

Таблица 1

Перечень образцов и режимы их консолидации.

Серии образцов	Наименование образцов	ТИПС, °С	РИПС, МПа	Характеристика тока, Имп/паузы (длительность)
Кристаллический порошок	КП-700	700	50	12/2 (39.6 мс / 6.6 мс)
	КП-800	800		
	КП-900	900		
	КП-1000	1000		
Аморфный сплав	АС-600	600		
	АС-700	700		
	АС-800	800		

По результатам исследования магнитных свойств была изучена зависимость магнитных характеристик образцов от температуры спекания (рисунок 1). Для образцов, полученных из аморфного сплава, значения коэрцитивной силы, остаточной намагниченности и намагниченности насыщения практически не зависят от ориентации поля для разных температуры спекания. В свою очередь у образцов из кристаллического порошка эти характеристики заметно уменьшаются с увеличением температуры спекания. Коэрцитивная сила падает более чем в 4 раза – с 8100 до 1800 эрстед.

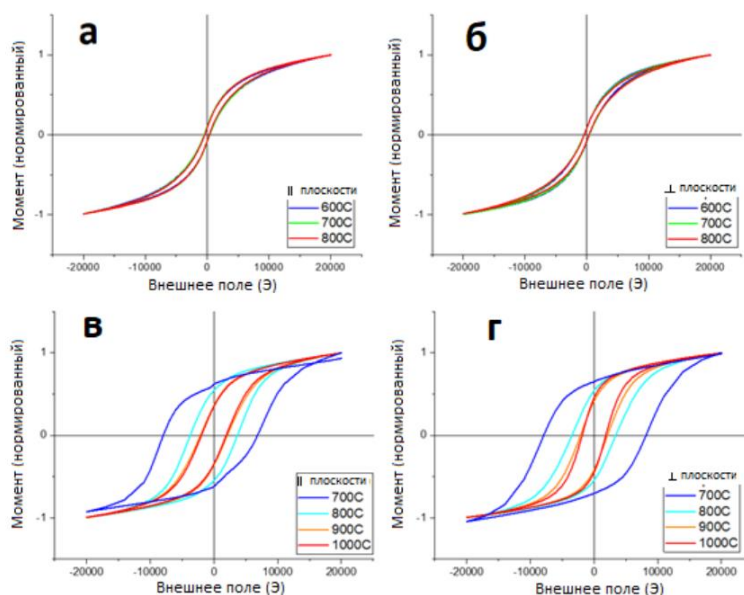


Рисунок 1 – Петли магнитного гистерезиса, показывающие зависимость магнитных характеристик от температуры спекания керамики.

а – аморфный сплав, поле направлено параллельно оси плоскости керамики, б – аморфный сплав, поле направлено перпендикулярно оси плоскости керамики, в – кристаллический порошок, поле направлено параллельно оси плоскости керамики, г – кристаллический порошок, поле направлено перпендикулярно оси плоскости керамики

Следующим шагом был анализ зависимости магнитных характеристик образцов от угла прикладываемого внешнего магнитного поля. Петли магнитного гистерезиса для образцов из кристаллического порошка, полученных при 700 °С показывают, что магнитные характеристики изменяются на 10%, при остальных температурах изменения величины коэрцитивной силы незначительны. Образец с температурой спекания 1000 °С показывает возросшую остаточную намагниченность в поле, приложенном перпендикулярно плоскости образца.

Электронно-микроскопическими и магнитными исследованиями установлено, что образцы, полученные с использованием дополнительно измельченного кристаллического порошка, обладает слабой анизотропией формы при температуре спекания 700 °С. Также магнитные свойства образцов из кристаллического порошка проявляют высокую зависимость от температуры спекания. С повышением температуры спекания коэрцитивная сила уменьшается в 4 раза, а остаточная намагниченность – на 10% относительно максимальных температур спекания.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект 19-72-20071).

Евгений Папынов благодарит за поддержку Министерства науки и высшего образования РФ в рамках государственного задания (0657-2020-0006).

Список литературы

1. Микипорис Ю.А. Улучшение экологических показателей автомобильных двигателей электромагнитной обработкой топлива [Текст]: учебное пособие для вузов / Ю.А. Микипорис. - Ковров: КГТА, 2008 – 168 с.

2. Папынов Е.К. Технология искрового плазменного спекания как перспективное решение для создания функциональных наноструктурированных керамик. /Е.К. Папынов// Вестник ДВО РАН. – 2016. - № 6. С. 15-30.

Сарнавский Н.И.¹

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ДЗЯЛОШИНСКОГО-МОРИЯ И ЭФФЕКТ ХИРАЛЬНОГО ЗАТУХАНИЯ В СИММЕТРИЧНЫХ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПЛЁНКАХ Pd/Co/Pd (111)

¹Кафедра физики низкоразмерных структур ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – к.ф.-м.н. доцент Давыденко А.В.¹

Взаимодействие Дзялошинского-Мория (ВДМ) - интересное явление, которое в последнее время привлекло к себе значительное внимание в связи с возможностью его использования в устройствах памяти типа «беговая дорожка». ВДМ имеет преобладающий вклад от границ раздела в многослойных структурах тяжёлый металл / ферромагнетик из-за нарушения инверсионной симметрии в интерфейсных слоях. Этот тип ВДМ в многослойных структурах или сверхрешётках называется межфазным. Межфазное ВДМ может стабилизировать хиральные доменные границы (ДГ) Нееля. Хиральные ДГ Нееля эффективно смещаются импульсами тока из-за переноса спинового момента током, при этом направление распространения ДГ относительно направления тока зависит от знака ВДМ. Хиральные ДГ Нееля достигают больших скоростей под действием импульсов тока, чем ахиральные Блоховские ДГ. Нижний слой Pd сильно влияет на величину и даже знак вкладов в суммарную энергию ВДМ от каждой границы раздела.

В данной работе, при помощи микроскопии Керра, была изучена ползучесть доменных границ под действием магнитных полей, прикладываемых в плоскости и перпендикулярно плоскости образца, в серии эпитаксиальных плёнок Cu(2 нм)/Pd(0-3 нм)/Co(0.7 нм)/Pd(3 нм). Полученные результаты сравнивались с литературными данными.

Измеренные кривые скорости $v(H_x)$ соответствуют расширенной модели дисперсионной жёсткости [1,2], которая учитывает зависимость как упругой энергии доменных стенок, так и характеристического множителя скорости в законе ползучести от магнитного поля в плоскости (H_x). Результаты расчётов показывают (рис. 1), что сильная асимметрия кривых $v(H_x)$ в исследуемой системе в первую очередь определяется зависимостью характеристического множителя скорости от магнитного поля в плоскости, что может быть связано с эффектом хирального затухания.

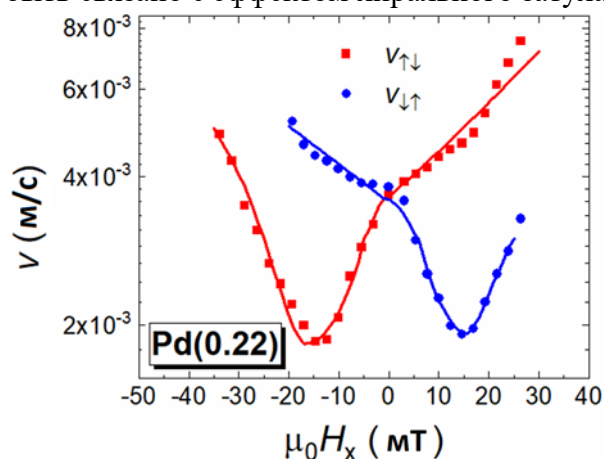


Рис. 1. Кривые $v(H_x)$ для правой (красная) и левой (синяя) доменных границ, измеренных в образце с нижним слоем Pd толщиной 0.22 нм.

Следует отметить, что асимметричные кривые $v(H_x)$, полученные в данном исследовании, не могли быть согласованы только с экспоненциальной частью закона ползучести без учёта множителя скорости, зависящего от хиральности.

Полученные кривые анализировались при помощи аппроксимации и по лучшему соотношению вычисленных кривых определялась эффективная энергия ВДМ.

Существует большое рассогласование решёток между Pd и Co - (9,6%). Нижний слой Pd демонстрирует параметр объёмной решётки при толщине 3 нм.

Слои Co, выращенные поверх нижних слоёв Pd, деформируются. При росте слоёв Co происходит релаксация. Следовательно, деформации в нижнем и верхнем слоях Co зависят от толщины подслоя Pd (рис. 2 (а)). Поскольку толщина слоёв Co составляла всего 0,7 нм, параметр решётки в верхней части слоёв Co не восстанавливается до объёмного параметра решётки Co.

Эффективная энергия взаимодействия Дзялошинского-Мория сначала уменьшается (рис. 2 (б)), затем меняет знак и увеличивается в положительных значениях с увеличением толщины нижнего слоя Pd от $-0,16 \pm 0,03$ до $0,19 \pm 0,05$ мДж / м². Был сделан вывод, что, во-первых, упругие деформации на границах раздела сильно влияют на величину и даже знак вкладов в чистую энергию ВДМ от каждой границы раздела. А во-вторых, энергия результирующего эффективного ВДМ определяется как вкладом от нижнего, так и верхнего интерфейсов, которые не компенсируют друг друга ни в одном из рассмотренных образцов, потому что интерфейсы по-разному напряжены.

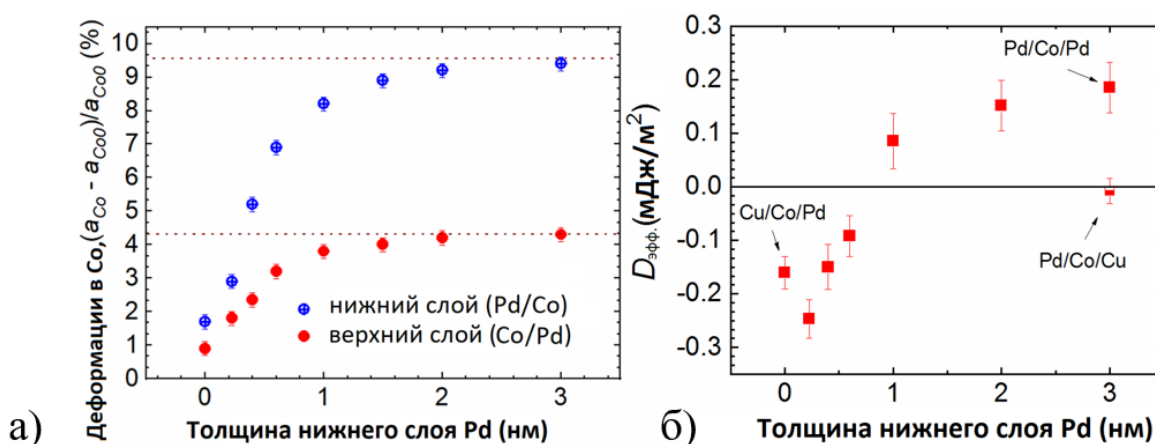


Рис. 2. Зависимости (а) деформации в нижних границах раздела Pd / Co и верхних Co / Pd, (б) эффективной энергии ВДМ от толщины нижнего слоя Pd.

Полученные результаты показывают, что даже грубая оценка поля ВДМ только по положению минимумов на кривых $\nu(H_x)$ может привести к неверным результатам при недостаточном диапазоне магнитных полей. Чем больше диапазон полей, тем лучше удаётся проанализировать их общую форму. Необходимо не только обнаруживать минимумы на кривых $\nu(H_x)$, но и выходить на насыщение на зависимостях $\nu(H_x)$.

Список литературы

1. Hartmann, D. M. F. Creep of chiral domain walls / D. M. F. Hartmann, R. A. Duine, M. J. Meijer, H. J. M. Swagten, and R. Lavrijsen. // Phys. Rev. B. – 2019. – Vol. 100. – P. 094417
2. Lau, D. Disentangling factors governing Dzyaloshinskii domain-wall creep in Co/Ni thin films using Pt_xIr_{1-x} seed layers / D. Lau, J. P. Pellegren, H. T. Nembach, J. M. Shaw, and V. Sokalski. // Phys. Rev. B. -2018.- Vol. 98. – P. 184410

Семенов А. С.¹, Самардак А. Ю.¹

МИКРОМАГНИТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ШТРИХКОД НАНОПРОВОЛОК Fe/Au

¹Кафедра физики низкоразмерных структур ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель – к. ф. -м. н., научный сотрудник кафедры ФНС Колесников А. Г.

Среди многочисленных наноструктур штрих-код нанопроволоки получили значительное внимание исследователей из-за своих уникальных физических свойств. Благодаря возможности точной настройки своих характеристик они имеют широкий спектр применений в биомедицине: мультиплексные биологические и химические датчики, магнитно-резонансная томография (МРТ) и терапевтические реагенты, а также в информационных технологиях: магнитная память, спинтроника, а также кодирование и защита информации [1].

В данной работе были исследованы магнитные свойства нанопроволок Fe/Au с разными длинами сегментов золота (20/50/100/200 нм) и железа (100/200 нм) полученными методом электроосаждения в матрицу оксида алюминия из одного электролита. Изображения электронной микроскопии таких проволок приведены на рисунке 1. В отличие от классических методов получения сегментированных нанопроволок, в котором каждый сегмент требует перемещения в соответствующий электролит, что довольно времязатратно и неудобно, электроосаждение из одного электролита позволяет получать сегментированные нанопроволоки большой длины за короткое время и точно контролировать параметры составляющих их сегментов [2].

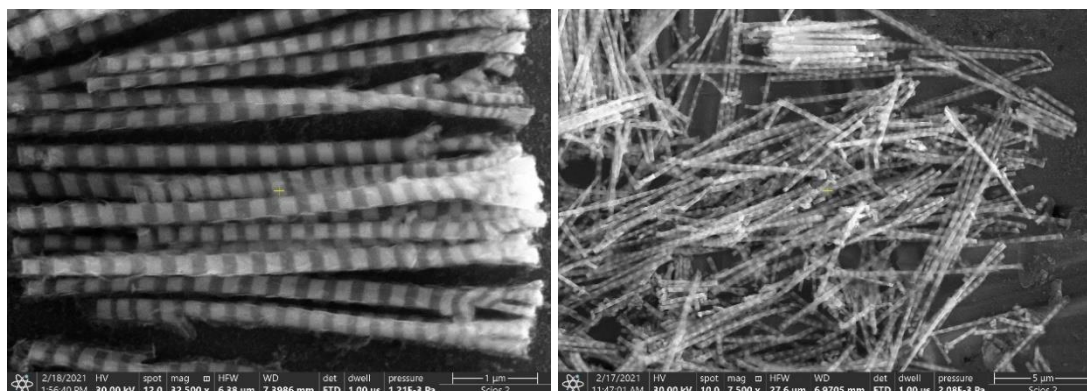


Рисунок 1 –Изображения сканирующей электронной микроскопии нанопроволок вытравленных из матрицы оксида алюминия

Так как массивы нанопроволок матрицах оксида алюминия являются довольно неудобной структурой для анализа доменной конфигурации, микромагнитное моделирование является доступным и достоверным методом для исследования процессов перемагничивания в таких структурах. Для подтверждения того, что исследуемая модель отражает реальные процессы, происходящие в исследуемых нанопроволоках, был проведен широкий спектр измерений для установления их физических параметров, а магнитные свойства итоговой модели сравнивались с магнитными свойствами реальных массивов. Магнитные свойства исследовались на вибромагнитометре LakeShore VSM 7400. Структурный и элементный анализ производился на сканирующем электронном микроскопе ThermoScientific SCIOS 2. Результат сравнения экспериментальных и смоделированных петель магнитного гистерезиса приведен в рисунке 2.

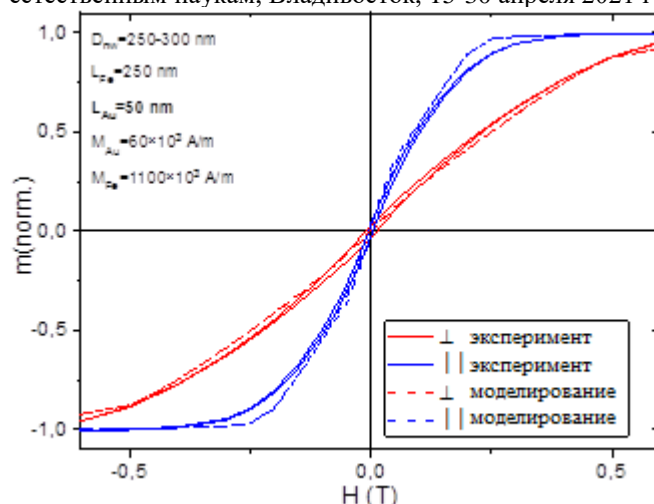


Рисунок 2 – Сравнение экспериментальных результатов (сплошная линия) с результатами моделирования (прерывистая линия). Синие петли получены при направлении внешнего поля вдоль нанопроволок, красные – перпендикулярно

В результате была получена достоверная модель, которая позволила сделать анализ процессов, происходящих в нанопроволоках. В частности, получены изображения доменной конфигурации нанопроволок в остаточном состоянии, исследована динамика процессов переключения и топологические структуры, возникающие в объеме нанопроволоки (рисунок 3).

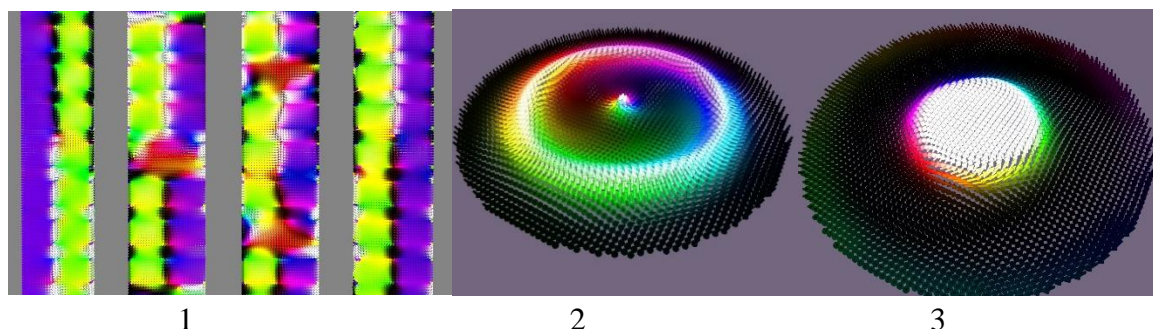


Рисунок 3 – Результаты микромагнитного моделирования
(1) Остаточное состояние массива нанопроволок
(2) Топологическая структура типа скирмиониум
(3) Скирмион, возникающие в процессе перемагничивания нанопроволок

Список литературы

1. Park B.C. Synthesis, Microstructure, and Physical Properties of Metallic Barcode Nanowires / B.C. Park, and Y.K. Kim // *Met. Mater. Int.* – 2017. - Vol. 23. - №3. - P. 413–425
2. Lee J.H. Iron–Gold Barcode Nanowires / J.H. Lee, J.H. Lee, H.L. Liu, J.U. Cho, M.K. Cho, B.H. An, J.H. Min, S.J. Noh, Y.K. Kim // *Angew. Chem. Int. Ed.* - 2007. - Vol. 46. - P. 3663–3667

Стародубцев С.С., Косиков Н.С.

СВОЙСТВА АМОРФНОЙ ЛЕНТЫ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО СПЛАВА

Кафедра низкоразмерных структур ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – кандидат наук Ткачёв В.В.

В настоящее время большое распространение получили магнитомягкие аморфные сплавы, в которых сочетаются улучшенные магнитные и механические свойства. Особенностью магнитомягких аморфных сплавов по сравнению с кристаллическими является большое (около 20%) содержание немагнитных элементов, необходимых для сохранения аморфной структуры. Аморфные и нанокристаллические магнитомягкие материалы находят применение в различных отраслях: электротехническая промышленность, электроизмерительная техника, системы передачи данных, устройства защитного отключения и т.д.

Аморфные сплавы обладают рядом преимуществ перед сплавами с кристаллической структурой: повышенная прочность, стойкость к коррозии, изменение в лучшую сторону электромагнитных характеристик и модуля упругости, более простая технология получения.

Исследовались образцы состава АМАГ-200 (таблица 1) с различным временем отжига с помощью сканирующего электронного микроскопа:

Тип сплава	Al, %	Si, %	Cr, %	Mn, %	Fe, %	Co, %	Ni, %	Cu, %	Nb, %	La, %
АМАГ-200	0,25	9,28	0,06	–	82,54	–	–	1,53	5,72	0,62

Таблица 1 – Состав АМАГ-200

Образцы отжигались при температуре 510°C в течение 3 и 5 часов. Изображения снимались со сканирующего электронного микроскопа марки Carl Zeiss Ultra с контактной и свободной сторон каждого из образцов, а также с торца при различном разрешении (рисунок 1).

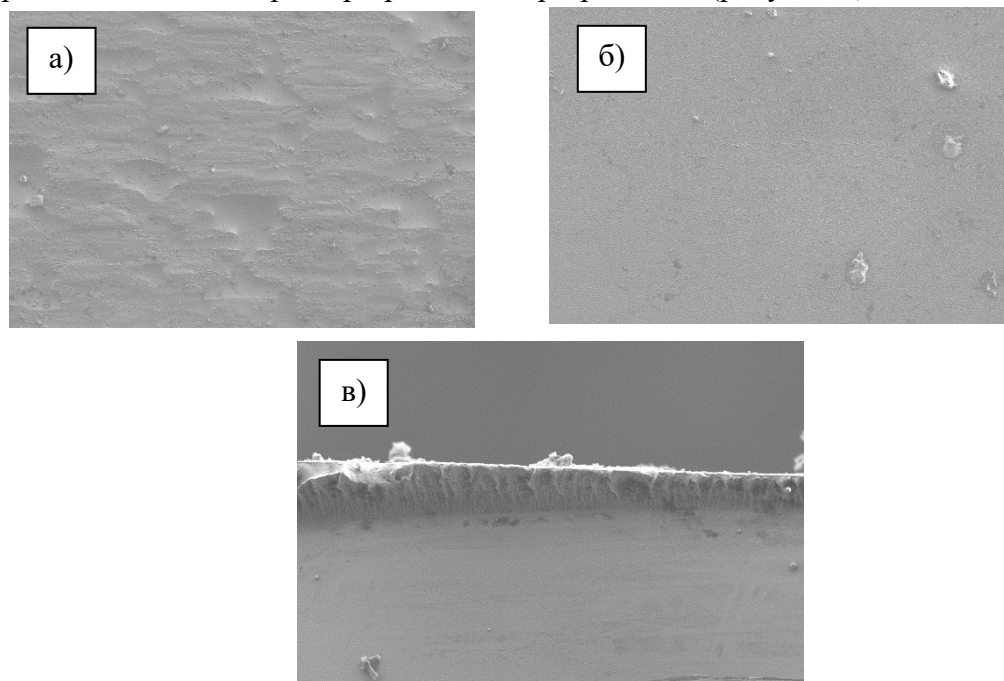


Рисунок 1 – Фотографии сканирующего электронного микроскопа контактной (а) и свободной (б) сторон и торца (в)

В связи с тем, что в процессе спиннингования расплавленный в высокочастотном индукторе металл подается через прорезь на поверхность закалочного диска, поверхностные слои, контактирующие с диском-холодильником формирующейся аморфной ленты, охлаждаются быстрее,

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

чем наплывающие сверху и не контактирующие с диском-холодильником. В результате на «контактной» стороне ленты могут формироваться остаточные напряжения сжатия, а на «свободной» – напряжения растяжения.

На контактной стороне образцов наблюдается зеренная и дендритная кристаллизация поверхности.

В изломе аморфной ленты нанокристаллического сплава со стороны свободной поверхности, охлаждавшейся с меньшей скоростью, выявляется рельеф, а также на поверхности нанокристаллической ленты видны многочисленные микропоры.

Из-за разного рельефа и особенностей каждой из сторон аморфной ленты можно говорить об их разных свойствах

Суслин Г.С.¹, Козлов А.Г.², Шатилов В.С.², Тарасов Е.В.² Огнев А.В.¹,
Самардак А.С.¹, Давыденко А.В.²

ВЛИЯНИЕ ОКИСЛЕНИЯ ВЕРХНЕГО ИНТЕРФЕЙСА НА МАГНИТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ЭПИТАКСИАЛЬНЫХ ПЛЁНОК С ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ ДЗЯЛОШИНСКОГО-МОРИЯ

¹Кафедра компьютерных систем, ДВФУ

²Кафедра физики низкоразмерных структур, ДВФУ,

Д.ф.-м. н., проректор по научной работе, доцент Самардак А.С.

В своей работе мы исследовали влияние степени окислирования верхнего интерфейса ферромагнетика на магнитные свойства: перпендикулярную магнитную анизотропия, коэрцитивную силу и магнитный момент плёнок Pd(111)/Co/CoO/Pd. С увеличением степени окислирования в образцах менялась и эффективная толщина ферромагнетика (Рисунок 1). Параметры решётки Pd и Co различаются примерно на 9,7%, что приводит к появлению в исследуемой системе значительных упругих деформаций на нижней границе раздела, что вызывает появление сильной перпендикулярной магнитной анизотропии [1].

Наблюдаемые зависимости показывают уменьшение магнитного момента и увеличение магнитной анизотропии с увеличением степени окислирования (Рисунок 1, Рисунок 2), это вызвано уменьшением количества ферромагнетика, вследствие чего уменьшается эффективная толщина магнитной плёнки, последующее уменьшение поля анизотропии связано с тем, что при тех дозах окислирования плёнка окисляется уже насквозь и остаются небольшие практически изолированные области.

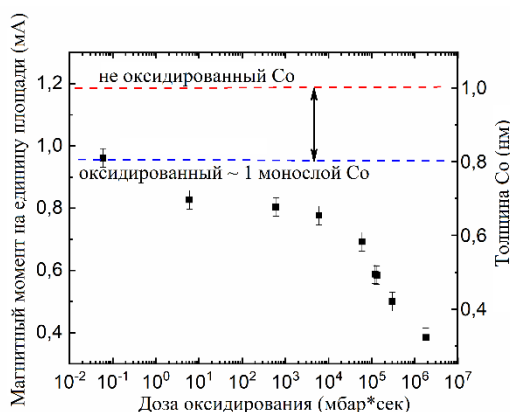


Рисунок 1. Зависимость магнитного момента и толщины Co от дозы окислирования.

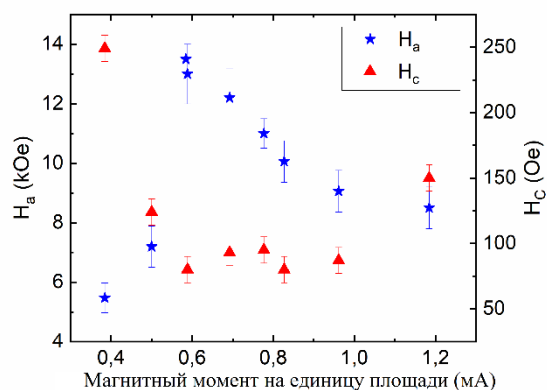


Рисунок 2. Зависимость поля анизотропии(H_a) и коэрцитивной силы(H_c) от магнитного момента.

Помимо прочего с увеличением степени окисливания уменьшается и коэрцитивная сила (Рисунок 2), что облегчает процессы переключения в образцах. Из кривых скоростей движения доменных границ (ДГ) видно, что ассиметричный вклад кирального затухания исчезает при окислении (Рисунок 3) на рисунке красным обозначена правая доменная стенка, чёрным - левая.

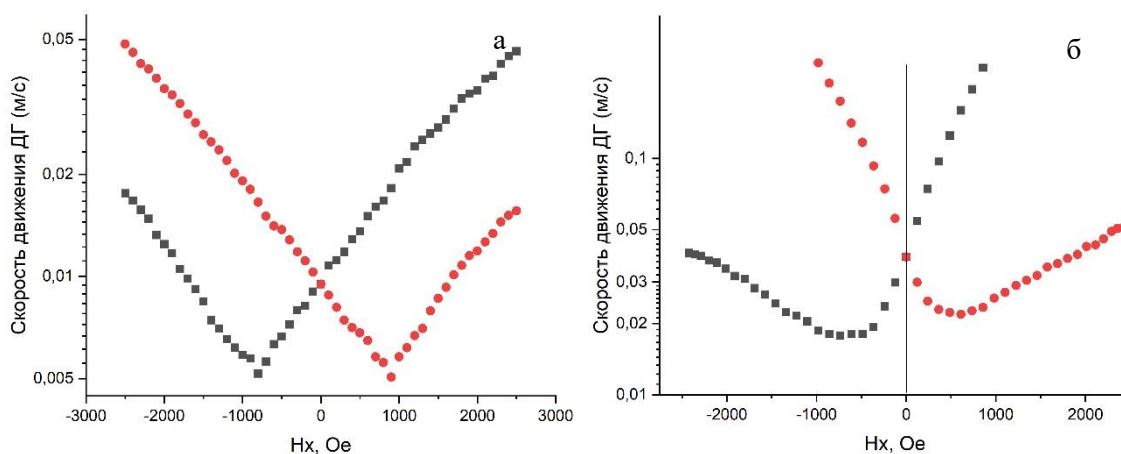


Рисунок 3 Кривые скоростей доменных границ
а - Pd/Co/CoO/Pd
б - Pd/Co/Pd

Была исследована система Pd/Co/CoO/Pd, которая, по сравнению с Pd/Co/Pd имеет большую перпендикулярную магнитную анизотропию и в ней отсутствует вклад кирального затухания.

Благодарность: Авторы выражают признательность Минобрнауки России за финансовую поддержку по гос. заданию (0657-2020-0013).

Огнев А.В. выражает благодарность фонду РФФИ (грант 19-02-00530)

Список литературы

1. Davydenko A. V. Origin of perpendicular magnetic anisotropy in epitaxial Pd/Co/Pd (111) trilayers/ A. V. Davydenko [et al.], Physical Review B. – 2017. – Т. 95. – №. 6. – С. 064430.

Турпак А. А.¹, Давыденко А.В.¹

ПЕРПЕНДИКУЛЯРНАЯ МАГНИТНАЯ АНИЗОТРОПИЯ В СИСТЕМЕ Tb/CoFeB/MgO

¹Кафедра физики низкоразмерных структур ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель - к.ф.-м.н., доцент А.В. Давыденко

В данной работе мы исследовали перпендикулярную магнитную анизотропию в плёнках Ta/Tb/CoFeB/MgO. В данной системе реализуется антиферромагнитная связь между слоями Tb и CoFeB, что может быть полезно в сенсорах на основе эффекта гигантского магнитосопротивления [1]. Наиболее интересны образцы с перпендикулярной магнитной анизотропией (ПМА). ПМА позволяет стабилизировать домены с малыми размерами, но устойчивыми против термических флуктуаций энергии. Целью данной работы было измерение ПМА в серии образцов Ta(3 нм)/Tb(5 нм)/CoFeB(1 – 2.2 нм)/MgO(2 нм), а также определение природы ПМА. На Рис. 1 приведены петли магнитного гистерезиса, измеренные в образцах с толщиной слоя CoFeB 1 и 1,6 нм в магнитном поле, ориентированном перпендикулярно плоскости образцов.

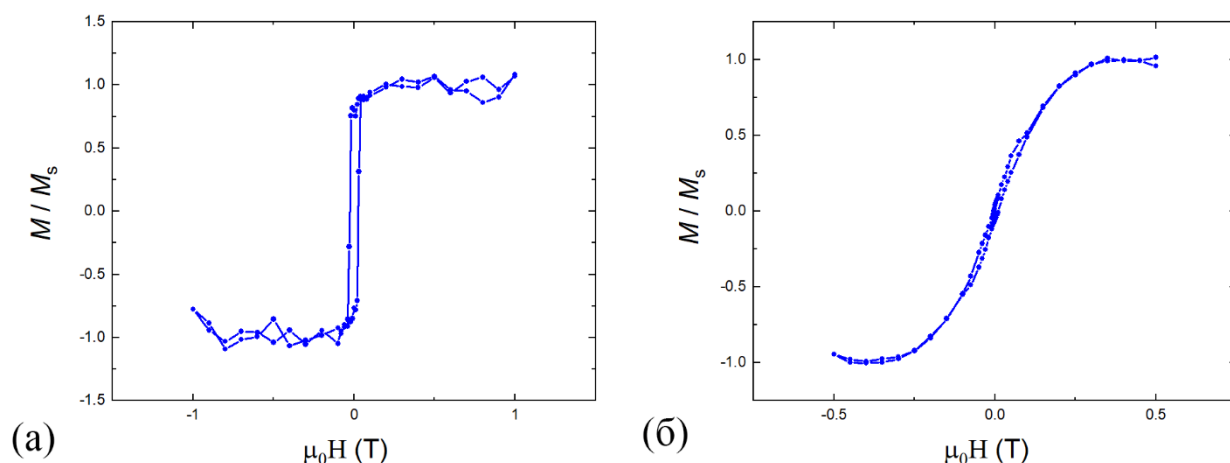


Рисунок 1 – Нормированные петли магнитного гистерезиса, измеренные при ориентации магнитного поля перпендикулярно плоскости образцов с толщиной слоя CoFeB (а) 1, (б) 1,6 нм

Эффективная анизотропия была рассчитана по формуле $K_{eff} = \mu_0 H_a M_s / 2$. $M_s = 1.27$ MA/m [1]. На Рис. 2 показан график зависимости $K_{eff} \cdot d_{CoFeB}(d_{CoFeB})$.

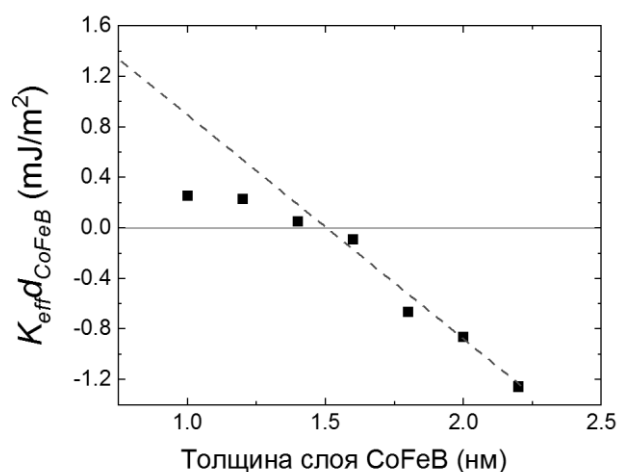


Рисунок 2 – Зависимость $K_{eff} \times d_{CoFeB}(d_{CoFeB})$

Разворот намагниченности в плоскость в остаточном состоянии происходит при толщине слоя CoFeB $d_{CoFeB} \approx 1.5$ нм. Зависимость $K_{eff} \times d_{CoFeB}(d_{CoFeB})$ можно представить, как сумму объемных и интерфейсных вкладов

$$K_{eff}d_{CoFeB} = \frac{2K_s}{d_{CoFeB}} + K_v, \quad (1)$$

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

где K_v и K_s – плотности энергий объемной и поверхностной ПМА. Так как наклон графика сильно изменяется в области ПМА ($d_{\text{CoFeB}} < 1,5$ нм) по сравнению с наклоном графика в области плоскостной магнитной анизотропии ($d_{\text{CoFeB}} > 1,5$ нм), можно предположить, что ПМА имеет как объемную, так и поверхностную природу в образцах с толщиной слоя CoFeB меньшей 1,5 нм. Значение поверхностной магнитной анизотропии, рассчитанное в образцах с толщиной слоя CoFeB более 1,6 нм, составило 1,4 мДж/м². Энергия ПМА в данной системе немного меньше, чем измеренная в образцах с такой же структурой, но с толщиной слоя MgO 1,1 нм. Возможно это связано с частичным окислением образцов, так как потребовалось некоторое время на пересылку образцов из лаборатории, расположенной в Японии.

Благодарность: Давыденко А.В. выражает признательность Минобрнауки России за финансовую поддержку по госзаданию (0657-2020-0013), Правительству России за финансовую поддержку в рамках государственной поддержки научных исследований, проводимых под руководством ведущих ученых (2020-220-08-4899).

Список литературы

1. Shiota. Y. Magnetic properties of ferrimagnetic Tb/CoFeB/MgO films / Y. Shiota, T. Moriyama, and T. Ono // The Japan Society of Applied Physics – 2019. – Vol. 12. – P. 083002.

Черноусов Н. Н.

ИЗУЧЕНИЕ АМОРФНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СПЛАВОВ, ПОЛУЧЕННЫХ БЫСТРОЙ ЗАКАЛКОЙ РАСПЛАВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ

Кафедра физики низкоразмерных структур ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.ф.-м.н., Г.С. Крайнова

Электронная микроскопия занимает значительное место в современных исследованиях и поиске новых конструкционных материалов. Большинство современных материалов имеют кристаллическую структуру. Однако есть материалы, которые не имеют кристаллического упорядочения, атомы упакованы случайным образом, такие металлические материалы называют аморфными металлическими сплавами (металлическими стёклами). Их научились получать в макроскопических масштабах, что позволило говорить об их применении в области конструкционных материалов [1]. Из-за разупорядоченной природы такие материалы значительно более стойкие к нагрузкам и, соответственно, имеют значительно больший предел упругости дополнительно к тому, что они также намного более стойкие к коррозии. Однако, металлические стекла имеют нулевую пластичность. Понимание атомной структуры таких материалов с помощью электронной микроскопии – один из ключевых моментов для их усовершенствования и практического применения.

В данной работе представлены результаты электронной микроскопии образца Fe₆₂Co₁₈B₁₄Si₆ (24КСР), пользуясь таким видом микроскопии, как атомно-силовая. Образец получен методом быстрой закалки (спиннингования или одноволковой прокатки), толщина составляет 25 ± 3 мкм, а ширина 19 мм.

Атомно-силовая микроскопия – сканирующая зондовая микроскопия высокого разрешения - используется для определения рельефа поверхности с разрешением от десятков микрон до атомарного. В основе её работы лежит силовое взаимодействие между зондом и поверхностью, для регистрации которого используются зондовые датчики (кантилеверы). Сила, действующая на зонд со стороны поверхности, приводит к изгибу кантилевера. Регистрируя величину изгиба, можно контролировать

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

силу взаимодействия зонда с поверхностью и, таким образом, строить трёхмерную карту рельефа поверхности [2].

Изучение структуры контактной поверхности аморфного сплава $\text{Fe}_{62}\text{Co}_{18}\text{V}_{14}\text{Si}_6$ было проведено в режиме полуконтактной атомно-силовой микроскопии, непосредственно используя методы полуконтактный (рисунок 1) и отображения фазы (рисунок 2). Данные методы показали наличие развитого рельефа (перепад высот составляет около 300 нм (рисунок 3)).

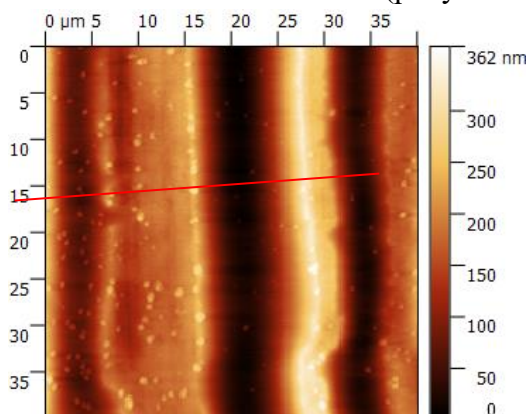


Рисунок 1 – Рельеф поверхности металлического стекла, полученного методом полуконтактной атомно-силовой микроскопии.

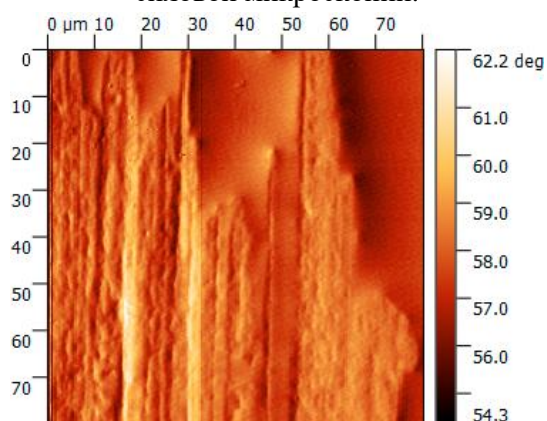


Рисунок 2 – Рельеф поверхности металлического стекла, полученного методом отображения фазы

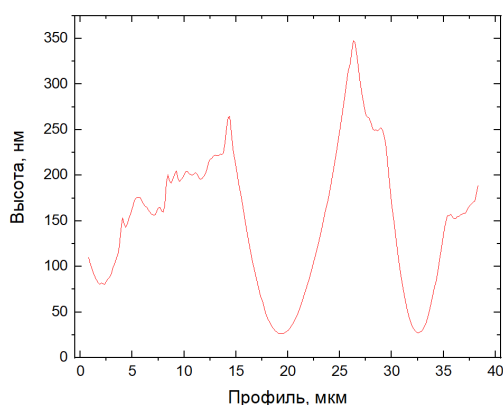


Рисунок 3 – Профиль поверхности металлического стекла, снятый с рисунка 1. Красная линия на рисунке 1 показывает, где был снят данный профиль

Список литературы

1. Судзуки К., Фудзимори Х., Хасимото К. Аморфные металлы / под ред. Масумото Ц. Пер. с япон. – М.: Металлургия, 1987. – 328 с.
2. Нагорнов Ю.С. Способы исследования поверхности методами атомно-силовой и электронной

Шатилов В.С., Суслин Г.С., Козлов А.Г., Тарасов Е.В., Огнев А.В.

ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЕНОК Pd/Co/CoO_x/Pd

Кафедра физики низкоразмерных структур ШЕН ДВФУ

к.ф.-м.н., старший преподаватель Козлов А.Г.

В последние годы интерес к производству новых типов памяти стремительно возрастает. Это связано с тем, что на сегодняшний день носители информации всё быстрее подбираются к максимально возможной плотности записи данных. Исследования по этой теме ведутся во всем мире и по разным направлениям, но многих интересует конкретно магнитная память. Этот тип имеет широкий спектр преимуществ для использования, таких как большая плотность записи, энергонезависимость и малый показатель задержки чтения/записи. Однако, эксперименты и исследования материала для такой памяти идут до сих пор, для определения наиболее качественных параметров при изготовлении. Одним из таких материалов являются пленки структуры [НМ/ФМ/Ох] (тяжелый металл/ферромагнетик/оксид). Получение и исследование именно таких образцов является основной целью эксперимента.

Тонкие пленки Pd/Co_x/CoO_{1-x}/Pd были получены методом молекулярной лучевой эпитаксии (МЛЭ) в сверхвысоковакуумном комплексе Omicron. Использование такого оборудования позволило получить образцы высокой чистоты за счет низкого давления ($\approx 1 \times 10^{-10}$ Торр) в камере. Кремниевая подложка после загрузки в камеру установки подвергалась процессу отжига для очищения поверхности от оксидов и прочих атмосферных примесей. Далее, в камере МЛЭ, на Si(111) осаждался слой Cu(21 Å), чтобы задать ориентацию для эпитаксиального роста пленки Pd/Co/CoO_{1-x}/Pd. После напыления Co(10 Å), образец помещался в отдельную камеру для процесса оксидирования при контролируемом давлении с заданным временем. Чтобы после выгрузки кобальт не продолжал окисляться, он закрывался слоем палладия(30 Å). Для определения оптимальных параметров была изготовлена серия образцов Pd/Co/CoO_x/Pd с разной степенью окисления

Для получения информации об элементном составе поверхности, сразу после оксидирования, образец отправлялся на снятия рентгеновского фотоэлектронного спектра. Это позволило, оценить зависимость глубины оксидного слоя от технологических параметров. По этим данным мы наблюдаем смещение пиков кобальта в сторону больших энергий, что говорит о наличии соединения CoO. Также была произведена оценка концентраций этого соединения по отношению к чистому кобальту для определения толщины магнитомертвого слоя в пленке.

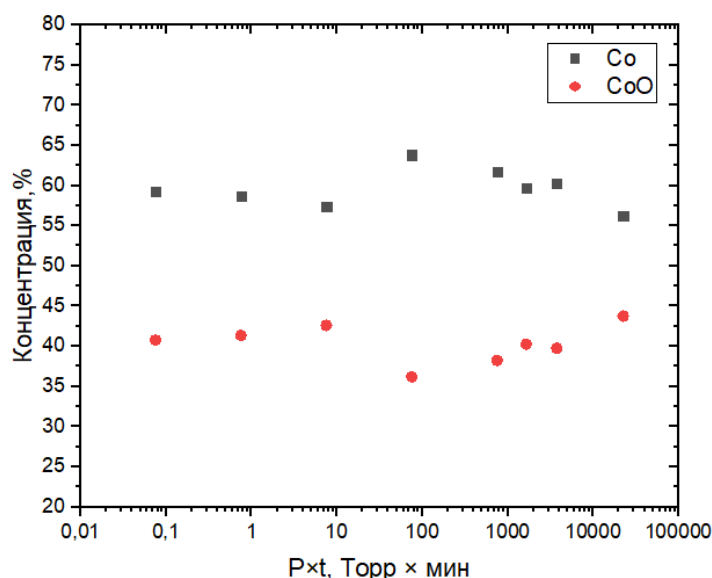


Рис. 1. Зависимость концентраций Co и CoO от технологических параметров

Измерения магнитных свойств проводилось с использованием вибромагнитометра и магнитооптического Керр-микроскопа. Была установлена зависимость магнитных свойств, в том числе и энергии взаимодействия Дзялошинского-Мории от толщины оксидного слоя CoO.

Благодаря своему составу и методу получения, пленки демонстрируют высокое качество, а также проявляют хорошие магнитные свойства и нужные эффекты, зависящие от толщины ферромагнитного слоя. Получение таких структур имеет большое значение в сфере исследования и создания нового типа магнитной памяти.

Благодарность: Авторы выражают признательность Минобрнауки России за финансовую поддержку по гос. заданию (0657-2020-0013).

Огнев А.В. выражает благодарность фонду РФФИ (грант 19-02-00530)

Список литературы

1. Осьмушко И.С. Рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия твёрдых тел: теория и практика: учеб. пособие / И.С. Осьмушко, В.И. Вовна, В.В. Короченцев. – В: Дальневосточный университет, 2010. - 42 с.
2. Aik, J.T. et al. Hydration of gadolinium oxide (GdO_x) and its effect on voltage-induced Co oxidation in a Pt/Co/ GdO_x /Au heterostructure / J.T. Aik, M. Huang, S. Sheffels, F. Büttner, S. Kim, A.H. Hunt, I. Waluyo, H. L. Tuller, and G. S. D. Beach // American Physical Society – 2019. – Vol. 3. – P. 064408.
3. Feng, J. et al. Effects of Oxidation of Top and Bottom Interfaces on the Electric, Magnetic, and Spin-Orbit Torque Properties of Pt/Co/ AlO_x Trilayers / J. Feng, E. Grimaldi, C. O. Avci, M. Baumgartner, G. Cossu, A. Rossi, and P. Gambardella // American Physical Society – 2020. – Vol. 13. – P. 044029.
4. Chastain J. Handbook of X-ray Photoelectron Spectroscopy / J. Chastain, R.C. King. Minnesota. Jr. Physical Electronics Inc., 1995. - 261 p.

Раздел XVI ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

Азон С. А.¹, Самардак А. Ю.², Антонов В. А.³, Борисов С. А.³, Муштук П. С.³
**СИНТЕЗ МАГНИТОЖЁСТКИХ СИСТЕМ СОСТАВА Nd₂Fe₄Co₁₀B МОДИФИЦИРОВАННЫМ
МЕТОДОМ ПЕЧИНИ**

¹Академический департамент ядерных технологий ШЕН ДВФУ

²Лаборатория плёночных технологий ШЕН ДВФУ

³Кафедра теоретической и ядерной физики ШЕН ДВФУ

Научные руководители – к. х. н. зав. лаб. ядерных технологий Папынов Е. К.¹, д. ф.-м. н. профессор
Огнев А. В.²

Появление высококоэрцитивных магнитных материалов и развитие технологии их производства привели к широкому применению постоянных магнитов в различных областях техники. Магнитные материалы состава Nd₂Fe₁₄B привлекают внимание исследователей, так как характеризуются большими значениями энергии магнитного поля и коэрцитивной силы [1]. Материалы, полученные традиционным методом, характеризуются большим размером частиц, что ухудшает магнитные свойства материала. В работе реализован способ синтеза системы Nd₂Fe₁₄B путем золь-гель технологии по методу Печини (цитратный метод) [2], с получением исходной высокодисперсной смеси оксидов Nd₂O₃, Fe₂O₃ и B₂O₃ и ее последующего кальций термического восстановления CaH₂ в вакуумной печи. С целью улучшения коррозионных свойств и повышения магнитных характеристик материала, данная система была модифицирована частичной заменой Fe на Co. Синтез по модифицированному методу Печини был составлен для получения стехиометрии Nd₁₅Fe_{(77,5*(1-x))}Co_(77,5*x)B_{7,5}, где x = 0-1 с шагом 0,1 и реализован по следующей схеме: раствор NdCl₃·6H₂O, FeCl₃·6H₂O, H₃BO₃, CoCl₂·6H₂O был нагрет до 90°C и упаривался 10 минут, после чего была произведена добавка лимонной кислоты и моноэтиленгликоля. Полученная смесь упаривалась при температуре 90°C до образования вязкого геля. Затем смесь отжигалась на воздухе в течение 2 ч при температуре 400°C для удаления органической части, далее смесь была прокалена при температуре 800°C в течение 2 ч для удаления остаточного углерода. Полученная смесь оксидов характеризовалась присутствием фаз NdFeO₃, Fe₂O₃, Fe₃O₄, Fe₂Fe(BO₃)O₂. Результаты РФА представлены на рисунке 1. Отсутствие фазы кобальта на дифрактограмме вероятно обусловлено образованием твёрдых растворов внедрения [3].

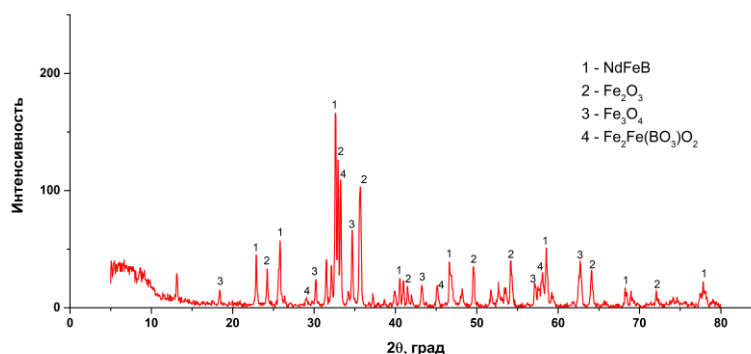


Рисунок 1 – Дифрактограмма оксидной смеси

Восстановление оксидной смеси в составе с CaH₂ (в массовом соотношении 1:1,5) проводили в

вакуумной индукционной трубчатой печи при температуре 800 °С и давлении 10^{-4} торр в течение 3,5 ч (1,5 ч – нагрев). Отмывку материала от побочного продукта восстановления СаО производили водным раствором NH_4Cl (0,75 моль/л).

Согласно данным РФА (рисунок 2), полученный материал характеризуется наличием кристаллической магнитной фазы $\text{Nd}_2\text{Fe}_4\text{Co}_{10}\text{B}$.

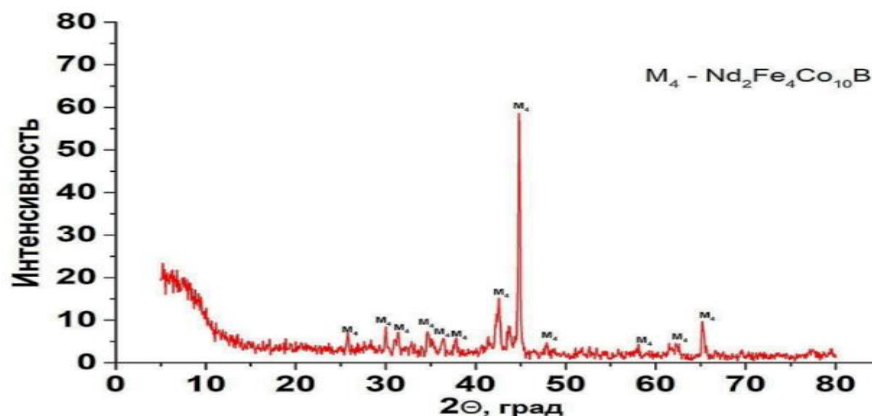


Рисунок 2 – Результаты РФА восстановленного материала

На рисунке 3 представлено РЭМ изображение морфологии полученного магнитного материала. Видно, что наночастицы порошка агломерируются в крупные образования. Формирование данных агломератов, вероятно, может происходить как в результате восстановительного прокаливания, так и в случае отмывки порошка от СаО после восстановления, что является предметом дальнейшего исследования.

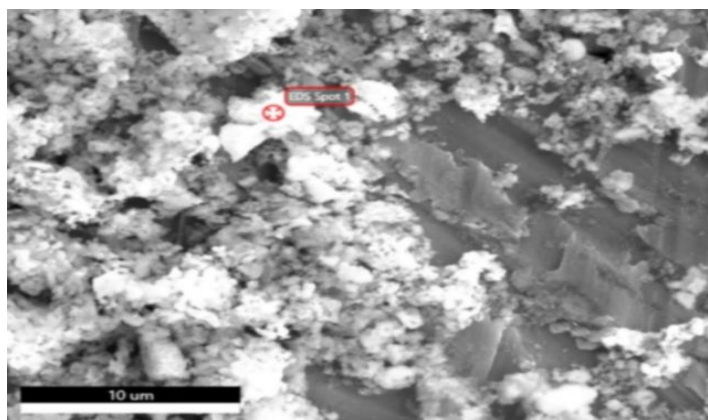


Рисунок 3 – РЭМ изображение полученного материала

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (проект 19-72-20071).

Список литературы

1. Deheri, P. K. The reaction mechanism of formation of chemically synthesized $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ hard magnetic nanoparticles / P. K. Deheri, S. Shukla, R. V. Ramanujan // Journal of Solid State Chemistry. – 2012. – N 186. – P. 224-230.
2. Sol-Gel Based Chemical Synthesis of $\text{Nd}_2\text{Fe}_{14}\text{B}$ Hard Magnetic Nanoparticles / P. K. Deheri, V. Swaminathan, S. D. Bhame [et al.] // Chemistry of Materials. – 2010. – V. 22. – P. 6509-6517.
3. Захаров, Ю. А. Образование твёрдых растворов железо-кобальт / Ю. А. Захаров, А. Н. Попова, В. М. Пугачёв / Фундаментальные проблемы современного материаловедения. – 2010. – Т. 7, N 3. – С. 32-35.

Бежан А.Д., Матюшенко М.В.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ПОЛИАРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В НЕФТЕПРОДУКТАХ

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – ст. преподаватель А.С. Чудовский

В настоящее время большое внимание уделяется определению показателей качества товарных нефтепродуктов и полупродуктов переработки природных энергоносителей, прямо или косвенно зависящих от углеводородного состава. Одним из интересующих классов веществ являются полиароматические углеводороды (ПАУ), образующиеся при повышенных температурах в результате реакций конденсации. Поэтому разработка быстрого метода для установления состава полиароматических углеводородов в нефтепродуктах является актуальной задачей.

Использовавшийся в работе метод ГЖХ-МС, позволяет фиксировать молекулярные и осколочные ионы при любом времени удерживания соединений. Однако для гомологов ПАУ с одинаковой молекулярной массой и подобной структурой молекулярные и фрагментарные ионы совпадают и для идентификации соединений дополнительно был использован индекс удерживания Ли [1].

Таблица 1

ПАУ и соответствующие им индексы удерживания Ли, расчетные и экспериментально определенные времена удерживания. а также ОСКО времен

Название	Индекс удерживания Ли	tR, мин	tR _{эсп} , мин	ОСКО, %
Naphthalene	200,00	10,160	10,161	0,18
Naphthalene, 2-methyl-	218,14	10,742	10,749	0,17
Naphthalene, 1-methyl-	221,04	10,823	10,841	0,20
2-Ethyl-naphthalene	236,08	11,239	11,209	0,07
1-Ethyl-naphthalene	236,56	11,253	11,248	0,11
Naphthalene, 2,6-dimethyl- +Naphthalene, 2,7-dimethyl-	237,58	11,281	11,279	0,17
Naphthalene, 1,3-dimethyl-	240,25	11,355	11,348	0,16
Naphthalene, 1,6-dimethyl- +Naphthalene, 1,7-dimethyl-	240,66	11,366	11,365	0,21
Naphthalene, 1,4-dimethyl- +Naphthalene, 2,3-dimethyl-	243,55	11,446	11,446	0,17
Naphthalene, 1,5-dimethyl-	244,98	11,486	11,490	0,08
Naphthalene, 1,2-dimethyl-	246,49	11,528	11,536	0,15
Acenaphthylene	248,27	11,577	11,591	0,12
Naphthalene, 1,8-dimethyl-	250,70	11,644	11,662	0,24
Acenaphthene	253,56	11,724	11,743	0,15
Naphthalene, 1,3,6-trimethyl-	260,03	11,903	11,895	0,20
Naphthalene, 1,4,6-trimethyl-	262,72	11,977	11,972	0,15
Naphthalene, 2,3,6-trimethyl-	263,20	11,991	11,985	0,30
Naphthalene, 1,6,7-trimethyl-	265,58	12,057	12,052	0,09
Fluorene	270,32	12,188	12,176	0,26
Fluorene, 9- methyl-	273,49	12,276	12,332	0,23
Fluorene, 2- methyl-	288,28	12,685	12,663	0,20
Fluorene, 1- methyl-	289,24	12,712	12,750	0,28
Phenantrene	300,00	12,930	12,942	0,16

Анализируемыми нефтепродуктами в данном исследовании являются бензин АИ-95, керосин, зимнее дизельное и котельное топливо.

В таблице 1 указаны идентифицированные полиароматические углеводороды с индексом удерживания Ли от 200 до 300, их расчетные и экспериментально определенные времена удерживания, а также относительное среднеквадратичное отклонение (ОСКО) времен. Гомологи нафталина, обладая практически идентичными масс-спектрами, не могут быть точно идентифицированы путем сравнения со спектрами из библиотеки масс-спектров. Для определения их положения на хроматограмме необходимо использовать индексы удерживания. Для соединений, имеющих близкие значения времен удерживания и схожие масс-спектры, не удастся провести точную идентификацию и определение времени удерживания.

В таблице 2 указаны идентифицированные полиароматические углеводороды с индексом удерживания Ли от 300 до 400, их расчетные и экспериментально определенные времена удерживания, а также относительное среднеквадратичное отклонение времен. Аналогично таблице 1 гомологи антрацена, фенантрена и пирена обладают схожими масс-спектрами, но использование индексов удерживания позволяет их разделить и идентифицировать несмотря на близкие значения времен удерживания.

Таблица 2

ПАУ и соответствующие им индексы удерживания Ли, расчетные и экспериментально определенные времена удерживания, а также ОСКО времен

Название	Индекс удерживания Ли	tR, мин	tR _{эсп} , мин	ОСКО, %
Phenantrene	300,00	12,930	12,942	0,16
Anthracene	301,69	12,994	13,012	0,28
Anthracene, 9-methyl-	312,3	13,397	13,399	0,22
Anthracene, 1-methyl-	315,9	13,534	13,513	0,20
Anthracene, 2-methyl-	317,8	13,606	13,608	0,05
Phenantrene, 3-methyl-	318,93	13,649	13,646	0,04
Phenantrene, 2-methyl-	319,67	13,677	13,673	0,05
Phenantrene, 9-methyl-,4-methyl-	322,92	13,801	13,784	0,20
Phenantrene, 1-methyl-	323,54	13,825	13,831	0,10
Phenantrene 2-ethyl-	337,05	14,368	14,312	0,19
Phenantrene 2,7-dimethyl-	338,49	14,423	14,436	0,18
Pyrene	340,00	14,480	14,490	0,15
Fluoranthene	344,96	14,668	14,658	0,11
Fluoranthene, 2-methyl-	362,09	15,319	15,327	0,09
Fluoranthene, 7-methyl-,1-methyl-, 3-methyl-	366,64	15,492	15,491	0,03
Pyrene, 4-methyl-	368,75	15,573	15,573	0,17
Pyrene, 2-methyl-	369,44	15,599	15,605	0,06
Pyrene, 1-methyl-	373,55	15,755	15,762	0,06
Chrysene	400,00	16,730	16,730	0,30

Список литературы

1. NIST Chemistry WebBook [Электронный источник] – URL: <https://webbook.nist.gov/chemistry/>

Бугаец М.А., Еремеева А.А., Селютина Е.К.

ВЛИЯНИЕ ЖЕСТКОГО ДИСПЕРСНОГО ВЫМЫВАЕМОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА ОБРАЗОВАНИЕ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ В ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЕ

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.х.н., доцент Л.А. Лим

Полимерные материалы являются неотъемлемой частью нашей повседневной жизни. Пластмассы совмещают в себе многообразие практичных свойств, в связи с чем высокоэффективны в потребительском плане. Эти материалы характеризуются прочностью получаемой конструкции; устойчивостью к износу; высокими теплоизоляционными и электроизоляционными показателями; простотой переработки, а также универсальностью применения [1].

Полимеры можно разделить на три основные группы: термопласты, реактопласты и эластомеры. Объектом исследования является полиэтилен, обладающий термопластичными свойствами: возможностью становиться пластичным и принимать необходимую форму при воздействии температуры и давления, а также сохранять ее после снятия воздействия.

В данной работе рассматривался термопластичный полимер - полиэтилен низкого давления (ПЭНД). Промышленные масштабы производства ПЭНД делают его самым популярным пластиком в мире. Технология производства данного полимера позволяет получать материал в виде порошка, не содержащего различных добавок и стабилизаторов, который может быть передан на стадию грануляции или же использован для создания различных изделий с высокой степенью чистоты.

Формирование пористых структур спеканием порошков является достаточно старым и простым способом. Однако при данном методе формования материала пористость получается достаточно низкая [1]. Для регулирования пористости в порошковый материал может быть введен наполнитель, который в дальнейшем извлекается различными способами, в зависимости от природы материала. Актуальность разработок получения чистых пористых полимерных материалов задается требованиями современной промышленности, в частности, к чистоте используемого сырья [2].

Целью данной работы является исследование пористого полимерного материала, полученного путем спекания двух порошков: полимерной матрицы ПЭНД и наполнителя из хлорида натрия, взятого в качестве жесткого шаблона. Фракция порошка наполнителя была выбрана значительно меньше, чем фракция частиц полимера. Смесь порошков формировали методом горячего прессования. Доля вводимого наполнителя составила 55, 65 и 75 об. %. В связи с этим разделим полученные образцы по сериям: PNaCl55, PNaCl65, PNaCl75, каждая из которых включала в себя по пять образцов в виде дисков.

Полученные диски промывались дистиллированной водой до установления постоянной массы. На основании взвешивания установлено полное вымывание наполнителя.

Визуально прослеживаются физические различия полученных образцов. Средняя толщина в рамках трех серий образцов составила 2; 3,5; и 4,5 мм для образцов PNaCl55, PNaCl65, PNaCl75 соответственно.

Также заметны различия мембран по цвету внутри каждой серии: на верхнем и донном образцах наблюдаются крупные желтоватые участки. Предположительно, проникание кислорода и более высокие температурные показатели в верхней и нижней областях конструкции [3] приводят к термоокислительной деструкции, в связи с чем наблюдается изменение цвета образцов.

На рисунке 1 представлены данные оптической микроскопии полученных образцов.

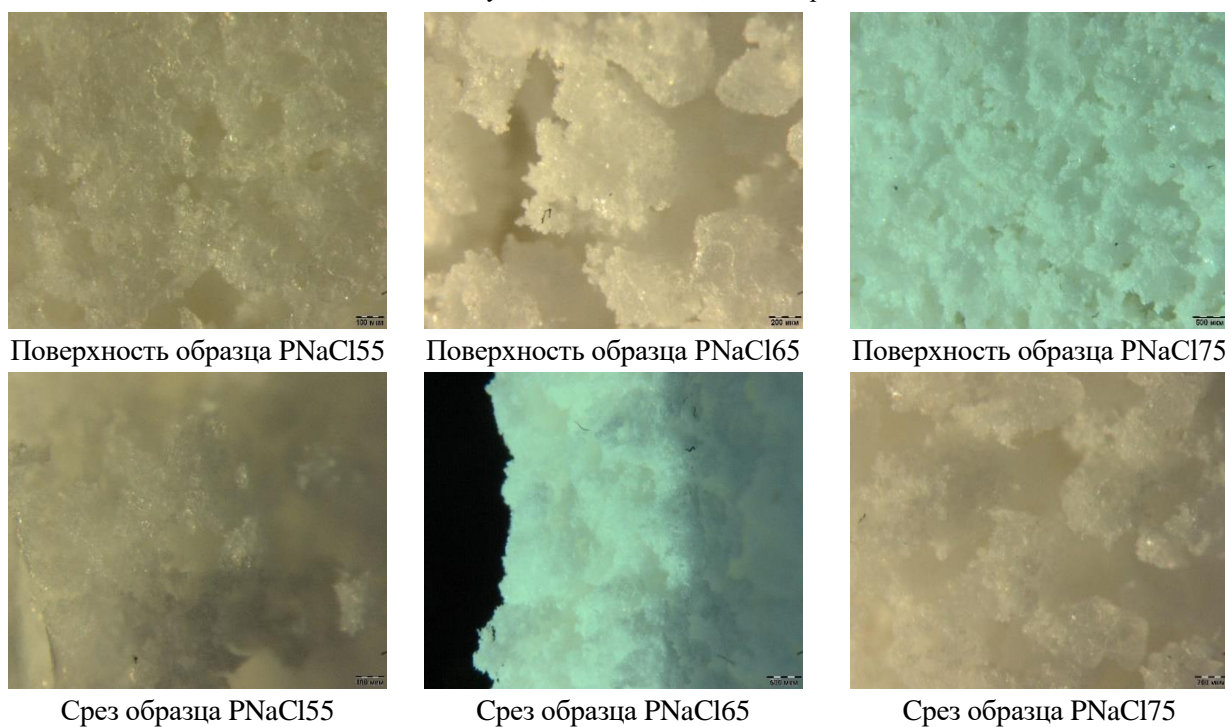


Рисунок 1 – Пористая структура образцов

Анализ полученных образцов на основании анализа массива снимков, полученных методом оптической микроскопии, позволяет сделать вывод, что каналные поры сформированы, различия степени пористости прослеживаются на снимках и подтверждаются проведенными расчетами. Среди представленных образцов наибольший процент общей пористости имеют образцы PNaCl75, составляющий 83 об. %. На рисунке 1 видно, что поверхности образцов и их срезы имеют пористую структуру. Наблюдаемая пористая структура представляет открытые взаимосвязанные каналы с явно прослеживающимися впадинами, изломами и рваными краями полимера. Размер пор зависит пропорционально от степени вводимого наполнителя (самые большие поры наблюдаются в образцах с наполнением 75 об. %)

Таким образом, показано, что использование вымываемого наполнителя в виде твердого шаблона в полимерной матрице позволяет сформировать развитую пористую структуру. Тип и объемная доля наполнителя оказывают влияние на форму, размеры и степень пористости получаемых мембран.

Работа выполнена при поддержке программы талантливых и мотивированных студентов Дальневосточного федерального университета по проекту "Полимерные функциональные материалы".

Список литературы

1. Крыжановский, В.К. Производство изделий из полимерных материалов: учеб. пособие/ В. В. Бурлов, А. Д. Паниматченко. СПб: Профессия– 2004. – С. 10-12.
2. Fakirov, S. Handbook of Condensation Thermoplastic / S. Fakirov. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA: Weinheim. 2005. – 54
- Карасева С.Я. Химические реакции полимеров: учеб. пособие/ В.С. Саркисова, Ю.А. ДружиЗ.нина. Самара: Самар. гос. техн. ун-т – 2012. – С. 57-58.

Гришин Д.А., Сайдакова К.В., Третьяков В.В., Шипицин Ю.С., Щёлоков А.И.

ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ РАСТВОРА ПОЛИСТИРОЛА НА ДИАМЕТР ВОЛОКНА, ПОЛУЧАЕМОГО ПРИ ЦЕНТРОБЕЖНОМ ПРЯДЕНИИ

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий

Научный руководитель – к.х.н., доцент БК ХиРТ Л.А. Лим

Центробежное прядение, перспективный метод получения волокон из растворов, который заключается в том, что волокно формируется при отрыве капли раствора полимера от края вращающегося устройства, выгодно отличается от других способов получения нетканых волокнистых материалов низким энергопотреблением и большой производительностью [1, 2].

Анализ литературы показал [1-3], что на свойства формируемого материала влияет множество факторов: вязкость/концентрация раствора, свойства растворителя, скорость вращения. Цель данной работы - определение влияния концентрации раствора на диаметр получаемого волокна при скорости вращения диска 8000 мин.^{-1} . Были рассмотрены три образца через 6-7 дней после изготовления. Сведения о концентрации растворов полистирола, скорости подачи раствора на вращающееся устройство приведены в Таблице.

Таблица

Влияние концентрации исходных растворов на диаметр получаемых волокон

№ образца	Конц. р-ра, г/мл	Объём р-ра, мл	Расход, мл/с	Период до измерения, сутки	Диаметр волокна, мкм
1	0,25	30	0,22	6	$6,82 \pm 0,28$
2	0,28	30	0,22	7	$5,98 \pm 0,17$
3	0,31	30	0,21	7	$6,85 \pm 0,27$

В проведенных экспериментах получены образцы нетканого волокнистого материала, по форме близкие к прямоугольнику, поэтому использовалась следующая методика пробоотбора: мысленно разделили на три части: левый край, центр, правый край (см. Рисунок 1). Из каждой зоны отбирали по две пробы волокна, которые исследовали на оптическом микроскопе Olympus SZX16 в окрашенной иммерсионной жидкости для увеличения контрастности. В общей сумме для каждого образца сделано не менее 120 измерений. Для определения диаметра волокон была использована программа Stream Basic.



Рисунок 1 – Зонирование образцов нетканого материала

По полученным данным были построены кривые распределения (см. Рисунок 2).

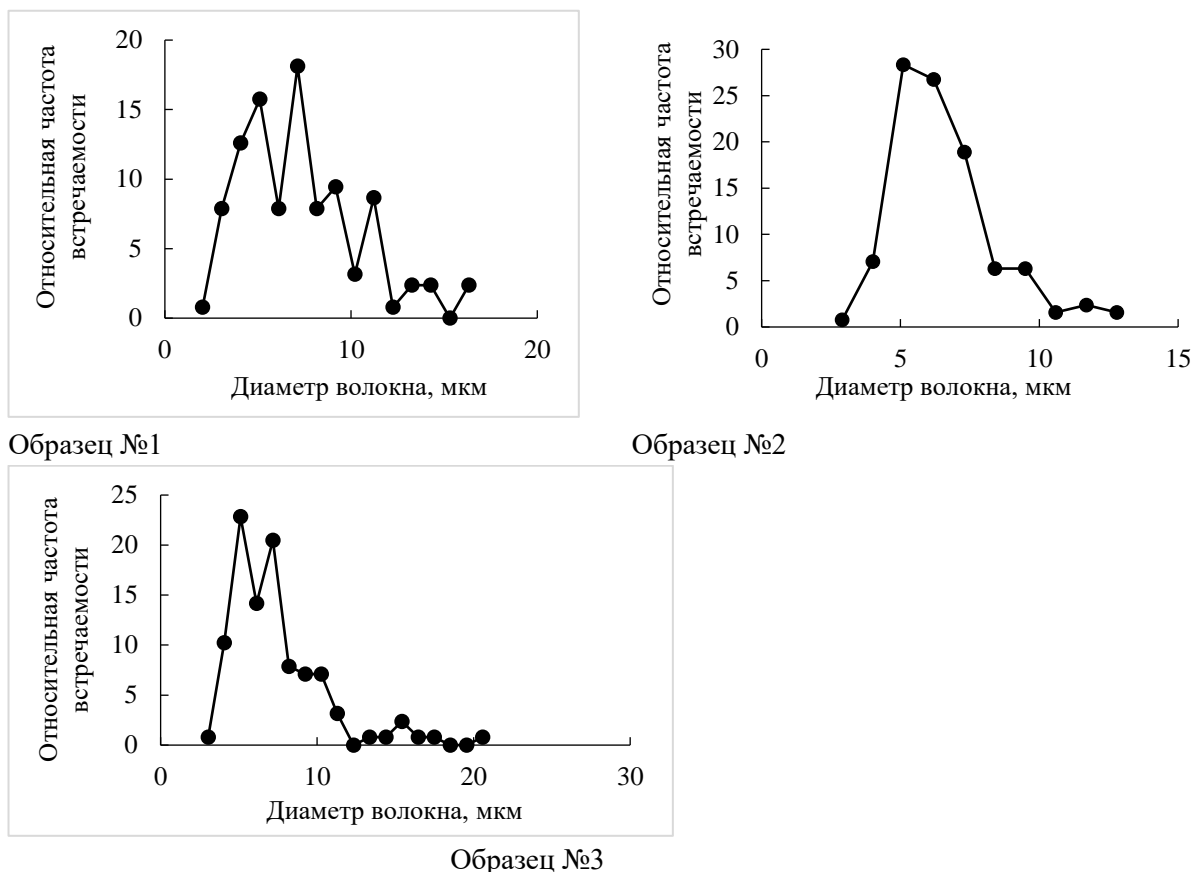


Рисунок 2 – Кривые распределения диаметров волокон в образцах №№ 1-3

Таким образом, установлено, что зависимость диаметра волокна от концентрации прядильного раствора полистирола в хлороформе неоднозначна. При этом первый и третий образцы имеют ярко выраженное мультимодальное распределение. Кривая распределения для образца № 2 отличается от остальных; а доверительный интервал среднего значения диаметра является наименьшим из исследованных.

Работа выполнена при поддержке программы талантливых и мотивированных студентов Дальневосточного федерального университета по проекту "Полимерные функциональные материалы".

Список литературы.

1. Preparation and properties of polystyrene/silica fibres flexible thermal insulation materials by centrifugal spinning / G. Leng, X. Zhang, T. Shi [et al.]. – DOI 10.1016/j.polymer.2019.121964 // Polymer. – 2019. – Vol. 185, N. 185. – P. 1-8.
2. Polymer Nanofibers via Nozzle-Free Centrifugal Spinning / R. T. Weitz, L. Harnau, S. Rauschenbach [et al.]. – DOI 10.1021/nl080124q // Nano Letters. – 2008. – Vol. 8, N. 4. – P. 1187-1191.
3. Solution blow spinning: A new method to produce micro- and nanofibers from polymer solutions / E. S. Medeiros, G. M. Glenn, A. P. Klamczynski [et al.]. – DOI 10.1002/app.30275 // Journal of Applied Polymer Science. – 2009. – Vol. 113, N. 4. – P. 1-9.

Еремеева А.А., Бугаец М.А., Селютина Е.К.

ПОРИСТЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ПОРОШКОВЫХ ПОЛИМЕРОВ

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.х.н., доцент Л.А. Лим

Одним из первых и наиболее простых способов получения пористой структуры является спекание порошков. Данная технология позволяет получать микрофильтрационные мембраны с размером пор от 0,1 до 10 мкм, что целиком зависит от размера используемых частиц. Пористость мембран низкая, до 25%, поэтому мала и удельная производительность. Пористость обусловлена зазорами между соединенными частицами, а размер пор - размерами частиц. Весомая доля полимерных материалов может быть получена в виде высокодисперсного порошка, однако большинство из них подвергаются стадии гранулирования перед отправкой к потребителям. Данный подход основан на множестве факторов – переработка порошковых полимеров подразумевает усложнение перерабатывающего оборудования и накладывает дополнительные проблемы при транспортировке [1].

Существует множество технологий, в ходе которых возможно получить порошковые полиолефины. Одной из технологий, в ходе которого может быть получен полимерный порошок, является производство суспензионного ПЭНД. Базовые марки суспензионного полиэтилена выпускают в виде порошка, размер частиц которого от 130-500 мкм. Разновидностями ПЭНД являются сверхмолекулярный полиэтилен (СВМПЭ). Известен способ получения порошка СВМПЭ со сверхтонким размером частиц (средний размер частиц 50-150 мкм) и узким распределением по размерам. Еще одним термопластичным полимером, получение которого возможно в виде тонкодисперсного порошка с размером частиц 100-200 мкм, получаемого полимеризацией винилхлорида в массе, суспензии или эмульсии является поливинилхлорид [2]. Метод суспензионной полимеризации широко используется для получения порошкообразных полимеров (ПВХ, ПС и др.). Данная технология способствует получению полимера с высокой молекулярной массой и низкой полидисперсностью. При суспензионной полимеризации полимер образуется в виде порошка размером 20-150 мкм.

Пористая структура характеризуется комплексом параметров достаточных для её исследования. Форма, объём и протяжённость отдельной поры обычно трудноопределимы. Вместе с тем можно выделить характерные размеры поры относительно простой формы, которыми определяются свойства пористой структуры. Основными параметрами пористой структуры при её статистическом описании принимаются функция и плотность распределения пор по размерам и объёма пор по радиусам. Методика исследования пористой структуры должна основываться на комплексном методическом подходе, предусматривающем сочетание методов порометрии согласованное с классификационной группировкой и характеристиками пористой структуры.

В ходе работы исследуемые образцы были получены методом горячего прессования на твердом шаблоне. В качестве полимерной матрицы использовался технологический отход линии синтеза ПЭ, предоставленные ООО "Ставролен" (Группа компаний ЛУКОЙЛ, г. Буденновск) (порошкообразный нестабилизированный полиэтилен низкого давления с плотностью 954 кг/м³).

В результате получены материалы с открытыми (канальными) порами, с заданной порозностью. Полученные образцы исследованы методом оптической и сканирующей электронной микроскопии.

Список литературы

1. Фандеев, В. П. Формирование пористой структуры поверхности материала лазерной обработкой / М. W. Фандеев, R. Самохина. – Фундаментальные исследования. – 2015. – № 3 – С. 148-152.
2. Fakirov, S. Handbook of Condensation Thermoplastic / S. Fakirov. – Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA: Weinheim. 2005. – 54 p.

Запольский А.Е., Шахраева Э.Д.

ПРИМЕНЕНИЕ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ В ДИАГНОСТИКЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ ПОВРЕЖДЕНИЙ

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - ассистент А.А. Хребтов

В настоящее время в связи с интенсивным развитием техники и повышением требований к качеству конструкционных материалов возникает потребность в исследовании новых методов неразрушающего контроля (НК). Наиболее остро проблема контроля качества стоит в аэро-, локомотиво-, судостроении и в других отраслях транспортной промышленности, где аварии, вызванные дефектами, могут привести к труднопредсказуемым последствиям.

В современной дефектоскопии используются электромагнитные, тепловые, оптические, акустические, радиационные и пр. [1] методы НК. Большинство вышеперечисленных методов предполагают наличие оборудования, требующего точной настройки и калибровки. Интерес для целей НК представляют β-дикетонаты дифторида бора, обладающие интенсивной флюоресценцией в широком диапазоне от ближней ультрафиолетовой (УФ) [2] до ближней инфракрасной [3] части спектра. Перспективно их использование в полимерных люминесцентных композициях (ПЛК) для создания на поверхности конструкционного материала плёнки, визуализирующей наличие дефектов.

Целью данной работы является исследование эффективности использования полимерных плёнок, легированных люминесцентным материалом, как одного из методов НК.

Методом полива из раствора получены ПЛК на основе поликарбоната (ПК) и 2,2-дифтор-4-(4-анизоилокси-2-гидроксифенил)-6-анизоил-1,3,2-диоксаборина (**1**), известного по работе [4]. Концентрация люминофора в ПЛК составила 0,5 %, 0,05 % и 35 %. В качестве подложек использовался алюминий и полиэтилентерефталат (ПЭТ).

Плёнки подверглись ударному механическому воздействию заостренным предметом перпендикулярно поверхности подложки. После проведения эксперимента плёнки были исследованы методом микроскопии под воздействием ультрафиолетового (УФ) излучения.

В плёнке с концентрацией люминофора 0,5 % наблюдается более интенсивное свечение повреждений по сравнению с пленкой 0,05 % (рисунок 1). Из результатов эксперимента видно, что плёнка эффективнее визуализировала повреждения различного размера на ПЭТ подложке, поскольку эффект полного внутреннего отражения проявлялся не только в ПЛК, но и в прозрачной ПЭТ подложке (рисунок 1).

При дальнейшем увеличении концентрации **1** с 0,5 % до 35 % наблюдается увеличение контрастности свечения торцов в результате батохромного смещения полосы люминесценции, однако отмечается существенное снижение интенсивности люминесценции, что может быть связано с формированием эксимеров **1** [4] (рисунок 2).

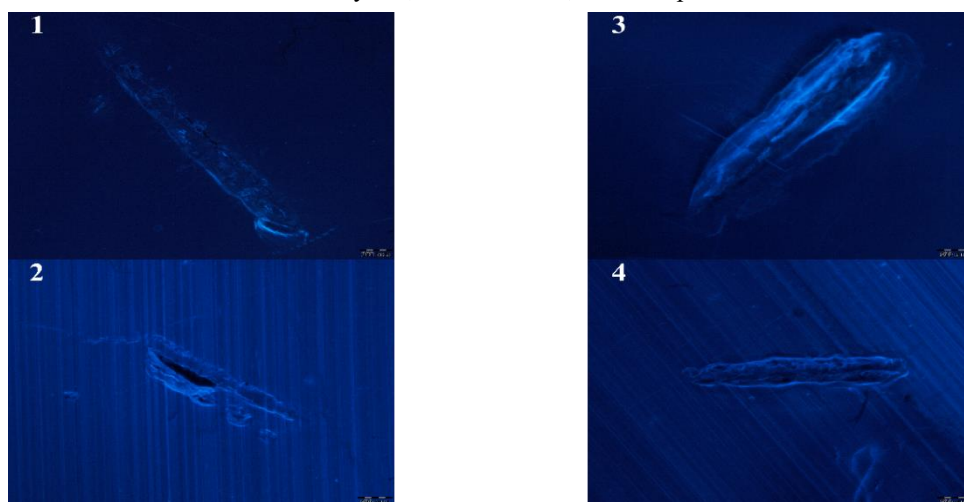


Рисунок 1 – Микрофотографии повреждений ПЛК при облучении источником УФ (365 нм) на различных подложках

- 1 – ПЭТ подложка. Концентрация **1** – 0,05%
- 2 – Алюминиевая подложка. Концентрация **1** – 0,05%
- 3 – ПЭТ подложка. Концентрация **1** – 0,5%
- 4 – Алюминиевая подложка. Концентрация **1** – 0,5%

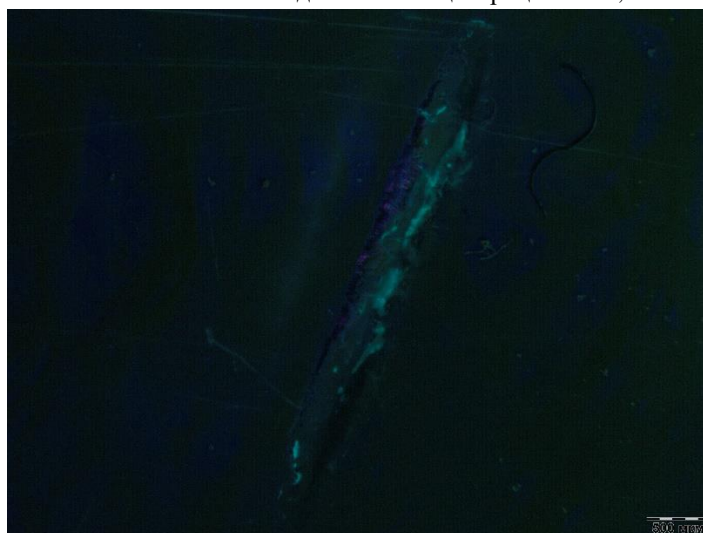


Рисунок 2 – Микрофотография ПЛК (концентрация **1** 35%) на ПЭТ подложке при облучении источником УФ (365 нм)

Таким образом, перспективно использование полимерных плёнок, легированных люминофорами, в качестве метода НК ввиду эффективной фиксации повреждений и визуально наглядных результатов.

Работа выполнена при поддержке программы талантливых и мотивированных студентов Дальневосточного федерального университета по проекту "Полимерные функциональные материалы".

Список литературы

1. ГОСТ Р 56542-2019. Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов – Москва : Стандартинформ, 2019. – II, 9 с. – URL: <https://gostinform.ru/razdel-oks-19-100/gost-r-56542-2019-obj59638.html> (дата обращения: 26.03.2021).
2. Crystal Structure and Excimer Fluorescence of Some Benzoylacetoneboron Difluorides: Stacking Factor / A. G. Mirochnik, B. V. Bukvetskii, E. V. Gukhman, V. E. Karasev – DOI 10.1023/A:1022939209971 // Journal of Fluorescence. – 2003. – Vol. 13. – P. 157- 162.

3. Two-photon excited fluorescence of BF₂ complexes of curcumin analogues: toward NIR-to-NIR fluorescent organic nanoparticles / A. D'Aleo, A. Felouat, V. Heresanu [et al.]. – DOI 10.1039/c4tc00543k // Journal of Materials Chemistry C. – 2014. – Vol. 2. – P. 5208-5215.

4. Mechanofluorochromism, thermofluorochromism, solvatochromism, and solid-state luminescence of difluoroboron o-hydroxy-, p-benzoyloxydibenzoylmetanates / E. V. Fedorenko, A. G. Mirochnik, A. V. Gerasimenko [et al.]. – DOI 10.1016/j.dyepig.2018.07.022 // Dyes and Pigments. – 2018. – Vol. 159. – P. 557-572.

Иштокина Е.Ю.^{1,2}, Хребтов А.А.^{1,2}

ОБРАТИМЫЕ ХЕМОСЕНСОРНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНОЙ КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ О-ГИДРОКСИДИБЕНЗОИЛМЕТАНАТ ДИФТОРИДА БОРА

¹ Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

² Лаборатория светотрансформирующих материалов Института химии ДВО РАН

Научный руководитель – к.х.н., доцент Л.А. Лим¹, д.х.н., в.н.с. Е.В. Федоренко²

β-дикетонаты дифторида бора широко известны своими люминесцентными свойствами, а также возможностью образования эксиплексов и внутримолекулярной водородной связи, что делает их перспективными для создания химических сенсоров [1, 2]. Наличие в структуре о-гидроксидибензоилметаната дифторида бора (ОНДВМВF₂) гидроксильной группы в орто-положении одного из фенильных колец способствует образованию внутримолекулярной водородной связи. При взаимодействии порошка ОНДВМВF₂ с парами аммиака наблюдается тушение люминесценции и обратимое изменение окраски [3].

В данной работе исследовались хемосенсорные свойства полимерной люминесцентной композиции (ПЛК) на основе полистирола, допированного ОНДВМВF₂, при взаимодействии с парами аммиака.

Формование пленки, допированной ОНДВМВF₂, производилось раствором методом на стеклянной подложке. Тушение люминесценции при внесении ПЛК в атмосферу паров аммиака регистрировалось с помощью фоторезистора, соединенного с мультиметром. Измерения проводили в закрытой камере при ультрафиолетовом облучении.

При внесении ПЛК в атмосферу аммиака наблюдалось обратимое изменение окраски с желтой на оранжевую (рисунок 1) и тушение люминесценции. При уменьшении освещённости (тушение люминесценции при внесении ПЛК в пары аммиака) сопротивление фоторезистора увеличивалось, при увеличении (восстановление люминесценции при изъятии ПЛК из паров аммиака) – уменьшалось. Поочередно было проведено 7 циклов с внесением и изъятием ПЛК из паров аммиака. Наблюдалось увеличение сопротивления фоторезистора при увеличении числа циклов (рисунок 2), что свидетельствует о неполном восстановлении пленки.

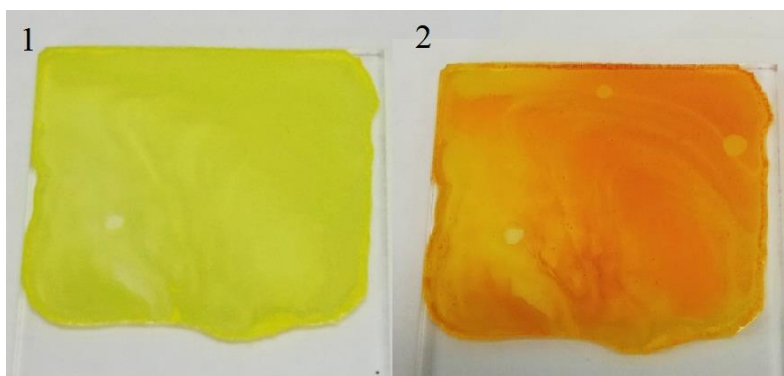


Рисунок 1 – Окраска ПЛК с OHDBMBF_2 до (1) и после (2) взаимодействия с аммиаком

Такое поведение, предположительно, связано с неравномерным распределением люминофора в пленке (рисунок 1), неоднородностью размеров образовавшихся кристаллов, а также наличием пор в полистирольной пленке. Предполагается, что вследствие влияния этих факторов увеличивается время, необходимое для полного восстановления люминесцентных свойств ПЛК.

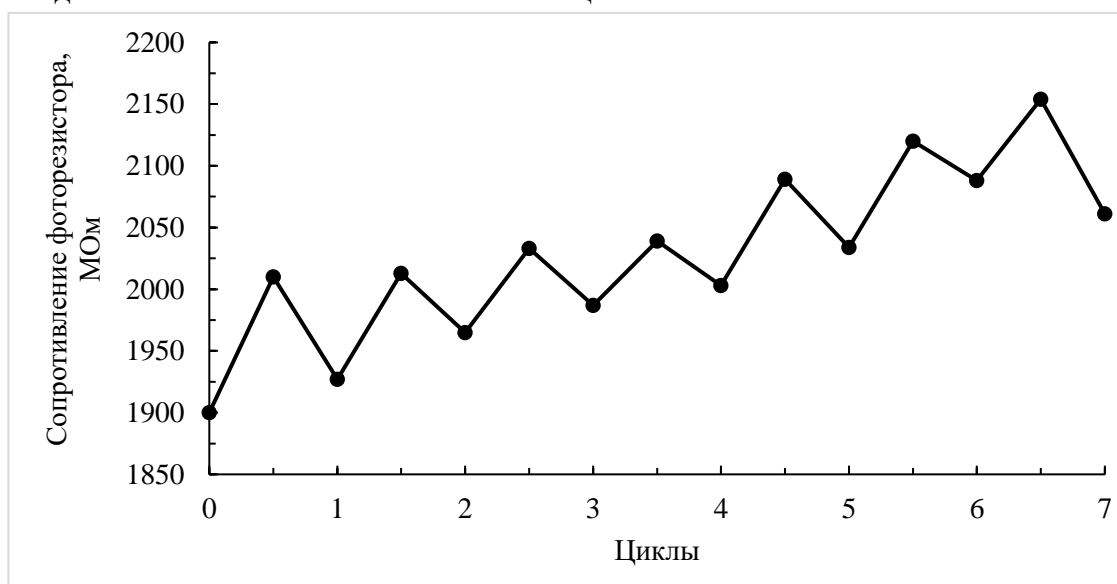


Рисунок 2 – Изменение сопротивления фоторезистора при введении-изъятии ПЛК из паров аммиака

Таким образом, исследованы хемосенсорные свойства ПЛК на основе полистирола, допированного OHDBMBF_2 . Неполное восстановление люминесцентных свойств ПЛК после изъятия из паров аммиака свидетельствует о диффузных затруднениях при удалении аналита (аммиака) с поверхности кристаллов OHDBMBF_2 . Дальнейшие исследования будут направлены на увеличение однородности композиции, а также возможности использования ПЛК для количественного определения паров аммиака.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-33-90142.

Список литературы

1. Sazhnikov, V.A. Fluorescence spectra and structure of the difluoro(dibenzoylmethanato)boron monomers and dimers absorbed on silica gel / V.A. Sazhnikov et al. // High energy chemistry. – 2011. – Vol. 45, № 4. – P. 315-319.

2. Gelfand, N. The molecular structure and absorption spectrum of hydroxy substituted dibenzoylmethanoboron difluoride in solution: A theoretical and experimental study / N. Gelfand, A. Freidzon, E. Fedorenko. // Journal of molecular structure. – 2018. – Vol. 1151. – P. 117-185.

3. Fedorenko, E.V. o-Hydroxydibenzoylmethanate of boron difluoride: A complex with multi-stimuli-responsive emission effects / E.V. Fedorenko, A.G. Mirochnik, A.V. Gerasimenko. // Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. – 2019. – Vol. 223. – Article number 117367.

Кашепа В. В.

СПЕКТРАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА β -ДИКЕТОНАТОВ ДИФТОРИДА БОРА В ПЛЕНКАХ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ
Научный руководитель — ассистент БК ХиРТ Хребтов А. А.

Все многообразие органических соединений включает в себя люминесцирующие под действием различного рода возбуждений органолюминофоры. Особое место среди этого множества занимают фотолуминофоры, которые уже нашли применение во многих областях науки и техники, включающих электронику и материаловедение. Вместе с развитием химии и химической технологии совершенствуются и появляются все новые сферы возможного прикладного применения фотолуминофоров. В свою очередь, полимерные пленки, допированные β -дикетонатами дифторида бора, сочетают в себе люминесцентные свойства с гибкостью и легкостью, что определяет перспективность их использования в оптоэлектронных приборах [2], органических светодиодах [1, 2], в качестве люминесцентных солнечных концентраторов в фотоэлементах [1, 2], в лазерных генераторах [2] и полевых транзисторах [1, 2].

В настоящей работе исследовались оптические свойства пленок на основе полярного поливинилхлорида (ПВХ) допированных 2,2-дифтор-4-(п-диметиламиностирил)-6-фенил-1,3,2-диоксаборином (1), 2,2-дифтор-4-(п-диметиламиностирил)-6-(п-метоксифенил)-1,3,2-диоксаборином (2), 2,2-дифтор-4,6-(п-диметиламиностирил)-1,3,2-диоксаборином (3) и 2,2-дифтор-4,6-(п-диметиламиностирил)-5-метил-1,3,2-диоксаборином (4) (рисунок 1).

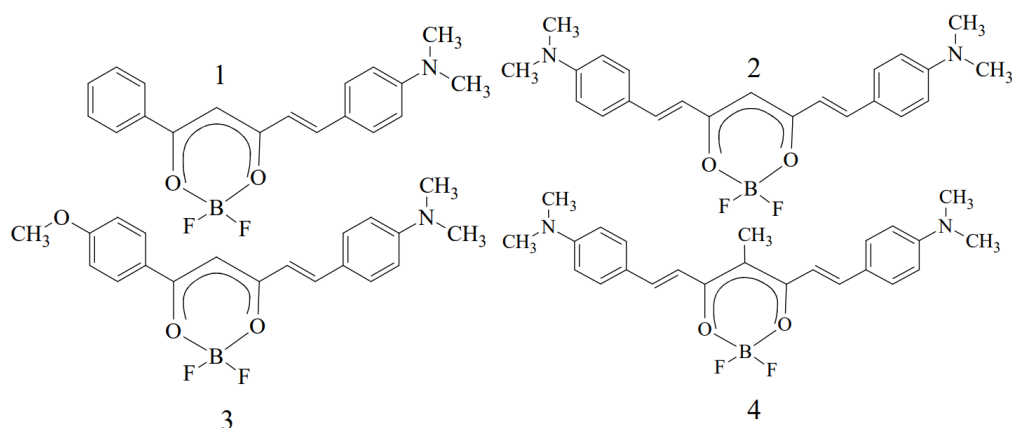


Рисунок 1 — Структурные формулы 1-4

Формование пленок из растворов ПВХ в дихлорэтаноле проводилось методом полива из раствора на предметное стекло. Спектральные измерения проводились в Лаборатории светотрансформирующих материалов Института химии ДВО РАН на спектрофлуориметре Shimadzu RF-5301 PC.

В [1] приводятся данные о сольватохромном поведении 1-4 в полимерных матрицах умеренной полярности на основе полистирола (ПС) и поликарбоната (ПК). Для сопоставления влияния полярности

полимерной матрицы на оптические свойства молекул люминофоров данные, приведенные в [1] и полученные в настоящей работе, сведены в таблицу. Полярный характер матрицы ПВХ обуславливает батохромный сдвиг в спектрах возбуждения люминесценции и люминесценции.

Таблица

Спектральные максимумы соединений 1-4 в полимерных матрицах ПС, ПК и ПВХ

Люминофор	Полимерная матрица	Максимум возбуждения люминесценции λ_{exc} , нм	Максимум излучения λ_{lum} , нм
1	ПС [1]	537	571
	ПК [1]	544	596
	ПВХ	569	611
2	ПС [1]	531	563
	ПК [1]	539	589
	ПВХ	561	603
3	ПС [1]	590	609
	ПК [1]	608	640
	ПВХ	641	671
4	ПС [1]	597	631
	ПК [1]	612	656
	ПВХ	646	672

Видно, что максимумы спектров возбуждения люминесценции и люминесценции 1-4 в полярной матрице ПВХ смещены в длинноволновую область относительно максимумов в умеренно полярных ПС и ПК матрицах. При этом значение батохромного сдвига увеличивается с ростом полярности в ряду ПС-ПК-ПВХ. На основании данных в таблице можно сделать вывод об однозначном влиянии полярности полимерной матрицы на спектральные свойства β -дикетонатов дифторида бора, подтверждающем эффект положительного сольватохромизма для изученных соединений. Вместе с тем наблюдаемое явление сольватохромного эффекта определяется полиметиновой структурой люминофоров, обуславливающей возможность внутримолекулярного переноса заряда между электронодонорной (диметиламино) и электроноакцепторной (BF_2) группами [1].

Список литературы

1. Polymer films doped with dimethylaminostyryl β -diketonates of boron difluoride: Spectral properties and influence of the polymer matrix [article] / Elena V. Fedorenko, Aleksandr A. Khrebtov, Anatolii G. Mirochnik [et al.]. // ScienceDirect : [website] — Journal of Luminescence. — 2020. — Vol. 235, Art. 118043 — P 1-10. — URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022231321001599> (дата обращения: 27.03.2021)
2. Kazuo Tanaka, Advanced Luminescent Materials Based on Organoboron Polymers [article] / Kazuo Tanaka, Yoshiki Chujo — DOI: 10.1002/marc.201200239 // Macromolecular Rapid Communications. — 2012. — Vol. 33 — P. 1235-1255.
3. Красовицкий, Б. М. Органические люминофоры. / Б. М. Красовицкий, Б. М. Болотин. — 2-е. изд., перераб. — Москва : Химия, 1984. — 336 с.

Кириченко А. С.

ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА АРОМАТИЧЕСКИХ И ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА В ПРОЦЕССЕ ИСПАРЕНИЯ

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – ст. преподаватель базовой кафедры химических и ресурсосберегающих технологий, А. С. Чудовский

Цель работы – провести определение изменения состава ароматических и полициклических ароматических углеводородов в образцах дизельного топлива в процессе испарения за разные промежутки времени.

Объектом исследования являлось товарное зимнее дизельное топливо (производитель ПАО "НК "Роснефть") С помощью метода газовой хромато-масс-спектрометрии был определен компонентный состав на газовом хромато-масс-спектрометре GCMS QP2010 Ultra. В процессе работы были определены характеристические ионы для идентификации ароматических и полициклических углеводородов, методом селективного ионного мониторинга идентифицированы линейные алканы с количеством атомов углерода в цепи от 8 до 26, ароматические углеводороды: моно-, ди-, три- и тетра-замещенные гомологи бензола с числом атомов углерода в боковой цепи до 4; нафталин и его метил-, этил- и диметилзамещенные гомологи; флуорен и его метил-, этил- и диметилзамещенные гомологи; а также соединения из списка приоритетных загрязнителей: фенантрен, антрацен, пирен, аценафтилен, флуорантен [1, 2, 3].

Также были проведены эксперименты для изучения степени испарения из проб дизельного топлива идентифицированных веществ в течение 3, 4 и 7 дней, данные представлены на графиках (рисунки 1 и 2). Для этого образцы дизельного топлива выдерживали при комнатной температуре (около 25 °С) в течение 3, 4 и 7 дней. В результате экспериментов было установлено, что за 3 дня моно-, ди-, три- и тетра-замещенные гомологи бензола с числом атомов углерода в боковой цепи равным 2 испаряются на 35 – 50 %, моно-, ди-, три- и тетра-замещенные гомологи бензола с числом атомов углерода в боковой цепи равным 3 испаряются на 15 – 35 %, моно-, ди-, три- и тетра-замещенные гомологи бензола с числом атомов углерода в боковой цепи равным 4 испаряются на величину менее 5 % или не испаряются вовсе.

За 4 дня моно-, ди-, три- и тетра-замещенные гомологи бензола с числом атомов углерода в боковой цепи равным 2 испаряются более чем на 40 %, моно-, ди-, три- и тетра-замещенные гомологи бензола с числом атомов углерода в боковой цепи равным 3 испаряются на величину 25 – 45 %, моно-, ди-, три- и тетра-замещенные гомологи бензола с числом атомов углерода в боковой цепи равным 4 испаряются на величину 7 – 15 %, нафталин, его гомологи и вещества обладающие большей молекулярной массой испаряются незначительно или не испаряются совсем.

За 7 дней моно-, ди-, три- и тетра-замещенные гомологи бензола с числом атомов углерода в боковой цепи до 3 испаряются на более чем 50 %, моно-, ди-, три- и тетра-замещенные гомологи бензола с числом атомов углерода в боковой цепи равным 4 испаряются на величину 5 – 25 %.

В ходе экспериментов обнаружено, что при выдержке в течение 3, 4 и 7 дней нафталин, его гомологи и вещества, обладающие большей молекулярной массой, испаряются незначительно или не испаряются совсем.

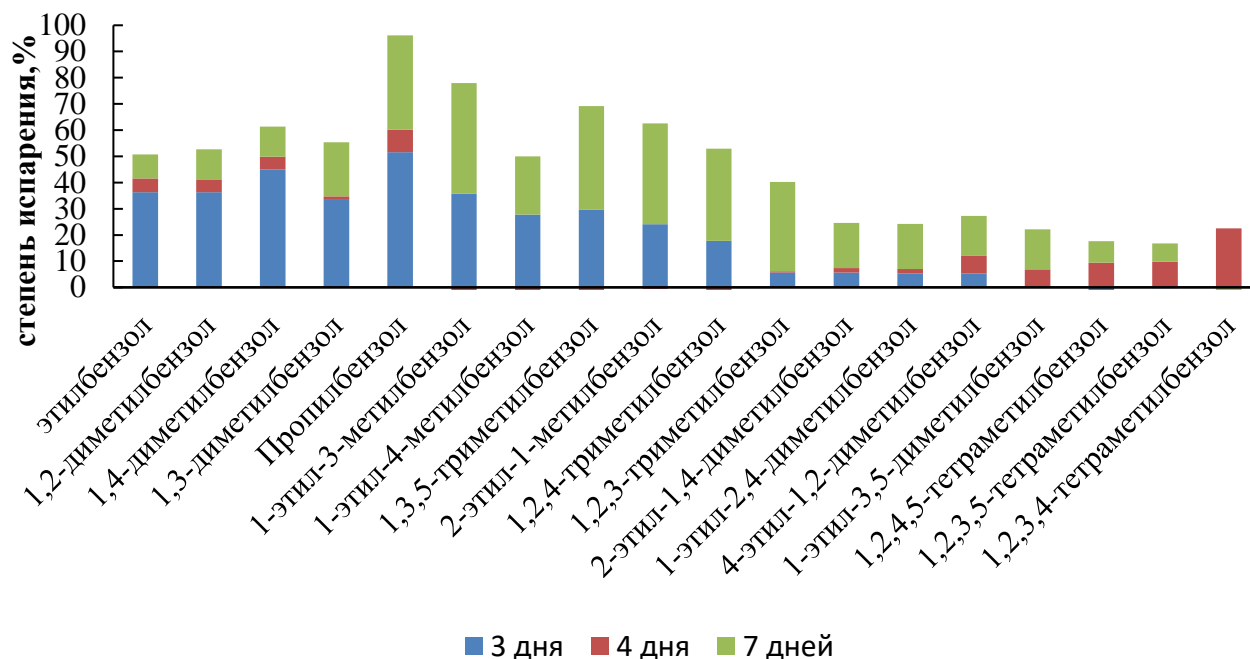


Рисунок 1 - Степень испарения гомологов бензола с числом атомов углерода в боковой цепи до 4

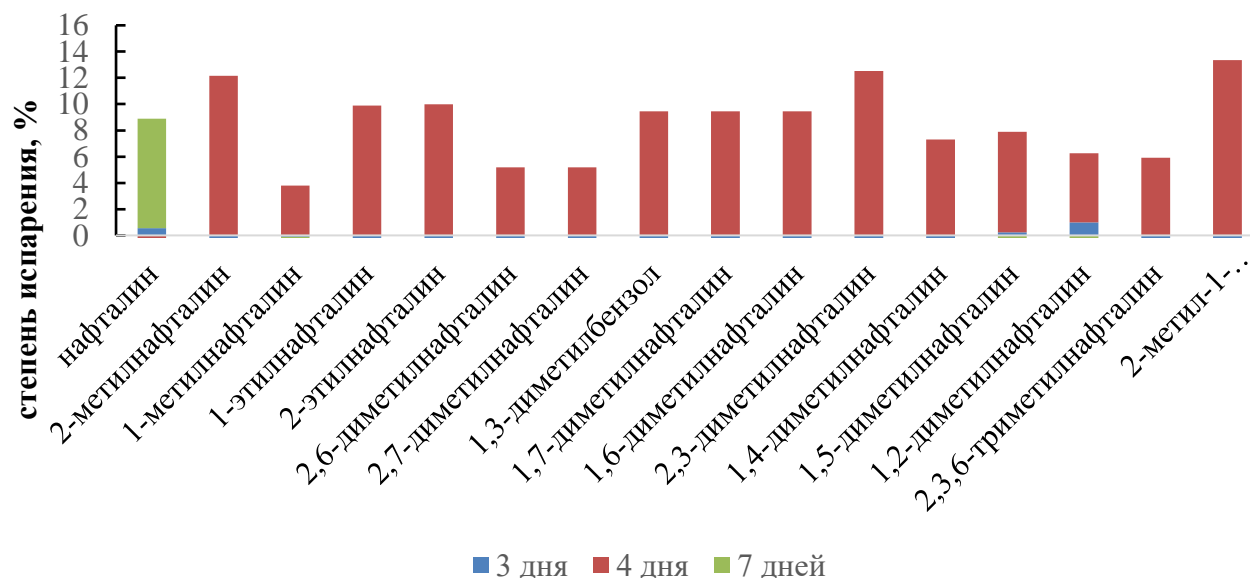


Рисунок 1 - Степень испарения нафталина и его гомологов

Список литературы

1. Шатц, В. Д. Высокоэффективная жидкостная хроматография / В. Д. Шатц, О. В. Сахартова. – Рига : ЗИНАТНЕ, – 1988. – 390 с.
2. NIST Chemistry WebBook [Электронный источник] – URL: <https://webbook.nist.gov/chemistry/>.
3. Чикидова, А. Л. Полициклические ароматические углеводороды в экосистемах : специальность 03.02.08 "Экология" : диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук / А. Л. Чикидова. – Москва, 2017. – 141 с.

Краснобаев Е. А.

ПРИМЕНЕНИЕ МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ПЭНД ДЛЯ СБОРА ПЛЕНОК УГЛЕВОДОРОДОВ С ПОВЕРХНОСТИ ВОДЫ

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – старший преподаватель А. С. Чудовский

Нефтепродукты, попадающие в воду в результате аварийных разливов и сбросов нефтесодержащих сточных (например, льяльных) вод, находятся в ней в различных миграционных формах: растворенной, эмульгированной, сорбированной на твердых частицах взвесей и донных отложений, а также в виде пленки на поверхности. Известно, что нефтепродукты, при попадании, оказывают пагубное влияние на окружающую среду, а так как в результате разлива или залпового сброса возникает "пиковая нагрузка" на окружающую среду, увеличивается интенсивность и уровень вредного воздействия. Поэтому поиск материала для очистки сточных вод от эмульгированных нефтепродуктов и сбора всплывших нефтепродуктов с поверхности воды является актуальной задачей.

В качестве объекта исследования были выбраны масла моторные 5W-30 и 15W-40 производителя Kixx, а также образцы, изготовленные нарезкой пленки ПЭНД различной номинальной толщины (7, 20 и 80 мкм). Для образцов была рассчитана общая площадь поверхности, определены нефтеемкость образцов, а также плотность и удельный удерживаемый объем масел. Определены количество элементарных ячеек, образованных переплетением волокон ПЭНД в каждом образце, объем элементарной ячейки, а также её размеры.

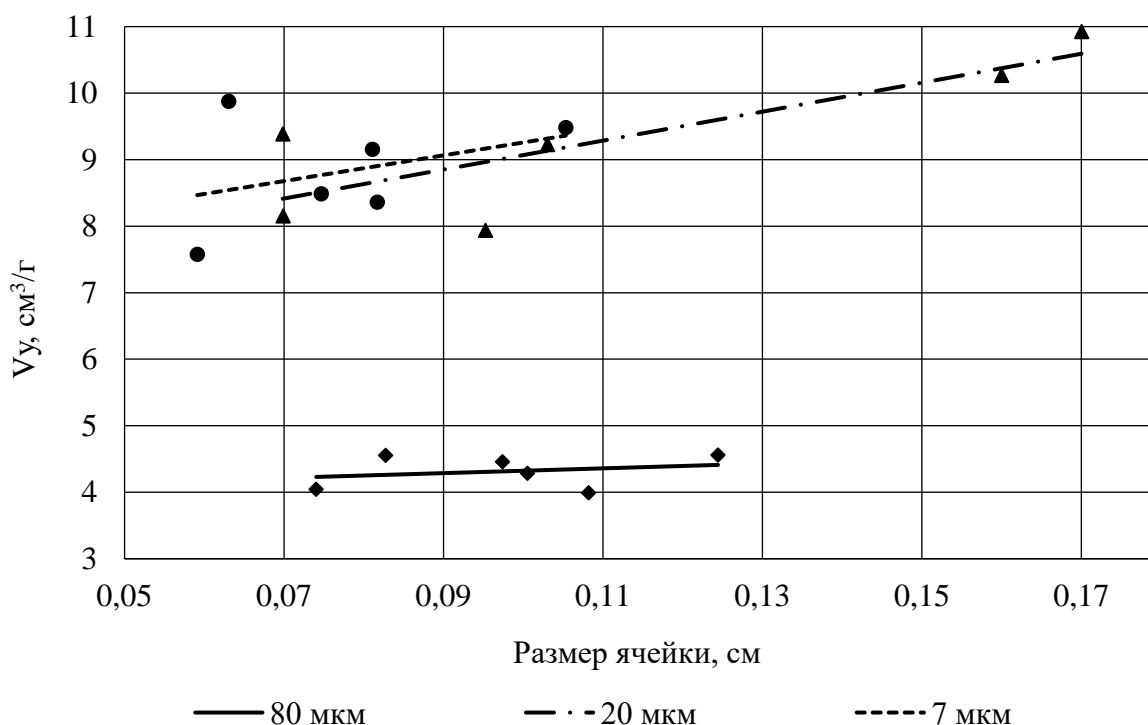


Рисунок 1 – Зависимость удельного удерживаемого объема масла 5W-30 от размера ячейки
Для масла 5W-30 наблюдается увеличение удельного удерживаемого объема при увеличении размера элементарной ячейки материала для всех исследованных пленок (рисунок 1).

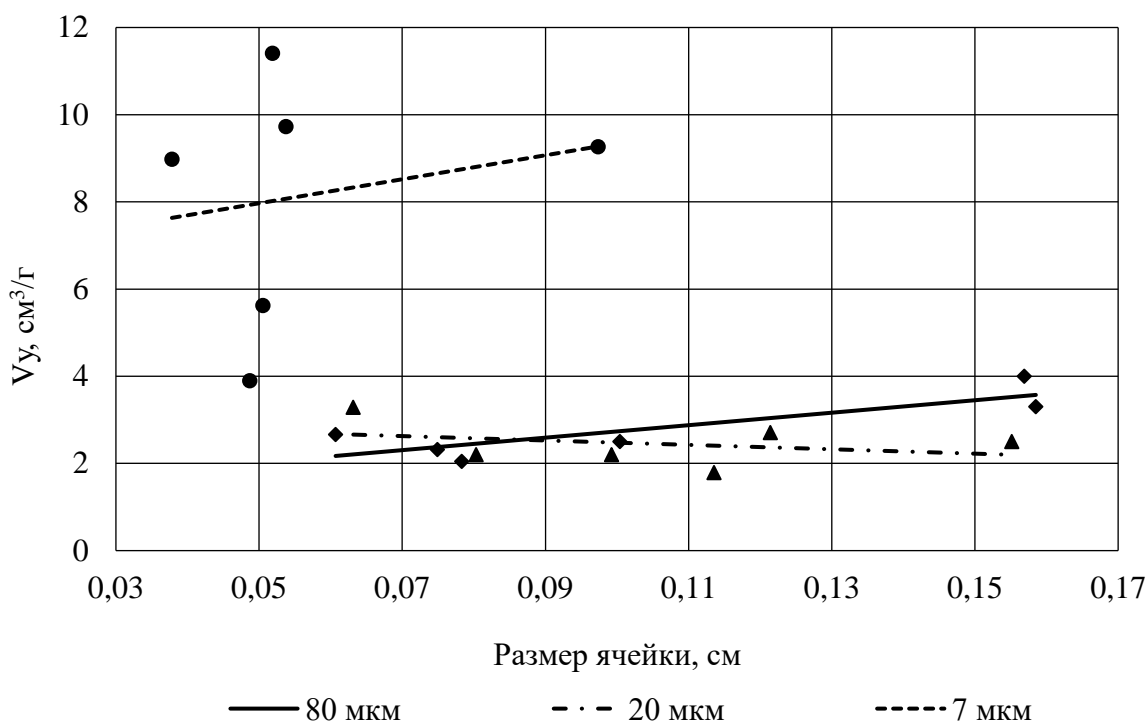


Рисунок 2 – Зависимость удельного удерживаемого объема масла 15W-40 от размера ячейки

Для масла 15W-40 наблюдается увеличение удельного удерживаемого объема при увеличении элементарных ячеек для образцов из пленки номинальной толщины 7 и 80 мкм, а для образцов из пленки номинальной толщины 20 мкм значение удельного удерживаемого объема снижается (рисунок 2).

Мамашарипова М. М.

ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА АЛИФАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПРОЦЕССЕ ИСПАРЕНИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – ст. преподаватель, А. С. Чудовский

Нефти по своему составу могут относиться к парафиновым, нафтеновым и ароматическим. Однако наиболее часто для производства нефтепродуктов используется именно парафиновые нефти и, как следствие, получаемые нефтепродукты обладают повышенным содержанием линейных и разветвленных углеводородов. Алканы не обладают выраженной канцерогенной или мутагенной активностью, однако могут влиять на скорость обмена кислородом компонентов загрязненной нефтями или нефтепродуктами окружающей среды, так как нефтяная пленка препятствует проникновению воздуха в воду и почву. Для разработки эффективных методов ликвидации аварийных разливов нефтей и нефтепродуктов необходимо оценивать снижение содержания углеводородов под действием естественных факторов.

Цель работы – провести определение изменения состава алифатических линейных и разветвленных углеводородов в образцах дизельного топлива в процессе испарения за разные промежутки времени.

Объектом исследования являлось товарное зимнее дизельное топливо (производитель ПАО "НК "Роснефть") которое в ходе эксперимента испаряли путем выдерживания при комнатной (около 25 °С) температуре для исследования изменения состава. Эксперимент осуществлялся следующим образом: в колбы на 100 мл пипеткой вносили по 1 мл дизельного топлива, две пробы анализировали сразу после приготовления, четыре пробы закрывали ватно-марлевыми пробками и выдерживали в течение необходимого времени (3 дня, 7 дней и 1 месяц). Так как последующая работа предполагает проведение испытаний в присутствии воды, для подготовки к анализу по условиям ГОСТ 31953 [2] пробы растворяли в колбах в 30 мл четырёххлористого углерода. Полученные растворы тщательно перемешивали и проводили анализ.

Анализ проб дизельного топлива осуществлялся при помощи газового хромато-масс-спектрометра GCMS QP2010 Ultra (Shimadzu, Япония). В качестве аналитического сигнала для определения положения и площадей пиков был выбран ион 57 m/z [1], так как его использование даёт наиболее статистически точные данные.

В результате проведенного анализа были идентифицированы линейные углеводороды с количеством атомов углерода от 8 до 27, определены их времена удерживания и площади пиков. Также с использованием метода селективного ионного мониторинга по иону 57 m/z установлено положение пиков разветвленных алканов, находящихся между соответствующими линейными алканами, которые были приняты в качестве изомеров линейного алкана с большим временем удерживания. Статическая обработка с применением критерия Граббса показала, что линейный C27 в условиях проведенного эксперимента не испаряется, следовательно, он может быть выбран в качестве внутреннего стандарта. Для определения изменения содержания исследуемых углеводородов в дизельном топливе использовали отношение площади пиков углеводородов к площади пика C27.

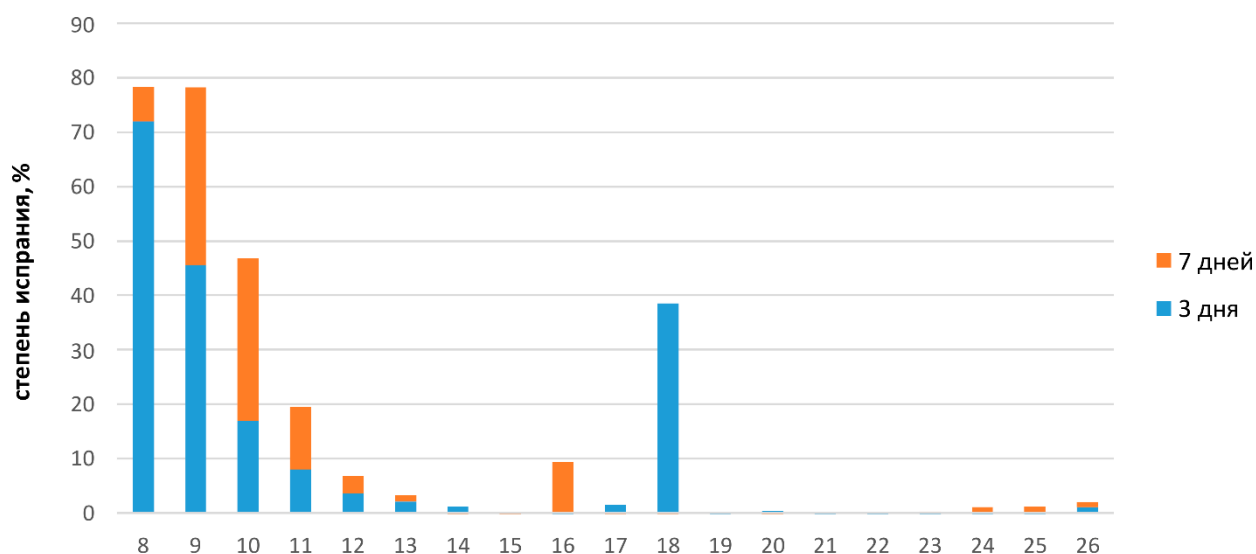


Рисунок 1 – Степень испарения n-алканов по периоду выдержки

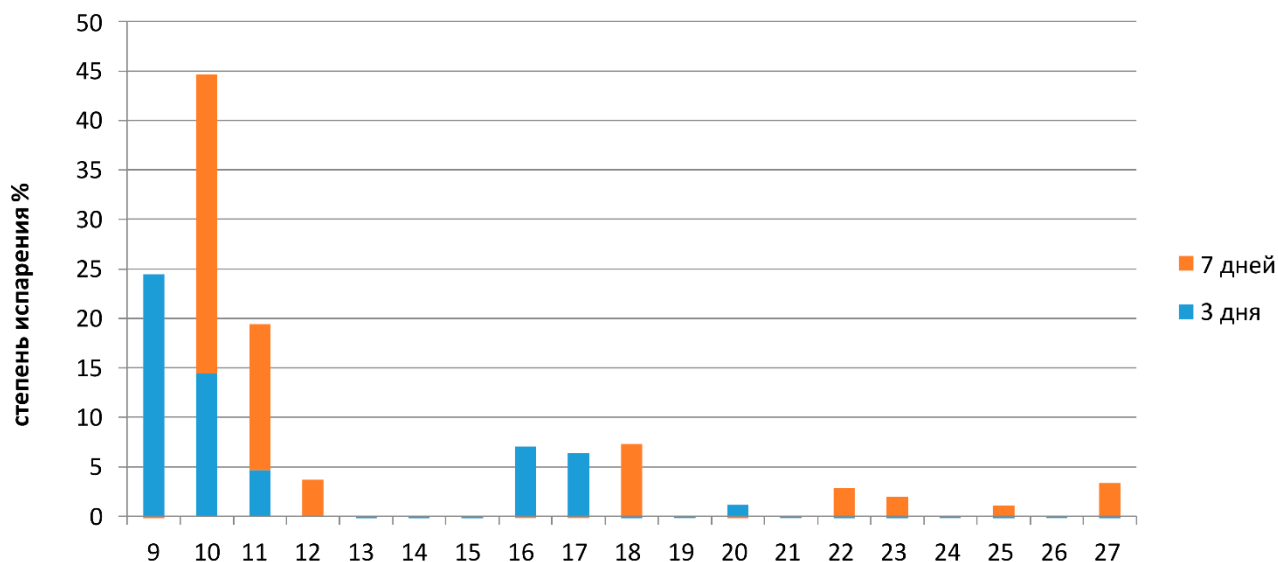


Рисунок 2 – Степень испарения разветвленных алканов по периоду выдержки

По полученным результатам, продемонстрированным на рисунках 1 и 2 было выявлено, что по истечению периода выдержки в 3 дня в большей степени испарились такие н-алканы как С8, С9, С10, С11, С18 и изомеры С9, С10, С11, С16, С17. В меньшей степени испарились такие н-алканы как С12, С13, С14, С17, С26 и изомеры С20, остальные алифатические углеводороды за данный промежуток времени не испаряются. Было установлено, что за период выдержки в 7 дней происходит активное испарение н-алканов С8, С9, С10, С11, С16 и изомеров С10, С11, С12, С18, С22, С27, также наблюдалось наименее интенсивное испарение н-алканов С12, С13, С24, С25, С26 и изомеров С23, С25.

Список литературы

1. NIST ChemistryWebBook [Электронный источник] – URL: <https://webbook.nist.gov/chemistry/>
2. ГОСТ 31953-2012. Вода. Определение нефтепродуктов методом газовой хроматографии. – Введ. 01.01.2014. – Москва : Стандартинформ, 2013.– 23 с.

Нефедов П.С., Иштокина Е.Ю.

ВЛИЯНИЕ ПЛОЩАДИ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО ПОКРЫТИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО СОЛНЕЧНОГО КОНЦЕНТРАТОРА

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научные руководители - доцент БК ХиРТ, к.х.н. Л.А. Лим;

ассистент БК ХиРТ А.А. Хребтов

Окна и системы остекления, являющиеся неотъемлемыми конструктивными элементами любого современного сооружения, в настоящее время рассматриваются в качестве основной платформы для интеграции технологий прозрачной и полупрозрачной фотовольтаики [1]. Перспективным направлением является внедрение люминесцентных солнечных концентраторов (ЛСК) в светопрозрачные конструкции [2]. Системы остекления с ЛСК потенциально могут преобразовать фасады и оконные конструкции зданий в распределенные генераторы электроэнергии, а также

использоваться в случаях, где применение традиционных фотоэлектрических преобразователей (ФЭП) малоэффективно.

Ранее нами было предложено использовать поливинилбутираль (ПВБ) в качестве адгезионного слоя ЛСК для увеличения адгезии полистирола (ПС) к поверхности стекла [3]. Это позволило изготовить трехслойный пленочный ЛСК (стеклянная подложка – ПВБ – ПС, допированный анизоилбензоилметанатом дифторида бора) размером 50×50×4 мм в комплексе с ФЭП. Проведена оценка его эффективности при облучении УФ-светодиодом (365 нм) и ксеноновой лампой. Было установлено, что использование монохроматического источника возбуждающего излучения (УФ-светодиода) приводит к существенному приросту фототока ФЭП при использовании пленочного ЛСК.

С целью моделирования возможных процессов разрушения люминесцентного слоя ввиду внешних воздействий на этапе изготовления или в ходе эксплуатации системы ЛСК-ФЭП было предложено провести оценку эффективности преобразования световой энергии в электрическую при уменьшении площади покрытия. В ходе эксперимента были установлены предполагаемые зоны разрушения пленочного слоя и выполнены надрезы следующих типов: продольные надрезы вдоль границ ЛСК, продольные и поперечные надрезы через центр ЛСК (таблица 1). Затем проведены измерения фототока при удалении части покрытия в указанных местах.

По результатам эксперимента определены фототоки (таблица 1), измеренные на ФЭП, прикрепленном к торцу волновода, при измененной площади люминесцентного слоя ($I_{\text{ЛСК}}^*$). Рассчитано изменение эффективности преобразования ($\Delta\eta_{\text{ФЭП}}^*$) по уравнению (1).

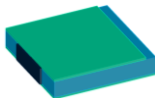
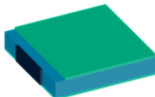
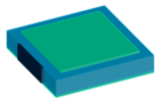
$$\Delta\eta_{\text{ФЭП}}^* = \frac{I_{\text{ЛСК}}^*}{I_{\text{ЛСК}}} - 1, \quad (1)$$

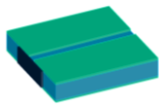
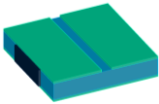
где $I_{\text{ЛСК}}$ – фототок, измеренный на ФЭП, прикрепленном к торцу волновода (10,6 мкА); $I_{\text{ЛСК}}^*$ – фототок, измеренный на ФЭП, прикрепленном к торцу волновода, при измененной площади люминесцентного слоя, мкА.

Установлено, что значение фототока, вырабатываемого на ФЭП, снижается при уменьшении площади люминесцентного слоя в результате увеличения площади надрезов. В случае размещения надрезов с обратной стороны ЛСК (№1–№5) наблюдается меньшее падение эффективности преобразования в сравнении с надрезами, выполненными на лицевой поверхности ЛСК (№1–№5). Надрезы, расположенные вдоль границы ЛСК с ФЭП (№2, №3), в большей степени влияют на падение эффективности преобразования системы.

Таблица 1

Результаты измерений фототока при удалении части покрытия с ЛСК (50×50×4 мм)

№	Тип надреза (относительно ФЭП)	Поверхность ЛСК	Размер надреза, мм	$I_{\text{ЛСК}}^*$, мкА	$\Delta\eta_{\text{ФЭП}}^*$, %	Схема ЛСК с надрезом
1	Продольный, вдоль противоположной границы ЛСК	Лицевая	50×5	9,9	-6,6	
		Обратная	50×5	10,3	-2,8	
2	Продольный, вдоль границы ЛСК с ФЭП	Лицевая	50×5	9,6	-9,4	
		Обратная	50×5	9,8	-7,5	
3	Продольный, вдоль всех границ ЛСК	Лицевая	200×5	8,8	-16,7	
		Обратная	200×5	9,3	-12,3	

4	Продольный, через центр ЛСК	Лицевая	100×5	8,3	-21,7	
		Обратная	100×5	9,0	-15,1	
5	Поперечный, через центр ЛСК	Лицевая	100×5	9,1	-14,2	
		Обратная	100×5	9,7	-8,5	

Падение эффективности преобразования излучения системой ЛСК-ФЭП, вероятно, связано с увеличением потерь в результате уменьшения полезной площади люминесцентного слоя. Это особенно заметно при измерении фототока в случае надрезов, расположенных непосредственно у границы ЛСК с ФЭП. Чем больше расстояние от места входа луча возбуждающего света в ЛСК до места крепления ФЭП, тем меньшее количество переизлученного света поступает на ФЭП. Это происходит по ряду причин: частичное поглощение излучения стеклянной матрицей, повторное поглощение переизлученного света люминофором из-за перекрытия полос поглощения и люминесценции и связанные с этим потери через "конус потерь" [3], в результате чего часть света выходит из объёма волновода и не может быть использована для преобразования в электрическую энергию.

Список литературы

1. Vasiliev, M. Developments in solar energy-harvesting technologies for building integration and distributed energy generation / M. Vasiliev, M. Nur-E-Alam, K. Alameh // *Energies*. – 2019. – Vol. 12, N 6. – P. 1080.
2. Meinardi, F. Luminescent solar concentrators for building-integrated photovoltaics / F. Meinardi, F. Bruni, S. Brovelli // *Nature Reviews Materials*. – 2017. – Vol. 2, N 12. – P. 17072.
3. Debije, M. G. Thirty years of luminescent solar concentrator research: solar energy for the built environment / M. G. Debije, P. P. C. Verbunt // *Advanced Energy Materials*. – 2012. – Vol. 2, N 1. – P. 12-35.

Одородько П.В.¹

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СИНТЕТИЧЕСКИХ КАУЧУКОВ

¹Кафедра «Химии и химической технологии» АмГУ

¹Научный руководитель - к.т.н., доцент Г.Г. Охотникова

Ежегодно в мире расходуются десятки миллионов тонн каучука. Из него выпускают автомобильные шины и другие резиновые изделия, срок службы которых ограничен. Только в Российской Федерации, по текущим данным, россияне отправляют на свалку более 1 миллиона тонн пришедших в негодность автомобильных шин. При этом на переработку идет лишь около 100 000 тонн.

Стандартная практика утилизации шин – их сжигание – наносит сильный удар и по экологии, и по экономике. При сжигании 1 т резины, образуется около 300 кг сажи и более 400 кг токсичных веществ, которые не только опасны для здоровья, но и негативно влияют на биосферу в целом. Анализ проблемы утилизации использованных шин показывает, что решение об их переработке имеет экономический смысл, и в большинстве развитых стран использованные шины рассматриваются как источник ценного сырья и почти полностью перерабатываются [2]. В мире эта проблема решается двумя основными способами: механическая переработка и переработка с изменением химической структуры [3].

Для российского рынка наиболее распространённым методом утилизации является механическое измельчение. При этом основной продукт переработки изношенных шин – резиновая крошка (РК) различных фракций, которая представляет собой композиционный эластомерный порошок. В зависимости от используемого оборудования, согласно [1], выход РК может составлять от 35 до 80%.

Тем не менее, несмотря на широкое использование, механическое измельчение кажется уже несколько устаревшим методом. Опросы показывают, что около 66% потребителей готовы платить больше, если предлагаемый им товар будет обладать более высокими экологическими характеристиками. Такой выбор потребителей обусловлен двумя ключевыми факторами: потенциалом продукта к переработке и потенциалом продукта к повторному использованию (увеличение продолжительности жизненного цикла).

Современность требует новых технологий с получением полноценного материала и примером тому может быть модифицированный термопластик, разработанный в Оберхаузене с использованием эластомерных порошков. В качестве последних выступают измельченные остатки резины [5]. Используя системный анализ эластомеров, ученые разработали три разновидности модифицированного термопластика, отличающиеся различной твердостью. Продукт получил название – Elastomer Powder Modified Thermoplastics (EPMT).

Линия по получению нового термопластика включает в себя три стадии: стадия подготовки сырья к переработке, производство РК и её гранулирование, стадия добавления резиновых гранул к расплаву термопластика.

На стадии подготовки к переработке использованная резина проходит процесс очистки от земли, песка и прочих загрязнителей, а затем подвергается измельчению до крошки размером от 1 до 3 миллиметров.

На следующей стадии полученная крошка гранулируется. Полученный гранулят заданного размера (около 3 миллиметров) охлаждается и перемалывается в эластомерный порошок, который добавляется в расплав термопластичного материала. Результатом перечисленной последовательности операция является новый материал – EPMT. Установка способна перерабатывать до 4000 килограммов резиновых изделий в час.

Возможная область применения EPMT достаточно широка. Созданные учеными модифицированные пластики уже применяются в промышленности в качестве опытных материалов.

Поскольку, процесс получения РК является одной из стадий получения EPMT, то для производства EPMT российским компаниям, специализирующимся на производстве РК, не потребуется затрачивать средства на приобретение новых технологических линий. Можно просто модифицировать уже имеющиеся, что значительно уменьшит начальные затраты, а РК можно получать независимо от EPMT материала.

Новый материал содержит в себе до 80% остаточной резины и может быть легко обработан, как и обычный термический пластик – литьем и экструзией. EPMT пригоден для выпуска полноценных изделий, которые по окончании срока службы могут быть переработаны повторно.

Механические свойства полученного из EPMT изделия во многом зависят от процесса измельчения резиновых отходов и размеров гранул. В зависимости от потребности с использованием эластомерного порошка может быть получен материал, обладающий теми или иными свойствами. Например, материал, наилучшим образом приспособленный к поглощению энергии удара, если речь идет о деталях подвески автомобилей, или обеспечивающий наибольшее трение, что важно для материалов автомобильных шин. Тесный контакт производитель – потребитель на всех стадиях

технологической цепочки дает возможность выбрать наиболее эффективный режим переработки и настроить производственный процесс под требования потребителя [4].

Проблема по переработке изделий из синтетических каучуков на сегодняшний день актуальна как никогда. Уже существуют технологии, позволяющие перерабатывать резиновые изделия, в частности, – автомобильные покрышки. Однако эти технологии требуют углубленных исследований для увеличения эффективности производства целевого продукта, поскольку вторичное использование резиновых изделий не только развивает инфраструктуру страны, но и активно влияет на решение экологических проблем.

Список литературы

1. «Сибур» проанализировал проблему утилизации шин в России [Электронный источник] – URL: <http://colesa.ru/news/10449>
2. Способы переработки шин: классические и альтернативные способы, технологии дробления [Электронный источник] – URL: <https://regionvtormet.ru/stanki-i-oborudovanie/sposoby-pererabotki-shin-klassicheskie-i-alternativnye-sposoby-tehnologii-drobleniya.html>
3. Способы переработки шин: преимущества и недостатки [Электронный источник] – URL: <https://tokarmaster.ru/drugoe/sposoby-pererabotki-shin-preimushhestva-i-nedostatki.html>
4. EPMT - вторичная переработка каучука [Электронный источник] – URL: <https://econet.ru/articles/3376-epmt-vtorichnaya-pererabotka-kauchuka>
5. EPMT – эластомерный пластик из резиновых отходов [Электронный источник] – URL: <http://www.polymerbranch.com/news/view/7769.html>

Плешкова А. И., Пяткова М. А.

КАЛЬЦИЙ-ФОСФАТНЫЕ ПЭО-ПОКРЫТИЯ НА ТИТАНЕ МАРКИ VT1-0

Департамент медицинской биохимии и биофизики ШБМ ДВФУ
Научный руководитель – к.х.н., с.н.с. Института химии ДВО РАН,
доцент БК ХиРТ ШЕН ДВФУ К.В. Надараиа

В настоящее время титан и титановые сплавы широко используются в имплантологии для изготовления ортопедических протезов [1–3]. Применение титана обусловлено рядом его уникальных свойств, таких как высокая прочность и коррозионная стойкость, обуславливающих значительную биоинертность этого материала [4–6].

В данной работе представлены кальций-фосфатные покрытия на технически чистом титане VT1-0, сформированные методом плазменного электролитического оксидирования (ПЭО). Изучение морфологических особенностей покрытий проводилось с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Состав формируемых покрытий исследован методами энергодисперсионной спектроскопии и рентгеноструктурного анализа. Было установлено, что ПЭО-покрытия содержат в своем составе фосфат кальция, повышающий биосовместимость поверхностного слоя. Электрохимические свойства образцов изучались методами потенциодинамической поляризации и электрохимического импедансной спектроскопии в различных физиологических средах – растворе, имитирующем внеклеточную жидкость по минеральному составу (*SBF*) и минимально эссенциальной среде (*MEM*). Данные электрохимических исследований свидетельствуют о снижении плотности тока коррозии для образца с ПЭО-слоем ($5,0 \cdot 10^{-9}$ А/см²) более чем в 15 раз по сравнению с титаном без покрытия ($7,7 \cdot 10^{-8}$ А/см²). Сформированные ПЭО-покрытия имеют упругопластические свойства,

близкие к человеческой кости (12–30 ГПа), и меньший коэффициент трения по сравнению с металлом без покрытия. Смачиваемость дистиллированной водой образцов увеличилась после нанесения на них ПЭО-слоя. Угол смачивания сформированных покрытий уменьшился более чем на 60° по сравнению с образцами без покрытий (с 73° – для образца без покрытия до 8° – для титана с ПЭО-покрытием). Такое повышение гидрофильности поверхности способствует большей биосовместимости формируемого покрытия по сравнению с необработанным данным методом титаном. Таким образом, ПЭО может быть перспективным методом повышения биосовместимости титановых имплантатов.

Список литературы

1. Kaur M, Singh K. Review on titanium and titanium based alloys as biomaterials for orthopaedic applications. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl.* 2019 Sep;102:844-862. doi: 10.1016/j.msec.2019.04.064. Epub 2019 Apr 23. PMID: 31147056.
2. Cheng, Y.I.; Wu, X.-Q.; Xue, Z.; Matykina, E.; Skeldon, P.; Thompson, G.E. Microstructure, corrosion and wear performance of plasma electrolytic oxidation coatings formed on Ti–6Al–4V alloy in silicate-hexametaphosphate electrolyte. *Surf. Coat. Technol.* **2013**, *217*, 129–139.
3. Bai, Y.; Park, I.S.; Lee, S.J.; Bae, T.S.; Duncan, W.; Swain, M.; Lee, M.H. One-step approach for hydroxyapatite-incorporated TiO₂ coating on titanium via a combined technique of micro-arc oxidation and electrophoretic deposition. *Appl. Surf. Sci.* 2011, *257*, 7010–7018.
4. Chourifa, H.; Bouloussa, H.; Migonney, V.; Falentin-Daudré, C. Review of titanium surface modification techniques and coatings for antibacterial applications. *Acta Biomater.* 2019, *83*, 37–54.
5. Medina-Fernandez I, Celiz AD. Acellular biomaterial strategies for endodontic regeneration. *Biomater Sci.* 2019 Jan 29;7(2):506-519. doi: 10.1039/c8bm01296b. PMID: 30569918.
6. Dorozhkin SV. Functionalized calcium orthophosphates (CaPO₄) and their biomedical applications. *J Mater Chem B.* 2019 Dec 21;7(47):7471-7489. doi: 10.1039/c9tb01976f. Epub 2019 Nov 18. PMID: 31738354.

Селютин Е.К., Еремеева А.А., Бугаец М.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ДИСПЕРСНОГО ВЫМЫВАЕМОГО НАПОЛНИТЕЛЯ, СКЛОННОГО К РАЗЛОЖЕНИЮ, НА ОБРАЗОВАНИЕ ПОРИСТОЙ СТРУКТУРЫ В ПОЛИМЕРНОЙ МАТРИЦЕ

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.х.н., доцент Л.А. Лим

В последние годы широкое развитие получили мембранные методы разделения смесей, отличающиеся простотой технологического оформления, экономичностью и эффективностью. С помощью мембранных процессов удается охватить практически весь диапазон возникающих разделительных задач: от самых тонких – концентрирование изотопов урана, до относительно грубых – микрофильтрационная очистка жидкостей от гетерофазы субмикронных размеров [1, 2].

При формовании пористых материалах особое внимание уделяется морфологии пористой структуры и возможности ее регулирования. Данная работа посвящена исследованию процесса горячего прессования полимерного порошка с заданным наполнителем и исследованию его влияния на пористую структуру.

Спекание порошковых изделий производится с целью увеличения их плотности и придания им высоких механических свойств. Спекание осуществляется путем обжига порошковой формовки, т.е. нагрева до высокой температуры, задаваемой в зависимости от температуры плавления основного компонента, выдержки при этой температуре и последующего охлаждения. В ходе спекания исчезает поверхность раздела между контактирующими частицами. После формования (прессования, литья и т.д.) частицы порошка удерживаются вместе в основном благодаря силам механического сцепления и физической адгезии. Такие связи являются слабыми, поэтому «сырое» изделие не имеет достаточной прочности. При нагреве и выдержке изделия при высокой температуре благодаря химической адгезии частиц друг к другу и диффузии происходит срастание частиц, зарастание пор. Вследствие этого изделие уплотняется и упрочняется.

В работе полимерная матрица была сформирована из технологического отхода линии синтеза ПЭ, предоставленный ООО "Ставролен" (Группа компаний ЛУКОЙЛ, г. Буденновск) (порошкообразный нестабилизированный полиэтилен низкого давления с плотностью 954 кг/м³). Полученные методом спекания мембраны промывались в дистиллированной воде, до установления постоянной массы.

На формование толщины образцов значительное влияние оказывает степень наполнения, а также неравномерное сдавливание при спекании. Образцы имели неравномерную толщину по краям диска: один край образца был существенно выше противоположного, предположительно, это можно объяснить неравномерным сдавливанием порошка в конструкции.

Оптическая микроскопия поверхности и среза полученных образцов представлена на рисунках 1 и 2.



Поверхность образца 55%

Поверхность образца 65%

Поверхность образца 75%

Рисунок 1 – Оптическая микроскопия поверхности образцов

Образцы при визуальной оценке образцов с высокой степенью наполнения показали склонность к разрушению, рыхлость и хрупкость пористого материала. На данный результат влияет дисперсный наполнитель, склонный к разложению при повышенной температуре, частицы которого при спекании избыточно изолировали полимерные частицы.



Срез образца 55%

Срез образца 65%

Срез образца 75%

Рисунок 2 – Оптическая микроскопия торца образцов

Для полученных образцов была рассчитана пористость в зависимости от степени наполнения, а также исследована пористая структура методом оптической микроскопии. Поверхность образца имеет

неровности и шероховатости. Наблюдаются витиевато проходящие, неровные каналы, множество слипшихся рыхлых шариков.

Работа выполнена при поддержке программы талантливых и мотивированных студентов Дальневосточного федерального университета по проекту "Полимерные функциональные материалы".

Список литературы

1. Тверской, В.А. Мембранные процессы разделения. Полимерные мембраны: Учебное пособие/ В.А. Тверской – М.: Химия, 2008. – 4, 46-47 с.
2. Zdiri, K., Elamri, A., Hamdaoui, M., Harzallah, O., Khenoussi, N., & Brendlé, J. (2018). Reinforcement of recycled PP polymers by nanoparticles incorporation. Green Chemistry Letters and Reviews, 11(3), 296 p. <https://doi.org/10.1080/17518253.2018.1491645>

Серов А.Д..

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИЦИРУЮЩИХ АГЕНТОВ НА ФОРМУ ЧАСТИЦ СОРБЕНТА ПОЛУЧЕННОГО НА ОСНОВЕ РИСОВОЙ ШЕЛУХИ

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - к.х.н., доцент Н.П. Моргун

Развитие промышленности, быстрый рост населения и индустриализация приводят к возрастанию потребности в чистой воде. Однако, большинство использованной воды не проходит глубокую очистку, восстанавливающую качество воды до исходных показателей. Очистка сточных вод является ключевым этапом в процессе ограничения негативного антропогенного воздействия на водные ресурсы и сохранения их экологически безопасного состояния. Одним из эффективных способов очистки поверхностных вод является использование адсорбции. В качестве адсорбента преимущественно применяются материалы, имеющие небольшую стоимость. В частности, это материалы природного происхождения.

Целью данного исследования является изучения влияния модифицирующих агентов на форму частиц сорбента, полученного на основе рисовой шелухи.

На основе данных полученных после фракционирования модифицированных образцов рисовой шелухи была построена гистограмма распределения частиц по фракциям (рисунок 1). Для образца рисовой шелухи, обработка которого проводилась в отсутствие модифицирующего агента (РШ-Н₂O), максимум частиц приходится на фракцию 900-710 мкм. Для образцов, модифицированных кислотами (РШ-Н₂SO₄, РШ-Н₃PO₄ и РШ-НNO₃) максимум частиц приходится на фракцию 710-600 мкм. Для кислотных модификаций также характерно увеличение размера мелкой фракции <500 мкм.

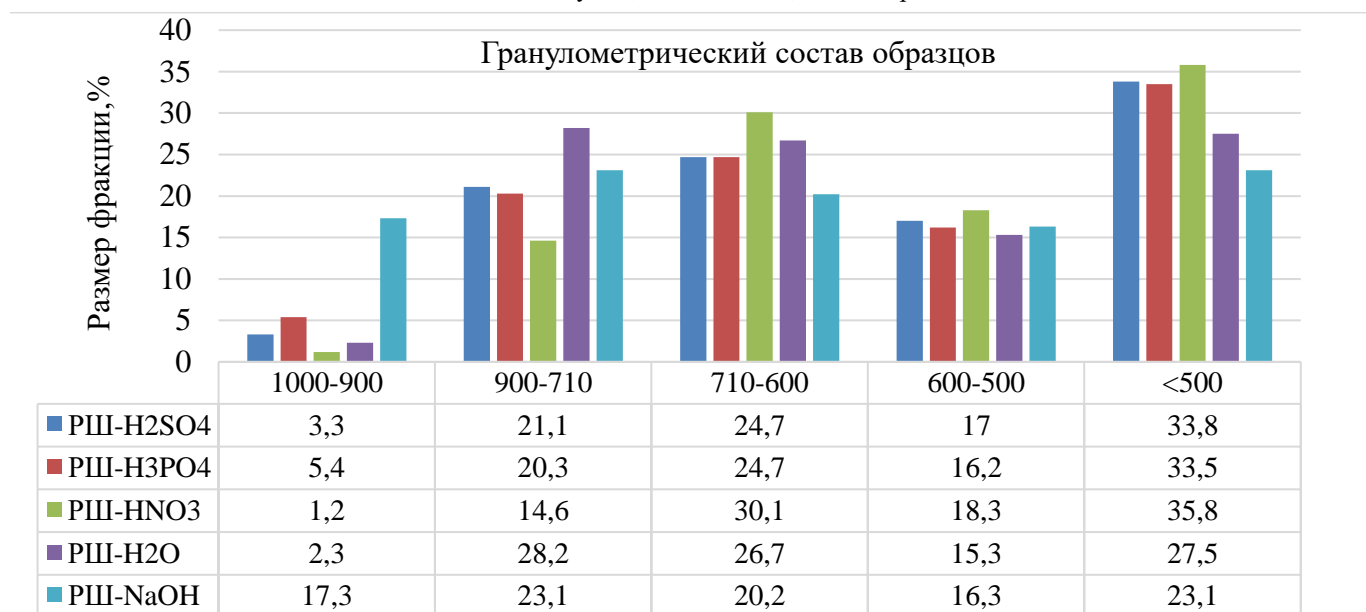
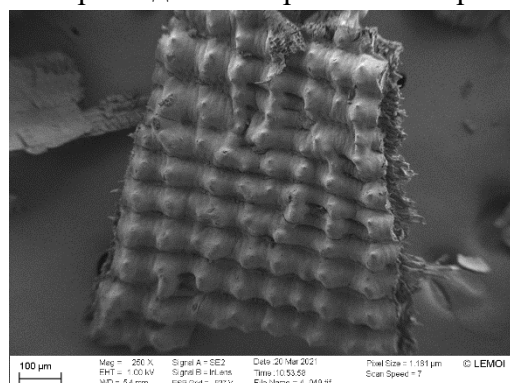
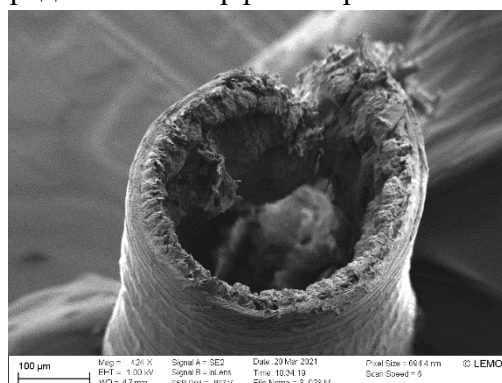


Рисунок 1 – Гранулометрический состав образцов модифицированной рисовой шелухи

Из этого можно сделать вывод что модификация рисовой шелухи приводит к смещению массового распределения в сторону более мелких частиц. Для образца, модифицированного щёлочью (PШ-NaOH) характерно значительное увеличение крупной фракции 1000-900 мкм. Это связано с изменением формы крупных частиц в следствии выщелачивания части аморфного кремнезёма. Изначально плоские чешуйки прямоугольной формы с небольшим закруглением (Рисунок 2а), под воздействием модифицирующего агента, были деформированы и завернуты в подобие трубочек (Рисунок 2б). Такое изменение геометрии частиц способствовало изменению нормального распределения частиц по фракциям. Средний выход сорбента при модификации составляет порядка 80 %. Исключениями являются образцы, модифицированные H₃PO₄ и NaOH. В первом случае высокий выход сорбента можно объяснить слабым воздействием раствора модификатора (H₃PO₄) на сорбент. В случае с NaOH логично предположить о протекании процесса выщелачивания части веществ из рисовой шелухи во время модификации. Известны случаи использования раствора едкого натра для экстракции аморфного кремнезёма из рисовой шелухи [2]. Которая, содержит около 18 % аморфного кремнезёма [3]. С учётом среднего выхода, можно предположить, что при модификации рисовой шелухи раствором едкого натра было экстрагировано порядка 15 % аморфного кремнезёма.



а



б

Рисунок 2 – Изменение формы частиц под воздействием модификатора NaOH

а – Снимок РЭМ образца рисовой шелухи PШ-H₂O

б – Снимок РЭМ образца рисовой шелухи PШ-NaOH

Таким образом, под воздействием модификаторов гранулометрический состав частиц сорбента изменяется. При обработки кислотами он смещается в сторону более мелких частиц, в то время как

щелочная модификация приводит к изменению формы частиц увеличивая кажущийся объём крупных частиц. Совместно с этим происходит экстрагирование частиц кремнезёма, что в свою очередь приводит к образованию новых пор. Совокупность этих эффектов может качественно улучшить сорбционные свойства получаемых сорбентов, что в свою очередь увеличит эффективность их применения в области очистки сточных вод.

Список литературы

1. Ashrafi, S. D. The optimization study of direct red 81 and methylene blue adsorption on NaOH-modified rice husk / S. D. Ashrafi, H. Kamani, A. H. Mahvi. – DOI 10.1080/19443994.2014.979329 // Desalination and Water Treatment. – 2016. – Vol. 57, N. 2. – P. 738-746.
2. Физико-химический состав рисовой шелухи и область её применения в промышленности и в сельском хозяйстве / Л. Я. Ужахова, З. Х. Султыгова, Р. Д. Арчакова, Л. И. Китиева, Р. М. Мартазанова, А. Я. Евлоева, // Вестник современной науки. – 2017. – Вып. 2. – С. 36 – 39.

Третьяков В.В., Гришин Д.А., Шипицин Ю.С., Щелоков А.И.

ВЛИЯНИЕ ОБЪЕМНОГО РАСХОДА РАСТВОРА ПОЛИСТИРОЛА НА ВЫХОД ПОЛИСТИРОЛЬНОГО ВОЛОКНА, ПОЛУЧАЕМОГО ПО ТЕХНОЛОГИИ БЕССОПЛОВОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО ПРЯДЕНИЯ

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий
Научный руководитель – к.х.н., доцент БК ХиРТ Лим Любовь Андреевна

Бессопловое центробежное прядение [1, 2] является перспективным методом получения волокон, даже из полимеров, традиционно не являющихся волокнообразующими, например, таких как полистирол. Разрабатываемая нами технология имеет потенциал как способ переработки отходов полистирола в востребованный товарный продукт: теплоизоляционный материал, полимерную фибру или нефтесорбент [3]. Волокнистый материал формируется из раствора полистирола на открытом вращающемся диске, данная технология нетребовательна к качеству сырья и может быть реализована при наличии достаточно значительных примесей, что актуально для переработки отходов.

Качество и количество волокнистого материала зависят от многих факторов, таких как: концентрация раствора, скорость вращения диска, свойства растворителя, объемный расход раствора и тип насадки диска. Цель данной работы – установить зависимость выхода волокна от скорости подачи раствора. Был проведен ряд экспериментов, где раствор объемом 30мл подавали на формующую насадку за 25, 35, 65, 95, 125 и 155 секунд. При этом скорость вращения диска – 8000 мин.⁻¹, а концентрация раствора – 0,28 г/мл. При расчете выхода учитывался только продукт с выраженной волоконной структурой. Данные представлены в Таблице.

Таблица

Объемный расход раствора полистирола и выход волокна

№ образца	Время подачи р-ра, с	Расход, мл/с	Выход волокна, г/%
1	25	1,2	0
2	35	0,86	2,75/33
3	65	0,46	4,59 / 54
4	95	0,32	1,24/15
5	125	0,24	1,09/13
6	155	0,19	0

Для образцов 1 и 6 образование волокон было настолько мало, что их выход можно считать равным нулю.

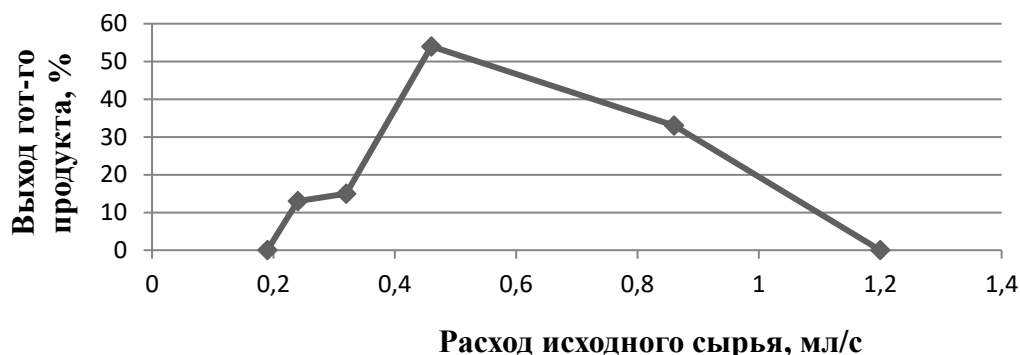


Рисунок – График зависимости выхода готового продукта от расхода исходного сырья

Таким образом, можно сделать вывод, что изменение объемного расхода раствора полистирола при бесопловом центробежном прядении влияет на выход волокнистого материала неоднозначно. В проведенных экспериментах установлено значение объемного расхода, при котором выход волокна максимален.

Работа выполнена при поддержке программы талантливых и мотивированных студентов Дальневосточного федерального университета по проекту "Полимерные функциональные материалы".

Список литературы

- 1 Polyvinylpyrrolidone electrospun nanofibers doped with Eu³⁺: Fabrication, characterization, and application in gas sensors / I. A. A. Terra, R. C. Sanfelice, V. P. Scagion [et al.]. – DOI 10.1002/app.47775 // J. of Applied Polymer Science. – 2019. – Vol. 136, N 29. – P. 1–7.
- 2 Polymer Nanofibers via Nozzle-Free Centrifugal Spinning / R. T. Weitz, L. Harnau, S. Rauschenbach [et al.]. – DOI 10.1021/nl080124q // Nano Letters – 2008. – Vol. 8, N. 4. – P. 1187-1191.
- 3 Шипицин, Ю. С. Технология изготовления теплоизоляционного волокнистого материала из отходов полистирола / Ю. С. Шипицин, Д. В. Галкина, К. В. Сайдакова, А. И. Щёлоков // Миллионщиков-2020 : 3-я всероссийская научно-практическая конференция студентов, , аспирантов и молодых ученых с международным участием, 29 мая – 31 мая 2020 г. : сборник мат. конференции. – Грозный : Грозненский государственный нефтяной технический ун-т, 2020. – С. 174-178.

Хисамова М. Н.

ВОЛОКНИСТЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ПЭНД ДЛЯ СБОРА НЕФТЕЙ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – старший преподаватель А. С. Чудовский

Нефтяная промышленность непрерывно развивается, увеличивая скорости и объемы переработки нефти, но на каждой стадии нефтепользования, начиная от разведки и добычи нефти и заканчивая утилизацией отходов ее переработки, возможен разлив нефтей и нефтепродуктов (ННП), также выбросы прочих вредных веществ в атмосферу, на сушу и в воду. Поэтому очистка окружающей среды от ННП является весьма актуальной проблемой. Для решения данной проблемы используются различные методы и материалы, а использование полимерных волокон занимает особое место.

Целью данной работы является изучение возможности использования волокнистого материала на основе ПЭНД для сбора нефти и нефтепродуктов. Объектом исследования является пленка

полиэтилена низкого давления (ПЭНД) номинальной толщиной 50 мкм и масло моторное Kixx HD 5W-30.

Эксперимент проводили по ранее описанной методике [1]. Волокнистый материал в форме цилиндра погружали в нефтепродукт на 15 минут, вынимали и подвешивали на крюк весов, фиксируя массу каждые 5 секунд в течение 15 минут. По полученным экспериментальным данным были построены графики зависимости массы образца с нефтепродуктом от времени (профили удерживания) и вычислены удельный удерживаемый объем нефтепродукта, количество и размер ячеек, удельная поверхность материала (табл. 1).

Таблица 1

Результаты эксперимента

№ эксперимента	1	2	3	1	2	1	2	3
Ширина полосы, мм	0,5			1		2		
Удельная поверхность, см ² /г	487			465		454		
Число ячеек	12283	9819	8777	2678	2696	926	1014	1111
Размер ячейки, мкм	1248	1500	1765	2744	2617	3736	3200	3102
Удельный удерживаемый объём, см ³ /г	3,82	4,03	3,42	4,09	3,91	3,89	3,98	4,03

По результатам расчетов определили, что при увеличении поверхности на 2 и 7 % для пленки шириной 1 и 0,5 мм соответственно, удельный удерживаемый объем масла не изменяется. Однако, расчет размеров элементарной ячейки, образованной, переплетенными лентами, показал, что при увеличении размера ячеек удельный удерживаемый объем масла увеличивается (рис. 1).

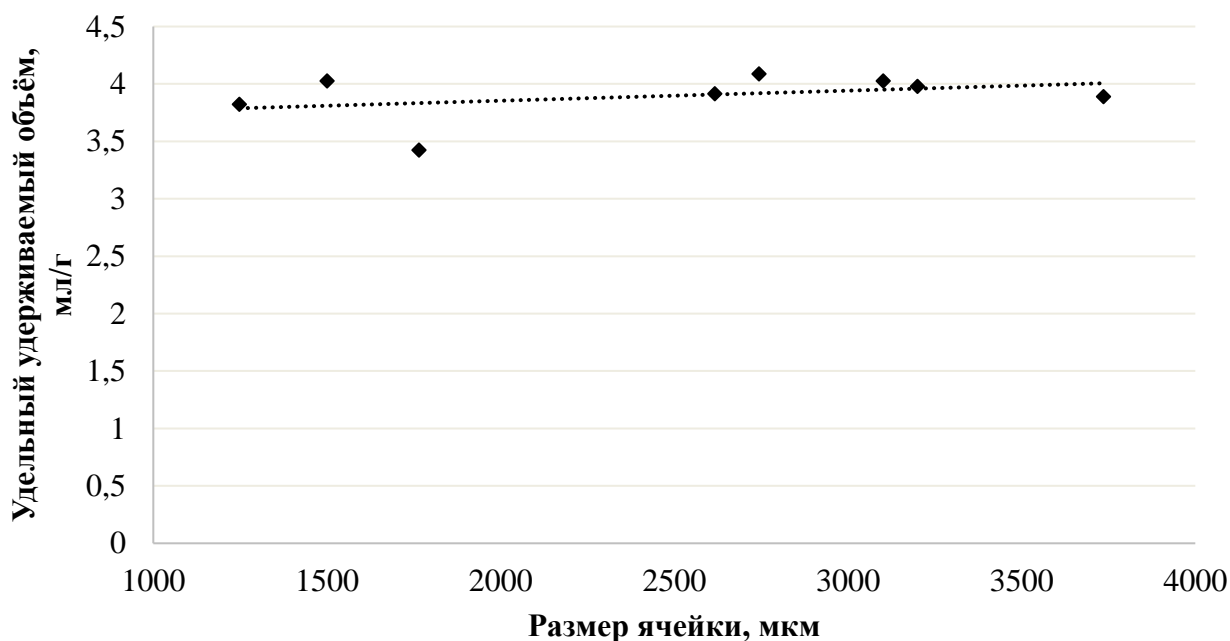


Рисунок 1 – Зависимость удельного удерживаемого объема от размера ячейки

Список литературы

1. Никитина, В. А. Определение нефтеёмкости плёнок ПЭНД / В. А. Никитина. – Владивосток: ДВФУ, 2020. – 75 с.

Че Тэ Хван

АДСОРБЦИЯ ФЕНОЛА НА УГЛЕРОДНОМ СОРБЕНТЕ ИЗ СОЛОМЫ РИСА

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.х.н., доцент Н.П. Моргун

Одной из наиболее серьёзных экологических проблем является защита и контроль природных зон от загрязнений, содержащие различные экотоксиканты органической и неорганической природы, в том числе и фенол, и его производные [1].

В связи с этим применение различных природных адсорбентов, дешёвых и доступных, обладающих достаточно высокой адсорбционной способностью, имеет большое народнохозяйственное значение. Наиболее универсальными из адсорбентов являются активные угли [2].

Цель работы является исследование процесса адсорбции фенола из водной среды с помощью угольным сорбентом из соломы риса.

В качестве исследуемого адсорбента был получен углеродосодержащий сорбент на основе растительного сырья РС-6 (сорт «Луговой» в 2011 году) [1].

Для изучения сорбционных свойств полученного углеродного образца в качестве адсорбтива был выбран фенол, как один из основных загрязнителей сточных вод [2].

Фенол предварительно очищали перегонкой при температуре кипения 181 °С [3].

Для построения градуировочного графика были приготовлены 5 растворов с концентрациями: 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1 ммоль/л из основного раствора с концентрацией 2,00 ммоль/л. Концентрацию фенола определяли на спектрофотометре при длине волны $\lambda = 270$ нм. Изотерму адсорбции снимали ампульным методом при соотношении твёрдой и жидкой фаз равной 1:100, навеска адсорбента приблизительно равна 0,1000 г.

Навеску сорбента помещали в конические колбы на 50 мл и заливали исходным раствором соответствующей концентрацией. Колбы ставили в шейкер на 2 часа. Для полного установления равновесия растворы оставляли на сутки, после этого отделяли адсорбент от адсорбата фильтрованием. Далее исходные и равновесные растворы разбавляли до необходимой концентрации, чтобы D_{270} была в диапазоне 0,2÷ 0,8. Оптическую плотность исходных и равновесных растворов определяли на спектрофотометре (SHIMADZU UVmini-1240) при длине волны $\lambda=270$ нм.

Адсорбцию фенола из водных растворов проводили на углеродном сорбенте из рисовой соломы (РС-6). Изотерма адсорбции фенола из водного раствора представлена на рисунке 1. Как видно из рисунка изотерма адсорбции относится к изотерме типа L2 по классификации Ч. Джайлса, ей характерен выгнутый относительно оси концентраций начальный участок, так как с увеличением доли занятых адсорбционных мест молекулами адсорбтива сложнее найти свободное место [4].

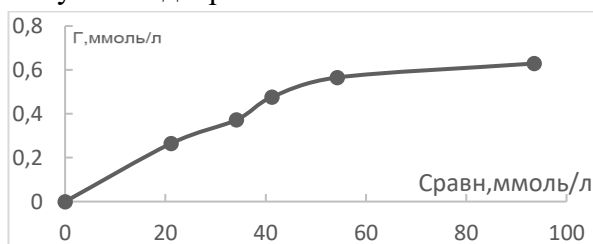


Рисунок 1 – Изотермы адсорбции фенола из водного раствора

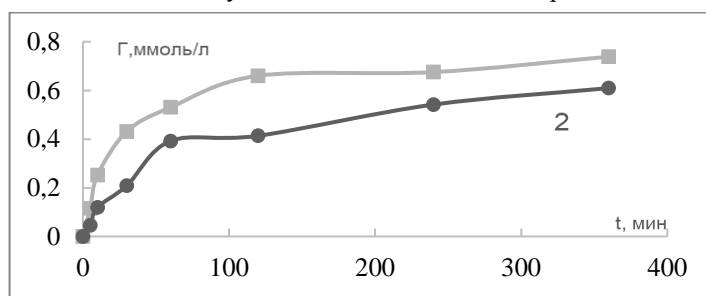


Рисунок 2 – Кинетические кривые адсорбции фенола из водного раствора
1 – $C_{исх.}=95$ ммоль/л
2 – $C_{исх.}=35$ ммоль/л

На рисунке 2 представлены кинетические кривые адсорбции фенола из водного раствора при разных исходных концентрациях, при комнатной температуре 22 ± 2 °С.

Из рисунка 2 видно, что при $C_{исх.}=35$ ммоль/л резкое возрастание величины адсорбции начинается за 10 минут, после чего идет равномерный подъем и наблюдается тенденция к установлению адсорбционного равновесия через 4 часа (рис.2, кр.2). При $C_{исх.}=95$ ммоль/л резкое возрастание скорости процесса происходит до 50 минут, после чего наблюдается плавный подъем величины адсорбции (рис.2, кр.1), что может быть связано с дальнейшим насыщением молекулами адсорбата поверхности адсорбента.

Анализ полученных в работе результатов позволил сформулировать следующие выводы:

1. Получен углеродный сорбент из соломы риса РС-6, методом щелочного гидролиза и карбонизации при температуре 400°С.
2. Изучена адсорбция фенола из водного раствора на полученном углеродном сорбенте при соотношении тв:ж равное 1:100. Изотерма адсорбции относится к L2 типу.
3. Показано, что изотерма удовлетворительно описывается уравнениями Дубинина-Радужкевича и Дубинина-Астахова, и объем микропор составляет 0,06–0,09 см³/г. Это указывает, что адсорбент обладает определенной долей микропор.

Список литературы

1. Arnal, P. M. Baking sunflower hulls within an aluminum envelope in a common laboratory oven yields charcoal / P. M. Arnal // MethodsX. – 2015. – № 2. – P. 198-203.
2. Коростелева, А. В. Способ очистки сточных вод от фенолов / А. В. Коростелева // Известия ПГПУ им. В. Г. Белинского. – 2011. – № 25. – С. 585-589.
3. Краснова, Т. А. Адсорбционная очистка сточных вод от хлорфенола и фенола / Т. А. Краснова, А. К. Горелкина // Вода: Химия и экология. – 2011. – № 11. – С. 28-32.
4. Кинетические модели при описании сорбции жирорастворимых физиологических активных веществ высокоупорядоченными неорганическими кремний содержащими материалами / О. О. Крижановская, Л. А. Синяева, С. И. Карпов, В. Ф. Селеменев // Сорбционные и хроматографические процессы. – 2014. – Т. 14, № 5. – С. 784-794.

Шахраева Э. Д., Запольский А. Е.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФОРМИРОВАНИЯ НАДМОЛЕКУЛЯРНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ БЕТА-ДИКЕТОНАТОВ ДИФТОРИДА БОРА В ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – ассистент БК ХиРТ А.А. Хребтов

β -Дикетонаты дифторида бора обладают уникальными люминесцентными и фотохимическими свойствами, такими как размерно-зависимая люминесценция [1], термо- и механофлуорохромизм [2]. Данные вещества потенциально могут быть использованы для целей дефектоскопии.

В данной работе исследовалось образование надмолекулярных структур 2,2-дифтор-4-(4-анизоилокси-2-гидроксифенил)-6-анизоил-1,3,2-диоксаборин (**1**) (рисунок 1) в поликарбонате (ПК).

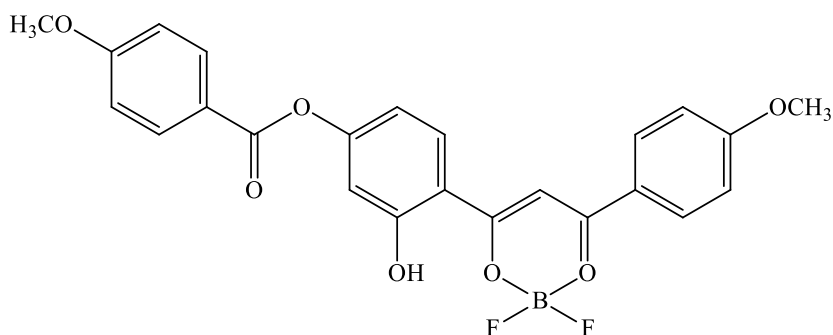


Рисунок 1 – Структурная формула **1**

Получен раствор **1** и ПК в 1,2-дихлорэтано. Раствор нанесли на алюминиевую подложку и оставили до полного высыхания. Полученные пленки (концентрация **1** в пленке составила 35 %) исследовали микроскопическим методом под воздействием ультрафиолетового (УФ) излучения.

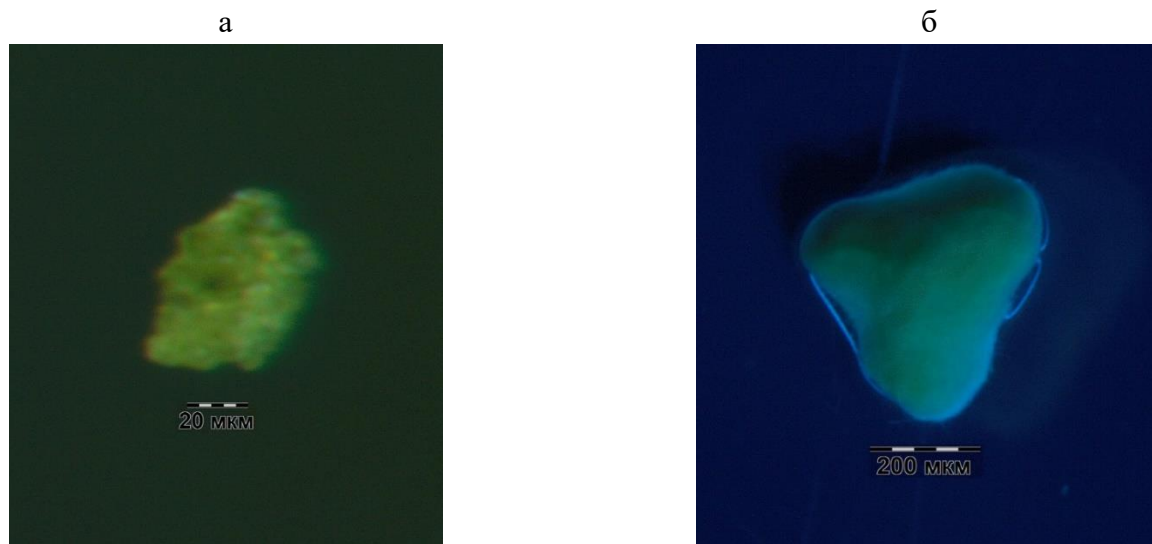


Рисунок 2 - Микрофотографии надмолекулярных образований **1** при облучении источником УФ (365 нм)
а — аморфное б — кристаллическое

На рисунке 2 представлены надмолекулярные структуры **1** различного размера, характеризующиеся жёлтой (рисунок 2а) и аквамариновой (рисунок 2б) люминесценцией при облучении УФ. Известно, что для **1** характерно образование аморфных и кристаллических структур, характеризующихся различной упаковкой молекул с формированием J-агрегатов или эксимеров, что приводит к различному цвету люминесценции [2]. Это соотносится с полученными результатами.

Мелкие образования **1** размером порядка 50 мкм (рисунок 2а), вероятно, имеют аморфную структуру и расположены преимущественно по краям пленки по причине более быстрого испарения растворителя на краях пленки. Это приводит к ускоренному формированию надмолекулярных структур по сравнению с центральными областями пленки и преимущественному излучению эксимеров **1** [4].

Крупные образования **1** размером порядка 500 мкм (рисунок 2б), предположительно являющиеся кристаллическими структурами, сформировались ближе к центру пленки, где скорость испарения была ниже. Замедленное испарение, вероятно, способствовало формированию более упорядоченной структуры, соответствующей стопочной укладке J-агрегатов, характеризующихся более коротковолновой люминесценцией [4].

Таким образом, при высокой концентрации **1** в ПК пленке наблюдается образование надмолекулярных структур двух видов: аморфных и кристаллических. Скорость формирования пленки определяет вид формируемых структур.

Работа выполнена при поддержке программы талантливых и мотивированных студентов Дальневосточного федерального университета по проекту "Полимерные функциональные материалы".

Список литературы

1. Size-dependent fluorescence of dibenzoylmethanate and ditoluylmethanate of boron difluoride / A. G. Mirochnik, E. V. Fedorenko, A. A. Karpenko [et al.]. – DOI 10.1002/bio.948 // Luminescence. – 2007. – Vol. 22. – P. 195–198.
2. Mechano- and thermofluorochromism, solvatochromism, and solid-state luminescence of difluoroboron o-hydroxy-, p-benzoyloxydibenzoylmethanates / E. V. Fedorenko, A. G. Mirochnik, A. V. Gerasimenko [et al.]. – DOI 10.1016/j.dyepig.2018.07.022 // Dyes and Pigments. – 2018. – Vol. 159. – P. 557–572.

Шипицин Ю.С., Щелоков А. И.

ТЕХНОЛОГИЯ ЦЕНТРОБЕЖНОГО БЕССОПЛОВОГО ПРЯДЕНИЯ ВОЛОКОН ИЗ РАСТВОРОВ ПОЛИСТИРОЛА

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - к.х.н., доцент БК ХиРТ Лим Л. А.

На сегодняшний день тема бессоплового центробежного прядения полимерных волокон является весьма перспективным направлением, ввиду широкого круга возможных применений волокнистых нетканых материалов: от сорбентов [1] до хемосенсорных датчиков [2-4]. При этом тема бессоплового центробежного прядения в настоящий момент малоизучена. Известно лишь несколько публикаций в данной области [5, 6]. В связи с чем целью нашей научно-исследовательской работы является изучение процессов центробежного бессоплового прядения полимерных волокон на примере растворов полистирола.

Результатом представляемого в данной публикации ряда экспериментов стало определение максимально возможной концентрации полистирола в хлороформе для формирования полимерных волокон вышеуказанным способом при следующих параметрах протекания процесса: частота вращения распределяющей насадки – 8000 мин⁻¹, объемный расход раствора – 0,21 мл/с.

Исследование производилось следующим образом. За минимальную точку эксперимента был взят раствор с содержанием 0,25 г/мл полистирола. За максимальную – 0,50 г/мл. Последующие точки исследования определялись разбавлением или концентрированием (в зависимости от результатов предыдущего эксперимента) каждого последующего раствора в два раза (см. рисунок).

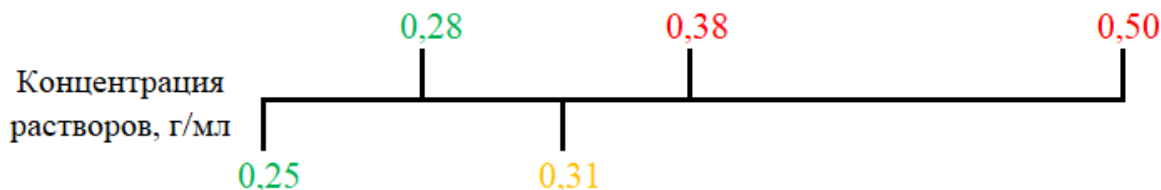


Рисунок – Порядок проведения эксперимента

Зеленым цветом обозначены концентрации, при которых волокнообразование осуществимо
Желтым цветом обозначены концентрации, при которых волокнообразование незначительно
Красным цветом обозначены концентрации, при которых волокнообразование осуществить не удалось

В результате проведения данной серии экспериментов, было выявлено, что при относительно больших концентрациях раствора «полистирол / хлороформ» (свыше 0,31 г/мл) волокнообразования не происходит (см. таблицу). Предполагается, что данное явление связано с невозможностью образования «хвоста» в след за каплей раствора в момент ее отрыва от кромки вращающегося диска, во-первых, из-за чрезмерно высокой вязкости сырья, во-вторых, ввиду быстрого высыхания раствора.

Таблица

Влияние концентрации раствора на процесс волокнообразования при частоте вращения 8000 мин⁻¹ и объемном расходе исходного сырья 0,21 мл/с

Концентрация исходного раствора, г/мл	Выход готового продукта, г
0,25	0,23
0,28	1,20
0,31	≈ 0,00
0,38	0,00
0,50	0,00

Таким образом, концентрация применяемых растворов для центробежного бесшпорового формирования нетканых материалов оказывает значительное влияние на принципиальную возможность волокнообразования. При этом для системы «полистирол / хлороформ» максимальная концентрация, при которой наблюдается волокнообразование с приемлемым выходом готового продукта, составляет порядка 0,28 г/мл.

Список литературы

1 Facile and Scalable Fabrication of Porous Polystyrene Fibers for Oil Removal by Centrifugal Spinning / H. N. Doan, D. K. Nguyen, P. P. Vo [et al.]. – DOI 10.1021/acsomega.9b02091 // ACS Omega. – 2019. – Vol. 4, N. 14. – P. 15992-16000.

2 Electrospun fluorescent sensors for the selective detection of nitro explosive vapors and trace water / W. Wu, N. Shi, J. Zhang [et al.]. – DOI 10.1039/c8ta01861h // J. of Materials Chemistry A. – 2018. – Vol. 6, N 38. – P. 18543–18550.

3 Diphenylacetylene polymer nanofiber mats fabricated by freeze drying: Preparation and application for explosive sensors / W. Lee, C. Oh, I. Kang, G. Kwak – DOI 10.1002/macp.201000216 // J. of Macromolecular Chemistry and Physics. – 2010. – Vol. 211, N 17. – P. 1900–1908.

4 Polyvinylpyrrolidone electrospun nanofibers doped with Eu³⁺: Fabrication, characterization, and application in gas sensors / I. A. A. Terra, R. C. Sanfelice, V. P. Scagion [et al.]. – DOI 10.1002/app.47775 // J. of Applied Polymer Science. – 2019. – Vol. 136, N 29. – P. 1–7.

5 Polymer Nanofibers via Nozzle-Free Centrifugal Spinning / R. T. Weitz, L. Harnau, S. Rauschenbach [et al.]. – DOI 10.1021/nl080124q // Nano Letters – 2008. – Vol. 8, N. 4. – P. 1187-1191.

6 Effective method for high-throughput manufacturing of ultrafine fibres via needleless centrifugal spinning / H. Chen, H. Xu, J. Sun [et al.]. – DOI 10.1049/mnl.2014.0479 // Nano Letters. – 2015. – Vol. 10, N. 2. – P. 81-84.

Шлык Н.П.¹, Волчков Н.С.²

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛИХРОМФЕНИЛСИЛОКСАНА, СОДЕРЖАЩЕГО В СВОЕМ СОСТАВЕ ХРОМ В СТЕПЕНИ ОКИСЛЕНИЯ +3

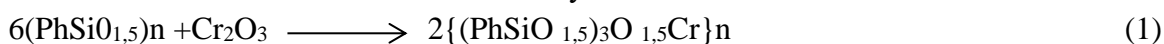
¹Кафедра общей, неорганической и элементоорганической химии ШЕН ДВФУ

²Гимназия №1 им. Сайбея, г. Артем

Научный руководитель – к.х.н., доцент В.В. Грибова¹

Кремнийорганические полимеры нашли свое применение во многих отраслях промышленности, такие как самолёто – и ракетостроение, в судостроении, с целью защиты от коррозии. Основным преимуществом полихромфенилсилоксанов является их нетоксичность, по сравнению с полифенилсилоксанами, содержащие в своем составе олово, свинец и мышьяк. Широко применяется органосиликатная композиция для защиты от коррозии, которая содержит в качестве связующего вещества полиметилфенилсилоксан, наполнители - тальк и оксид хрома, а также двузамещенный алюмофосфат [1]. Известна органосиликатная композиция, состоящая из полимерной основы в виде полифенилсилоксана, мусковитом и оксидом хрома [2].

Нами было проведено взаимодействие оксида хрома (III) и полифенилсилоксана (ПФС) методом механохимической активации и в блоке по следующей схеме:



Механохимическую активацию проводили при частоте 600 оборотов в минуту (10 Гц) в течение 3 минут. У полученного кристаллического вещества светло-зеленого цвета по данным гельпроникающей хроматографии молекулярная масса вещества больше 5000, в его составе отсутствуют низкомолекулярные продукты. Полимер был охарактеризован физико – химическими методами анализа. В ИК-спектре присутствуют все характеристические полосы поглощения, элементный анализ показал незначительное вхождение хрома в силоксановую цепь. Для более детального изучения влияния атомов хрома на структуру соединения растворимый продукт синтеза был исследован методом рентгенофазового анализа. Нерастворимый продукт синтеза представляет собой кристаллическое вещество темно-зеленого цвета. По данным элементного анализа, ИК спектроскопии, рентгенофазового анализа это исходный оксид хрома (III).

Раннее подобное взаимодействие ПФС с алкоксидами германия при температуре 190 °С приводило к образованию полимерного соединения с практически количественным вхождением германия в силоксановую цепь [2]. Нами было проведено взаимодействие по схеме 1 реагентов в течение 20 часов при температуре 190 °С. Однако при разделении реакционной системы оказалось, что в силоксановую цепь вошло менее 1% исходного оксида хрома (III). Данные элементного анализа, ИК-спектроскопии подтвердили, что растворимая и нерастворимая фракция в толуоле являются исходными веществами.

Список литературы

1. Отмываемые органосиликатные покрытия / Н. Е. Глушкова, Л. Н. Красильникова, Н. П. Харитонов, В. В. Расс // Антикоррозионные покрытия: Труды 10-го Всесоюзного совещания пожаростойким покрытиям. – 1983. – С. 267-269.
2. Кондратьев, В. В. Энергозапасующие материалы на основе проводящего полимера и оксидов переходных металлов / В. В. Кондратьев, С. Н. Елисеева, Е. Г. Толстопятова // Электрохимия Органических соединений : сборник тезисов докладов конференции. – 2018. – С. 68-69.
3. Аликовский, А. В. Взаимодействие бутилоксидей германия с полидифенилсилоксаном и полидифенилсиландиолом / А. В. Аликовский, В. В. Васильева, Е. Т. Данько. // Изв. вузов. Химия и хим. техн. – 2010. – Вып. 5. – С. 103-106.

Щёлоков А.И., Шипицин Ю.С.

УСТАНОВКА ЦЕНТРОБЕЖНОГО ПРЯДЕНИЯ РАСТВОРОВ ПОЛИМЕРОВ

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ

Научной руководитель – к.х.н., доцент БК ХиРТ Л.А.Лим

В мире всё большую популярность приобретают нетканые микроволокнистые материалы. Интерес к микроволокнам вызван их уникальными свойствами: отличная тепло- и звукоизоляция, высокая адсорбционная способность, хорошие механические свойства. Поэтому разработка новых технологий получения микроволокон является актуальной задачей.

Целью работы является разработка технологии переработки полистирола методом бесшпального центробежного формования и получения микроволокон. В основе данного метода лежит процесс волокнообразования под действием центробежной силы на раствор полимера. При попадании жидкости на вращающуюся поверхность капли полимера двигаются в сторону от центра. В момент превышения центробежной силы над силами адгезии и поверхностного натяжения жидкости, капли отрываются, а встречные воздушные потоки заставляют растворитель испаряться, формируя таким образом волокно.

Известны работы по получению микроволокон из растворов полистирола (ПС) [1] и поливинилпирролидона (ПВП) [2] методом центробежного прядения. Используемые в данных работах скорости вращения прядильных устройств составляют 3000 и 4000 об/мин при концентрациях растворов 22 % мас. и 20 % мас. соответственно. При этом средний диаметр волокон ПС составил 3,76 мкм, а волокон ПВП – 0,4 мкм. Также известна работа, в которой из 10 %-ого раствора при скорости 15000 об/мин были получены микроволокна полиэтилентерефталата (ПЭТ) со средним диаметром 0,619 мкм [3]. Кроме того, ранее процесс бесшпального центробежного формования ПС был изучен на скорости 2000 об/мин, что является недостаточным для получения ультратонких волокон [4]. Поэтому

было принято решение сконструировать новую лабораторную установку с большей скоростью вращения.

Принципиальная схема установки осталась неизменной (см. Рисунок 1). Устройство по-прежнему содержит радиальный коллектор, систему подачи полимерного раствора и вращающееся распределяющее устройство. Для придания устройству большей устойчивости, а также предотвращения поддува воздуха к днищу установки прикреплены опоры.

Поскольку скорость вращения распределяющего устройства оказывает наибольшее влияние на диаметр получаемых волокон, выбор электромотора имел ключевое значение. Из множества возможных вариантов лучшим оказался электромотор «RemoHobby», позволяющий развивать скорость вращения до 11000 об/мин. Регулирование частоты вращения центрального вала осуществлялось широтно-импульсным модулируемым регулятором марки ZS-X4B. Положение электромотора и, соответственно, распределяющего устройства, может регулироваться подъемным механизмом, размещенным под коллектором.

В качестве распределяющего устройства использовался алюминиевый диск с диаметром 10 см и толщиной 0,145 мм, прикрепленный с помощью болта к валу. Под поверхностью диска размещен защитный элемент в виде крышки, предотвращающий затягивание полимерного волокна под диск в процессе формования.

Для контроля частоты вращения использовался оптический инфракрасный тахометр модели DT-2234C+. ИК-луч тахометра подавался на светоотражательную метку, установленную на защитном устройстве под распределяющим диском.

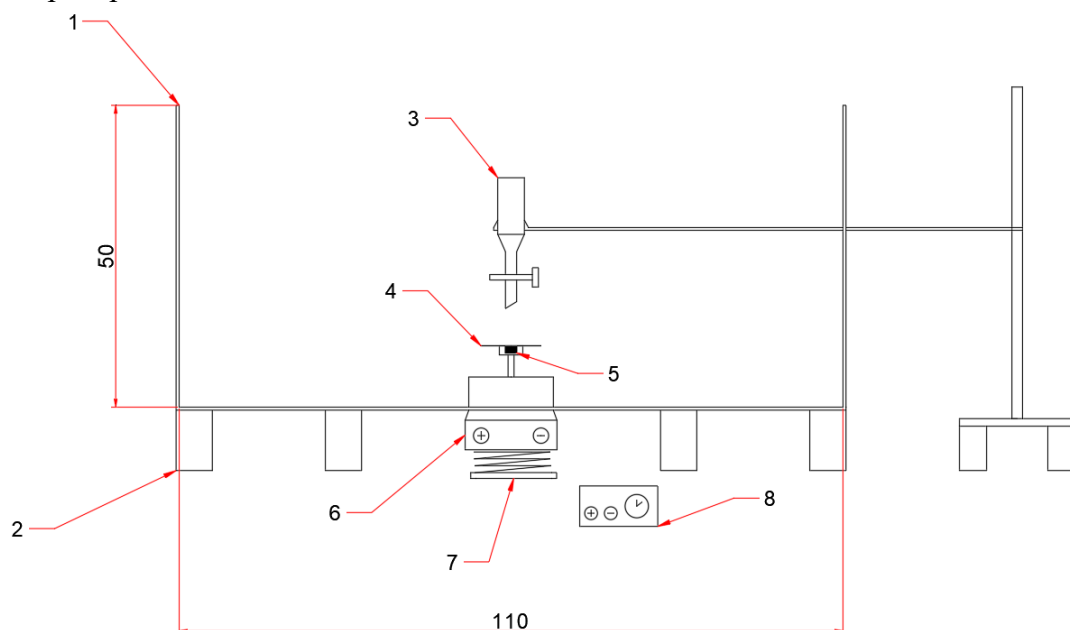


Рисунок 1 – Схема установки центробежного прядения

1 – радиальный коллектор; 2 – опоры; 3 – питающее устройство; 4 – распределяющее устройство; 5 – светоотражательная метка; 6 – электромотор; 7 – подъемное устройство; 8 – широтно-импульсный регулятор

Таким образом, в ходе работы была сконструирована установка центробежного формования полимерных волокон. В результате эксперимента на установке из раствора ПС в хлороформе с концентрацией 0,25 г/мл были получены полимерные волокна со средним диаметром 6,82 мкм. Выход волокон составил 17,60 %.

Список литературы:

1. Preparation and properties of polystyrene/silica fibres flexible thermal in-sulation materials by centrifugal spinning / G. Leng, X. Zhang, T. Shi [et al.] – DOI 10.1016/j.polymer.2019.121964 // Polymer. – 2019. – Vol. 185. – P. 198- 213.
2. Effective method for high-throughput manufacturing of ultrafine fibres via needleless centrifugal spinning / H. Chen, H. Xu, J. Sun [et al.] – DOI 10.1049/mnl.2014.0479 // Micro & Nano Letters. – 2015. – Vol. 10, N. 2. – P. 81- 84.
3. Centrifugally Spun Recycled PET: Processing and Characterization / P. P. Vo, H. N. Doan, K. Kinashi, W. Sakai, N. Tsutsumi, D. P. Huynh. – DOI 10.3390/polym10060680 // Polymers. – 2018. – Vol. 10, N. 680. – P. 1-14.
4. Шипицин, Ю. С. Технология изготовления теплоизоляционного волокнистого материала из отходов полистирола / Ю. С. Шипицин, Д. В. Галкина, К. В. Сайдакова, А. И. Щёлоков // Миллионщиков-2020 : 3-я всероссийская научно-практическая конференция студентов, , аспирантов и молодых ученых с международным участием, 29 мая – 31 мая 2020 г. : сборник мат. конференции. – Грозный : Грозненский государственный нефтяной технический ун-т, 2020. – С. 174-178.

Юрченко Н. В.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛИПРОПИЛЕНА ПРИ ОСАЖДЕНИИ ПОЛИМЕРНОГО ГЕЛЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТКРЫТОПОРИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Базовая кафедра химических и ресурсосберегающих технологий ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – аспирант А. А. Дворницин

Создание разветвлённой иерархической структуры полимерных пен/аэрогелей является важной задачей при их получении, благодаря которым они обладают такими свойствами как высокая удельная площадь поверхности, гидрофобность, значительная тепло- и звукоизоляция и т.д. Одним из перспективных источников сырья являются полиолефины из-за широкой доступности и низкой стоимости [1].

Ранее [2] на базовой кафедре химических и ресурсосберегающих технологий была разработана лабораторная методика получения открытопористых материалов на основе полиолефинов. Как известно [3], для создания открытопористой структуры полимера методами шаблона и фазового разделения необходимо точно управлять следующими факторами: система растворителей, температура, тип, массы и соотношения растворителя, шаблона и полимера. В данной работе рассматривалось возможность изменения пористой структуры при управлении следующим фактором – скоростью охлаждения гомогенного раствора при осаждении с получением полимерного геля.

Работа проводилась в два этапа. Первый этап заключался в получении гомогенного раствора полипропилена, с дальнейшим его осаждением. Для этого кипятили 2,00 г ПП марки PP H030 GP компании “Сибур” в 100 мл толуола при определенной температуре до полного растворения с последующим добавлением парафина. Далее достигалось образование гомогенной системы, которая подвергалась осаждению в различных условиях: при естественном, замедленном и ускоренном охлаждении. После осаждения удаляли оставшийся толуол методом фильтрования. В дальнейшем высушивали полуфабрикат до постоянной массы. Все исходные данные представлены в таблице.

Параметры стадий растворения и осаждения

№	Охлаждение	$m_{\text{пар.}}, \text{Г}$	$T_{\text{начала осажд.}}, \text{°C}$	$T_{\text{конца осажд.}}, \text{°C}$	$t_{\text{осажд.}}, \text{°C}$	$t_{\text{процесса}}, \text{МИН}$	$T_{\text{раств.}}, \text{°C}$	$T_{\text{процесса}}, \text{°C}$	$m_{\text{полуф.}}, \text{Г}$
1	Естественное	20,30	46	42	297	140	71	95	16,659
2	Естественное	20,14	50	38	215	188	70	96	19,703
3	Ускоренное	20,01	45	41	120	184	73	92	11,414
4	Замедленное	20,01	49	41	123	190	72	92	18,496

Второй этап работы заключался в предварительной оценке распределения полимера в полученных образцах двумя способами: визуальное оценивание с эталонным образцом и оптическая микроскопия. Это обусловлено тем, что парафин не является растворителем для полимера, то есть ПП образует отдельную фракцию белого цвета в составе материала.

Установлено, что оказание влияния на скорость осаждение в любую сторону необратимо приводит к значительному уменьшению времени осаждения. Вероятно, это связано с тем, что при нарушении равновесного состояния, достигнутого в гомогенном растворе, система пытается достичь нового равновесия, сопровождаемое фазовым разделением, без переходных состояний.

В целом, все полученные образцы характеризуются шероховатой поверхностью с наличием крупных трещин, обусловленных испарением остатков толуола, а также небольших шарообразных выступов преимущественно белого цвета, образованных гранулами полимера (Рисунок 1). Присутствуют две фракции, достаточно выделяемые по цвету: белый однородный оттенок, характерный для полимера, и участки с желтовато-мутной окраской, присущей парафину.

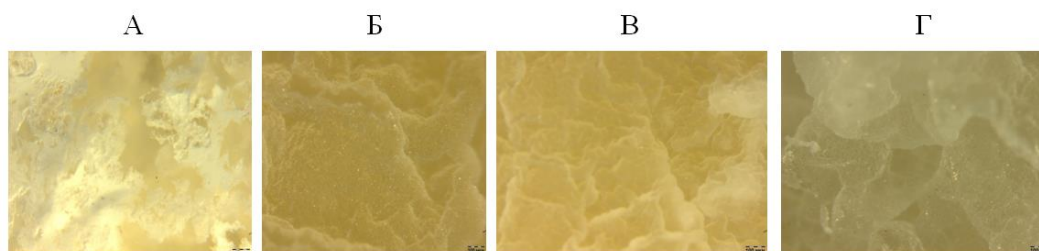


Рисунок 1 – Общий вид образцов при 2х увеличении

А – эталон; Б – образец при естественном осаждении; В – образец при ускоренном осаждении
Г – образец при замедленном осаждении

Так, на эталонном образце распределение полимера равномерное по всему объему материала, в то время как для остальных материалов присутствуют участки с повышенной долей ПП в местах больших трещин и углублений, с которых происходило испарение растворителя. Также возможны скопления полимера в местах, которые являлись центрами зародышеобразования при получении осадка (как при попадании примесей в раствор, так и при наличии гранул нерастворенного полипропилена).

Значимых различий в распределении полимера в материале при разных условиях осаждения не обнаружено. Выдвинуто предположение, что основное влияние на формирование конечной пористой структуры, фиксируемой шаблоном, происходит при испарении остатков растворителя (шаблон, как часть осадка, остается пластичным), поглощенных полученным полимерным гелем, в то время как скорость осаждения является сопутствующим фактором. Однако изменение условий осаждения позволяет уменьшить общее время процесса.

Таким образом, установлено, что изменение условий осаждения не приводит к значимому изменению распределения полимера при образовании пористой структуры, однако является возможным способом оптимизации применяемого технологического подхода.

Работа выполнена при поддержке программы талантливых и мотивированных студентов Дальневосточного федерального университета по проекту "Полимерные функциональные материалы".

Список литературы

1. Ruiz-Herrero, J. L. Polymeric Foams / J. L. Ruiz-Herrero, S. Estravis, M. A. Rodriguez-Perez // Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology / ed. by Kirk-Othmer. – New York : John Wiley & Sons, 2017. – P. 1-39. – ISBN 978 0 471 48494-3.
2. Дворницин, А. А. Разработка технологии получения и исследование свойств нанопористых материалов на основе полиолефинов / А. А. Дворницин. – Владивосток, 2020. – 121 с.
3. Hu, X. Polymer Foam Technology / X. Hu, E. M. Wouterson, M. Liu // Handbook of Manufacturing Engineering and Technology / ed. by A. Y. C. Nee. – London : Springer-Verlag, 2015. – P. 125-168. – ISBN 978-1-4471-4669-8.

Раздел XVII ХИМИЯ

Давыдова А. М.¹

ПОВЕДЕНИЕ ВОЛЬФРАМСОДЕРЖАЩИХ МЕТАЛЛОКСИДНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ТИТАНЕ МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННО-ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ОКСИДИРОВАНИЯ, В ПОТЕНЦИОМЕТРИИ

¹ Кафедра физической и аналитической химии ШЕН ДВФУ

² Институт химии ДВО РАН

^{1,2} Научный руководитель – д.х.н., профессор М. С. Васильева

¹ Научный консультант – к.х.н., доцент Г. И. Маринина

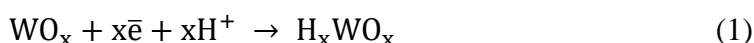
В настоящее время наиболее точным, быстрым и распространённым методом определения рН водных сред является потенциометрический метод. В качестве потенциометрического рН-датчика широко используют стеклянный электрод, который имеет ряд недостатков, таких как хрупкость, сложность миниатюризации, ограничения при анализе сильноокислых, сильнощелочных и фтористых сред. В качестве альтернативы стеклянному электроду для измерения рН перспективны различные металлоксидные электроды, которые характеризуются высокой механической прочностью, низкой стоимостью, высокой термостойкостью и могут быть легко миниатюризованы [1]. Среди исследуемых материалов представляют интерес электроды на основе смешанных TiO₂-WO₃ оксидов, которые обладают лучшими функциональными свойствами по сравнению с индивидуальными оксидами [2-4].

Одним из перспективных методов получения многокомпонентных оксидных слоёв на металлических образцах является метод плазменно-электролитического оксидирования (ПЭО) - формирование оксидных слоёв на поверхности металлов и сплавов в условиях действия в прианодной области электрических искровых и микродуговых разрядов [5]. Метод достаточно прост в технологическом исполнении, а полученные электроды имеют невысокую стоимость.

Целью данной работы было плазменно-электролитическое формирование TiO₂-WO₃ оксидных слоёв на титане и изучение их поведения в прямой рН-метрии.

Оксидные плёнки на титане формировали в гальваностатических условиях при эффективной плотности тока $i = 0,2 \text{ А/см}^2$ в течение 10 мин. В качестве электролита использовали 0,1М Na₂WO₄+0,05М Н₂С₂О₄ с добавлением 0,5 г/л олеата натрия. В ряде случаев полученные ПЭО-покрытия пропитывали в водном 5 мМ растворе Н[АuСl₄] с последующим освещением образцов УФ светом.

Поведение полученных ПЭО-электродов было изучено в прямой рН-метрии в интервале рН 2÷10. Следует отметить, что механизм действия оксидно-вольфрамовых электродов ещё недостаточно изучен. Авторы [6] предполагают, что электродная реакция для оксидно-вольфрамового электрода следующая:



где x соответствует числу протонов (H⁺) и электронов (e⁻), участвующих в реакции, а H_xWO₃ представляет собой вольфрамовую бронзу.

Уравнение Нернста для такого электрода будет иметь вид:

$$E = E^\circ - 0,059\text{pH} \quad (2)$$

Параметры уравнения $E = a - b(\text{pH})$ этих зависимостей приведены в таблице.

Параметры линейной регрессии $E=a-bpH$

Электрод	a	b	R ²
TiO ₂ -WO ₃	538±61	58±6	0,96
TiO ₂ -WO ₃ (ПАВ)	551±26	58±5	0,99
TiO ₂ -WO ₃ (Au)	515±28	57±5	0,99
TiO ₂ -WO ₃ (ПАВ/Au)	535±17	60±2	0,99

Коэффициенты аппроксимации для всех ПЭО-электродов приближаются к единице, что свидетельствует о линейности функции $E-pH$. Значение коэффициентов «b» для всех исследуемых электродов близки к нернстовскому (59,1 мВ/pH). Дополнительное модифицирование образцов золотом не повышает их pH-чувствительность. В целом приведенные результаты подтверждают хорошую чувствительность WO₃-содержащих оксидных слоев к изменению концентрации протона в растворе вследствие электродной реакции (1).

Список литературы

1. Fog, A. Electronic semiconducting oxides as pH sensors / A. Fog, R. P. Buck // Sens. Actuators. – 1984. – V. 5, N. 2. – P. 137-146.
2. Hashimoto, S. Lifetime of electrochromism of amorphous WO₃-TiO₂ thin films / S. Hashimoto, H. Kagechika // J. Electrochem. Soc. – 1991. – V. 138. – P. 2403–2408.
3. TiO₂-WO₃ photoelectrochemical anticorrosion system with an energy storage ability / T. Tatsuma, S. Saitoh, Y. Ohko, A. Fujishima // Chem. Mater. – 2001. – V. 13. – P. 2838–2842.
4. Comparison of structural, mechanical and corrosion properties of TiO₂-WO₃ mixed oxide films deposited on TiAlV surface by electron beam evaporation / M. Kalisz, M. Grobelny, D. Kaczmarek, J. Domaradzki, M. Mazur, D. Wojcieszak // Appl. Surf. Sci. – 2017. – V. 421. – P. 185-190.
5. Plasma electrolysis for surface engineering / A. L. Yerokhin, X. Nie, A. Leyland, A. Matthews, S. J. Dowey // Surf. Coat. Technol. – 1999. – V. 122. – P. 73-93.
6. WO₃ nanoparticle – based conformable pH sensor / L. Santos, J.P. Neto, A. Crespo, D. Nunes, N. Costa, I. M. Fonseca, P. Barquinha, L. Pereira, J. Silva, R.F.De P. Martins, E. Fortunato // ACS Appl. Mater. Interfaces. – 2014. – V. 6. – P. 12226–12234.

Номеровский А. Д.^{1,2}, Вялый И. Е.¹, Изотов Н. В.¹, Рунов А. К.¹

ФОРМИРОВАНИЕ МЕТОДОМ ПЭО ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ НА АЛЮМИНИЕВОМ СПЛАВЕ АМg3 И ИССЛЕДОВАНИЕ ИХ СОСТАВА, МОРФОЛОГИИ И МЕХАНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

¹Институт химии ДВО РАН

²Кафедра физической и аналитической химии ШЕН ДВФУ

¹Научный руководитель - к.х.н. В. С. Егоркин

Алюминий и его сплавы широко применяются в автомобильной, аэрокосмической промышленности и судостроении, вследствие их экологичности, ударостойкости, низкой плотности (~2,7 г/см³), лёгкой обрабатываемости [1]. Сплавы алюминия (АМg3, Д16 и др.) меньше подвержены коррозии, но между тем их дополнительная защита является желательной [2]. Одним из методов, позволяющих формировать на поверхности вентильных металлов и их сплавов защитные

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

гетерооксидные слои, обладающие высокой адгезией к подложке, а также высокими механическими и противокоррозионными свойствами, является плазменное электролитическое оксидирование (ПЭО).

Существует необходимость в исследованиях, направленных на установление особенностей формирования ПЭО-покрытий, оптимизации электрических режимов и подборе компонентов электролита для получения в составе слоев более твердых фаз оксида, которые как правило, приводят к значительному улучшению эксплуатационных характеристик защитных покрытий [3]. Пористость, шероховатость и толщина оксидного слоя также вносят существенный вклад в его механические свойства. Данная работа направлена на изучение влияния концентрации метасиликата натрия в тартратном электролите на морфологию, состав и механические характеристики ПЭО-слоев.

Образцы из алюминиевого сплава АМг3 оксидировали в тартратных электролитах, содержащих 25 г/л $C_4H_4O_6K_2 \cdot 0,5H_2O$, 10 г/л $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$, 0,6 г/л NaF и различные концентрации $Na_2SiO_3 \cdot 5H_2O$ в диапазоне концентраций от 0 до 25 г/л. ПЭО-покрытия, сформированные в биполярном 45-минутном режиме, были исследованы методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) (рисунок 1). Пористость и толщину (таблица 1) ПЭО-покрытий определяли при анализе СЭМ-изображений поперечных сечений (рисунок 1, Б) с использованием программного обеспечения ImageJ 1.50v, шероховатость оценивали прецизионным контактным профилометром MetekSurtronic 25.

Таблица 1

Морфологические характеристики и элементный состав поверхностных слоев

№ образца (содержание $Na_2SiO_3 \cdot 5H_2O$)	Пористость, %	Толщина, мкм	О, вес. %	Al, вес. %	Mg, вес. %	Si, вес. %	С, вес. %	Na, вес. %	K, вес. %
1 (0 г/л)	10,9 ± 0,4	57 ± 3	45,2	40,3	1,4	-	13,1	-	-
2 (5 г/л)	11,0 ± 0,5	64 ± 7	46,8	42,7	1,7	0,6	8,2	-	-
3 (10 г/л)	10,9 ± 0,2	112 ± 4	46,2	18,8	1,3	13,7	11,6	5,5	2,8
4 (15 г/л)	19,1 ± 0,4	116 ± 6	44,8	22,2	1,1	6,7	22,2	0,8	2,2
5 (20 г/л)	20,7 ± 0,3	121 ± 6	45,4	21,9	1,0	9,6	14,6	2,1	5,5
6 (25 г/л)	29,8 ± 0,2	152 ± 9	44,9	18,2	0,9	8,3	26,1	0,6	1,0

Для установления качественного и количественного составов оксидных слоёв, были применены методы рентгенофазового анализа (РФА) и энергодисперсионной спектроскопии (ЭДС). По данным РФА было установлено, что основной фазой оксидного слоя является $\gamma-Al_2O_3$ (наиболее интенсивные пики принадлежат этой фазе), также обнаружены характеристические пики следующих соединений: корунд $\alpha-Al_2O_3$, муллит ($Al_{2,4}Si_{0,6}O_{4,8}$), кианит (Al_2SiO_5) и бораты алюминия $Al_4B_2O_9$, $Al_8B_2O_{15}$.

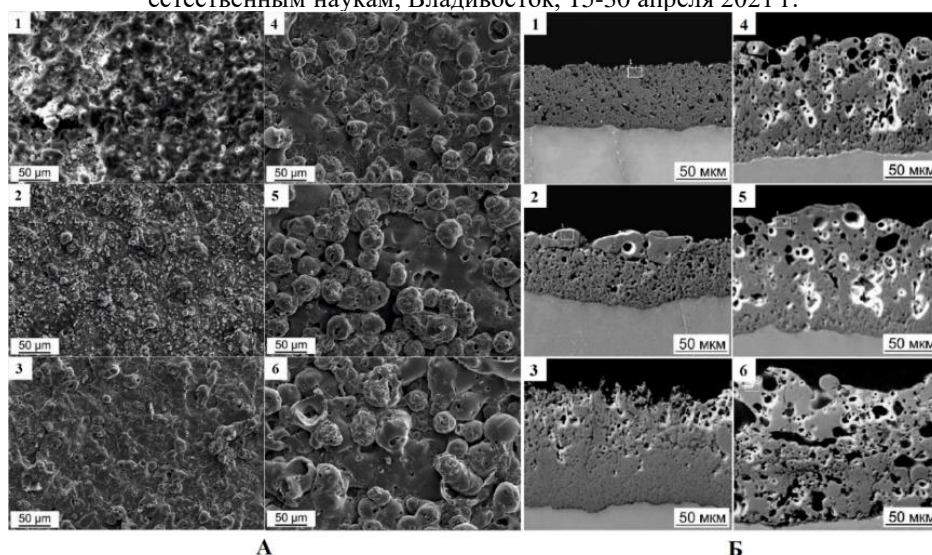


Рисунок 1 –СЭМ-изображения поверхности (А) и поперечных шлифов (Б) исследуемых образцов, обработанных ПЭО в тартратсодержащем электролите, с различной концентрацией $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$:
1 – 0 г/л; 2 – 5 г/л; 3 – 10 г/л; 4 – 15 г/л; 5 – 20 г/л; 6 – 25 г/л

Проведенные механические испытания показали (таблица 2), что с увеличением концентрации метасиликата натрия значения параметра шероховатости R_a увеличиваются, а микротвёрдость и модуль Юнга достигают максимума при 10 г/л и далее существенно не меняются.

Таблица 2

Параметр шероховатости и механические характеристики покрытий

№ образца	R_a , мкм	Микротвердость, ГПа	Модуль Юнга, ГПа	Износ, $\text{мм}^3/\text{Н м}$
1	$1,5 \pm 0,3$	$10,5 \pm 0,3$	100 ± 5	$2,3 \cdot 10^{-4}$
2	$2,5 \pm 0,3$	$11,2 \pm 0,3$	110 ± 2	$5,6 \cdot 10^{-4}$
3	$4,9 \pm 0,5$	$14,5 \pm 0,2$	160 ± 2	$8,1 \cdot 10^{-4}$
4	$5,3 \pm 0,3$	$14,1 \pm 0,1$	155 ± 3	$9,8 \cdot 10^{-4}$
5	$5,9 \pm 0,2$	$13,9 \pm 0,1$	150 ± 4	$1,9 \cdot 10^{-3}$
6	$6,8 \pm 0,3$	$14,0 \pm 0,1$	160 ± 1	$4,3 \cdot 10^{-3}$

Таким образом, в результате проведённого исследования, была установлена оптимальная концентрация силиката натрия (10 г/л) в электролите, позволяющая добиться увеличения толщины покрытия в два раза и на 40 % увеличения микротвердости, в сравнении с поверхностными слоями, полученными в электролите без силиката натрия.

Исследование выполнено в рамках гранта РФФИ № 19-29-13020.

Список литературы

1. Розенфельд, И. Л. Коррозия и защита металлов / И. Л. Розенфельд. – М.: Металлургия, 1969. – 448с.
2. Моделирование процессов равномерной углекислотной коррозии применительно к условиям Самотлорского месторождения / А.Г. Хуршудов, А.Н. Маркин, В.И. Вавер, И.С. Сивоконь // Защита металлов. – 1988. – Т. 24, № 6. – С.1013 – 1017.
3. Increasing thickness and protective properties of PEO-coatings on aluminum alloy / V. S. Egorkin, S. V. Gnedenkov, S. L. Sinebryukhov et al. // Surf. Coat. Technol. – 2018. – V. 334. – P. 29-42. – DOI: 10.1016/j.surfcoat.2017.11.025

Балацкий Д. В.^{1,2}, Малахова И. А.², Братская С.Ю.^{1,2}

ЯГР- И ИК- ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ СТАБИЛЬНОСТИ ГЕКСАЦИАНОФЕРАТОВ (II) И (III) МЕДИ (II), ПОЛУЧЕННЫХ IN SITU В МАТРИЦЕ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНИМИНА

¹Кафедра общей, неорганической и элементоорганической химии ШЕН ДВФУ

²Институт химии ДВО РАН

^{1,2}Научный руководитель – д.х.н., профессор С. Ю. Братская

Гексацианоферраты (II)/(III) переходных металлов, среди которых самым известным и хорошо изученным соединением является «берлинская лазурь» [1], в течение многих десятилетий остаются предметом активных исследований из-за широкого спектра свойств, представляющих интерес для применения во многих областях высоких технологий, таких как хранение газа, катализ, многофазное разделение, зондирование, ионный обмен, разработка молекулярных магнитов и др. [2]. В данной работе методами ЯГР- (ядерного гамма-резонанса) и ИК- спектроскопий была исследована термическая устойчивость гексацианоферратов (II) и (III) меди (II), полученных как *in situ* в полимерной матрице полиэтиленимина (ПЭИ), так и в отсутствие полимерной матрицы. Термическая обработка образцов производилась в атмосфере воздуха с выдержкой в течение 3 часов.

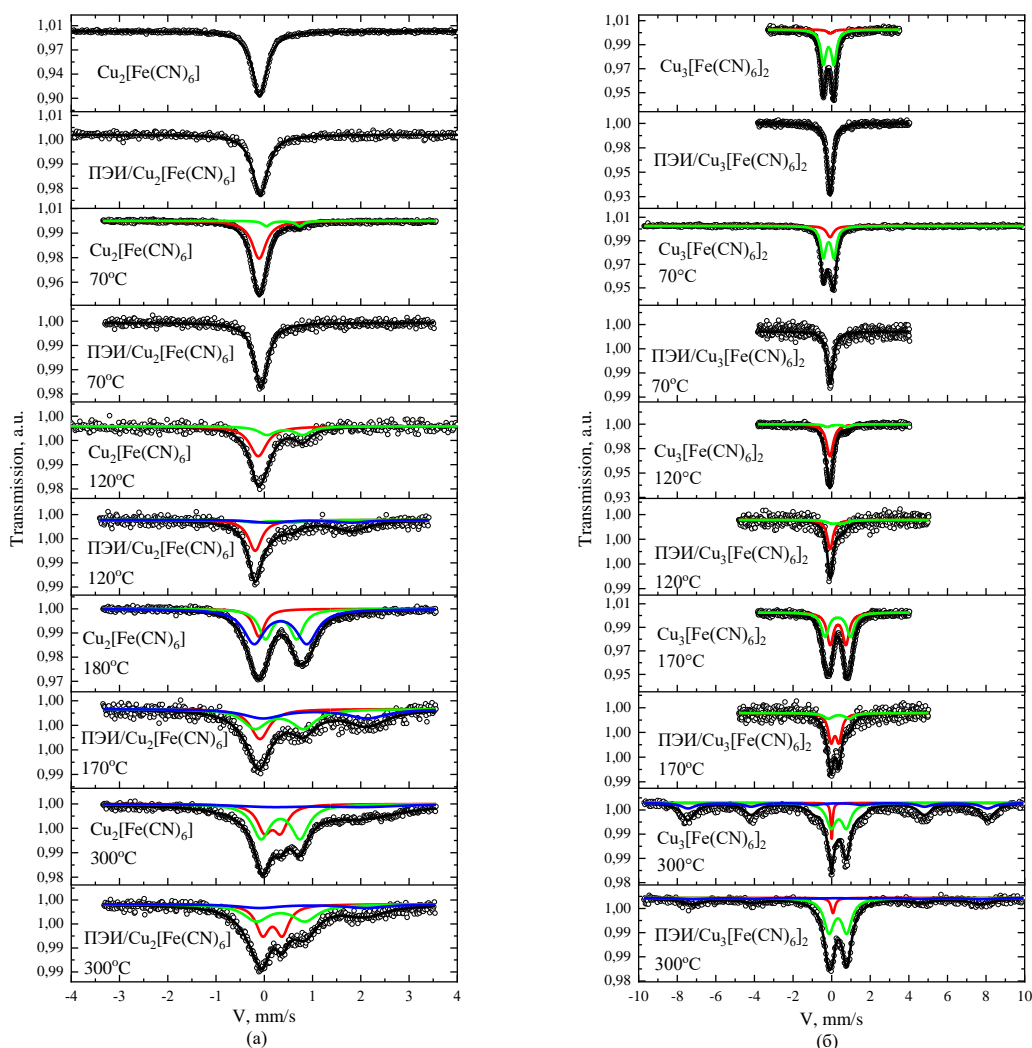


Рисунок 1 – Мессбауэровские спектры материалов $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $\text{ПЭИ}/\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (а), $\text{Cu}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$, $\text{ПЭИ}/\text{Cu}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ (б) в зависимости от температуры термообработки

Мессбауэровские спектры гексацианоферратов (II) и (III) меди (II) были получены при комнатной температуре в геометрии пропускания на оборудовании компании Wissel (Германия). В качестве источника γ -излучения использовался изотоп ^{57}Co в матрице родия. Калибровка шкалы скоростей производилась по спектру металлического железа ($\alpha\text{-Fe}$), величины изомерного сдвига определялись относительно центра тяжести спектра $\alpha\text{-Fe}$. Обработка мессбауэровских спектров проводилась в два этапа. Сначала моделировалось распределение квадрупольных расщеплений в экспериментальных спектрах. Затем из распределения квадрупольных расщеплений определялись величины наиболее вероятных значений в исследуемых образцах, затем значения которых вносились в программу WinNormos для моделирования теоретического спектра (рисунок 1). Фурье-ИК спектры были получены на оборудовании компании Shimadzu IRAffinity-1S с приставкой MIRacle10 (Япония) (рисунок 2). Идентификация цианид-иона CN^- в Фурье-ИК- спектрах возможна по наличию характеристической полосы с частотой $\nu(\text{CN}) \approx \sim 2100\text{-}2250 \text{ см}^{-1}$ соответствующей валентным колебаниям $\nu(\text{CN})$ [3].

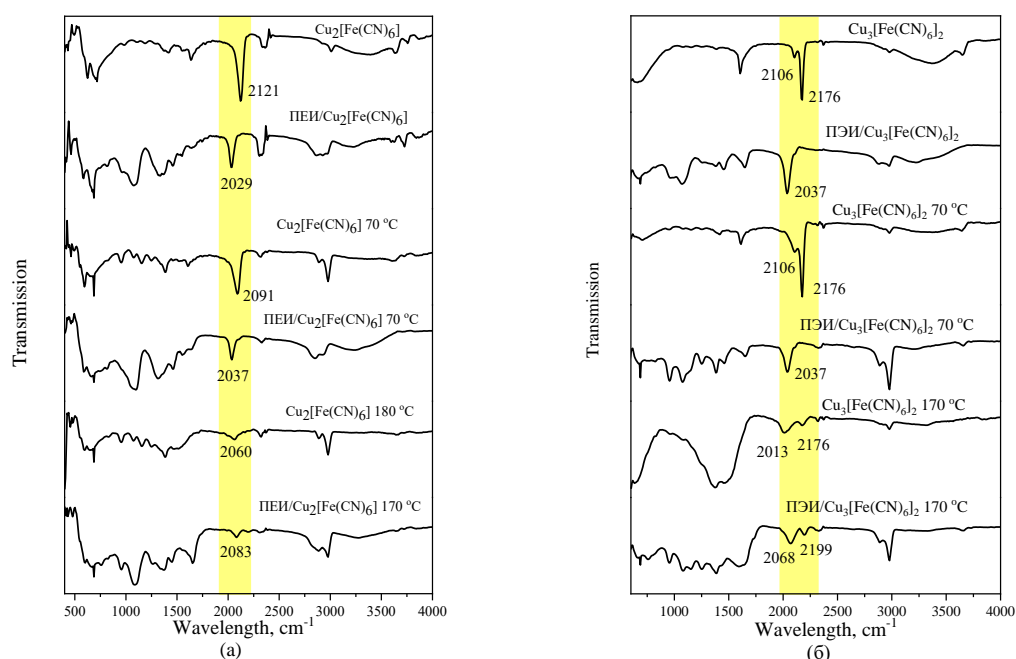


Рисунок 2 – ИК-спектры материалов $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, ПЭИ/ $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ (а), $\text{Cu}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$, ПЭИ/ $\text{Cu}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]_2$ (б) в зависимости от температуры термообработки

Работа выполнена в рамках гос. задания ИХ ДВО РАН № 0205-2021-0002.

Список литературы

1. Shatruck, M. Cyanide-bridged complexes of transition metals: a molecular magnetism perspective / M. Shatruck, C. Avendano, K.R. Dunbar // Progress in Inorganic Chemistry. – 2009. – V. 56. – P. 155–334.
2. A cyanide-bridged $\text{Fe}^{\text{III}}\text{-Mn}^{\text{II}}$ heterobimetallic one-dimensional coordination polymer: synthesis, crystal structure, experimental and theoretical magnetism investigation / W. Lan, Z. Zhou, J. Li, Y. Dou et.al. // Acta Crystallogr., Sect. C: Cryst. Struct. Commun. – 2019. – V. 75, N. 11. – P. 1475-1481.
3. Харитонов, Ю. Я. Аналитическая химия: Аналитика: учебник для вузов: Изд. 2-е. В 2 кн. Книга 1. Общие теоретические основы. Качественный анализ / Ю. Я. Харитонов. – М. : Высшая школа, 2003. – 615 с.

Белозерова Л. А.

СИНТЕЗ ПОЛИГЕРМАНОФЕНИЛСИЛОКСАНОВ В УСЛОВИЯХ МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ

Кафедра общей, неорганической и элементоорганической химии ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.х.н., доцент А. А. Капустина

В настоящей работе изучено взаимодействие бис(ацетилацетоната)дихлорида германия с фенилсиланолятом натрия (синтез 1) и полифенилсилоксана с оксидом германия (IV) (синтез 2) в условиях механохимической активации. Исходные вещества вводили в реакции в соотношении Si/Ge=1:1.

Время механохимической активации составило 3 минуты. Взаимодействие осуществляли в механохимическом активаторе, планетарной мономельнице «Pulverisette 6». Соотношение массы насадки к массе полезной загрузки 1,8.

В синтезе 1 получены растворимая в хлороформе фракция (РФ) (относительная массовая доля 34,4%) и нерастворимая фракция (НФ) (относительная массовая доля 65,6%).

Состав фракций соответствует формулам:

1) РФ - $[(C_6H_5SiO_{1,5} \cdot H_2O)_{5,14}((AA)ClGeO)] \cdot 4,78NaCl \cdot 3,7C_5H_8O_2 \cdot 3,7H_2O$, (M_r=1695; вычислено: Ge-4,3%; Si-8,6%; C-38,6%; H₂O-9,4%; найдено: Ge-4,3%; Si-8,5%; C-38,6%; H₂O-9,8%);

2) НФ - $[(C_6H_5SiO_{1,5})_{5,4} GeO_2] \cdot 3,9 NaCl \cdot 6,85 H_2O$, (M_r=1156,25; вычислено: Ge-6,3%; Si-13,0%; C-33,6%; H₂O-10,7%; найдено: Ge-6,3%; Si-13,1%; C-33,8%).

Полученное во фракциях соотношение Si/Ge отличается от заданного и мало отличается в растворимой 1 и нерастворимой 2 фракциях. Кроме того, оно практически совпадает со средним соотношением Si/Ge, полученным при проведении синтеза в растворе [1].

В синтезе 2 получены растворимая в хлороформе фракция (РФ) (относительная массовая доля 51,6 %) и нерастворимая фракция (НФ) (относительная массовая доля 48,4 %).

Состав фракций соответствует формулам:

1) РФ - $[(C_6H_5SiO_{1,5})_{5,88}[(SiO_2)_{2,12}GeO_2] \cdot 6,65H_2O$, (M_r=1110,0; вычислено: Ge-6,5%; Si-20,2%; C-38,1%; H₂O-10,8%; найдено: Ge-6,5%; Si-20,3%; C-38,4%; H₂O-6,1%);

2) НФ - $[(C_6H_5SiO_{1,5})(GeO_2)_{13,4}] \cdot 7,92 H_2O$, (M_r=1676,7; вычислено: Si-1,67 %, Ge-58,2%, C-4,3%, H₂O-8,5%; найдено: Si-1,7%; C-4,7%; H₂O-8,5%).

Полученное в растворимой фракции синтеза 2 соотношение Si/Ge значительно превышает это соотношение, полученное в аналогичном синтезе, проведенном в менее энергоёмкой вибрационной мельнице [2].

Полученные соединения изучены методами элементного анализа, ИК- и ЯМР-спектроскопии. Высказано предположение о их строении.

Список литературы

1. Быков, В.Т. Синтез и исследование полигерманоорганосилоксанов / В. Т. Быков, Т. П. Авилова, А. А. Капустина // Ж. Высокомолекулярные соединения. –1978. – Т. 620, №5. – С. 325 -327.
2. Mechanochemical Synthesis of Poly (germanium and tin organosiloxanes) / А. А. Kapustina et al. //Russian journal of general chemistry. – 2005. – V. 75, N. 4. – С. 571 - 574.

Белоусова Е. Б.^{1,2}

НОВЫЕ ДРИМАНОВЫЕ СЕСКВИТЕРПЕНЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ ПРИ СОВМЕСТНОМ КУЛЬТИВИРОВАНИИ МОРСКИХ ГРИБОВ *ASPERGILLUS CARNEUS* И *ISARIA FELINA*

¹Кафедра биоорганической химии и биотехнологии ШЕН ДВФУ

² Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г. Б. Елякова ДВО РАН

¹Научный руководитель – к.х.н. О. И. Журавлева

Исследование биосинтетического взаимодействия морских грибов является перспективным направлением для получения различных метаболитов. Биотрансформация является одним из путей расширения биосинтеза метаболитов грибов. На сегодняшний день наиболее перспективным способом получения новых метаболитов является совместное культивирование, как один из способов биотрансформации. В результате совместного культивирования ожидается увеличение выхода ранее выделенных биоактивных соединений, получение их производных, а также синтез новых метаболитов других химических классов [1].

Из этилацетатного экстракта смешанной культуры морских изолятов грибов *Aspergillus carneus* КММ 4638 и *Isaria felina* КММ 4639 были выделены два новых дримановых сесквитерпена (**1**, **2**) и один известный дримановый сесквитерпен 12-гидрокси-альбрасситриол (**3**) [2] (рисунок 1).

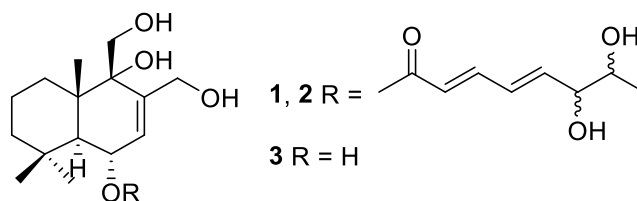


Рисунок 1 – Дримановые сесквитерпены из со-культуры *A. carneus* и *I. felina*

Структуры соединений были установлены методами одно- и двумерной ЯМР-спектроскопии, масс-спектрометрии высокого разрешения, а также сравнении этих данных с литературными значениями.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ № 21-53-54005.

Список литературы

1. The Structural Diversity of marine Microbial Secondary Metabolites Based on Co-Culture Strategy: 2009-2019 / J. Chen, P. Zhang, X. Ye, B. Wei, M. Emam, H. Zhang, H. Wang // *Marine Drugs*. – 2020. – V. 18, N.9. – P.449. DOI: 10.3390/md18090449
2. Three new drimane sesquiterpenoids from cultures of the fungus *Penicillium sp.*/ Jian, G.D. Zhang, X.C. Wei, Y.Z. Jiang, B.W. Hai, W.L. Shi, W. Fei // *Journal of Asian Natural Products Research*. – 2016. – V. 19, N.8. – P. 780-785. DOI: 10.1080/10286020.2016.1261830

Будникова Ю. Б.^{1,2}, Лукиянчук И. В.², Ткаченко И. А.²

ПЛАЗМЕННО-ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ И ХАРАКТЕРИСТИКА СМЕШАННЫХ Со-, Fe-СОДЕРЖАЩИХ ОКСИДНЫХ ПОКРЫТИЙ

¹Кафедра физической и аналитической химии ШЕН ДВФУ

²Институт химии ДВО РАН

^{1,2}Научный руководитель - д.х.н., профессор М. С. Васильева

Покрытия на основе смешанных систем оксидов кобальта и железа находят широкое применение в науке и технике, в том числе в качестве материалов с каталитическими, фотокаталитическими и магнитными свойствами. В то же время для решения многих практических задач более приемлемо использовать гетероструктуры, иммобилизованные на твердых поверхностях, в том числе на металлах. Определенные возможности в синтезе на поверхности металлов разнообразных оксидных структур предоставляет метод плазменно-электролитического оксидирования (ПЭО) [1], суть которого заключается в электрохимическом формировании поверхностных слоев на вентильных металлах и сплавах под действием искровых и микродуговых электрических разрядов. Для получения ПЭО-покрытий, содержащих соединения металлов триады железа, применяют как электролиты-суспензии с дисперсными частицами металлов [2], их оксидов [3] и гидроксидов [4], так и электролиты с ЭДТА-комплексами [5]. В частности, электролиты с ЭДТА комплексами являются истинными растворами, которые являются более стабильными и управляемыми системами по сравнению с электролитами-суспензиями, позволяя получать более качественные, хорошо воспроизводимые покрытия [5].

В настоящей работе для формирования Fe-, Co- содержащих покрытий использовали фосфатный или боратный базовые электролиты, в которые вводили ЭДТА комплексы железа и кобальта. Покрытия получали при эффективной плотности тока $i = 0,1-0,2$ А/см² в течение 10 мин при анодной или анодно-катодной поляризации.

Методом рентгенофазового анализа установлено наличие в составе покрытий диоксида титана в модификациях анатаз и рутил. Методом энергодисперсионного анализа показано, что концентрации железа и кобальта в поверхностном слое покрытий толщиной ~ 1 мкм, сформированных на основе боратного электролита, невелики и составляют ~1,5 и ~0,3 ат. %, соответственно. Тем не менее, образцы обладают определенной фотокаталитической активностью: 30-65 и 6-12 % метилового оранжевого (МО, 10 мг/л) разлагается под действием УФ и видимого излучения в присутствии 10 ммоль/л H₂O₂.

Результаты исследования магнитных характеристик покрытий, и представлены на рисунке 1. Согласно полученным данным, все изученные материалы являются магнитомягкими. Понижение температуры до 4 К приводит к уменьшению значений коэрцитивной силы с ~60 до ~30 Э. Исходя из температурных зависимостей намагниченности, исследованные образцы обладают антиферромагнитным упорядочением, с температурой Нееля выше 300 К. Следует отметить, что на всех полученных кривых $M=f(T)$ регистрируется скачкообразное увеличение значений намагниченности в области температур ниже 60 К, которое, скорее всего, связано с проявлением кислородного парамагнетизма.

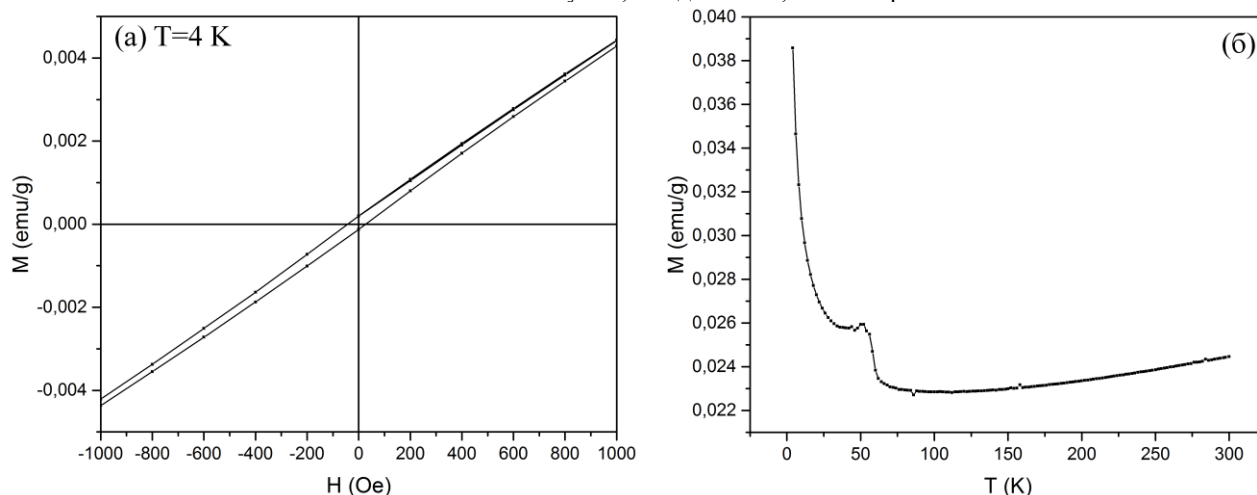


Рисунок 1 – Зависимость магнитного момента M , приведенного к массе образца, от напряженности магнитного поля H (а) и температуры T (б) для титанового образца с Fe-, Co-содержащим ПЭО-покрытием

Таким образом, Fe-, Co- содержащие оксидные покрытия, полученные методом плазменно-электролитического оксидирования в электролитах с ЭДТА комплексами железа и кобальта, обладают как фотокаталитической активностью, так и антиферромагнитными свойствами.

Список литературы

1. Руднев, В.С. Многофазные анодные слои и перспективы их применения / В. С. Руднев // Защита металлов. – 2008. – Т. 44, №3. – С. 283-292.
2. Structure and microwave-absorbing properties of Fe-particle containing alumina prepared by micro-arc discharge oxidation / F.Y. Jin, H. H. Tong, J. Li, L. R. Shen, P. K. Chu // Surface Coating and Technology. – 2006. – V. 201, N. 1-2. – P. 292-295
3. A new strategy for fabrication $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ composite coatings on the Ti substrate / A. Jagminas, R. Ragalevicius, K. Mazeika [et al.] // Journal of Solid State Electrochemistry. – 2010. – V. 14, N. 2. – P. 271-277.
4. Oxide coatings with ferromagnetic characteristics on Al, Ti, Zr and Nb / V. S. Rudnev, M. V. Adigamova, I. V. Lukiyanichuk [et al.] // Surface & Coatings Technology. – 2020. – V. 381. – P. 125180.
5. Rogov, A. B. Plasma electrolytic oxidation of A1050 aluminium alloy in homogeneous silicate-alkaline electrolytes with edta⁴⁻– complexes of Fe, Co, Ni, Cu, La and Ba under alternating polarization conditions / A. B. Rogov // Materials Chemistry and Physics. – 2015. – V. 167. – P. 136-144.

Волчкова О. О.^{1,2}, Юрченко А. Н.²

ВТОРИЧНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ ОБЛИГАТНОГО МОРСКОГО ГРИБА *ASTEROMYCES CRUCIATUS* KMM 4696

¹Кафедра биоорганической химии и биотехнологии ШЕН ДВФУ

² Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г. Б. Елякова ДВО РАН

^{1,2} Научный руководитель – к.х.н., доцент О. И. Журавлева

В настоящее время во всем мире активно изучаются морские грибы-микровицеты как продуценты биологически активных вторичных метаболитов. Морские грибы представляют собой довольно разнообразную филогенетическую группу и являются перспективным источником

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

природных соединений огромный потенциал которой все еще не раскрыт до конца [1, 2]. Благодаря специфическим условиям среды обитания (высокая концентрация солей, щелочная рН среды, недостаток кислорода, высокое давление), морскими грибами синтезируется большое количество новых соединений с перспективными фармакологическими и биологическими свойствами, многие из которых не были обнаружены в наземных экоформах [3].

В качестве объекта исследования был выбран облигатный морской гриб *Asteromyces cruciatus* КММ 4696, выделенный с поверхности таллома бурой водоросли *Sargassum pallidum* (Японское море). Гриб культивировали в течение 21 дня на твердой рисовой среде. Этилацетатный экстракт мицелия делили с помощью сочетания колоночной хроматографии на силикагеле и С18-силикагеле и обращенно-фазовой ВЭЖХ. В результате было получено одиннадцать индивидуальных соединений, три из которых являются новыми: два аналога асперпертина **1** и **2** и антрахинон **3** (рисунок 1).

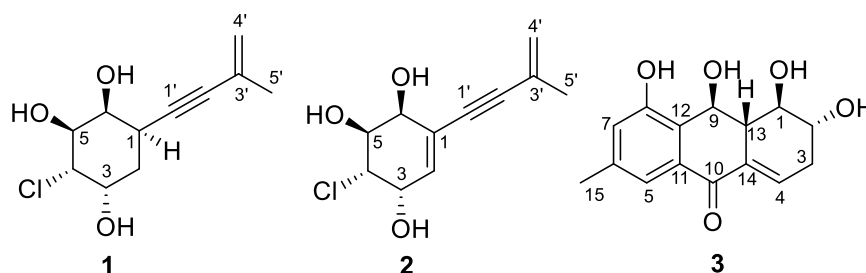


Рисунок 1 – Новые соединения из *A. cruciatus* КММ 4696

Структуры соединений были установлены методами одно- и двумерной ЯМР-спектроскопии и масс-спектрометрии высокого разрешения. Относительные конфигурации асимметрических центров были установлены на основании ROESY-корреляций и констант спин-спиновой взаимодействия.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ, грант № 19-74-10014.

Список литературы

1. Marine natural products /Anthony R. Carroll, Brent R. Copp, Rohan A. Davis, Robert A. Keyzers, Michèle R. Prinsep //Natural Product Reports. – 2019. – V. 36. – P. 1415.
2. Stien, D. Marine microbial diversity as a source of bioactive natural products /D. Stien // Marine Drugs. – 2020. – V. 18, N. 4. – P. 215.
3. Орлова, Т. И. Вторичные метаболиты морских микроорганизмов. III Морские грибы – источник биологически активных продуктов. / Т. И. Орлова, В. Г. Булгакова, А. Н. Полин // Антибиотики и химиотерапия. – 2017. – № 62. – С. 68–76.

Елгина Т.Е.¹, Пузырьков З.Н.^{1,2}

ФОТОИЗОМЕРИЗАЦИЯ 2,2-ДИФТОРО-4-(*n*-ДИМЕТИЛАМИНОСТИРИЛ)-6-ФЕНИЛ-1,3,2-ДИОКСАБОРИНА

¹Кафедра общей, неорганической и элементоорганической химии ШЕН ДВФУ

²Институт химии ДВО РАН

¹Научный руководитель – к.х.н., доцент И.В. Свистунова

β-Дикетонаты дифторида бора обладают интенсивной люминесценцией как в растворах, так и в кристаллах. У данного класса соединений имеется ряд интересных фотофизических и фотохимических свойств, позволяющих применять их при создании солнечных концентраторов, органических светодиодов, а также лазерных красителей [1]. В настоящее время многие вопросы фотохимии β-

дикетонатов дифторида бора до сих пор не изучены, поэтому представляется интересным изучение фотохимического поведения этих соединений в различных средах и при разных видах облучения.

В ходе работы были исследованы реакции фотохимической изомеризации одного из полиметиновых красителей на основе β -дикетонатов дифторида бора – 2,2-дифторо-4-(*n*-диметиламиностирил)-6-фенил-1,3,2-диоксаборина. Облучение растворов этого красителя в этаноле, ацетонитриле, ацетоне и диметилформамиде проводили солнечным светом и люминесцентной лампой. Дополнительно исследовалось влияние температуры на образование конечного продукта (*цис*-изомера). За ходом фотоизомеризации следили по изменению спектров поглощения на спектрофотометре Shimadzu UV mini-1240. Было установлено, что нагревание этанольного раствора приводит к разрушению хелатного цикла 2,2-дифторо-4-(*n*-диметиламиностирил)-6-фенил-1,3,2-диоксаборина и образованию соответствующего дикетона (рисунок 1).

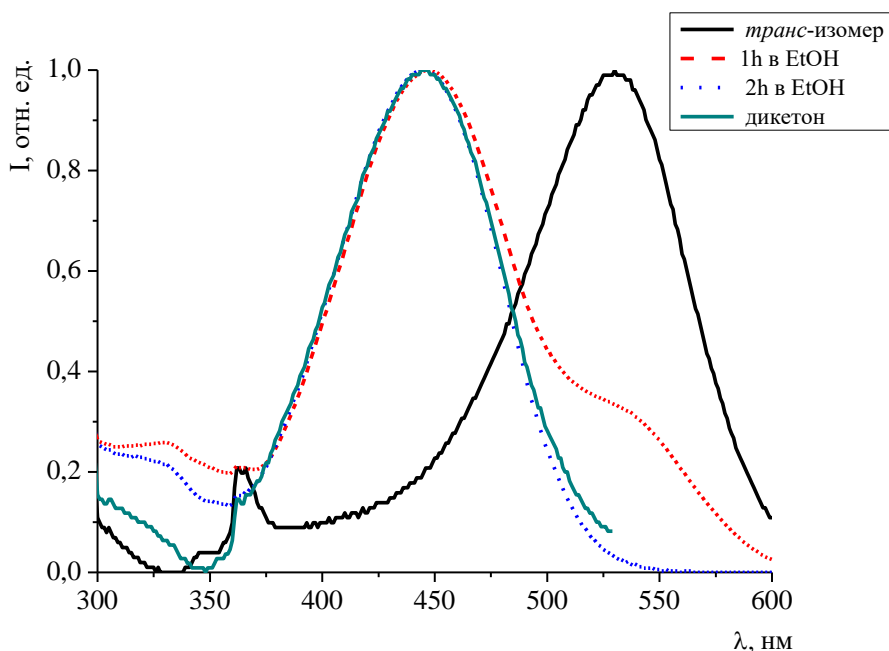


Рисунок 1 – Нормированные спектры поглощения 2,2-дифторо-4-(*n*-диметиламиностирил)-6-фенил-1,3,2-диоксаборина, спустя час и два часа нагревания в этаноле

Без термического воздействия при кратковременном облучении люминесцентной лампой (1-8 часов) и длительном солнечном освещении (35-40 часов) в спектрах поглощения конечного продукта фиксируются полосы, характерные для *цис*-формы данного красителя (рисунки 2, 3).

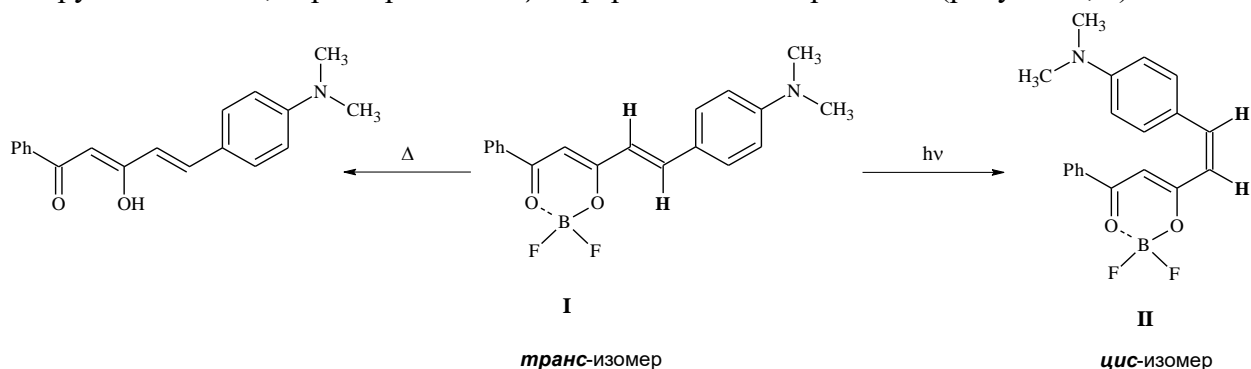


Рисунок 2 – Схема образования продукта реакции фотохимической изомеризации 2,2-дифторо-4-(*n*-диметиламиностирил)-6-фенил-1,3,2-диоксаборина и термического воздействия на него

Показано, что при облучении солнечным светом раствора 2,2-дифторо-4-(*n*-диметиламиностирил)-6-фенил-1,3,2-диоксаборина в диметилформамиде постепенно появляется максимум при 460 нм характеризующий *цис*-изомер, хотя *транс*-изомер проявляет максимум в УФ-

спектре при 530 нм (рисунок 3). Этим различие изомеров не заканчивается. Значительным изменением является хроматографическая подвижность и цвет изомеров.

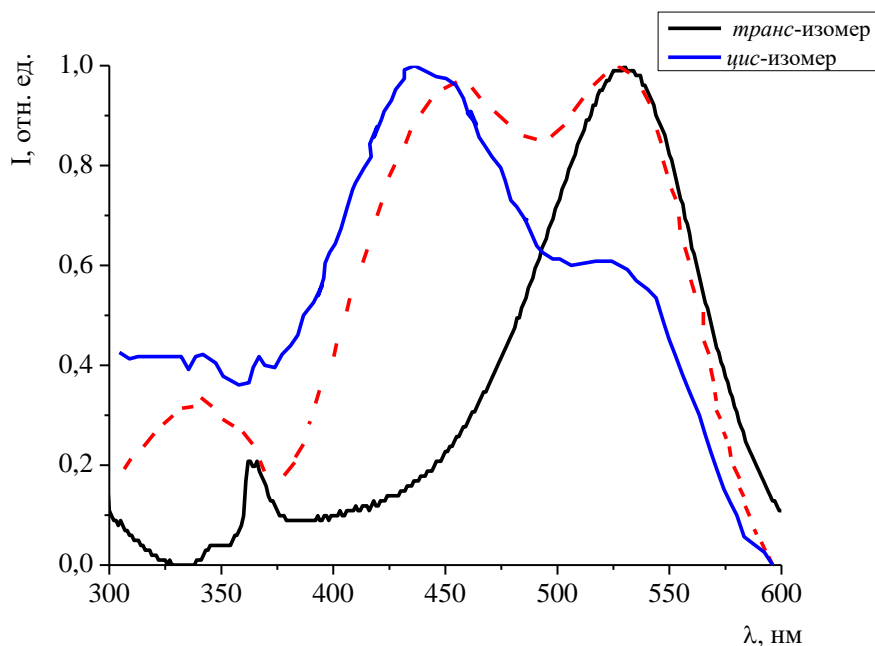


Рисунок 3 – Нормированные спектры поглощения превращения изомеров 2,2-дифторо-4-(*n*-диметиламиноэтирил)-6-фенил-1,3,2-диоксаборина в этаноле

Список литературы

1. Федоренко, Е. В. β-Дикетонаты дифторида бора: молекулярный дизайн и фотоиндуцированные процессы : дис. ... д-ра хим. наук : 02.00.04 / Е. В. Федоренко. – Владивосток, 2015. – 383 с.

Захаренко В. М.^{1,2}

ВЫДЕЛЕНИЕ И УСТАНОВЛЕНИЕ СТРОЕНИЯ ЦЕРАМИДОВ ИЗ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ МОРСКОЙ ЗВЕЗДЫ *CERAMASTER PATAGONICUS*

¹Кафедра биоорганической химии и биотехнологии ШЕН ДВФУ

²Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г. Б. Елякова ДВО РАН

^{1,2} Научный руководитель – к.х.н. Т. В. Маляренко

Иглокожие Asteroidea типичные представители обитателей морского дна. Многие из них являются активными хищниками. К особенностям этих животных относят высокую способность к регенерации. Некоторые представители способны отращивать лучи, а отдельные роды способны образовать новый организм из оторвавшихся лучей. Морские звезды – перспективные источники вторичных метаболитов, одними из которых являются сфинголипиды и их производные.

Сфинголипиды относятся к производным алифатических аминоспиртов. Особенно богата данными соединениями нервная ткань. Зачастую, структура этих соединений у морских животных значительно отличается от наземных организмов. Сфинголипиды интересны в связи со своей высокой биологической активностью, которой посвящено большое число исследований. Было изучено противовоспалительное, проангиогенное, антибактериальное, антимикотическое действие, а также антипролиферативная и цитотоксическая активность сфинголипидов и их производных в отношении

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г. некоторых раковых клеточных линий [1-4]. Сфинголипиды можно разделить на три структурных типа: церамиды, цереброзиды и ганглиозиды.

Продолжая наши исследования сфинголипидов морской звезды *Ceramaster patagonicus*, мы изучили фракцию церамидов – негликозилированных, наименее полярных сфинголипидов. Образцы морских звезд *Ceramaster patagonicus* были собраны с глубины 150-300 м в Охотском море возле острова Итуруп во время 42-й экспедиции НИС «Академик Опарин» в августе 2012 года.

Измельченный материал морских звезд был последовательно экстрагирован системами $\text{CHCl}_3:\text{MeOH}$ (2:1), $\text{CHCl}_3:\text{MeOH}$ (1:1) и EtOH . Объединенный экстракт подвергали распределительной хроматографии, а также хроматографировали при помощи колоночной хроматографии низкого давления на силикагеле и высокоэффективной жидкостной хроматографии.

Строение полученных индивидуальных соединений было установлено с помощью методов одно- и двумерных ЯМР экспериментов: ^1H , ^{13}C , DEPT, $^1\text{H}-^1\text{H}$ COSY, HSQC, HMBC, NOESY, а также ИЭР масс-спектропии высокого разрешения. Кроме того, для установления полной химической структуры применялись химические модификации полученных соединений: метанолиз и ацетилирования с последующим ГЖХ-МС анализом полученных продуктов реакций. Для определения абсолютной стереохимии стереогенных центров измеряли удельное вращение полученных производных.

Во всех выделенных церамидах длинноцепочечным основанием является остаток фитосфингозина. Жирными кислотами в полученных церамидах являлись остатки насыщенных 2-гидрокси жирных кислот с разной длиной полиметиленовой цепи.

Данная работа выполнена при поддержке гранта РФФИ №[20-03-00014](#).

Список литературы

1. Oral glucosylceramide reduces 2,4-dinitrofluorobenzene induced inflammatory response in mice by reducing TNF-alpha levels and leukocyte infiltration / J. Duan, T. Sugawara, S. Sakai [et al.] // *Lipids*. – 2011. – V. 46. – P. 505–512.
2. Antibacterial activity of sphingoid bases and fatty acids against gram-positive and gram-negative bacteria / C. L. Fischer, D. R. Drake, D. V. Dawson [et al.] // *Antimicrob. Agents Chemother.* – 2012. – V. 56. – P. 1157-1161.
3. The antiproliferative effect of C2-ceramide on lung cancer cells through apoptosis by inhibiting Akt and NFκB / I. L. Lin, H. L. Chou, J. C. Lee [et al.] // *Cancer Cell Int.* – 2014. – V. 14, N. 1. – P. 1-7.
4. Murshid, S. S. A. A and B: new cerebrozides from the marine-derived fungus *Penicillium* species / S. S. A. Murshid, J. M. Badr, D. T. A. Youssef // *Rev. Bras. Farmacognosia*. – 2016. – V. 26. – P. 29-33.

Ким Кван Хёк

СИНТЕЗ ПОЛИФЕНИЛКАЛЬЦИЙСИЛОКСАНА

Кафедра общей, неорганической и элементорганической химии ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - к.х.н., доцент И. Г. Хальченко

Научный консультант – д.х.н., профессор Н. П. Шапкин

На данный момент возникают весомые экологические проблемы из-за наличия ионов разных тяжелых металлов в окружающей среде, в частности, радионуклидов. Данная работа проводилась с целью получения нового сорбента для извлечения ионов стронция. Синтез проводили двумя способами: первый способ (синтез 1) – путем взаимодействия ацетилацетоната кальция

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

(Ca(AcAc)₂·3H₂O) с полифенилсилоксаном (ПФС) при кипячении в толуоле [1]. Второй синтез – в условиях механохимической активации [2]. В обоих синтезах получены растворимые и нерастворимые фракции полимеров. Состав полученных продуктов определен методами электронно-зондового анализа с помощью энергодисперсионного спектрометра Shimadzu EDX 800 HS. Данные элементного анализа приведены в таблице. Были получены близкие значения содержания фракций полимеров, синтезированных двумя способами. Полученный растворимый полимер планируется использовать для модификации вермикулита. Так как в полимере содержится кальций, то при проведении сорбции полученным на его основе сорбентом, атомы кальция будут замещаться атомами стронция, таким образом, удаляя их из растворов.

Таблица

Содержание элементов в полученных фракциях синтезов 1 и 2

Номер синтеза	Фракция	Содержание элементов, масс. %						Предлагаемые молекулярные формулы
		Найденное содержание			Вычисленное содержание			
		C	Si	Ca	C	Si	Ca	
1	Растворимая	36.7	22.8	13.8	34.0	22.6	13.8	$[(\text{PhSiO}_{1.5})_{1.4}(\text{SiO}_2)_{1.0}(\text{CaO})_{1.0}]_n$
	Нерастворимая	48.0	0.41	19.9	47.0	0.41	19.2	$\{[\text{Ca}(\text{O})_{0.5}(\text{acac})_{1.5-1.6}]_{33}(\text{PhSiO}_{1.5})\}_n$
2	Растворимая	37.5	21.8	16.2	34.2	21.0	15.8	$[(\text{PhSiO}_{1.5})_{1.2}(\text{SiO}_2)_{0.7}(\text{CaO})_{1.0}]_n$
	Нерастворимая	47.4	1.51	19.0	46.9	1.5	19.1	$\{[\text{Ca}(\text{O})_{0.5}(\text{acac})_{1.5}]_9(\text{PhSiO}_{1.5})\}_n$

Список литературы

1. Staircase polymetalsilicon nanocomplexes – Polymetalphenyl siloxanes: Structure and properties / N.P. Shapkin, M.I. Balanov, V.I. Razov, S.V. Gardionov, V.Y. Mayorov, E.A. Tokar, E.K. Papynov, V.V. Korochentsev, L.B. Leont'ev, A.B. Slobodyuk, E.B. Modin // *Journal of Molecular Structure*. – 2018. – V. 1156. – P. 424-432.
2. Mechanochemical synthesis of polyboronphenylsiloxanes / V. Libanov, A. Kapustina, N. Shapkin, P. Dmitrinok, Z. Puzyrkov // *Polymer*. – 2020. – V. 194, 122367.

Кожемякина Е. К.

НОВЫЙ КАТАЛИЗАТОР И МОНОМЕР ДЛЯ БЛОЧНОЙ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ МЕТИЛМЕТАКРИЛАТА – 2,2-ДИФТОРО-4-(*n*-ДИМЕТИЛАМИНОСТИРИЛ)-6-ФЕНИЛ-1,3,2- ДИОКСАБОРИН

Кафедра общей, неорганической и элементоорганической химии ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.х.н., доцент И. В. Свистунова

β -дикетонаты дифторида бора привлекли внимание исследователей в связи с открытием интересных свойств, которые могут способствовать их применению в производстве функциональных материалов: интенсивная люминесценция растворов и кристаллов, большой Stokes сдвиг, способность образовывать эксимеры и эксиплексы, а также размерно-зависимые и механохромные свойства [1]. Поведение люминофора в полимерной матрице отличается от поведения в кристаллическом состоянии и растворах из-за различных форм агрегации, поэтому представляет интерес изучение люминесценции полимерных композитов с β -дикетонатами дифторида бора.

Были подобраны условия взаимодействия метилметакрилата (ММА) с 2,2-дифторо-4-(*n*-диметиламиностирил)-6-фенил-1,3,2-диоксаборином (рисунок 1) и отработана методика очистки продукта полимеризации от избытка красителя путем перевода его в водорастворимую соль.

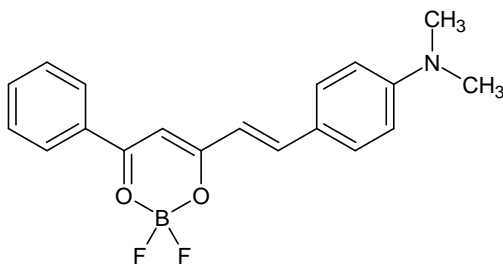


Рисунок 1 – 2,2-дифторо-4-(*n*-диметиламиностирил)-6-фенил-1,3,2-диоксаборин

В ходе работы обнаружено, что комплекс 2,2-дифторо-4-(*n*-диметиламиностирил)-6-фенил-1,3,2-диоксаборина обладает каталитическими свойствами в реакции полимеризации метилметакрилата. При концентрации красителя равной 0,14 % в присутствии перекиси бензоила время полимеризации при температуре 85 °С сокращается в 1,3 раза по сравнению с реакцией полимеризации в отсутствие красителя. Время полимеризации метилметакрилата при температуре 85 °С без инициатора в присутствии красителя в 1,5 раза меньше, чем время полимеризации чистого метилметакрилата.

Методом УФ-спектроскопии было установлено, что полученные продукты реакции содержат в своем составе фрагменты бензоилацетоната дифторида бора (BAcBF_2), которые входят в состав исходного красителя. При концентрации 0,98% 2,2-дифторо-4-(*n*-диметиламиностирил)-6-фенил-1,3,2-диоксаборина в спектрах поглощения регистрируются H- и J- агрегаты бензоилацетоната дифторида бора. В спектрах люминесценции продуктов реакции при низкой концентрации красителя (0,14% и 0,28%) фиксируется мономерная люминесценция фрагментов BAcBF_2 , а при высокой (0,98%) – эксимерная люминесценция.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что 2,2-дифторо-4-(*n*-диметиламиностирил)-6-фенил-1,3,2-диоксаборин является как катализатором реакции полимеризации ММА, так и одним из мономеров. Полученные продукты реакции обладают мономерной и эксимерной люминесценцией.

Список литературы

1. Fedorenko, E. V. New polymers containing BF₂-benzoylacetate groups. Synthesis, luminescence, excimer and exciplex formation / E. V. Fedorenko, A. G. Mirochnik, A. Yu. Beloliptsev // Journal of Luminescence. – 2017. – V. 185. – P. 23-33.

Мелешко А. А.

**ТЕМПЛАТНЫЙ СИНТЕЗ КОМПОЗИТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКЕЛЕТА МОРСКОГО
ЕЖА И ПОЛИЭТИЛСИЛСЕСКВИОКСАНА**

Кафедра общей, неорганической и элементорганической химии ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.х.н., доцент И. Г. Хальченко

Научный консультант – д.х.н., профессор Н. П. Шапкин

Известно, что иглокожие имеют хорошо развитый кальцийсодержащий скелет [1,2]. Например, скелет морского ежа имеет идеально упорядоченную структуру пор, которую можно воспроизвести темплатным синтезом для получения сорбента с хорошими сорбционными свойствами. Принимая во внимание возможности химического и биохимического применения структуры морского ежа для получения новых наноматериалов, а также свойства, которыми обладают полиорганосилоксаны, а именно эластичностью, устойчивостью к действию большинства кислот и щелочей, высокой термостойкостью и отличными диэлектрическими характеристиками, их можно использовать в качестве полимерного покрытия [3].

Целью исследования являлось получение структурно упорядоченного композита на основе скелета морского ежа в качестве биотемплата и полиэтилсилсесквиоксана в качестве покрытия. Получение композита проводилось двумя способами: в растворе (синтез 1) и с помощью механохимической активации (синтез 2). Реакция предположительно протекает по уравнению: $(C_2H_5SiO_{1.5})_n + nCaCO_3 \rightarrow [(C_2H_5SiO_{1.5})CaO]_n + nCO_2$.

В синтезе 1 навеску скелета морского ежа и полимера растворяли в толуоле и отгоняли растворитель на ротаторном испарителе. В синтезе 2 навеску скелета морского ежа и полимера поместили в планетарную мельницу Pulverisette 6 на 6 минут при рабочей частоте 10 Гц (600 оборотов в минуту), в качестве активирующей насадки использовали шары из нержавеющей стали – 4 штуки. Далее полученные продукты прокаливали при температуре 700-800°C. При прокаливании смеси можно предположить разложение непрореагировавшего карбоната кальция, сопровождающееся выделением углекислого газа, и дальнейшее взаимодействие оксида кальция с полимером, что предполагает увеличение массы продуктов. После прокаливании продукт синтеза 1 обработали соляной кислотой для удаления оставшегося карбоната кальция (композит 1), продукт синтеза 2 кислотой не обрабатывали (композит 2).

Также было проведено исследование полученных композитов физико-химическими методами и определение их сорбционных свойств. На рисунке 1 приведен ИК спектр композита 1, который получали в растворе (синтез 1). Основные характеристические линии соответствуют: 2964-2881 см⁻¹ – валентным колебаниям связи C–H, 1417 см⁻¹ – C=O в карбонате, 1122 см⁻¹ – валентным колебаниям связи Si–C, 1000-1100 см⁻¹ – колебания связи Si–O–Si в силоксанах. Также в ИК спектре имеется полоса 439.75 см⁻¹, относящаяся к деформационным колебаниям связи Ca – O в карбонате.

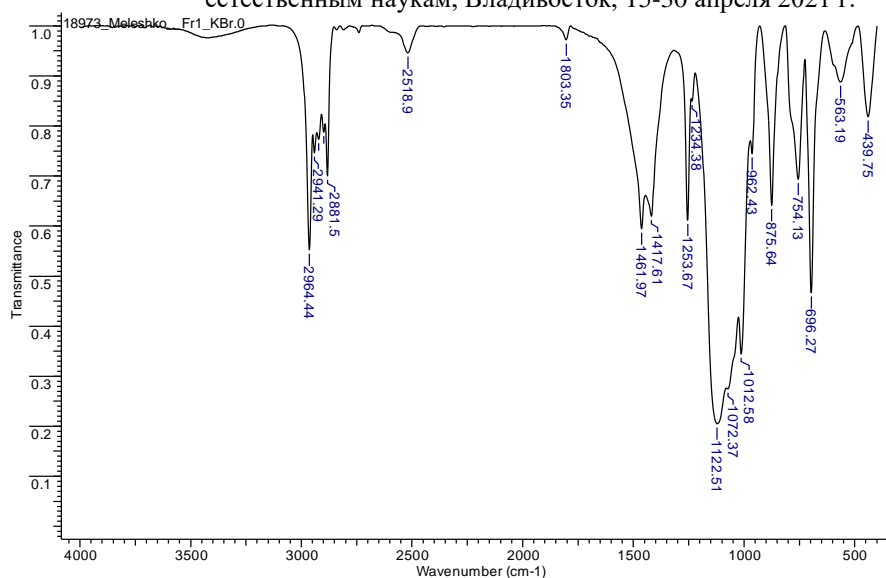


Рисунок 1 – ИК спектр композита 1 (синтез 1)

ИК спектры композитов 1 и 2 практически совпадают, в связи с чем можно сделать вывод, что структура полученных продуктов достаточно плотная и устойчивая к действию разбавленной соляной кислоты.

На рисунке 2 приведены данные СЭМ для композита 1, наблюдается слоистая структура полученного полимера.

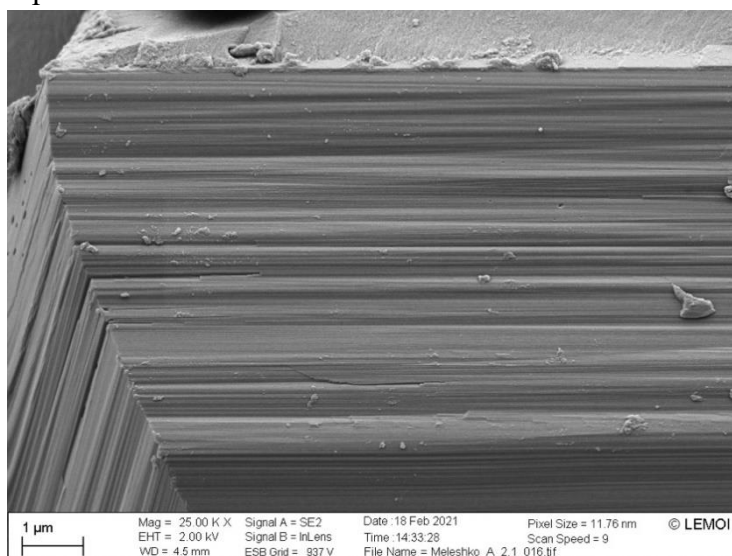


Рисунок 2 – Данные СЭМ для композита 1

В результате проведенных экспериментов было показано, что прокаливание при 700-800°C в течение 30 минут и обработка соляной кислотой не привели к полному разрушению основной структуры композита. Исследование сорбционных свойств композита показало, что он обладает высокой сорбционной активностью по отношению к метиленовому голубому ($\Gamma = 150$ мг/г).

Список литературы

1. Ebert. A new theory to explain the origin of growth line in sea urchin spines / Ebert // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 1986. – V. 34. – P. 197-199.
2. Su, X. The structure of sea urchin spines, large biogenic single crystals of calcite / X. Su, S. Kamat, A. H. Heuer // J. of Mater. Sci. – 2000. – V. 35. – P. 5545–5551.
3. Андрианов, К. А. Полимеры с неорганическими главными цепями молекул / К. А. Андрианов.

Мисютинская В. А.

ИССЛЕДОВАНИЕ АДСОРБЦИИ ЛЕВОМИЦЕТИНА НА ПОРОШКЕ КРУПНОЧЕШУЙЧАТОГО ГРАФИТА

Кафедра физической и аналитической химии ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - к.х.н., доцент А.П. Артемьянов

В настоящее время фармакологическая промышленность достигает высокого уровня развития. Лекарственные препараты производят в больших количествах. Их применяют не только в лечебных и профилактических целях, но и в качестве пищевых добавок.

Несмотря на большое потребление лекарственных средств, вопросами их утилизации интересуются и занимаются крайне мало. Например, ненужные или просроченные лекарства часто попадают в контейнер с бытовыми отходами или в канализацию [1], источниками загрязнения сточных вод являются также и больницы, в канализации которых попадает огромное количество лекарств, выведенных из организма человека с биологическими жидкостями [2]. Фармакологические компании, занимающиеся производством лекарственных препаратов, не всегда проводят очистку производственных отходов и осуществляют контроль по содержанию фармпрепаратов в сточных водах.

Все это негативно сказывается на окружающей среде и здоровье человека. Наиболее опасно попадание в воду гормональных препаратов и антибиотиков. Они способны вызывать бесплодие, аллергические реакции, снижать иммунитет [3,4].

Весьма привлекательным способом очистки сточных вод является сорбционный. Активно проводятся исследования адсорбции антибиотиков на активных углях, глауконите и других сорбентах [5].

Было проведено исследование адсорбции левомицетина на крупночешуйчатом графитовом порошке с размером частиц 3,5 мм [6]. Результаты исследования представлены в таблице. Как видно из полученных данных, происходит незначительная адсорбция антибиотика на графитовом порошке и наиболее заметное понижение концентрации левомицетина не превышает 10% (в растворе 1).

Таблица

Результаты адсорбции антибиотика левомицетина на крупночешуйчатом графитовом порошке

№ раствора	1	2	3	4	5	6
C_0 , мг/л	35	17,5	11,7	7	5	3,9
A_0^{280}	1,095	0,56	0,37	0,195	0,137	0,105
A^{280}	1,00	0,53	0,35	0,194	0,131	0,09
$C_{\text{равн}}$, мг/л	32	17	11	6,8	4,6	3,78

где C_0 – концентрация раствора до адсорбции; A_0^{280} – оптическая плотность раствора до адсорбции при длине волны 280 нм; A^{280} – оптическая плотность раствора после адсорбции; $C_{\text{равн}}$ – равновесная концентрация раствора после адсорбции.

Не слишком высокую адсорбцию левомицетина можно объяснить небольшой удельной поверхностью порошкообразного графита (около 3 м²/г) [7].

Увеличить эффективность извлечения левомицетина можно сочетанием адсорбционного способа с процессами окислительной деструкции, например электрохимического окисления. Графит в

этом случае может представлять удобную электродную матрицу для проведения электрохимического окисления левомецитина.

Список литературы

1. Прожерина, Ю. Фармацевтические отходы как новая экологическая проблема / Ю. Прожерина // Ремедиум. Журнал о российском рынке лекарств и медицинской техники. – 2017. – Вып. 11. – С. 14-19.
2. Баренбойм, Г. М. Загрязнение поверхностных и сточных вод лекарственными препаратами / Г. М. Баренбойм, М. А. Чиганова // Вода: химия и экология. – 2012. – Вып. 10. – С. 40-46.
3. Татарникова, Н. А. Антибиотики в пищевых продуктах / Н. А. Татарникова, О. Г. Мауль // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – Вып. 5. – С. 208-211.
4. Маслова, Е. В. Лекарственные препараты в окружающей среде / Е. В. Маслова, З. Е. Мащенко, И. В. Шаталаев // Аспирантский вестник Поволжья. – 2017. – Вып.1-2. – С. 215-217.
5. Григорьев, Л. Н. Выбор наилучшей доступной технологии очистки сточных вод от левомецитина адсорбционным методом / Л. Н. Григорьев и др. / IV Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Инновации в здоровье нации»: Материалы конференции с международным участием молодых ученых и специалистов : Тез. докл. – СПб. – 2016. – С. 284-287.
6. «Горно-обогатительный комбинат «Дальграфит» проектная документация» Иркутский научно-исследовательский институт благородных и редких металлов и алмазов. – Иркутск. – 2014. – С. 11-12.
7. Механическая активация графита в воздушной атмосфере: путь к новым углеродным наноматериалам / О. Н. Бакланова и др. / X Международная конференция «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология» : Тез. докл. – М. – 2016. – С. 55-57.

Москвина К. М.¹, Сабуцкий Ю. Е.²

БРОМИРОВАНИЕ 6-БРОМ-2-ГИДРОКСИ-1,4-НАФТОХИНОНА ЭЛЕМЕНТАРНЫМ БРОМОМ

¹Кафедра биоорганической химии и биотехнологии ШЕН ДВФУ

²Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г. Б. Елякова ДВО РАН

²Научный руководитель - к.х.н., с.н.с. С. Г. Полоник

В ходе работ выполненных в ТИБОХ ДВО РАН была синтезирована и изучена мини-библиотека производных 1,4-нафтохинонов и их гликозидов на способность блокировать функцию P2X7 рецепторов в мышинных нейрональных опухолевых клетках Neuro 2a. При этом была определена цитотоксическая активность соединений, их способность блокировать АТФ-индуцированный вход Ca²⁺ в клетку, определен эффект нафтохинонов на вход этидиум бромид и красителя YO-PRO в клетку и изучена способность этих нафтохинонов ингибировать продукцию NO радикалов и активированных форм кислорода [1]. Типичные нафтохиноидные ингибиторы P2X7 рецепторов представлены на рисунке 1.

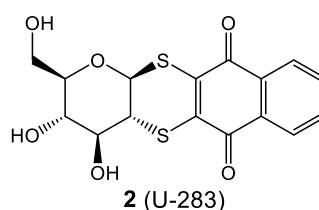
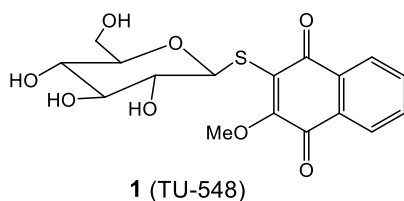


Рисунок 1 – Нафтохиноидные ингибиторы P2X7 рецепторов

Используя методы молекулярного моделирования, были установлены параметры связывания производных нафтохинонов с рецепторами и предложен молекулярный механизм их блокирующего действия и возможный нейропротективный эффект. На основе расчетных методов моделирования было сделано предположение, что наличие объемных липофильных заместителей в ароматическом кольце ациклических и тетрациклических производных 1,4-нафтохинона типа **1** и **2** может существенно улучшить связывание хиноидных ингибиторов с P2X7 рецептором.

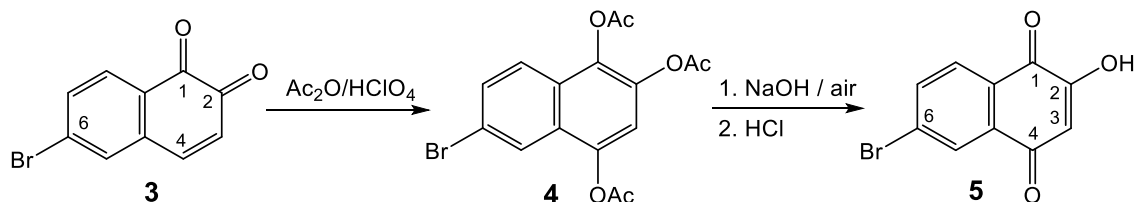


Рисунок 2 – Конверсия бонафтона в 6-бром-2-гидрокси-1,4-нафтохинон

Для проверки этого предположения нами был разработан путь синтеза базового 3-бром-2-гидрокси-1,4-нафтохинона с липофильным атомом брома в ароматическом кольце. В качестве исходного блока был выбран 6-бром-1,2-нафтохинон **3** – фармакопейный препарат, используемый для лечения вирусных заболеваний (рисунок 2). Кислотно-каталитическое ацетоксилирование бонафтона уксусным ангидридом протекало с образованием триацетата **4** с выходом 85%.

Щелочное дезацетилирование триацетата **4** и последующее окисление образующегося тригидрокси-нафталина атмосферным воздухом также протекало с высоким выходом 95% и дало стартовый 6-бром-2-гидрокси-1,4-нафтохинон **5**.

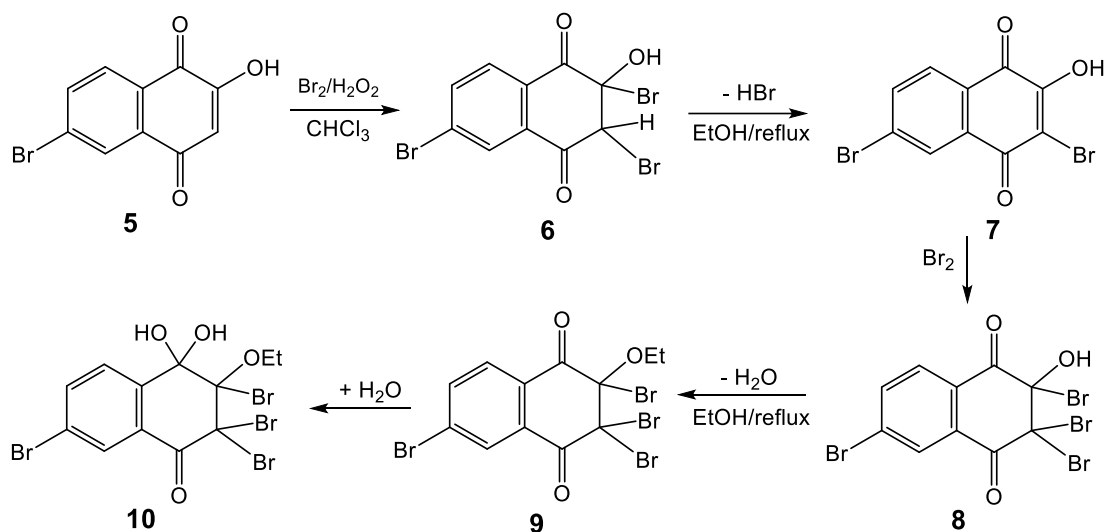


Рисунок 3 – Бромирование 6-бром-2-гидрокси-1,4-нафтохинона бромом и трансформация продуктов полибромирования

Бромирование 6-бромлаусона **5** проводили по [2] в хлороформе в присутствии серной кислоты и перекиси водорода обработкой хинона 4-х кратным мольным количеством брома. После добавления брома наблюдали быстрое исчезновение исходного хинона **5** и образование двух бесцветных продуктов реакции (не выделяли), реакцию смесь отмывали водой от серной кислоты, нейтрализовали избыток брома обработкой раствором метабисульфита калия, хлороформ упарили в вакууме, остаток кипятили в этаноле и получили целевой хинон **7** с выходом 80%.

При бромировании хинона **5** 6-8 мольным избытком брома из продуктов реакции помимо целевого дибромхинона **7** выделили неокрашенный полярный продукт, характерная картина пиков молекулярного иона которого указывала на наличие в нем 4-х атомов брома и соответствовала брутто-

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

формуле $C_{12}H_{10}Br_4O_4$. По данным спектроскопии ЯМР структура продукта содержала 12 атомов углерода, из которых шесть атомов углерода относились к ароматическому кольцу с атомом брома в положении 6, два атома углерода принадлежали этоксильной группе, один атом – карбонильной группе, к остальным трем атомам были присоединены три атома брома, этоксильный радикал и гидроксильные группы. Анализ 1H , ^{13}C , COSY, HSQC, HMBC ЯМР спектров, данных ИКС и масс-спектрометрии высокого разрешения позволили приписать выделенному нами тетрабромиду структуру **10**. Последовательность стадий, приводящих к образованию тетрабромида **10**, представлена на рисунке 3.

Список литературы

1. Synthetic 1,4-Naphthoquinones Inhibit P2X7 Receptors in Murine Neuroblastoma Cells / E. Pislyagin, S. Kozlovskiy, E. Menchinskaya, E. Chingizova, G. Likhatskaya, T. Gorpenchenko, Yu. Sabutski, S. Polonik, D. Aminin // Bioorganic Medicinal Chemistry. – 2021. – V. 31.
2. Synthesis and Biological Evaluation of Halogen Substituted 1,4-Naphthoquinones as Potent Antifungal Agents / N.-C. Tran, M.-T. Le, D.N. Nguyen, T.D. Tran // The 13rd International Electronic Conference on Synthetic Organic Chemistry. – MDPI AG: Basel, Switzerland, 2009. – P. 1–7.

Мужелевская Е. А.

ПОВЕДЕНИЕ ВИСМУТСОДЕРЖАЩИХ ПЛЕНОЧНЫХ МЕТАЛЛОКСИДНЫХ ЭЛЕКТРОДОВ, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННО-ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ОКСИДИРОВАНИЯ, В ПОТЕНЦИОМЕТРИИ

Кафедра физической и аналитической химии ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.х.н., доцент Г. И. Маринина

Научный консультант – д.х.н., профессор М. С. Васильева

В настоящее время известно, что поведение металлоксидного полупроводникового электрода в потенциометрии определяется свойствами его оксидной пленки. Все эти факторы могут варьироваться различными условиями плазменно-электролитического оксидирования (ПЭО), в том числе составом, концентрацией, температурой электролита, а также режимом оксидирования [1-4].

Оксидные пленки на титане формировали методом ПЭО в гальваностатическом и импульсном условиях при плотности тока $i = 0,2 \text{ A/cm}^2$. В качестве электролита использовали $0,05M \text{ KBiO}_3 \cdot 2H_2O$ и $0,1M \text{ H}_2\text{SO}_4$.

Было исследовано поведение ПЭО-электродов в прямой рН-метрии в интервале рН $1,68 \div 11,91$. Электродные функции E -рН линейны во всем исследуемом диапазоне рН. Таким образом, подтверждено наличие рН-функции для висмутсодержащих ПЭО-электродов (таблица 1).

Таблица 1

Параметры уравнения $E=a-bpH$ электродной функции E -рН

Электрод	a	b	R ²
(0,2A)Ti/TiO ₂ , KBiO ₃ (0,05)	359±6	46±1	0,99
(0,2K)Ti/TiO ₂ , KBiO ₃ (0,05)	329±9	48±1	0,99
(0,2)Ti/TiO ₂ , KBiO ₃ (0,05)	412±31	55±3	0,99

Было проведено потенциометрическое титрование с использованием электрода (0,2)Ti/TiO₂, KBiO₃ (0,05) в качестве индикаторного. При кислотном-основном титровании значения скачков потенциала превышают по величине скачок потенциала для стеклянного электрода, что еще раз подтверждает ярко выраженную рН-функцию для пленочного висмутсодержащего электрода (таблица 2).

Таблица 2

Значения скачков потенциала при потенциометрическом кислотном-основном титровании
0,1 М H₂SO₄ - 0,1 М NaOH

Электрод	ΔE/ΔΔ, мВ/мл
Стеклянный электрод	830±89
(0,2)Ti/TiO ₂ , KBiO ₃ (0,05)	1055±65

Список литературы

1. Electroanalytical properties of metal–oxide electrodes formed by plasma electrolytic oxidation / G. I. Marinina, M. S. Vasilyeva, A.S. Lapina, A. Yu. Ustinov, V. S. Rudnev // J. Electroan. Chem. – 2013. – V. 689. – P. 262-268.
2. Маринина, Г. И. Поведение висмутового металлоксидного электрода при потенциометрической индикации реакции комплексообразования / Г. И. Маринина, В. И. Тырин // Журн. аналит. химии. – 1982. – Т. 38, № 11. – С. 1948-1953.
3. Металлоксидные электроды, полученные плазменно-электролитическим окислением, для потенциометрического определения щелочности и хлоридов в техногенных водах / Г. И. Маринина, А. С. Лапина А, М. С. Васильева, О. Д. Арефьева, Н. Б. Кондриков // Аналитика и контроль. – 2013. – Т. 17, № 3. – С. 281-287.
4. Пат. 22487198 Российская Федерация, МПК С 25 В 11/14, С 25 В 11/10, С 23 С 28/04. Металлоксидный электрод, способ его получения и применение / Маринина Г. И., Васильева М. С., Лапина А. С. Заявитель и патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дальневосточный федеральный университет». □ № 2005116926/02 ; заявл. 22.05.2012 ; опубл. 10.07.2013, Бюл. № 19. – 12 с.

Нам Б.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ АДСОРБЦИИ ХЛОРАМФЕНИКОЛА ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ УГЛЕРОДНЫМ ВОЛОКНОМ АКТИЛЕН-Б

Кафедра физической и аналитической химии ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – к.х.н., доцент А.П. Артемьянов

Очистка сточных вод от хлорамфеникола представляет большой интерес, так как производство лекарственных средств является одной из крупнейших отраслей промышленности [1], а также данный препарат обширно применяется в сельском хозяйстве для профилактики и лечения заболеваний животных. Кроме того, активно используют для повышения эффективности откорма животных, хлорамфеникол активно применяют в мясной промышленности, на молочных фермах, пасаках и птицефермах [2, 3]. Именно поэтому нередко в пищевых продуктах встречается остаточное содержание

антибиотика [4]. Систематическое поступление в организм антибиотиков служит большим фактором риска для развития различных аномалий в организме человека.

Существуют разнообразные методы очистки сточных вод от загрязнителей, одним из них является адсорбционный метод [5, 6].

В данной работе исследовалась адсорбция хлорамфеникола из водных растворов углеродным волокном Актилен-Б и определялась адсорбционная емкость волокна по отношению к хлорамфениколу в процессе адсорбции.

Углеродные волокна представляют собой материал, состоящий из тонких нитей, образованных преимущественно атомами углерода. В свою очередь атомы углерода объединяются в микроскопические кристаллы, выровненные параллельно друг другу, что влияет на прочность и растяжение волокна [7].

На первой стадии работы проведено исследование устойчивости раствора хлорамфеникола сопоставлением спектров УФ-поглощения при различных значениях рН (2-12). Обнаружено, что сдвиг максимума поглощения не наблюдался, однако, хлорамфеникол в сильноокислой среде приобрел желтую окраску, что говорит о его разложении, также известно, что в сильнощелочной среде хлорамфеникол деструктурируется [8].

Проведено исследование адсорбции хлорамфеникола из модельных растворов на углеродном волокне.

На рисунке 1 приведена зависимость адсорбционной емкости углеродного волокна Актилен-Б (%) от исходной концентрации раствора (мг/л). Приведенные данные позволяют сделать оценку эффективности очистки воды от хлорамфеникола.

Относительное понижение концентрации хлорамфеникола в растворе после адсорбции рассчитывалось по формуле: $\% = \frac{(C_{исх} - C_{равн})}{C_{исх}} \cdot 100 \%$, где $C_{исх}$ – исходная концентрация раствора, мг/л; $C_{равн}$ – равновесная концентрация раствора, мг/л.

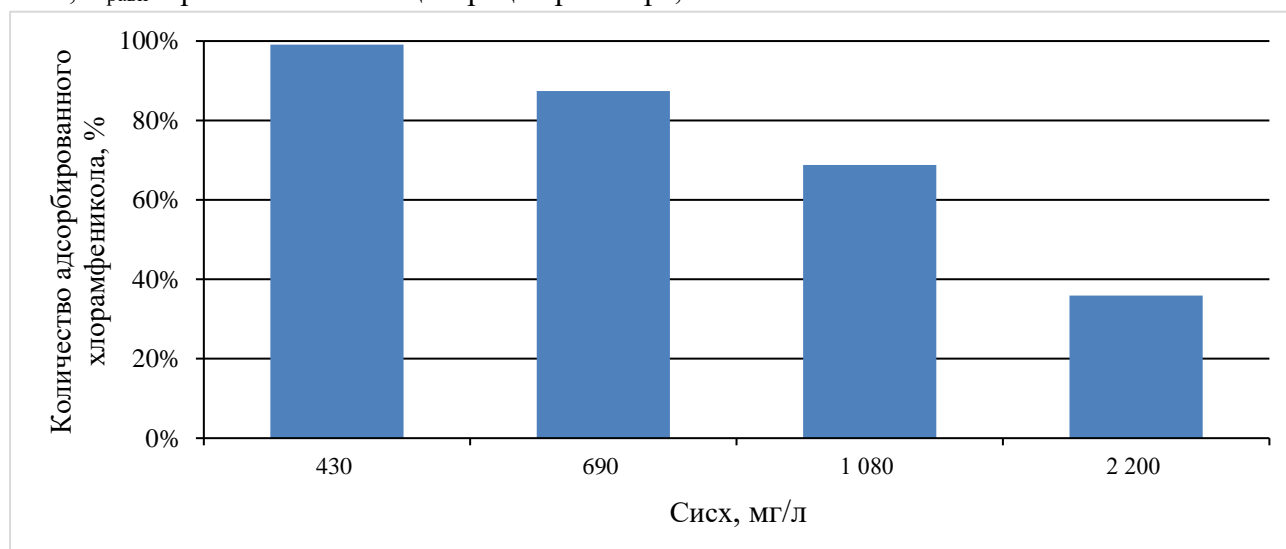


Рисунок 1 – Эффективность очистки воды от хлорамфеникола с использованием углеродного волокна в модельных растворах хлорамфеникола

Как видно из рисунка 1, эффективность очистки модельных растворов от хлорамфеникола с использованием углеродного волокна более высока при относительно низких (менее 1000 мг/л) концентрациях хлорамфеникола и достигает 70-85%, а при концентрациях менее 400 мг/л получена самая высокая в данной работе степень очистки воды – около 99%. При более высоких содержаниях хлорамфеникола в воде эффективность очистки с использованием углеродного волокна понижается и составляет от 36 до 69 %.

Список литературы

1. Бактерии обзавелись иммунитетом [Электронный ресурс] / Разработчик : Петербургские Ведомости. / Режим доступа : <https://studfile.net/preview/2037927/>, свободный. – Загл. с экрана.
2. Жиряков, В. Г. Органическая химия / В. Г. Жиряков. – М. : Химия, 1968. – С. 468-469.
3. Татарникова, Н. А. Антибиотики в пищевых продуктах / Н. А. Татарникова, О. Г. Мауль // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 5. – С. 208-211.
4. Бельтюкова, С. В. Методы определения антибиотиков в пищевых продуктах / С. В. Бельтюкова, Е. О. Ливенцова // Методы и объекты химического анализа. – 2013. – № 1. – С. 4-5.
5. Occurrence and ecotoxicological assessment of pharmaceuticals: Is there a risk for the Mediterranean aquatic environment? / F. Desbiolles, L. Malleret, C. Tiliacos, P. Wong-Wah-Chung, I. Laffont-Schwob // Science of the Total Environment. – 2018. – V. 639. – P. 1334-1348.
6. Дробышева, В. М. Изучение зависимости свойств углеродных волокнистых адсорбентов от условий их получения / В. М. Дробышева, С. Е. Ляшенко, И. В. Соболева // Успехи в химии и химической технологии. – 1999. – № 1. – С. 102-109.
7. Белова, Н. А. Композиционные материалы на основе углеродных волокон / Н. А. Белова // Молодой ученый. – 2015. – № 24. – С. 5-7.
8. Муравьев, И. А. Технология лекарств / И. А. Муравьев. – М. : Медицина, 1980. – Т. 2. – С. 691.

Перепелица Е. Е.¹, Яровая Т. П.²

**СЕНСОРНЫЕ СВОЙСТВА ЦЕРИЙ-, ЦИРКОНИЙ-, И ИТРИЙ-СОДЕРЖАЩИХ
ОКСИДНЫХ СЛОЕВ НА ТИТАНЕ, СФОРМИРОВАННЫХ МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННО-
ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ОКСИДИРОВАНИЯ**

¹Кафедра физической и аналитической химии ШЕН ДВФУ

²Институт химии ДВО РАН

^{1,2} Научный руководитель – д.х.н., профессор М. С. Васильева

Мониторинг pH водных растворов необходим в химических лабораториях, различных промышленных процессах, в медицине и сельском хозяйстве, поскольку скорость и механизм многих химических реакций зависят от pH. В настоящее время наиболее точным, быстрым и распространённым методом определения pH является потенциометрический метод. В качестве потенциометрического pH-датчика широко используют стеклянный электрод, который имеет определенные недостатки, в том числе хрупкость, необходимость особых условий хранения и специальной подготовки перед измерениями.

В качестве альтернативы стеклянным электродам исследуют различные по составу металлические и металлоксидные электроды, в том числе на основе оксидов циркония и церия [1-3].

В настоящей работе приведены результаты исследования pH-функции церий-, цирконий- и иттрий-содержащих оксидных слоев на титане, сформированных методом плазменно-электролитического оксидирования (ПЭО). ПЭО – формирование оксидных слоев на поверхности металлов и сплавов в условиях действия в прианодной области электрических искровых и микродуговых разрядов [4].

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

Оксидные пленки на титане формировали методом ПЭО при плотности тока $i = 0,05 \text{ А/см}^2$ в течение 5 мин в водных электролитах, содержащих сульфаты церия (III) и циркония (IV) с концентрацией 0,05 моль/л и сульфат иттрия (III) с концентрацией 0,01 моль/л.

Исследование поведения ПЭО-электродов в прямой рН-метрии проводили в интервале рН 1,94÷11,76. Параметры уравнения $E=a-bpH$ и коэффициенты аппроксимации этих зависимостей приведены в таблице.

Таблица

Параметры линейной регрессии $E=a-bpH$

Обозначение образца	Электролит	a , мВ	b , мВ/рН	R^2
Ti/Zr+Ce	Zr(SO ₄) ₂ , Ce ₂ (SO ₄) ₃	420	46	0,98
Ti/Zr+Ce+Y	Zr(SO ₄) ₂ , Ce ₂ (SO ₄) ₃ , Y ₂ (SO ₄) ₃	347	43	0,94

Из таблицы видно, что коэффициенты аппроксимации для всех ПЭО-электродов выше 0,9, что свидетельствует о линейности функции $E-pH$. Следовательно потенциалы исследуемых электродов соответствуют уравнению Нернста $E=a-bpH$, где b – наклон электродной функции (при 25°C $b = 0,059 \text{ мВ/рН}$). Коэффициенты « b » для исследуемых ПЭО-электродов несколько ниже нернстовского, что характерно для системы металл – оксид и может быть связано с различиями в стехиометрическом составе оксидов исследуемых металлов, их полупроводниковыми свойствами, методом синтеза и состоянием поверхности. Учитывая тот факт, что коэффициенты корреляции зависимости $E=a-bpH$ близки к единице, такие электроды могут быть использованы в кислотно-основном титровании в качестве индикаторных электродов.

Список литературы

1. Fog, A. Electronic semiconducting oxides as pH sensors / A. Fog, R.P. Buck // Sensors Actuators. - 1984. – V. 5, N. 2. – P. 137-146.
2. Manjakkal, L. Metal oxides based electrochemical pH sensors: Current progress and future perspectives / L. Manjakkal, D. Szwagierczak, R. Dahiya // Progress in Materials Science. – 2020. – V. 109. – P. 100635.
3. Novel CeO₂-based screen-printed potentiometric electrodes for pH monitoring / S. Betelu, K. Polychronopoulou, C. Rebholz, I. Ignatiadis // Talanta. – 2011. – V. 87. – P.126-135.
4. Гордиенко, П. С. Образование покрытий на аноднополяризованных электродах в водных электролитах при потенциалах искрения и пробоя / П. С. Гордиенко. – Владивосток. : Дальнаука, 1996. – 216 с.

Пилипенко А. В.

СТЕРЕОСЕЛЕКТИВНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ОЗОНИДОВ АЛИЦИКЛИЧЕСКОГО 1,5-ДИКЕТОНА В УКСУСНОЙ КИСЛОТЕ

Кафедра органической химии ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – д.х.н., профессор Т. И. Акимова

1,2,4-триоксоланы (озониды) – класс высокореакционноспособных органических соединений, которые относятся к циклическим органическим пероксидам. Озониды применяются в качестве инициаторов радикальной полимеризации непредельных соединений, кроме того, они обладают значительной биологической активностью, а именно противомаларийной, противотуберкулезной, противоопухолевой, противопаразитарной и противовирусной.

В прошлом веке озониды получали взаимодействием соединений этилена с озоном. В настоящее время кафедрой органической химии ДВФУ запатентован метод синтеза озонидов без использования озона [1] путем взаимодействия алициклических 1,5-дикетонов с пероксидом водорода в кислой среде при комнатной температуре.

В более ранних работах [2] на основе данного метода мы показали, что из чистой рацемической формы 1,5-дикетона 2-(2-оксоциклогексилметил)циклогексанона **1a** в зависимости от условий реакции (в серном эфире или в 50 %-ном спиртовом растворе) можно получить как рацемическую **2a**, так и мезо-форму озониды **2б**, и показали, что это связано с процессами изомеризации как самого дикетона, так и озониды **2a** в **2б**, которые протекают в гомогенной реакционной смеси (рисунок 1).

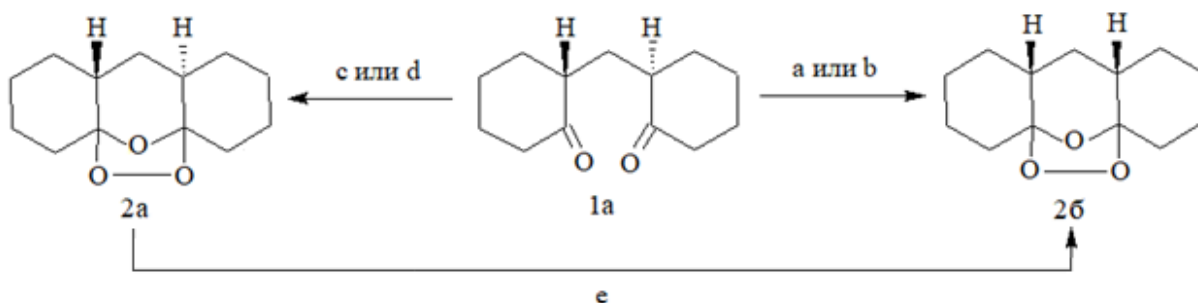


Рисунок 12 – Схема получения диастереомеров озониды **2** из дикетона **1a** в различных растворителях

a: H₂O₂ 40 %; HCl 35 %, серный эфир; **b:** H₂O₂ 40 %; (HClO₄); AcOH (конц.);
c: H₂O₂ 40 %; HCl 35 %; этанол 50 %; **d:** H₂O₂ 40 %; (HClO₄); AcOH (разб.);
e: (HClO₄); AcOH (конц.)

Важно отметить, что в литературе практически нет сведений о стереоизомерных превращениях озонидов, несмотря на тот факт, что диастереомеры любых соединений могут обладать различными физическими, химическими и биологическими свойствами. Именно поэтому так важно владеть способом получения каждого из них.

В настоящее время в литературе не описано стереоселективного способа получения того или иного изомера озониды. Обычно путем озонирования смеси стереоизомеров исходного дикетона получают диастереомерную смесь озонидов с последующим разделением колоночной хроматографией.

Поэтому был проведен поиск условий стереоселективного превращения рацемической формы **1a** в озониды **2a** или **2б**.

Учитывая влияние гомогенности реакционной смеси на конечный результат, в качестве растворителя использовалась уксусная кислота с различным содержанием воды.

Так, в 70 %-ной уксусной кислоте уже через 1 час реакция заканчивается выпадением в осадок чистого изомера озониды **2a** с выходом 84 %.

Если проводить реакцию в ледяной уксусной кислоте, то реакционная среда остается гомогенной, что способствует протеканию изомеризационных процессов. Осадок, выделенный спустя 1 сутки, содержал преимущественно мезо-изомер **2б** (выход 51 %).

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

В контрольном опыте, с чистой рацемической формой озонида **2a** в гомогенном растворе ледяной уксусной кислоты с добавкой каталитического количества хлорной кислоты осадок, выделенный через сутки, содержал преимущественно высокоплавкую форму озонида **2b** (выход 72 %).

Таким образом, нам удалось разработать условия стереоселективного синтеза диастереомерных озонидов **2a** и **2b** из 1,5-дикетона **1a** в уксусной кислоте с хорошими выходами.

Список литературы

1. Пат. 2578609 Российская Федерация, МПК C07D 323/06. Способ получения 1,2,4-триоксоланов / Акимова Т.И., Солдаткина О.А.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Дальневосточный Федеральный университет». – №2014144246/04; заявл. 31.10.2014; опубл. 27.03.2016. – 21 с.

2. Пилипенко, А.В. Изучение стереохимических особенностей реакции 2-(2-оксоциклогексилметил)циклогексанона с пероксидом водорода в кислой среде / А. В. Пилипенко, Т. И. Акимова // Материалы Региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам : Тез. докл. – Владивосток, 2020. – С. 448.

Попов Д. П.

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ РАЗДЕЛЕНИЯ МАТРИЧНЫХ И РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТОВ ВЫЩЕЛАЧИВАНИЯ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ПРИМОРСКОЙ ГРЭС

Кафедра физической и аналитической химии ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.х.н. А. Л. Шкуратов

Золошлаковые отходы (ЗШО) представляют собой одну из актуальных проблем современной промышленности. Большое количество полигонов, на которых хранятся ЗШО, наносит вред как экологии, так и производствам, поскольку требует затрат на их содержание [1]. Ученые пытаются либо решить задачу переработки золошлаковых отходов, либо найти их оптимальное применение непосредственно в «сыром» виде. В ходе данной работы был изучен процесс фракционирования маточного раствора, полученного кислотным выщелачиванием ЗШО, с целью отделения редкоземельных элементов (РЗЭ) от железа и алюминия.

Важнейшей задачей при переработке золошлаковых отходов является не столько извлечение из них ценных компонентов, сколько отделение их друг от друга [2,3]. Основную часть состава золошлаковых отходов составляют оксиды кремния, алюминия и железа. Значительно меньшими по содержанию, но представляющими большую ценность, являются РЗЭ. В таблице приведено среднее содержание РЗЭ в золошлаковых отходах Приморской ГРЭС.

Таблица

Содержание редкоземельных элементов в ЗШО Приморской ГРЭС, г/т

Элемент	Sc	Y	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu
---------	----	---	----	----	----	----	----	----

Содержание	11,4	23,1	28,2	61,4	21,1	23,2	4,2	0,8
Элемент	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Gd
Содержание	1,0	21,4	0,9	3,0	0,41	1,4	1,1	5,7

Анализ литературных данных позволяет заключить, что содержание РЗЭ в ЗШО Приморской ГРЭС достаточно для извлечения. Была исследована возможность отделения железа и алюминия от более ценных компонентов осаждением их в виде гидроксидов при различной кислотности среды. Сравнительное содержание матричных компонентов и РЗЭ, остающихся в растворе при значениях pH в диапазоне 4,6 -5,4, приведено на графиках (рисунок 1).

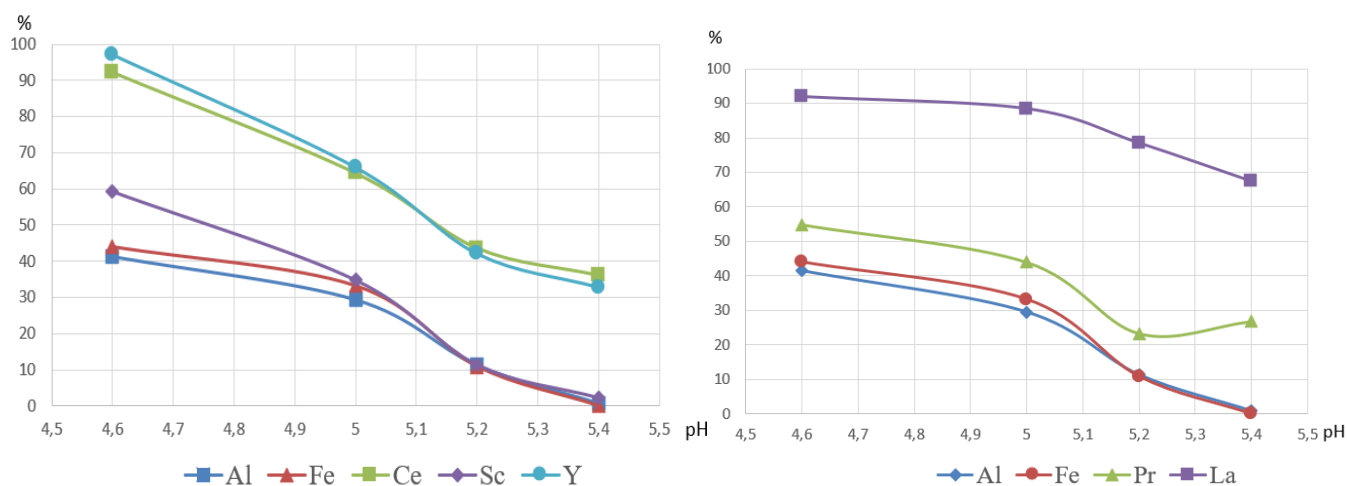


Рисунок 1 – Содержание некоторых редкоземельных элементов в растворе на фоне матричных компонентов

Показано, что большая часть РЗЭ остаётся в значимых количествах в жидкой фазе при тех же значениях pH, что и железо с алюминием, а именно до 5,0. С увеличением pH содержание матричных компонентов в растворе заметно уменьшается, а содержание ряда РЗЭ, а именно церия, иттрия и лантана, остается существенным - более 40%.

Таким образом, отделение матричных железа и алюминия при значениях pH менее 5,2 неэффективно в связи со значительным остаточным присутствием их в растворе. При более высоких значениях pH, а именно 5,2–5,4, содержание железа и алюминия в растворе быстро уменьшается за счет образования гидроксидов, однако из расчётных и литературных данных следует, что железо должно количественно выпадать в осадок при значениях pH в области 4. Полученные при pH 4,6 и 5,0 осадки при этом могут быть использованы как сырьё с высоким содержанием железа и алюминия.

Список литературы

1. Пичугин, Е. А. Аналитический обзор накопленного в Российской Федерации опыта вовлечения в хозяйственный оборот золошлаковых отходов теплоэлектростанций / Е. А. Пичугин // Проблемы региональной экономики. – 2019. – №4. – С. 77-87.
2. Инновационная технология комплексной переработки золы от сжигания угля / Н.К. Досмухаммедов, В. А. Каплан, Г. С. Даруеш и др. // Уголь. – 2020. – № 1. – С. 58-63.
3. Wencai, Z. Rare earth elements recovery using staged precipitation from a leachate generated from coarse coal refuse / Z. Wencai, R.Q. Honaker // International Journal of coal Geology. – 2018. – N.195. – P. 189-199.

СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ 5-АРЕНИЛ-1-ФЕНИЛПЕНТ-4-ЕН-1,3-ДИОНАТОВ ДИФТОРИДА БОРА

¹Кафедра общей, неорганической и элементоорганической химии ШЕН ДВФУ

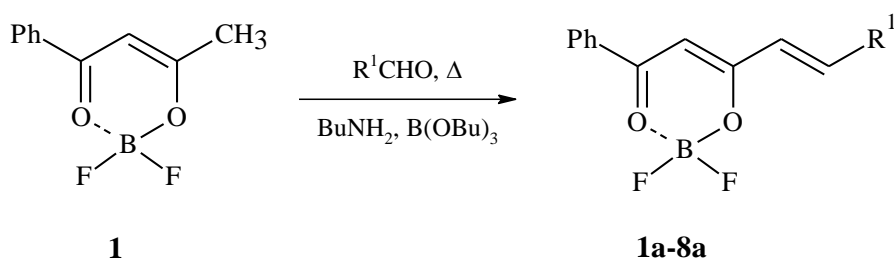
² Институт химии ДВО РАН

¹Научный руководитель - к.х.н., доцент И.В. Свистунова

Направленный синтез новых веществ и материалов, обладающих уникальными свойствами, с изучением их свойств, структуры и химических превращений физическими и квантово-химическими методами является перспективной задачей фундаментальных исследований. Совмещение теоретических и экспериментальных исследований позволяет получить представление о превращениях и физико-химических свойствах веществ, а также создать новые перспективные материалы. Поэтому основополагающей идеей данной работы является синтез и исследование прекурсоров – 5-аренил-1-фенилпент-4-ен-1,3-дионатов дифторида бора с возможностью дальнейшего преобразования в гетероциклические соединения.

Присутствие бора в молекулах органических соединений существенно изменяет их электронные свойства по сравнению с карбоциклическими аналогами [1]. Гетероциклы, имеющие в своем составе атом бора, используются в качестве органических красителей, светодиодов, флуоресцентных сенсоров, применяются в лазерной технике [2,3]. Полиметиновые и метиновые красители на основе β-дикетонатов дифторида бора известны более 100 лет как интенсивно окрашенные и флуоресцирующие вещества, интерес к которым в последнее время возрос из-за их практической ценности.

В данной работе был получен ряд 5-аренил-1-фенилпент-4-ен-1,3-дионатов дифторида бора (**1a-8a**, рисунок 1) альдольной конденсацией альдегидов с бензоиллацетонатом дифторида бора (**1**). Были подобраны условия синтеза полиметиновых красителей: в качестве растворителя был использован этилацетат и в качестве основания бутиламин [4]. Выход полученных соединений колеблется от 31 до 91%. Полученный ряд соединений исследован методами ИК-, ЯМР-, масс-спектрологии и элементного анализа.



$R^1 = \text{Ph-}$ (1a); $R^1 = 2\text{-NO}_2\text{-C}_6\text{H}_4\text{-}$ (2a); $R^1 = 3\text{-CH}_3\text{O-4-OH-C}_6\text{H}_3\text{-}$ (3a);

$R^1 = 3,5\text{-CH}_3\text{O-4-OH-C}_6\text{H}_2\text{-}$ (4a); $R^1 = 3\text{-CH}_3\text{O-4-OCOCH}_3\text{-C}_6\text{H}_3\text{-}$ (5a); $R^1 = \text{Ph-CH=CH-}$ (6a);

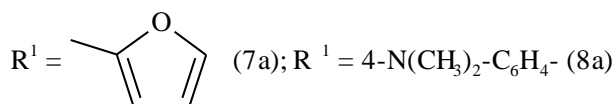


Рисунок 1 – Схема синтеза соединений **1a-8a**

Список литературы

1. Bosdet, J.D.M. B-N and C-C substitute in aromatic systems / J.D.M. Bosdet , W.E. Piers // Can. J. Chem. – 2009. – V. 87, I. 1. – P. 8-29.

2. Rational Color Tuning and Luminescent Properties of Functionalized Boron-Containing 2-Pyridyl Complexes / H.-Y. Chen, C.-S. Liu, Y. Chi, J.-K. Yu, Y.-M. Cheng, K.-S. Chen, P.-T. Chou, S.-M. Peng, G.-H. Lee, A.J. Carty, S.-Y. Yeh, C.-T. Chen // *Adv. Funct. Mater.* – 2005. – V. 15, N.4. – P. 567-574.

3. 4,4-Difluoro-4-bora-3a,4a-diaza-s-indacene (BODIPY) Dyes Modified for Extended Conjugation and Restricted Bond Rotations / J. Chen, A. Bughart, A. Derecskei-Covacs, K. Burgess // *J. Org. Chem.* – 2000. – V. 65, I. 10. – P. 2900-2906.

4. $\text{BF}_3 \cdot \text{OEt}_2$ -promoted concise synthesis of difluoroboron-derivatized curcumins from aldehydes and 2,4-pentanedione / K. Liu, J. Chen, J. Chojnacki, S. Zhang // *Tetrahedron Lett.* – 2013. – V. 54, N. 16. – P. 2070-2073.

Садаева А. В.

СИНТЕЗ 9-МЕТОКСИФАСКАПЛИЗИНА

Кафедра органической химии ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - к.х.н., доцент М. Е. Жидков

12*H*-Пиридо[1,2-а:3,4-б']дииндольная гетероциклическая система **1** (рисунок 1) является структурной основой для одной из групп природных соединений, выделенных из морских беспозвоночных и называемых фаскаплизиновыми алкалоидами. На данный момент выделенный из губки *Fascaplysinopsis* sp. в 1988 году красный пигмент фаскаплизин **2** (рисунок 1) является наиболее изученным представителем этой группы [1]. Он индуцирует Р-гликопротеин совместно с ингибированием ацетилхолинэстеразы [2,3], избирательно ингибирует фермент циклинзависимую киназу 4 (CDK 4) [4], которая обеспечивает быстрое и бесконтрольное деление раковых клеток, также он является агонистом опиатных μ -рецепторов, по действию схожим с эндорфинами, и благодаря такому широкому спектру биологической активности проявляется огромный потенциал фаскаплизина и родственных ему алкалоидов для терапевтических исследований.

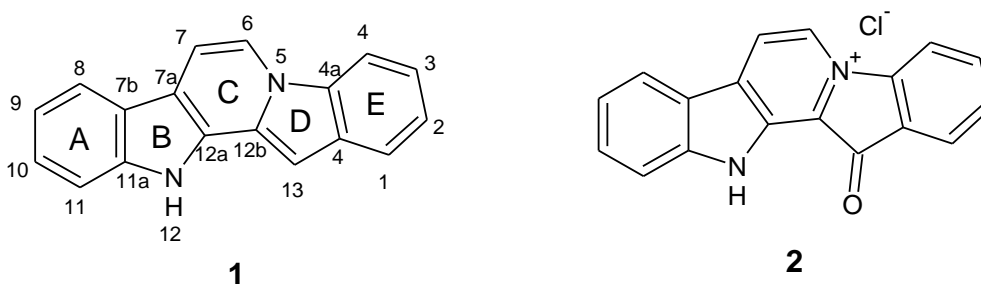


Рисунок 1 – Структуры 12*H*-пиридо[1,2-а:3,4-б']дииндола **1** и фаскаплизина **2**

По результатам предыдущих исследований было выявлено, что замещенный в 9 положении фаскаплизин представляет большой интерес, так как показывает увеличение селективности терапевтического действия и уменьшение токсичности. Следовательно, возникает необходимость расширения линейки производных фаскаплизина по 9 положению. Целью данной работы является целенаправленный синтез 9-метоксифаскаплизина.

В ходе предварительных экспериментов была модифицирована исходная методика [5] получения соединения **5** из пиридоиндола **4** и 4-метоксифенилгидразина **3** по схеме на рисунке 2. Было выявлено, что *in situ* происходит конвертация соединения **5** в соединение **6**, что позволяет совместить две стадии синтеза в одну и проводить синтез «one pot». В ходе выделения соединения **6** выявлена его необычная способность к окислению на воздухе, исходя из этого предположена вероятная

образующая структура **8**. Подтверждением данного предположения служит дальнейшее лёгкое окисление соединения **6**, так была опробована методика окисления свежеприготовленным оксидом марганца (IV), в ходе которого выявлено, что при комнатной температуре окисление проходит достаточно мягко для получения гидроксиметильной группы в 13 положении. Из-за выявленных свойств соединения **6** для получения его в чистом виде выделение проводилось в инертной атмосфере, выход составил 44,7%.

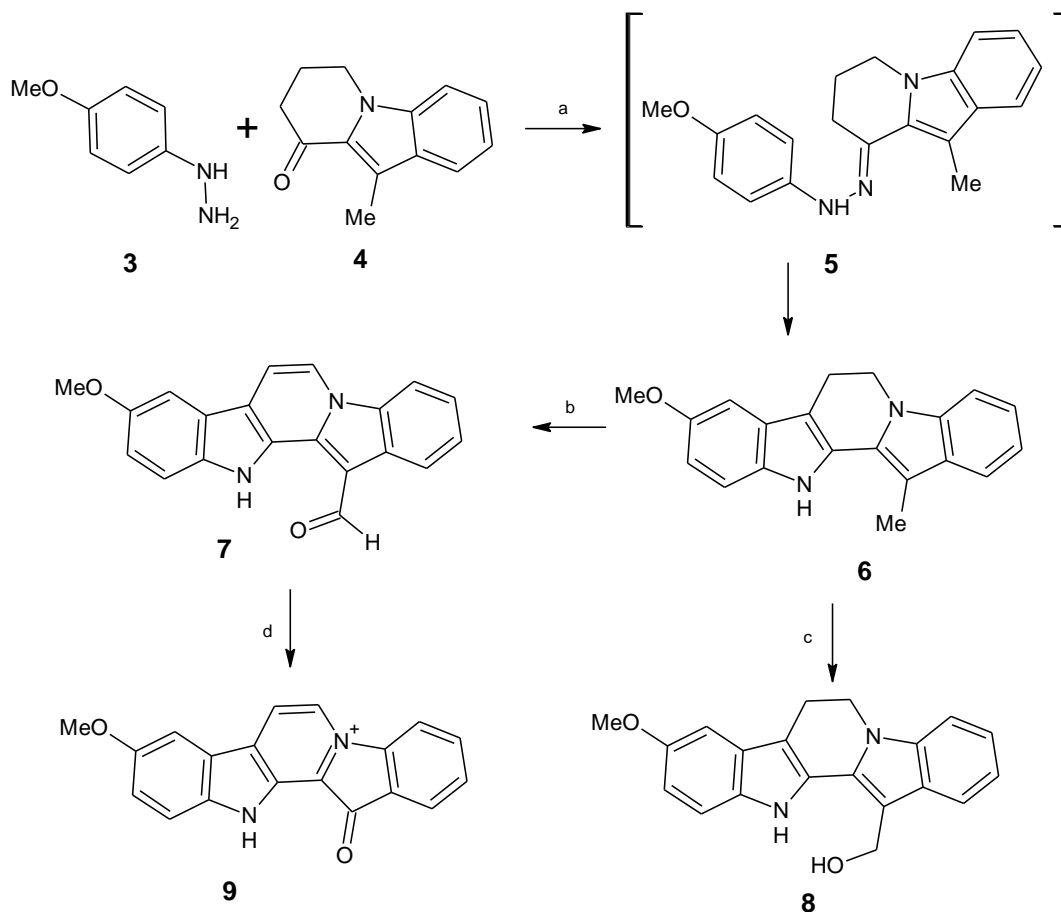


Рисунок 2 – Синтез 9-метоксифаскаплизина **9**

Реагенты и условия: (a) EtOH, CH₃COOH, 90–100 °С, 2 часа; (b) DDQ, 1,4-диоксан, 100 °С, 1 час; (c) MnO₂, C₆H₆, 1 час; (d) *m*-CPBA, EtOAc, 24 часа

По методике получения гомофаскаплизина С [6] провели окисление продукта **6** с DDQ в диоксане, по результатам происходит образование соединения **7**, которое является аналогом гомофаскаплизина С. В дальнейшем будет проводится конвертация формильной группы в карбонильную в 13 положении с образованием 9-метоксифаскаплизина **9**, а затем его наработка и всестороннее изучение.

Список литературы

1. Roll, D. M. Fascaplysin, an Unusual Antimicrobial Pigment from the Marine Sponge Fascaplysinopsis. /D. M. Roll, C. M. Ireland // J. Org. Chem. – 1988. – N. 8. – P. 3276-3278.
2. Total synthesis and anti-cholinesterase activity of marine-derived bisindole alkaloid fascaplysin / S. B. Bharate, S. Manda, P. Joshi, B. Singh, R. A. Vishwakarma // Med. Chem. Comm. – 2012. – 3. – P. 1098-1103.

3. Discovery of a marine-derived bis-indole alkaloid faspaplysin, as a new class of potent P-glycoprotein inducer and establishment of its structure-activity relationship / S. Manda, S. Sharma, A. Wani, P. Joshi, V. Kumar, S. K. Guru, S. S. Bharate, S. Bhushan, R. A. Vishwakarma, A. Kumar, S. B. Bharate // European Journal of Medicinal Chemistry. – 2016. – N.107. – P. 1-11.
4. Inhibition of Cyclin-Dependent Kinase 4 (Cdk4) by Faspaplysin, a Marine Natural Product / R. Soni, L. Muller, P. Furet, J. Schoepfer, C. Stephan, S. Zunstein-Mecker, H. Fretz, B. Chaudhuri // Biochem. Biophys. Res. Commun. – 2000. – N. 275. – P. 877-884.
5. Дубовицкий, С. В. Исследования в области синтеза некоторых алкалоидов и их аналогов, включающих пиридоиндольную структуру: дис... канд. хим. наук: 02.00.03 / С. В. Дубовицкий. – Владивосток, 1996. — 128 с.
6. A new method for the synthesis of the marine alkaloid faspaplysin. / M.E. Zhidkov, O.V. Baranova, N.S. Kravchenko, S.V. Dubovitskii // Tetrahedron Lett. – 2010. – V. 51. – P. 6498–6499.

Соловьёва Д. Е.

МЕХАНОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ПОЛИАЛЮМОФЕНИЛСИЛОКСАНА

Кафедра общей, неорганической и элементоорганической химии ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.х.н., доцент А.А. Капустина

Металлоорганические соединения используются в качестве катализаторов при производстве полиэтилена. Таким образом синтез металлоорганосилоксанов имеет не только теоретический, но и практический интерес.

В настоящей работе изучено механохимическое взаимодействие ацетилацетоната алюминия с полифенилсилоксаном. Механохимическую активацию исходных веществ в соотношении Si/Al = 2:1 осуществляли в планетарной шаровой монмельнице «Pulverisette 6» с частотой 600 оборотов в минуту в течение трех минут. Соотношение массы насадки к массе полезной нагрузки равнялось 1,8.

После активации реакционная смесь представляла собой порошок светло-желтого цвета.

Продукт синтеза полностью растворялся в толуоле и был разделен на две растворимые фракции. Первая фракция получена осаждением из толуольного раствора гексаном, вторая выделена после отгонки растворителей. Первая фракция представляла собой стеклообразное вещество желтого цвета, вторая фракция – порошкообразное вещество светло-желтого цвета.

Результаты элементного анализа и выходы фракций представлены в таблице.

Таблица

Данные элементного анализа фракций синтеза

Фракция	W, %	Найдено, %			Вычислено, % для звена			Получено	
		Si	Al	C	Si	Al	C	Si/Al	C/Si
Растворимая фракция 1	39,7	17,0	88,8	38,6	17,9	9,1	46,2	1,9/1	5,3
					[(C ₆ H ₅ SiO _{1,5}) _{1,9} AlO _{1,5}]				
Растворимая фракция 2	60,3	10,0	66,6	54,0	9,7	6,2	52,5	1,5/1	12,6
					[(C ₆ H ₅ SiO _{1,5}) _{1,5} AlO(C ₅ H ₇ O ₂) ₂]				

В первой фракции соотношение Si/Al практически равняется заданному. Данная фракция является полиалюмофенилсилоксаном, не содержащим ацетилацетонатные радикалы у атома

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

алюминия. Во второй фракции соотношение кремния к алюминию меньше заданного. Соотношение углерода к кремнию свидетельствует о сохранении у атома алюминия двух ацетилацетонатных радикалов. Вторая фракция, по-видимому, является низкомолекулярным соединением, с концевыми атомами алюминия.

В работе [1] было показано, что при взаимодействии данных исходных веществ, взятых в соотношении 1:1, в условиях механохимической активации получают растворимые и нерастворимые продукты, состав которых не соответствует заданному.

Полученные соединения изучены методами элементного анализа, ИК- и ЯМР-спектроскопии. Высказано предположение о их строении.

Список литературы

1. Побожев, К. В. Исследование возможности синтеза полиалюмоорганосилоксанов в условиях механохимической активации : выпускная квалификационная работа / К. В. Побожев. – Владивосток, 2020. – 54 с.

Степанов Е. С., Баланов М. И.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА МОДИФИКАЦИИ ЦЕМЕНТОВ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

Кафедра общей, неорганической и элементоорганической химии ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - к.х.н., доцент С. Г. Красицкая

Получение бетонов нового поколения, обладающих специальными свойствами, невозможно без использования добавок для модификации свойств бетонных смесей. Кремнийорганические соединения достаточно широко используются в строительстве для пластификации бетонной смеси, придания конструкциям и материалам гидрофобных свойств, для повышения коррозионной стойкости и морозостойкости бетонов и железобетонных конструкций, особенно в агрессивных средах таких как морская вода. Для таких целей обычно используются различные полиорганосилоксаны: жидкости, алкилсиликонаты щелочных металлов, смолы, а также композиции на их основе и эластомеры (герметики). Такие материалы не только повышают срок службы строительных конструкций, но и снижают эксплуатационные затраты. Поэтому имеют большое народнохозяйственное значение.

Представляло интерес определить механизм вхождения кремнийорганических модификаторов, описанных авторами, в состав цементной композиции и цементного камня. Для определения механизма вхождения разнообразных модификаторов в состав цементной композиции нами было проведено исследование трех образцов сухих цементных смесей, предоставленных Дальневосточным научно-исследовательским институтом по строительству (ДальНИИС), в которые уже были добавлены различные модификаторы [1].

Исследования проводились методом экстракции хлороформом в аппарате Сокслета. По разнице массы вводимого и экстрагированного модификатора судили о количестве, химически закрепившегося на поверхности цементных зерен. Для подтверждения того, что из сухого цементного порошка экстрагировались именно кремнийорганические соединения, растворимые в хлороформе продукты были исследованы методами ИК-спектроскопии.

По результатам анализа было показано, что степень прививки поликальцийфенилсилоксана составила 76%, а степень прививки полифенилсилоксана составила 47%.

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

Для определения механизма вхождения разнообразных модификаторов в состав цементного камня нами было проведено исследование трех образцов цементного камня, полученного после затворения ранее описанных образцов, предоставленных ДальНИИС.

Каждый образец подвергался экстракции хлороформом в аппарате Сокслета, для того чтобы выделить модификатор, либо продукты взаимодействия модификатора с компонентами цемента, из состава цементного камня.

Из всех образцов цементного камня были выделены экстракты от 0,04 до 0,16 %, что по данным проведенных анализов соответствует машинному маслу, которым смазывались формы при затворении цемента.

Исследования показали, что кремнийорганические соединения из цементного камня не извлекаются. Это говорит о том, что в процессе затворения и последующей гидратации цемента кремнийорганические добавки полностью вступают в химическое взаимодействие с цементной системой. То есть химическое взаимодействие полифенилсилоксана и поликальцийфенилсилоксана с цементными системами происходит, а именно начинается в процессе твердофазной механохимической активации и продолжается в процессе гидратации и связывания цемента.

Список литературы

1. Tokar, E. A. Investigation of Cement Compositions Modification with Organo-silicon Compounds / E. A. Tokar, S. V. Vavrenyk, S. G. Krasitskaya // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. : Mat. Conf. – Chelyabinsk, 2017. – P. 12-15.

Суриц В. В., Маляренко О. С., Ермакова С. П.

ХИМИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ЛАМИНАРЫ БУРОЙ ВОДОРОСЛИ *SACCHARINA CICHORIOIDES*: СТРУКТУРА И ПРОТИВООПУХОЛЕВАЯ АКТИВНОСТЬ НА МОДЕЛИ 2D И 3D КЛЕТОЧНЫХ КУЛЬТУР

Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г. Б. Елякова ДВО РАН
Научный руководитель – к.х.н. Р. В. Усольцева

Создание новых высокоэффективных биологически активных препаратов на основе веществ природного происхождения является актуальным. Бурые водоросли наряду с другими полисахаридами, содержат ламинараны (1,3;1,6-β-D-глюканы), обладающие комплексной биологической активностью. Большинство ламинаранов бурых водорослей, равно как и их производные, остаются неизученными с точки зрения биологической активности, что представляет собой незаполненную нишу в теоретических познаниях и скрывает в себе потенциал получения целого ряда препаратов с широким спектром биологической активности.

Цель данной работы – получение сульфатированного и аминированного производных ламинаранов из бурой водоросли *Saccharina cichorioides*, определение цитотоксической, антипролиферативной и антимиграционной активности нативного и модифицированных полисахаридов с использованием монослойных клеточных культур и современных 3D технологий.

Сульфатированный ламинаран из бурой водоросли *Saccharina cichorioides* был получен с использованием сульфатирующей смеси, представляющей собой комплекс «триоксид серы-диметилформамид» в безводной среде. Структура модифицированного ламинарана была исследована с помощью методик 1D и 2D спектроскопии ЯМР. Установлено, что сульфатные группы в производном ламинарана находятся преимущественно в C2, C4 и C6 положениях.

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

Также ламинаран из *Saccharina cichorioides* был химически модифицирован в ходе реакции присоединения аминогрупп к эпоксиактивированному полисахариду. Определено, что аминированный ламинаран представляет собой бета-D-глюкан с основной цепью из 1,3-связанных остатков глюкозы и ответвлениями по С6 в виде единичных остатков глюкозы, часть из которых замещена по С6 группой $-\text{CH}_2-\text{CH}(\text{OH})-\text{CH}_2-\text{NH}_2$.

Было проведено комплексное исследование противоопухолевой активности нативных ламинаранов и их производных на моделях выживаемости (MTS метод), формирования колоний (метод мягких агаров) и миграции («скрэтч» и «Matrigel» методы) клеток меланомы человека. Определено, что химически модифицированные ламинараны не обладают цитотоксичностью по отношению к монослойной культуре и 3D клеткам меланомы человека, но в значительной степени ингибируют формирование колоний и миграцию клеток меланомы *in vitro*.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ № 20-74-00016.

Сучков С. Н.^{1,2}, Машталяр Д. В.¹

ТЕМПЕРАТУРНАЯ СТАБИЛЬНОСТЬ СУПЕРГИДРОФОБНЫХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ ПОКРЫТИЙ НА МАГНИЕВОМ СПЛАВЕ

¹ Институт химии ДВО РАН

² Кафедра физической и аналитической химии ШЕН ДВФУ

¹ Научный руководитель – к.х.н. К. В. Надараиа

Актуальным направлением в области защиты магниевых сплавов от коррозии является формирование на них гидрофобных покрытий, ограничивающих металл от контакта с агрессивной средой [1]. В реальных эксплуатационных условиях для таких поверхностей важной характеристикой является сохранение гидрофобных свойств в температурном диапазоне от 0 до 100°C. Такая термическая стабильность покрытий позволит поверхности не смачиваться как при кристаллизации на ней воды, так и при кипении.

Результаты предшествующих исследований указывают на возможность формирования на магниевых сплавах композиционных покрытий, обладающих супергидрофобными свойствами [2, 3]. Такие покрытия синтезируются методом плазменного электролитического оксидирования (ПЭО) с последующей обработкой различными фторорганическими соединениями. В данной работе была изучена зависимость смачиваемости супергидрофобной поверхности на магниевом сплаве системы Mg-Mn-Ce от температуры.

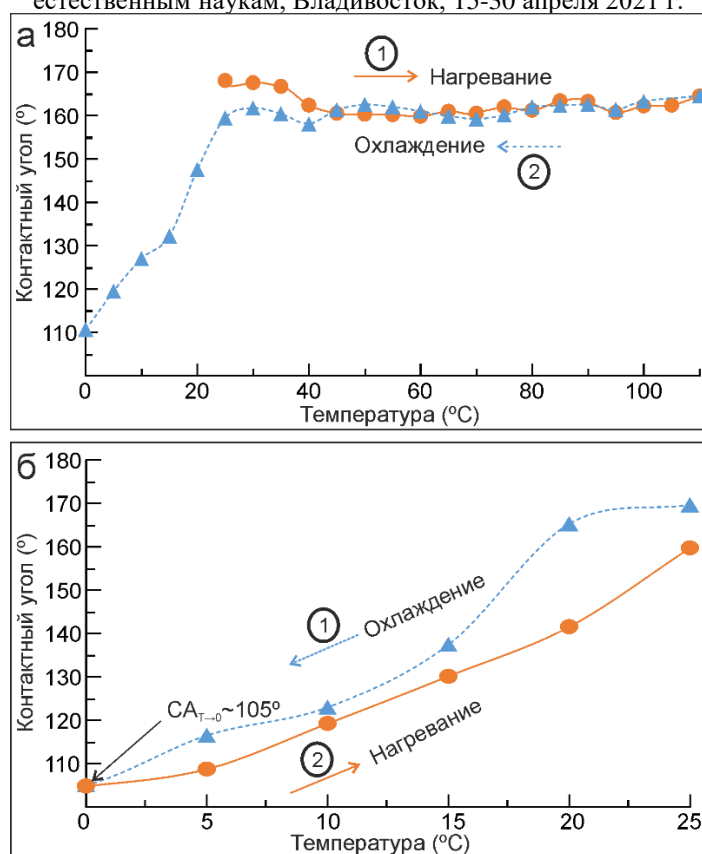


Рисунок 1 – Зависимость величины контактного угла от температуры в процессе: а – нагревание-охлаждение, б – охлаждение-нагревание

На рисунке 1(а) представлен график зависимости контактного угла от температуры поверхности в процессе нагревание-охлаждение. Анализ данной зависимости показывает, что формируемые покрытия не теряют супергидрофобных свойств в диапазоне температур от 20 до 110°C, однако при температуре поверхности ниже 20°C величина контактного угла падает до ~110°. На рисунке 1(б) показано, что при дальнейшем нагревании поверхности супергидрофобные свойства восстанавливаются с достижением величины контактного угла более 150°. Таким образом, можно сделать вывод о стабильности супергидрофобных свойств данных композиционных покрытий в интервале температур от 0 до 100°C.

Список литературы

1. Bi, P. Robust super-hydrophobic coating prepared by electrochemical surface engineering for corrosion protection / P. Bi, H. Li, G. Zhao // *Coatings*. – 2019. – V. 9, N. 7. – P. 452.
2. Protective composite coatings formed on Mg alloy surface by PEO using organofluorine materials / D.V. Mashtalyar, K.V. Nadaraia, S.L. Sinebryukhov, S.V. Gnedenkov // *Journal of Materials Science & Technology*. – 2017. – V. 33, N. 7. – P. 661-667.
3. Fluoropolymer-containing layer formed on MA8 magnesium alloy / D.V. Mashtalyar, K.V. Nadaraia, S.L. Sinebryukhov, S.V. Gnedenkov // *Materials Today: Proceedings*. – 2019. – V. 11, N. 1. – P. 150-154.

Усольцева Р. В., Суриц В. В., Шевченко Н. М., Ермакова С. П.

СТРУКТУРНОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ФУКОИДАНОВ БУРЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ СЕМЕЙСТВА LAMINARIACEAE

Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г. Б. Елякова ДВО РАН

Бурые водоросли являются ценным источником биологически активных полисахаридов, в том числе фукоиданов. Они очень разнообразны и существенно различаются по своим структурным характеристикам. Многие из них обладают выраженным биологическим действием, а также уникальными физико-химическими свойствами, находящимися в тесной взаимосвязи с их структурой [1].

Бурые водоросли семейства Laminariaceae широко распространены и представляют интерес как для пищевой промышленности, так и для медицины и фармацевтики. Наиболее изученными макрофитами данного семейства являются представители родов *Laminaria* и *Saccharina*.

Структурным характеристикам фукоиданов семейства Laminariaceae посвящено большое количество публикаций [2-9]. Показано, что они представляют собой как практически чистые сульфатированные фуканы, так и гетерополисахариды, преимущественно галактофуканы. Также данные полисахаридные фракции могут включать в свой состав небольшие количества остатков маннозы, ксилозы, рамнозы, глюкозы, арабинозы и уроновых кислот.

Обобщена информация о структуре фукоиданов из *Laminaria hyperborea* [2], *L. longipes* [3], *Saccharina cichorioides* [4], *S. japonica* [5], *S. latissima* [6], *S. gurjanovae* [7], *S. longicruris* [8] и *Tauya basicrassa* [9]. Показано, что данные полисахариды характеризуются большим структурным разнообразием.

Работа выполнена при финансовой поддержке Стипендии Президента РФ СП-1226.2021.4

Список литературы

1. Fitton, J.H. Therapies from fucoidan: an update / J.H. Fitton, D.N. Stringer, S.S. Karpinić // *Marine Drugs*. – 2015. – V. 13. – P. 5920–5946.
2. Structural characterization of fucoidan from *Laminaria hyperborea*: assessment of coagulation and inflammatory properties and their structure–function relationship / G. Kopplin et al. // *ACS Applied Bio Materials*. – 2018. – V. 1. – P.1880–1892.
3. Fucoidans from brown algae *Laminaria longipes* and *Saccharina cichorioides*: Structural characteristics, anticancer and radiosensitizing activity *in vitro* / R.V. Usoltseva et al. // *Carbohydrate Polymers*. – 2019. – V. 221. – P. 157–165.
4. Water-soluble polysaccharides of some far-eastern brown seaweeds. Distribution, structure, and their dependence on the developmental conditions / T.N. Zvyagintseva et al. // *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*. – 2003. – V. 294. – P. 1–13.
5. Structural studies on a novel fucogalactan sulfate extracted from the brown seaweed *Laminaria japonica* / J. Wang et al. // *International Journal of Biological Macromolecules*. – 2010. – V. 47. – P. 126–131.
6. Further studies on the composition and structure of a fucoidan preparation from the brown alga *Saccharina latissima* / M.I. Bilan et al. // *Carbohydrate Reseach*. – 2010. – V. 345. – P. 2038–2047.
7. Further studies on structure of fucoidan from brown alga *Saccharina gurjanovae* / N.M. Shevchenko et al. // *Carbohydrate Polymers*. – 2015. – V. 121. –P. 207–216.

8. Rioux, L.E. Structural characterization of laminaran and galactofucan extracted from the brown seaweed *Saccharina longicruris* / L.E. Rioux, S.L. Turgeon, M. Beaulieu // *Phytochemistry*. – 2010. – V. 71. – P. 1586–1595.

9. Composition of polysaccharides and radiosensitizing activity of native and sulfated laminarans from the *Tauya basicrassa* Kloczc. et Krupn. / T.N. Zvyagintseva et al. // *Carbohydrate Polymers*. – 2020. – V. 250. – Art 116921.

Шакиров Д. А.^{1,2}

ПОЛУЧЕНИЕ ПОРОШКОВ ОКСИДА ЦИНКА С ФОТОКАТАЛИТИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ

¹Кафедра физической и аналитической химии ШЕН ДВФУ

²Институт химии ДВО РАН

^{1,2}Научный руководитель – к.х.н., доцент И. В. Постнова

Помочь человечеству в борьбе с органическими загрязнениями могут такие химические вещества как фотокатализаторы, которые используют энергию солнечного излучения для протекания фотокаталитических реакций. TiO_2 Degussa P-25 [1] является эффективным промышленным фотокатализатором, но в виде порошка из наночастиц может быть потенциально канцерогенным [2]. В настоящее время внимание учёных сосредоточено на получении наиболее эффективных и малотоксичных фотокатализаторов. Согласно [3, 4], наночастицы ZnO применяются для решения таких экологических проблем, как фотодеградация высокотоксичных органических красителей в промышленных сточных водах и загрязнителей в воздухе.

Целью настоящей работы являлось получение порошков оксида цинка с фотокаталитическими свойствами как альтернатива диоксиду титана.

Порошки оксида цинка были получены путем нагрева реакционных смесей с различным содержанием ацетата цинка и мочевины при температуре 85 °С и последующим прокаливанием образующихся аморфных осадков $\text{Zn}_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6$ при 500 °С.

Исследование полученных порошков ZnO проведено с помощью рентгенофазового анализа по методу Брегга-Брентано в $\text{Cu K}\alpha$ -излучении на рентгеновском дифрактометре Bruker D8 Advance (Германия). Идентификация фаз в экспериментальных рентгенограммах проведена с использованием программы EVA банка порошковых данных PDF (рисунок 1). Показано, что полученные порошки оксида цинка образованы частицами гексагонального вюрцита.

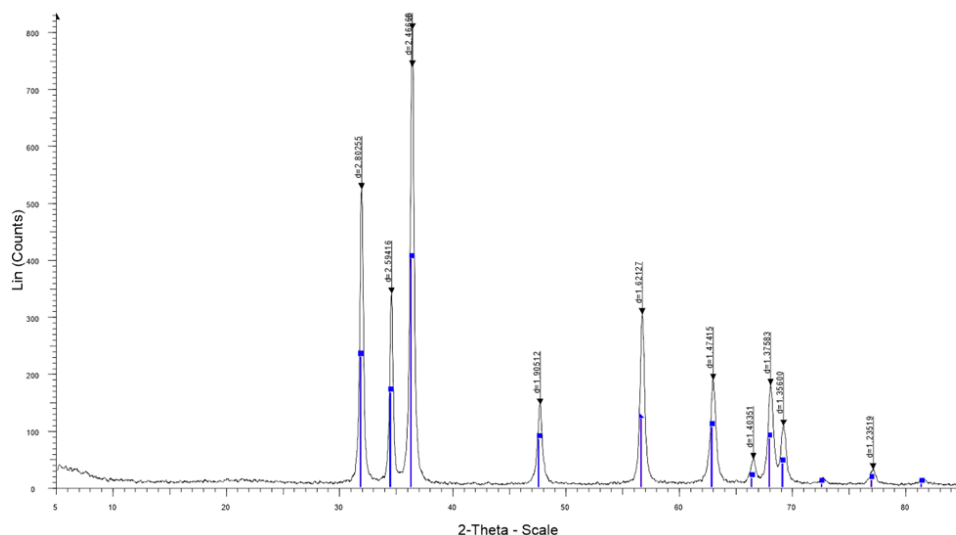


Рисунок 1 – Рентгенограмма порошка ZnO, отожженного при температуре 500 °С
Состав реакционной смеси: 10 мас. % ацетата цинка и 9 мас. % мочевины. Обозначения на рентгенограмме: синие линии – оксид цинка

Фотокаталитическая активность ZnO исследована с помощью метода спектрофотометрии на спектрофотометре Shimadzu UV-2550 PC (Япония). Этот метод позволил определить концентрацию красителя, в качестве которого выступал метиловый оранжевый, до и после проведения фотокатализа в специально собранной для этого ячейке, состоящей из концентратора кислорода Armed 7F-1L (Россия), термостата Lauda ecoline 012 (Германия) и ртутной лампы с длиной волны 254 нм, которая находилась над емкостью. Наибольшая фотокаталитическая активность достигается для порошков, полученных из реакционных смесей содержащих 10 мас. % ацетата цинка и 9 мас. % мочевины. Зависимость изменения концентрации красителя от времени воздействия УФ-излучения представлена на рисунке 2. Фотокаталитическая активность порошков оксида цинка сохраняется после трех циклов их использования.

Исследование кинетики реакции деградации красителя показало, что реакция имеет первый порядок, среднее значение константы скорости фотодегradации равно $1,19 \cdot 10^{-2} \text{ мин}^{-1}$.

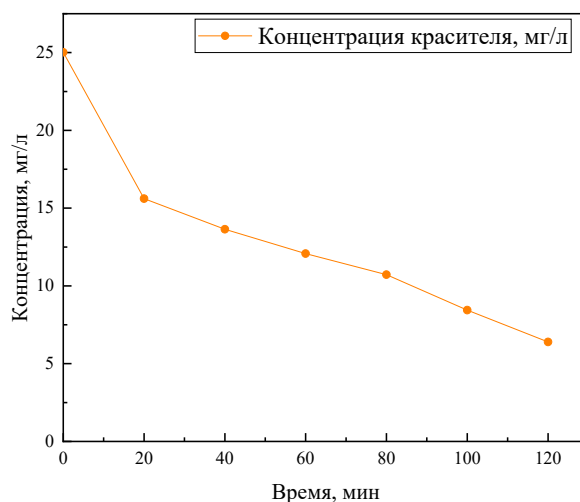


Рисунок 2 – Зависимость изменения концентрации красителя метилового оранжевого от времени воздействия УФ-излучения в присутствии порошка ZnO, отожженного при 500 °С
Состав реакционной смеси: 10 мас. % ацетата цинка и 9 мас. % мочевины

Список литературы

1. Morphology of a TiO₂ photocatalyst (Degussa, P-25) consisting of anatase and rutile crystalline phases / T. Ohno, K. Sarukawa, K. Tokieda, M. Matsumura // Journal of Catalysis. – 2001. – V. 203. – P. 82-86.
2. Weight of epidemiological evidence for titanium dioxide risk assessment: current state and further needs / I. C. Guseva, S. Fraize-Frontier, M. Cécile, S. Charles // Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology. – 2019. – P. 1-15.
3. Kumar, S. G. Zinc oxide based photocatalysis: tailoring surface-bulk structure and related interfacial charge carrier dynamics for better environmental applications / S. G. Kumar, S. R. Koteswara Rao // RSC Advances. – 2014. – P. 1-162.
4. Enhancement of the photocatalytic activity of modified ZnO nanoparticles with manganese additive / Behzad Shahmoradi, K. Namratha, K. Byrappa, K. Soga, S. Ananda, R. Somashekar // Res Chem Intermed. – 2011. – P. 330-340.

Шелофаст А.Р.^{1,2}

МИНЕРАЛИЗАЦИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ АЭРОГЕЛЕЙ ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОДОМ

¹Кафедра физической и аналитической химии ШЕН ДВФУ

²Институт химии ДВО РАН

^{1,2}Научный руководитель – к.х.н., доцент И. В. Постнова

В настоящее время биополимеры считаются единственной альтернативой синтетическим полимерам, получаемым из ископаемых источников. Целлюлоза является наиболее доступным возобновляемым биополимером. Благодаря большому числу гидроксильных групп целлюлоза обладает гидрофильными свойствами с краевым углом смачивания 20 – 30 градусов. Широкомасштабное применение целлюлозы в различных производственных сферах возможно за счет снижения ее гидрофильности путем минерализации. Наиболее перспективной технологией минерализации можно считать золь-гель химию [1, 2].

Целью работы являлась минерализация целлюлозы золь-гель методом для уменьшения гидрофильных свойств материалов на ее основе.

Минерализация аэрогелей проведена в водных растворах (2-гидроксиэтоксид) метилсилана (мет-ТГЭОС) при нагреве и варьировании концентрации от 0,1 до 5 мас. %. На рисунке 1 представлены микрофотографии целлюлозных волокон до и после минерализации. Видно, что после синтеза на волокнах аэрогелей формируется силикатное покрытие, представляющее собой плотно прилегающие друг к другу шарики, которые полностью закрывают поверхность.

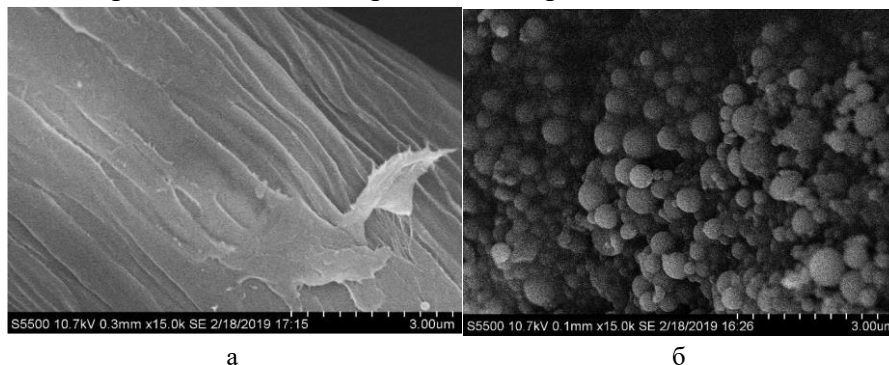


Рисунок 1 – Микрофотографии целлюлозных аэрогелей исходных (а) и с силикатным покрытием (б), полученные с помощью СЭМ

Проведено тестирование минерализованных аэрогелей на смачиваемость водой (рисунок 2). Показано, что при содержании 1 мас. % мет-ТГЭОС краевой угол смачивания достигает 80 градусов. Увеличение содержания до 3 и 5 мас. % приводит к формированию покрытий, которые осыпаются при механическом воздействии на материал.

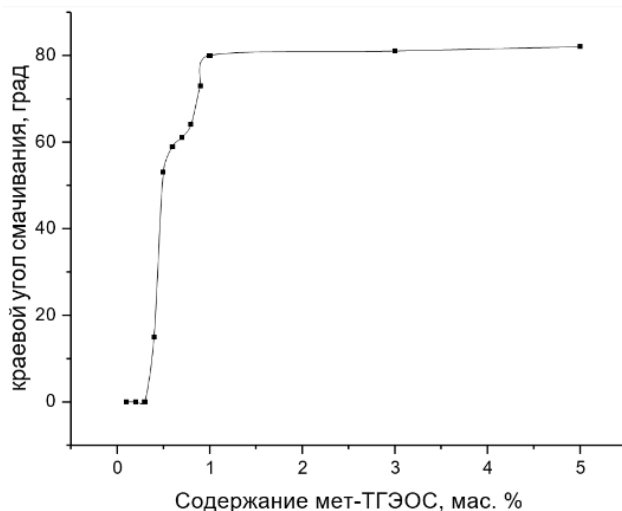


Рисунок 2 – Зависимость краевого угла смачивания аэрогелей водой от содержания мет-ТГЭОС в реакционной смеси

Синтез проведен при температуре 80°C в течение 24 часов

Исследовано влияние продолжительности синтеза на смачиваемость аэрогелей водой (рисунок 3). Показано, что увеличение времени синтеза до 72 часов не приводит к формированию гидрофобных материалов. Максимальное значение краевого угла смачивания при этом не превышало 80°. Следует отметить, что сформированное на аэрогелях силикатное покрытие не позволяло каплям воды сразу проникать в объем материала, а при полном погружении полученных материалов в воду они удерживались на ее поверхности в течение 7 дней.

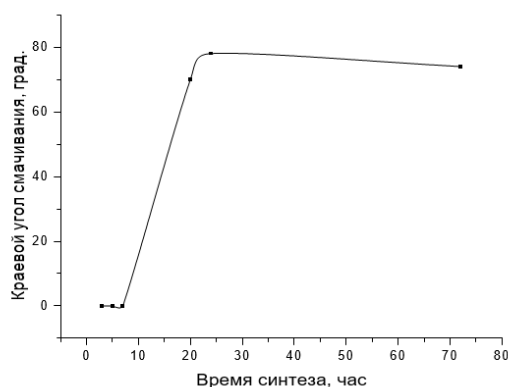


Рисунок 3 – График зависимости краевого угла смачивания аэрогелей водой от времени синтеза
Содержание мет-ТГЭОС 1 мас. %, температура синтеза 80°C

Список литературы

1. Silication of Dimensionally Stable Cellulose Aerogels for Improving Their Mechanical Properties / O.N. Khlebnikov, I.V. Postnova, L.-J. Chen, Y.A. Shchipunov // Colloid Journal. – 2020. – 82 (4). – P. 448-459.
2. Shchipunov, Y.A. Cellulose Mineralization as a Route for Novel Functional Materials / Y.A. Shchipunov, I.V. Postnova // Advanced Functional Materials. – 2018. – 28 (27). – P. 1-28.

Шкрабов Р. А.^{1,2}, Суриц В. В.², Ермакова С. П.²

ВЫДЕЛЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛАМИНАРАНА И ФУКОИДАНА ИЗ БУРОЙ ВОДОРОСЛИ *SARGASSUM MICROCYSTUM*

¹Кафедра биоорганической химии и биотехнологии ШЕН ДВФУ

²Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г. Б. Елякова ДВО РАН

²Научный руководитель – к.х.н, с.н.с. Р. В. Усольцева

Бурые водоросли рода *Sargassum* издавна известны и широко распространены во многих морях и океанах. Водорослевые полисахариды обладают разнообразной биологической активностью, например, радиопротекторной, противовирусной, противоопухолевой, антикоагулянтной и др. Благодаря своему широкому спектру действия и низкой токсичности эти соединения могут использоваться в разных областях медицины и фармакологии [1, 2].

Буря водоросль *S. microcystum* произрастает в прибрежных водах островов Индийского океана, а также морях Вьетнама, Сингапура и Австралии. В литературе отсутствуют данные о получении полисахаридов из этого вида водоросли, следовательно, настоящее исследование является новым и актуальным.

Целью данной работы является выделение индивидуальных препаратов ламинарана и фукоидана из вьетнамской бурой водоросли *S. microcystum*, а также установление их структурных характеристик.

Полисахариды экстрагировали из водоросли раствором разбавленной соляной кислоты, затем разделяли на нейтральный ламинаран и заряженный фукоидан с помощью колоночной хроматографии на гидрофобном носителе Полихром-1. Фукоидан дополнительно очищали от полифенольных соединений и фракционировали методом анионообменной хроматографии на DEAE-Масго Прер. Выходы очищенных ламинарана и фукоидана составили соответственно 0,43% и 0,1% от веса сухой обезжиренной водоросли. Был проведен анализ моносахаридного состава полученных полисахаридов. Показано, что ламинаран представляет собой чистый глюкан, а фукоидан – преимущественно галактофукан (Fuc/Gal/Glc/Xyl = 60/38/1/1). Степень сульфатирования фукоидана составила 24%.

Далее полученные фракции были исследованы с помощью спектроскопии ЯМР. Показано, что ламинаран содержит основную цепь из 1,3-связанной β-D-глюкопиранозы с разветвлениями при C6 в виде единичных остатков β-D-глюкопиранозы. Соотношение связей 1,3:1,6 составило 4:1. Фукоидан является сложным комплексным гетерополисахаридом и не содержит ацетильных групп.

Таким образом, вьетнамская водоросль *S. microcystum* является источником ламинарана с типичной структурой и сульфатированного галактофукана.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 21-53-54003.

Список литературы

1. Fitton, J.H. Therapies from fucoidan: an update / J.H. Fitton, D.N. Stringer, S.S. Karpinić // *Marine Drugs*. – 2015. – V. 13. – P. 5920–5946.
2. The potential of brown-algae polysaccharides for the development of anticancer agents: An update on anticancer effects reported for fucoidan and laminaran / K.K.A. Sanjeeva et al. // *Carbohydrate Polymers*. – 2017. – V. 177. – P. 451–459.

Щеглакова Е. В.¹, Пашнина Е. В.²

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ АМОРФНОГО АЛЮМОСИЛИКАТА ЛИТИЯ

¹Кафедра общей, неорганической и элементоорганической химии ШЕН ДВФУ

²Институт химии ДВО РАН

²Научный руководитель – д.т.н., профессор П. С. Гордиенко

Алюмосиликаты литиевой формы в последнее время находят все более широкое применение в бытовых приборах, электронных устройствах, стоматологической практике [1], зеркалах для телескопов, в качестве сорбентов [2] и т.д., благодаря высокой температурной стабильности и близким к нулю коэффициентом расширения при нагреве микроволновым излучением [3]. Разнообразное применение литиевых алюмосиликатов делает их перспективным материалом, разработка методов синтеза которого вызывает научный и практический интерес. Современные методы получения алюмосиликатов литиевой формы основываются на применении высокотемпературных методов, а также с применением высокого давления, которые с экономической и энергетической точки зрения невыгодны. Разработка альтернативных технологий получения алюмосиликатов литиевой формы является актуальной как в научном, так и в прикладном аспекте.

Нами были предприняты попытки разработки более простого метода синтеза алюмосиликатов литиевой формы без использования дорогого оборудования, а также без применения высоких температур и давления, что позволит снизить стоимость производства самого сырья. Температурный интервал для получения алюмосиликатов методом спекания колеблется в пределах от 800 до 1200°C, при использовании гидротермального метода применяется давление не менее 1 атм. Предлагаемый процесс получения алюмосиликатов литиевой формы отличается проведением его при относительно низких температурах (в пределах от 100 до 120°C) и при атмосферном давлении.

В работе были применены такие реактивы, как LiOH, SiO₂ и AlCl₃·6H₂O. Суть предлагаемого метода – образование жидкого стекла, при взаимодействии LiOH с аморфным диоксидом кремния при нагревании от 100 до 120°C в дистиллированной воде, с последующим добавлением хлорида алюминия до нейтрального значения pH.

Для установления состава полученного соединения использовались рентгенофлуоресцентный анализ, атомно-абсорбционный анализ (ААС), метод термогравиметрического анализа.

Анализ содержания Si и Al проводили с использованием рентгенофлуоресцентного анализа, содержание Li определяли с помощью атомно-абсорбционного анализа (ААС) на атомно-абсорбционном спектрофотометре. В ходе проведенных исследований получены следующие результаты: содержание Si составляет 2,7 моль, Al – 0,9 моль, Li – 0,8 моль. По полученным данным соотношение Si/Al составляет 2,9. Недостаток ионов лития по нашим предположениям скомпенсирован ионами водорода.

Для определения количества адсорбционной и кристаллизационной воды, использовали метод термогравиметрического анализа на дериватографе Q-1000 D системы Ф. Паулик, П. Паулик, Л. Эрдеи фирмы «МОМ» (скорость нагрева образца 5°C/мин). Полученные данные свидетельствуют о том, что процесс постепенной дегидратации алюмосиликата литиевой формы происходит в температурном интервале от 34 до 248°C и характеризуется уширенным эндозффектом (рисунок 1). Удаление адсорбционной воды до 110°C сопровождается потерей 15,6% веса (23 мг). Общая потеря веса 37,2%. Таким образом, в алюмосиликате содержится 1,8 моль связанной воды.

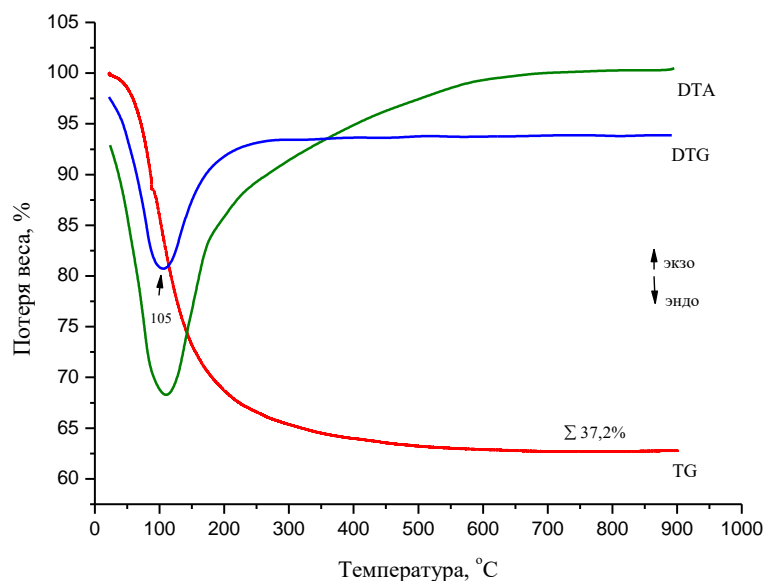


Рисунок 1 - Графическая зависимость изменения массы навески от температуры (термогравиметрические кривые)

Анализ данных элементного состава, позволил нам предположить формулу полученного алюмосиликата литиевой формы: $\text{Li}_{0,8}\text{H}_{0,1}\text{Al}_{0,9}\text{Si}_{2,7}\text{O}_8 \cdot 1,8 \text{H}_2\text{O}$. Согласно данным рентгенофазового анализа, полученный образец рентгеноаморфный.

Таким образом предлагаемый метод синтеза алюмосиликатов литиевой формы менее энергетически затратный, чем современные используемые методы. В получаемом алюмосиликате литиевой формы соотношение Si/Al составляет 2,9, что соответствует нашим ожиданиям.

Список литературы

1. In vitro performance and fracture resistance of novel CAD/CAM ceramic molar crowns loaded on implants and human teeth / V. Preis, S. Hahnel, M. Behr, M. Rosentritt // J. Adv. Prosthodont. – 2018. – V. 10, Is. 4. – P. 300 – 307.
2. Roy, P. A lithium–aluminosilicate zeolite membrane for separation of CO_2 from simulated blast furnace gas / P. Roy, N. Das // J. of Porous Materials. – 2020. – V. 27. – P. 745 – 754.
3. Fe_3O_4 @LAS/RGO composites with a multiple transmission-absorption mechanism and enhanced electromagnetic wave absorption performance / Y. Yang, L. Xia, T. Zhang, B. Shi, L. Huang, B. Zhong, X. Zhang, H. Wang, J. Zhang, G. Wen // Chemical Engineering Journal. – 2018. – V. 352. – P. 510 – 518.

Стадник С. А.

ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРОИЗВОДНЫХ ФАСКАПЛИЗИНА С АКТИВНЫМ САЙТОМ ФЕРМЕНТОВ ТРКА И VEGFR2 МЕТОДОМ МОЛЕКУЛЯРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Кафедра органической химии ШЕН ДВФУ
Научный руководитель – к.х.н., доцент М. Е. Жидков

В 1988 году из губки *Fascaplysinopsis* sp. был выделен красный пигмент – фаскаплизин, обладающий широким спектром биологических активностей, одной из которых является

противораковое действие за счет взаимодействия с различными терапевтическими мишенями, включая ингибирование действия киназ (CDK4). Недавно было установлено, что фаскаплизин взаимодействуя с ферментами ТРКА и VEGFR2 понижает выработку белка сурвивина, тем самым запуская апоптоз клетки.

С целью изучения влияния введения различных фрагментов в структуру фаскаплизина на взаимодействие с данными биологическими мишенями был проведен докинг серии его производных с белками ТРКА и VEGFR2. Для выполнения докинга была выбрана программа Vega ZZ. Методика работы соответствует руководству пользователя. В ходе проведенных исследований было изучено взаимодействие 37 соединений с активными сайтами рецепторов. Полученные данные сравнивали со значениями для фаскаплизина и его природного производного – алкалоида 3,10-дибромфаскаплизина (рисунок 1).

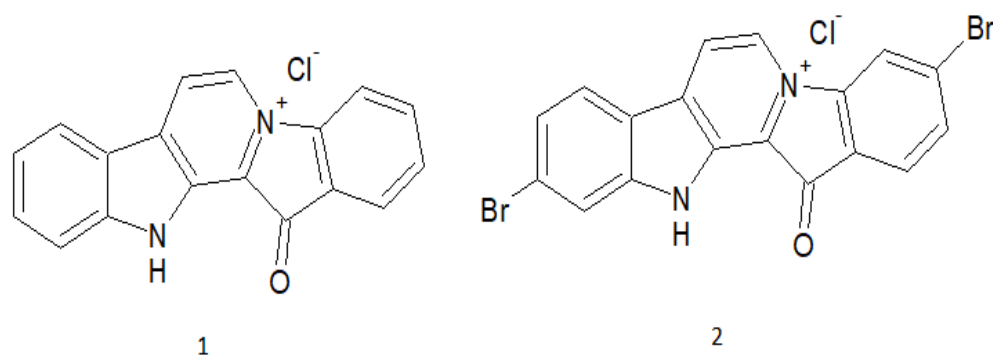


Рисунок 1 – Структурная формула фаскаплизина (1) и 3,10-дибромфаскаплизина (2)

Расчетные энергии связывания изученных производных превысили аналогичные показатели для фаскаплизина и 3,10-дибромфаскаплизина. Наибольшие параметры взаимодействия с моделью белка ТРКА (ПДБ: 4PMP) были получены для соединения 3 (минус 10,57 ккал/моль); применительно к ферменту VEGFR2 (ПДБ: 3U5J) наибольшая аффинность предсказана для соединения 4 (значение свободной энергии минус 10,69 ккал/моль) (рисунок 2).

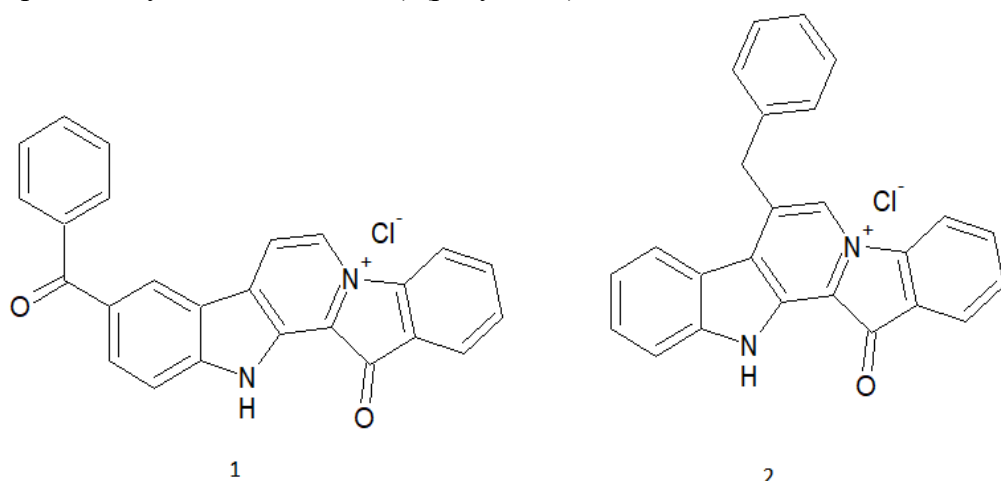


Рисунок 2 – Структурные формулы соединения 3 (1) и соединения 4 (2)

Таким образом, методом молекулярного докинга были установлены фрагменты, введение которых в структуру фаскаплизина, по данным расчетов, значительно увеличивает сродство исследуемого соединения к ферментам ТРКА и VEGFR2. По результатам работы выявлены производные фаскаплизина (соединения 3 и 4), которые могут быть рекомендованы в дальнейшем для целенаправленного синтеза и биотестирования.

Список литературы

1. Shafiq, M.I. FASCAPLYSIN as a Specific Inhibitor for CDK4: Insights from Molecular Modelling/ M. I. Shafiq, T. Steinbrecher, R. Schmid //PLOS ONE. – 2012. – P. 1-9.
2. Fascaplysin exerts anti-cancer effects through the downregulation of survivin and HIF-1 α and inhibition of VEGFR2 and TRKA / T. Oh, Y. Lee, T. Nam, Y. Ko, S. Mah, J. Kim, Y. Kim, R. H. Reddy, Y. J. Kim, S. Hong, J. Lim // Int. J. Mol. Sci. – 2017. – V. 18, N. 10. – P. 1-15.

Раздел XVIII ЭКОЛОГИЯ

Абдрахманова О.Т.

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ДОННЫХ ОСАДКОВ УССУРИЙСКОГО ЗАЛИВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОВОДОРОСЛИ *PHAEODACTYLUM TRICORNUTUM* ВОHLIN И РАКООБРАЗНОГО *ARTEMIA SALINA* L.

Кафедра экологии ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.б.н., доцент Журавель Е.В.

Уссурийский залив – крупный внутренний залив северо-восточной часть залива Петра Великого. В последние годы качество вод залива оцениваются как «загрязнённые» [2]. В залив впадает множество рек, которые несут с собой сточные воды. На побережье залива расположены рыболовецкие кооперативы, судоремонтные предприятия, хозяйства по выращиванию промысловых беспозвоночных и многочисленные базы отдыха.

Цель данного исследования – оценить токсичность донных отложений Уссурийского залива с использованием двух биотестов.

Пробы донных осадков были отобраны в июле 2018 г. на 21 станции: 1 – м. Басаргина, 2 – б. Соболев, 3 – б. Сухопутная, 4 – б. Промежуточная, 5 – б. Кетовая, 6 – м. Зелёный, 7 – м. Вилкова, 8 – м. Муравьиный, 9 – м. Черепаха, 10 – м. Виноградного, 11 – м. Теляковского, 12 – м. Красный, 13 – м. Палец, 14 – м. Седловидный, 15 – порт Вера (севернее пирса), 16 – порт Вера (южнее пирса), 17-21 – центральный разрез. Залив условно был поделен на три части: западную (станции 1-9), восточную (станции 10-16) и центральную (станция 17-21). Готовили водные вытяжки из донных осадков, заливая каждую пробу морской водой из условно чистого района в соотношении 1:4 и встряхивали в течение 2 часов с помощью орбитального мультишейкера Biosan. Получившуюся суспензию отстаивали и фильтровали через фильтр «синяя лента».

Для оценки токсичности использовали лабораторную культуру микроводоросли *P. tricorutum* и науплий жаброногого ракообразного *A. salina*. Токсичность донных осадков оценивали по изменению численности клеток водоросли в суспензии, по содержанию хлорофилла *a* и по выживаемости личинок ракообразного [3]. Опыты проводили в трех повторностях. Длительность опыта составляла для микроводорослей 7 суток, для ракообразных 72 часа.

Вытяжку донных осадков считали нетоксичной, если через 72 ч численность клеток водорослей (науплий) в ней составляла ≥ 90 %, слаботоксичной – 65-89%, среднетоксичной – 50-64%, высокотоксичной – 0-49% от контроля [1]. Результаты обрабатывали с помощью программы Microsoft Excel и Statistica. Вычисляли средние значения, стандартные отклонения и оценивали достоверность отличия от контроля на основе расчета критерия Манна-Уитни.

В пробах из западной части Уссурийского залива на протяжении всего эксперимента постоянный рост клеток микроводорослей отмечался на станциях 3 и 4 – до 1587 и 1776% от контроля. В водных вытяжках со станций 2, 5, 7, 8 и 9 в течение семи суток наблюдали слабое угнетение роста клеток *P. tricorutum*. Наибольшее ингибирование роста культуры зафиксировано на станции 6, к концу опыта численность клеток достигла критического значения – 9%.

В вытяжках из восточной части залива на протяжении семи суток численность клеток была достоверно ниже контроля. Только на 12 станции количество микроводоросли к концу опыта составило 105%. Наибольшее угнетение роста культуры проявилось в вытяжках со станций 11 и 14, к концу

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.
эксперимента численность микроводорослей составила 6 и 2%.

В пробах из центральной части залива на станциях 17, 18 и 21 численность микроводорослей не превышала контроля. На седьмые сутки количество клеток составило – 63, 86 и 77%. В пробах со станций 19 и 20 рост культуры носил колебательный характер, но к концу опыты численность микроводорослей на станции 19 составила 86%, а на 20 – достоверно не отличалось от контроля.

Содержание хлорофилла *a* отражало похожую тенденцию к изменению. Наибольшее содержание пигмента, как и численность клеток, отмечалось на станциях 3 и 4 (1336 и 1167%). Достоверное по сравнению с контролем снижение концентрации хлорофилла *a* зафиксировано на станциях 6 и 8 (13 и 43%). На станциях 7 и 9 пигмента в клетках микроводоросли также было меньше, чем в контрольном образце. В пробах с восточной части залива концентрация пигмента была ниже контроля на всех станциях на протяжении всего эксперимента. В вытяжках из центральной части со станций 19, 20 и 21 наблюдали увеличение концентрации хлорофилла – 105, 116 и 121%. В пробах со станций 17 и 18 содержание хлорофилла *a* не изменялось и было ниже контроля.

Согласно приведенным выше критериям [1], для *P. tricorutum* нетоксичными оказались донные осадки на станциях 1, 2, 3 и 19. Пробы со станций 5, 8, 16, 18, 20 и 21 отнесены к категории слаботоксичных, а среднетоксичные – 4, 6, 7, 9 и 15. Все остальные донные осадки высокотоксичные.

Биотестирование донных отложений из западной части залива показало, что выживаемость личинок *A. salina* в пробах со станций 6 и 7 составила 70 и 80%. В остальных водных вытяжках большинство науплий выжили и оставались подвижными в течение 72 часов. Для проб из восточной части Уссурийского залива выживаемость науплий *A. salina* на станциях 10, 12, 13, 15 и 16 составила от 97 до 100%. Низкое токсическое действие было отмечено в водной вытяжке со станции 14, выживаемость рачков была 70%. Наибольший токсический эффект зафиксирован в пробах со станции 11, к концу эксперимента все науплии погибли. В вытяжках донных отложений из центрального разреза выживаемость личинок снижалась на всех станциях. К концу эксперимента процент выживших науплий на станциях 18 и 21 составил 67 и 56%. Наибольший токсический эффект отмечен в пробах со станции 19 и 20, выживаемость личинок к 72 часам составила 33 и 39% соответственно.

На основании опытов с *A. salina* донные осадки со станций 11, 19 и 20 отнесены к высокотоксичным, со станции 21 – к среднетоксичным, со станций 6, 7, 14, 17 и 18 – к слаботоксичным. Остальные пробы соответствовали категории нетоксичных.

Проведенные эксперименты показали большую чувствительность *P. tricorutum* к загрязнению донных осадков по сравнению с *A. salina*, а также более выраженное токсическое действие на тест-организмы донных осадков из центральной и особенно восточной части Уссурийского залива.

Список литературы

1. Горбачева, Е.А. Результаты биотестирования донных отложений прибрежных районов кольского полуострова / Е.А. Горбачева // Загрязнение морской среды: экологический мониторинг, биоиндикация, нормирование. – 2018. – С. 66-71.
2. Доклад об экологической ситуации в Приморском крае в 2019 году. – Владивосток: Администрация Приморского края. – 2020. – 252 с.
3. Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. – М.: РЭФИА, НИА – Природа, 2002. – 118 с.

Бочарников А.Ф.

СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ КАК ИНДИКАТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ПРИМЕРЕ ПАРКА «МИННЫЙ ГОРОДОК»

Кафедра физической и аналитической химии ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.х.н., доцент А.Л. Шкуратов

Антропогенное воздействие оказывает значительное влияние на состояние окружающей среды. Снежный покров считается объективным, репрезентативным и стабильным объектом анализа для оценки степени загрязнённости атмосферы как части окружающей среды.

Данная работа посвящена оценке загрязнения территории парка «Минный городок» (г. Владивосток) в результате воздействия источников антропогенного воздействия на основе исследования снежного покрова как одного из компонентов окружающей природной среды и одновременно индикатора ее состояния.

Для исследования на содержание металлов были отобраны пробы в парке Минный городок Ленинского района г. Владивостока. Отбор проб снежного покрова был проведен с пяти равноудаленных друг от друга участков: береговая территория первого озера, береговая территория третьего озера, территория детского парка «Добрые сердца», территория парковой конюшни, лесная зона парка. В стеклянные емкости были отобраны пробы объемом 1 дм³ по две параллели с каждой точки [1]. После доставки проб в лабораторию их подвергли фильтрации с использованием фильтра «синяя лента» и законсервировали 2 мл 30%-азотной кислоты. Полученные растворы были проанализированы методом атомно-эмиссионной спектроскопии на атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой SHIMADZU ICPE-9000. Выполнение всех стадий работы по оценке содержания тяжелых металлов в снежном покрове велось согласно ПНДФ 14.1:2:4.135-98. Полученные результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание макроэлементов и тяжёлых металлов в снегу, мг/дм³

Элемент	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Проба 4	Проба 5	ПДК
Al	0,015	0,02	0,02	0,01	0,02	0,2
Ba	0,02	0,013	0,019	0,04	0,017	0,7
Ca	0,6	0,9	0,8	1,0	0,7	н/д
Cd	0,006	0,006	0,006	0,004	0,007	0,001
Co	<0,0010					0,1
Cr	<0,0010					0,5
Cu	0,03	0,011	0,01	0,006	0,006	1
Fe	0,15	0,17	0,16	0,11	0,36	0,3
K	0,28	0,28	0,25	0,55	0,51	н/д
Mg	0,12	0,16	0,15	0,16	0,16	50
Mn	0,008	0,007	0,008	0,009	0,011	0,1
Na	0,9	0,5	0,7	1,0	0,8	200
Ni	0,013	0,003	0,00	0,002	0,003	0,02
Sr	0,005	0,007	0,007	0,005	0,005	7

Превышение ПДК ГОСТ 27384-2002 было обнаружено только для кадмия в каждой проанализированной пробе и для железа в одной из проб, для сравнения были использованы ПДК для

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г. питьевой воды [2]. Превышения ПДК для других элементов не обнаружено.

Сравнительные данные по содержанию тяжёлых металлов в парке имени Урицкого (г. Казань) и Удельном парке (г. Санкт-Петербург) [3] приведены в таблице 2.

Таблица 2

Содержание тяжёлых металлов в парках (мг/дм³)

Элемент	Удельный парк	Парк Урицкого	ПДК
Cd	0,006	0,002	0,001
Cu	0,06	0,02	1
Fe	0,35	0,19	0,3
Ni	0,03	0,01	0,02
Sr	н/д	0,009	7

Приведенные в таблице 2 концентрации тяжёлых металлов находятся в одном диапазоне и являются сопоставимыми с результатами, полученными для парка «Минный городок».

Таким образом, содержание тяжёлых металлов и макроэлементов в снежном покрове парка «Минный городок» находится в пределах нормы, исключением является содержание в пробах кадмия и незначительное превышение содержание железа в одной из проб. Повышенное содержание кадмия можно связать с антропогенной воздействием, в частности источником загрязнения могут являться отходы от сжигания твёрдого топлива. Первичная оценка посредством сравнения с ПДК и литературными данными по данной области может быть достаточно положительной и сопоставимой с аналогичными показателями для парков других городов России.

Список литературы

1. Бондаревич, Е.А. Мониторинг загрязнения снежного покрова г. Читы тяжелыми металлами / Е.А. Бондаревич, Н.Н. Коцюржинская, О.А. Жилиева и др. // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2018. – №2. – 25 с.
2. Симоненок, В.И. Об улучшении экологической обстановки в Приморском крае / В.И. Симоненок, А.А. Ткачук, Ю.М. Шевченко // Вологдинские чтения. – 2007. – № 64. – 48 с.
3. Юферева, Л.М. Исследование загрязнения тяжелыми металлами снежного покрова садово-парковых зон в центре Санкт-Петербурга / Л.М. Юферева, А.А. Гаврилова, М.Ю. Юферев // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2013. – № 4. – 157 с.

Варакина Ю.И., Аксенов А.С.

УРОВЕНЬ СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В КРОВИ ЖИТЕЛЕЙ АРКТИЧЕСКОГО ПОСЕЛКА НА ПРИМЕРЕ НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Лаборатория арктического биомониторинга, САФУ им. М. В. Ломоносова

Научный руководитель – д.б.н., профессор Л.Ф. Попова

В настоящее время в мире нарастает научный интерес по изучению стойких органических загрязнителей (СОЗ) (полихлорированных бифенилов (ПХБ), пестицидов и др.) в объектах окружающей среды. Ученые в своих работах рассматривают вопросы токсичности, аккумуляции и распределения данных веществ, как в объектах живой (рыбы, птицы, человек и т. д.) так и неживой (вода, почва, воздух) природы [1].

Данные последних лет свидетельствуют о снижениях содержания СОЗ в северных широтах [2].

Однако результаты исследований по Российской Арктике фрагментарны и соответствие общемировым тенденциям территорий неоднозначно.

Основным источником СОЗ для человека являются продукты питания, которые относятся к традиционной пище Коренных малочисленных народов Севера. Высокое содержание данных веществ в рыбе, дикой птице и др. может негативно влиять на организм человека, вызывая различные осложнения со здоровьем [3]. Поэтому необходимо проводить биомониторинговые исследования по содержанию СОЗ на всей территории Российской Арктики в системе «традиционная пища – человек» для восполнения пробелов в данных.

В п. Индига (Ненецкий автономный округ) в ходе проведенного анкетирования 50 человек выявлено, что одним из основных источников питания является рыба, добываемая традиционным способом. 50% рациона состоит из местной ихтиофауны: горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*), наваги (*Eleginus nawaga*), арктического гольца (*Salvelinus alpinus*), сига – пыжьян (*Coregonus pidschian*) [4, 5].

Целью данного исследования было оценить уровень полихлорированных бифенилов и пестицидов в мышечной ткани рыб и сыворотке крови жителей арктического поселка, расположенного в Ненецком автономном округе.

Отбор биологических образцов рыб (4 вида, $n=10...12$) и сыворотки крови жителей осуществлялся в рамках экспедиций, организованных лабораторией арктического биомониторинга в 2018 году (рис. 1).



Рисунок 1 – Район исследования

Определение хлорорганических загрязняющих веществ: α -ГХЦГ, β -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, *o,p*-ДДЕ, *p,p'*-ДДЕ, *o,p*-ДДД, *p,p'*-ДДД, гептахлор, цис-хлордан, транс-хлордан, цис-нонахлор, транс-нонахлор, альдрин, мирекс, гексахлорбензол, 1,2,3,5-тетрахлорбензол, 1,2,4,5-тетрахлорбензол и полихлорированные бифенилы (ПХБ) 28, 52, 101, 105, 118, 123, 128, 138, 153, 180 и 183 измерялись методом газовой хромато-масс-спектрометрией с использованием газового хроматографа Agilent 7890А с тройной квадрупольной системой МС/МС Agilent серии 7000 (Санта-Клара, Калифорния, США), работавший в режиме электронной ионизации [4,5]. Определение СОЗ проводили с использованием сертифицированных стандартных образцов IEAI- 406 и NIST- 1958 (США).

Экспериментальные данные, полученные в результате проведенных исследований, позволяют оценить уровень содержания хлорорганических загрязнителей в системе «традиционная пища – человек». Установлено, что основными загрязнителями, находящимися в системе «традиционная пища – человек» являются гексахлорбензол, метаболиты ДДТ и ПХБ (табл. 1).

Среднее содержание СОЗ в сыворотке крови жителей поселка Индиги и исследуемых образцах рыб

Анализируемые вещества	Сыворотка крови, мкг/кг липидов			Мышцы рыб, мкг/кг сырой массы [4]	
	19–39 (лет)	40–59 (лет)	60–86 (лет)	<1% ¹	>1% ²
<i>p,p'</i> -ДДЕ	34,42 (10,06–86,10)	69,56 (8,49–335,61)	85,53 (3,88–336,48)	0,56 (0,15–1,25)	1,14 (0,29–3,14)
∑ДДТ	46,68 (17,38–106,16)	81,34 (14,66–341,96)	94,57 (10,49–347,79)	0,59 (0,18–1,25)	1,41 (0,33–3,95)
ПХБ 118	11,62 (5,42–43,54)	18,98 (5,08–88,98)	24,14 (5,84–128,53)	0,15 (0,05–0,21)	0,19 (0,08–0,38)
ПХБ 138	10,60 (3,84–35,72)	19,18 (3,81–162,57)	20,45 (4,30–144,49)	н.о. ³	н.о.
ПХБ 153	13,04 (1,83–69,21)	30,75 (1,42–291,95)	27,12 (1,46–246,75)	0,59 (0,26–1,44)	0,50 (0,14–0,93)
∑ПХБ	42,37 (22,76–155,17)	85,65 (17,73–665,66)	84,28 (18,24–604,65)	0,97 (0,34–2,59)	1,56 (0,41–2,89)
Гексахлорбензол	202,19 (19,06–469,15)	123,76 (2,24–370,45)	269,67 (2,45–767,73)	0,33 (0,02–0,95)	0,36 (0,04–0,85)
¹ среднее содержание в мышцах рыб менее жирных сортов (навага, сиг пыжьян)					
² среднее содержание в мышцах рыб более жирных сортов (горбуша, арктический голец)					
³ - не обнаружено					

В сыворотке крови среднее содержание ∑ДДТ (46,68–85,53 мкг/кг липидов) увеличивается с возрастом в интервале 19–86 лет. Среднее содержание ∑ПХБ увеличивается в период с 19-59 лет и достигает максимального значения - 665,66 мкг/кг липидов. По гексахлорбензолу характерная зависимость не обнаруживается, но максимальные значения соответствуют 60-86 лет.

Наибольший уровень ∑ДДТ и ∑ПХБ в мышечной ткани рыб характерен для гидробионтов с содержанием липидов >1%, по сравнению с другими видами с массовой долей липидов <1%. Средняя концентрация гексахлорбензола не отличается в зависимости от содержания липидов в мышечной ткани рыб.

Следует отметить, что на протяжении жизни (19-86 лет) потребление рыбы в данной исследуемой группе уменьшается в ряду 0,79 < 0,47 < 0,38 кг/мес., но с возрастом происходит биоаккумуляция СОЗ в пищевой цепи.

Таким образом, уровень хлорорганических загрязнителей в образцах необходимо оценивать во всех объектах биологического мониторинга [6] для оценки источников поступления СОЗ, выявления рисков для здоровья человека в Арктике.

Работа выполнена при финансовой поддержке Правительства РФ в соответствии с постановлением от 09.04.2010 № 220 (договор от 14.03.2017 № 14.У26.31.0009).

Список литературы

1. Цыганков, В.Ю. "Грязная дюжина" Стокгольмской конвенции. Химия и токсикология стойких органических загрязняющих веществ (СОЗ): обзор литературы // Стойкие органические загрязняющие вещества (СОЗ) в Дальневосточном регионе: моря, организмы, человек: монография / В.Ю. Цыганков, М.М. Донец, Н.К. Христофорова и др.; науч. ред. В.Ю. Цыганков. – Владивосток: Изд-во, Дальневост. федерал. ун-та, 2020. – С. 12-61.
2. Abass, K. Temporal trends of contaminants in Arctic human populations / K. Abass, A. Emelyanova, A. Rautio // Environ. Sci. Pollut. Res., 2018. – 25. – PP. 28834-8850.

3. АМАР. Human Health in the Arctic; Arctic Monitoring and Assessment Programme 2015. [Электронный источник]– URL: <https://www.amap.no/documents/doc/amap-assessment-2015-human-health-in-the-arctic/1346> (Дата обращения 20.03.2021).

4. Lakhmanov, D. Persistent organic pollutants (POPs) in fish consumed by the indigenous peoples from Nenets Autonomous Okrug / D. Lakhmanov, Y. Varakina, A. Aksenov et al. // *Environments*. – 2020. – 7, 3.

5. Varakina, Y. Concentrations of Persistent Organic Pollutants in Women's Serum in the European Arctic Russia / Y. Varakina, D. Lahmanov, A. Aksenov et al. // *Toxics*, 2021. – Vol. 9(1), 6.

6. One Health [Электронный источник] – URL: <https://www.who.int/news-room/q-a-detail/one-health> (дата обращения 23.03.2021).

Воробьева В.А.

СРАВНЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МОРСКИХ И СОЛОНОВАТОВОДНЫХ ТЕСТ-ОРГАНИЗМОВ К ИОНАМ МЕДИ

Кафедра экологии ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - к.б.н., доцент Е.В. Журавель

Биотестирование позволяет оценить токсичность воды, донных отложений, отдельных загрязняющих веществ и их смесей по общим биологическим реакциям (выживаемость, размножение, рост, двигательная активность и т.п.) с использованием лабораторных культур тест-организмов различных систематических групп, представляющих разные трофические уровни в природных экосистемах. Все эти виды, в силу своих биологических и экологических особенностей, проявляют разную чувствительность как к влиянию абиотических факторов, так и токсичных загрязняющих веществ. Для внутри- и межлабораторного контроля процедуры тестирования, а также для сравнения результатов биотестирования одних и тех же токсикантов, выполненных в разных лабораториях, принято сравнивать чувствительность различных тест-организмов на основе их реакций на стандартные токсиканты (чаще всего это сульфат меди, бихромат калия или додецилсульфат натрия) [1, 3].

Цель работы: провести сравнение чувствительности морских и солонатоводных тест-организмов разных систематических групп к ионам меди.

Для приготовления раствора токсиканта использовали сульфат меди (ACS reagent, $\geq 98,0\%$, Sigma-Aldrich). Из маточного раствора с концентрацией 0,1 г/л готовили растворы, содержащие 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1 и 2 мг/л ионов меди. В качестве тест-объектов были выбраны: микроводоросль *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin, морской еж *Scaphechinus mirabilis* Agassiz, жаброногое ракообразное *Artemia salina* L., рекомендованные для биотестирования морских вод и донных осадков [2]. Эксперимент с микроводорослью *P. tricornutum* проводился по стандартной методике [2]. Микроводоросли выращивали на среде f. В течение 3 суток оценивали рост численности культуры, проводя подсчет клеток в камере Горяева. Опыт с жаброногими ракообразными проводился по стандартной методике [2], основанной на установлении различия между количеством погибших науплиусов артемий в анализируемой пробе (опыт) и воде, которая не содержит токсических веществ (контроль). Продолжительность эксперимента составляла 72 ч. Для оценки воздействия ионов меди на личинок морских ежей *S. mirabilis* было проведено два варианта эксперимента. Первый тест – ООС-тест, основанный на оплодотворяющей способности сперматозоидов. Второй тест – эмбриотест. Оплодотворенные яйцеклетки помещали в исследуемые растворы и далее наблюдали их развитие,

отмечая нормальное развитие, деформации и аномалии [1, 4]. Эксперименты проводились на протяжении 48 часов. Для подсчета и фотографирования фиксировали часть личинок 0,02% раствором глутаральдегида.

Все эксперименты выполняли в трех повторностях. Результаты биотестов обрабатывали с помощью программ Excel и Statistica, вычисляли среднее, стандартное отклонение, оценивали достоверность отличия опытных выборок от контрольных с помощью критерия Манна-Уитни. Во всех экспериментах средние эффективные (летальные) концентрации ЭК₅₀ (ЛК₅₀) определяли с помощью пробит-метода.

Влияние ионов меди на состояние микроводоросли *P. tricornutum* проявлялось при всех испытанных концентрациях. В растворах, содержащих 0,05-0,2 мг/л ионов меди, к 72 часам эксперимента численность клеток составляла в среднем 40% от контроля, в растворе 0,5 мг/л – 20%, 1 и 2 мг/л – менее 10%. Нарушение оплодотворяющей способности сперматозоидов морского ежа *S. mirabilis* происходило при концентрациях ионов меди от 50 до 200 мкг/л. В растворе с 500 мкг/л ионов меди оплодотворение полностью подавлялось. Влияние ионов меди на *A. salina* проявилось в снижении выживаемости после 24 часов эксперимента при концентрации 4 мг/л и гибели через 72 часа в растворах, содержащих 2-4 мг/л меди. Результаты расчетов ЭК₅₀ (ЛК₅₀) приведены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение чувствительности тест-организмов к ионам меди

Тест-объект	Эффективная концентрация, мкг/л	Тест-реакция
<i>S. mirabilis</i>	ЭК ₅₀ (0) = 72,44 ЭК ₅₀ (48) = 18,62	Снижение оплодотворяющей способности сперматозоидов, нарушение развития
<i>P. tricornutum</i>	ЭК ₅₀ (48) = 259 ЭК ₅₀ (72) = 107	Ингибирование роста, снижение концентрации хлорофилла <i>a</i> , изменение формы и размеров клеток
<i>A. salina</i>	ЛК ₅₀ (24) = 6910 ЛК ₅₀ (48) = 2170 ЛК ₅₀ (72) = 1650	Гибель науплиусов

Сравнение экспериментальных данных показало, что наиболее восприимчивыми к ионам меди являются личинки морского ежа *S. mirabilis* (ЭК₅₀ 18,62-72,44 мкг/л), менее – микроводоросль *P. tricornutum* (ЭК₅₀ 107-259 мкг/л). Наиболее устойчивыми к ионам меди оказались жаброногие ракообразные *A. salina* (ЛК₅₀ 1650-6910 мкг/л).

Список литературы

1. Журавель, Е.В. Влияние ионов меди и кадмия на раннее развитие плоского морского ежа *Scaphechinus mirabilis* / Е.В. Журавель, О.В. Подгурская // Вода: химия и экология. – 2015. – №. 3. – С. 40-46.
2. Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. – М.: РЭФИА, НИА-Природа, 2002. – 118 с.
3. Терехова, В.А. Биотест-системы для задач экологического контроля: Методические рекомендации по практическому использованию стандартизованных тест-культур / В.А. Терехова и др. // Москва: Изд-во «Доброе слово», 2014. – 48 с.
4. Kobayashi, N. Marine pollution bioassay by sea urchin eggs, an attempt to enhance accuracy / N. Kobayashi // Publications of the seto marine biological laboratory – 1985. – V.30 (4-6).-P. 213-226.

Гамов М.К., Иванова А.Е.

ОЦЕНКА КОНЦЕНТРАЦИЙ СВИНЦА В ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБАХ ОХОТСКОГО МОРЯ

Кафедра экологии ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - к.б.н., доцент Департамента пищевых наук и технологий ШБМ и кафедры экологии ШЕН Цыганков В.Ю.

Охотское море является самым продуктивным среди дальневосточных морей, имеет важное промысловое значение и ежегодно обеспечивает в среднем до 47% вылова водных биоресурсов Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна [1]. Акватория шельфа северной части моря является одним из важнейших районов промысла на Дальнем Востоке, а доля добываемых здесь биологических ресурсов достигает 28% от их общего вылова в дальневосточных морях [1]. В последнее время наблюдается увеличение содержания загрязняющих веществ в природных экосистемах [2], в том числе в морских, что увеличивает приоритетность пищевой безопасности морских промысловых организмов. Рыбы могут накапливать значительные концентрации различных соединений, в том числе токсичных. Это свойство позволяет использовать их в качестве биоиндикаторов для оценки уровня загрязнения водоемов [3]. При этом, подобная аккумуляция создает опасность для здоровья человека из-за промышленной добычи водных биоресурсов. Поэтому необходимо осуществлять оценку качества рыбного сырья, в частности с позиции загрязнения его тяжелыми металлами.

Свинец крайне токсичный элемент, может вызывать сильное отравление гидробионтов и человека [4]. Является показателем техногенного воздействия на окружающую среду. Также может быть индикатором природных биогеохимических провинций, например, Тихоокеанское огненное кольцо – мощный источник геохимического воздействия на морскую среду. Поставщиком химических элементов в окружающую среду являются подводный, надводный вулканизм и Курило-Камчатский желоб, благодаря апвеллингу выносящий на поверхность биогенные элементы, формирующие импактные геохимические провинции в северо-западной части Тихого океана [5].

Цель работы – оценить уровни свинца в органах промысловых рыб Охотского моря: кеты (*Oncorhynchus keta*) и сем. камбаловых (*Pleuronectidae*) на основе литературных данных.

Нами проанализированы публикации, в которых авторы показывали концентрации в образцах кеты (*Oncorhynchus keta*) и сем. камбаловых (*Pleuronectidae*), выловленных в 2012–2013 гг. [5, 6]. Подготовку проб гидробионтов к атомно-абсорбционному определению свинца авторы проводили методом кислотной минерализации с азотной кислотой, в соответствии с ГОСТом 26929-94 [7]. Измерение концентраций свинца проводили на спектрофотометре «Shimadzu» АА-6800, с использованием электротермического атомизатора. В качестве стандартных образцов использовали ГСО растворов металлов [5, 6].

Во всех исследованных авторами образцах, кроме печени кеты, средние концентрации свинца не превышали ПДУ (1,0 мг/кг) [8] (таб. 1). Концентрации свинца в печени превышали таковую в мышцах. Межвидовые различия указывают на увеличение уровней Pb в ките. Вероятно, это связано с более длительным периодом жизни лососёвых и местами их нагула вблизи районов, имеющих аномально высокие концентрации элемента. Камбалы ведут оседлый образ жизни и обитают в прибрежной мелководной зоне. В Охотском море единственным источником поступления свинца являются геохимические условия среды в южной части (вблизи Курило-Камчатского желоба), через которую проходят миграционные пути анадромных рыб, таких как лососи [5].

Средние показатели Pb в органах рыб 2012 и 2013 годов вылова, мг/кг сырой массы [5, 6].

Отобранные образцы	Мышцы	Печень	Гонады
Сем. камбаловые (<i>Pleuronectidae</i>)	0,06±0,01	0,12±0,04	– ²
Кета (<i>Oncorhynchus keta</i>)	0,71±0,13	1,27±0,07	0,44±0,04

ПДУ для свинца в свежей, охлажденной и мороженой морской рыбе – 1,0 мг/кг; ² - не исследовалось.

Таким образом, камбалы и лососи могут выступать удобными биоиндикаторами загрязнения окружающей среды, а также отражать геохимические условия. Камбалы, за счет оседлого образа жизни, показывают локальное загрязнение, лососи – региональное загрязнение в рамках мест нагула и нереста.

Список литературы

1. Овчинников, В.В. Водные биологические ресурсы северо-западной части Охотского моря. / В.В. Овчинников, О.В. Прикоки, С. В. Клинушкин, М.В. Ракитина, В.В. Волобуев // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2017. – №. 44. – С. 5-15.
2. Донец, М.М. Современные уровни загрязняющих веществ в промысловых объектах дальневосточных морей России / М.М. Донец, В.Ю. Цыганков // Вестник ДВО РАН. – 2019. – № 4. – С. 90-103.
3. Syasina, I.G. Assessment of the state of the gibel carp *Carassius auratus gibelio* in the Amur River Basin: heavy-metal and arsenic concentrations and histopathology of internal organs / I.G. Syasina, A.V. Khloпова, L.M. Chukhlebova // Archives of environmental contamination and toxicology. – 2012. – V. 62. – № 3. – P. 465-478.
4. Ефимова, И.О. Определение доброкачественности морской рыбы и содержания в ней тяжелых металлов. / И.О. Ефимова, В.В. Григорьева, Г.П. Тихонова // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – №. 4. – С. 47-52.
5. Khristoforova, N.K. The Kuril Islands as a potential region for aquaculture: Trace elements in chum salmon. / N.K. Khristoforova, V.Y. Tsygankov, O.N. Lukyanova, M.D. Boyarova. // Environmental Pollution. – 2016. – V. 213. – P. 727-731.
6. Ковековдова, Л.Т. Мониторинг содержания металлов и мышьяка в промысловых рыбах и морской воде дальневосточных морей. / Л.Т. Ковековдова, Д.П. Кику, И.С. Касьяненко. // Рыбное хозяйство. – 2015. – №. 2. – С. 18-24.
7. ГОСТ 26929–94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. – Введ. 01.01.96. ; взамен ГОСТ 26929–86. – М.: Стандартинформ, 2010. – 10 с.
8. ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции». – М.: Комиссия Таможенного союза, 2011. – 265 с.

Лысак С.А., Миллер М.А., Черняев А.П., Лягуша М.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ХЛОРОРГАНИЧЕСКИХ ПЕСТИЦИДОВ В БУХТЕ ПЯТИ ОХОТНИКОВ МЕТОДОМ ГАЗОВОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Кафедра физической и аналитической химии ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.х.н, доцент Черняев А.П.

Из множества загрязняющих веществ, поступающих в водные объекты, стойкие хлорорганические пестициды (ХОП) и полихлорированные бифенилы (ПХБ) имеют первый класс опасности, поскольку оказывают наибольшее негативное влияние на состояние гидробионтов. ХОП по рекомендации Всемирной организации здравоохранения отнесены к загрязняющим веществам, подлежащим контролю в объектах окружающей среды. Целью настоящего исследования являлась оценка современного экологического состояния бухты Пяти охотников [1].

Бухта Пяти охотников расположена в самом большом заливе Японского моря – заливе Петра Великого. Залив испытывает сильное антропогенное воздействие, в его воды поступает большое количество хозяйственно-бытовых и промышленных стоков из Владивостока, Находки, Уссурийска и других населенных пунктов. Большинство сточных вод попадают в залив без должной очистки. Стоки с различных предприятий содержат летучие фенолы, нефтепродукты, металлы, в том числе и тяжелые, отходы переработки рыбы и сельскохозяйственного сырья. Морские суда также являются источником таких загрязняющих веществ, как нефтепродукты, технические масла, бытовые сточные воды и мусор. Так же в середине-конце двадцатого века бухта активно использовалась как место стоянки рыболовных судов [2].

В качестве объектов исследования были взяты образцы морской воды, донных отложений и водной растительности (водоросли *Laminaria japonica*). Содержание ХОП: гексахлорбензола (ГХБ), гексахлорциклогексана (α , β , γ -изомеров ГХЦГ), дихлордифенилтрихлорметилметана (ДДТ) и его метаболитов определяли методом газожидкостной хроматографии с использованием детектора электронного захвата [3-4].

Допустимые уровни содержания ГХБ в водах акватории, имеющих рыбохозяйственное значение, составляет 0,00001 мг/л, сумма изомеров ГХЦГ 0,00001 мг/л, сумма метаболитов ДДТ 0,00001 мг/л. В донных отложениях допустимые уровни, следующие: сумма изомеров ГХЦГ 0,1 мг/кг, сумма метаболитов ДДТ 0,1 мг/кг, ГХБ не нормируется. Согласно Технического регламента таможенного союза содержание пестицидов в нерыбных объектах морского промысла составляет: сумма метаболитов ДДТ 0,2 мг/кг, сумма изомеров ГХЦГ 0,2 мг/кг, ГХБ не нормируется.

В результате проведенного исследования обнаружено превышение допустимых уровней пестицидов, как в абиотических, так и в биологических компонентах. Данные исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Содержание ХОП в пробах из б. Пяти Охотников

Вид пробы	α -ГХЦГ	β -ГХЦГ	γ -ГХЦГ	Сумма изомеров ГХЦГ	ДДЕ	ДДД	ДДТ	Сумма метаболито в ДДТ	ГХБ
Водоросли, мг/кг	13 \pm 0,8	4,7 \pm 0,4	21,8 \pm 1,3	39,50	77,2 \pm 4,6	56,6 \pm 3,9	84,8 \pm 5,1	218,6	1,7 \pm 0,2
Донные отложения, мг/кг	5 \pm 0,5	3,6 \pm 0,2	1,8 \pm 0,3	10,40	29,8 \pm 3,0	4,2 \pm 0,4	17 \pm 1,8	51,0	5,8 \pm 0,6
Вода, мг/л	0,000013 \pm 0,000003	0	0	0,000013	0,000147 \pm 0,00003	0	0,000056 \pm 0,00001	0,000204	0,000010 \pm 0,000002

В водах бухты содержание изомеров ГХЦГ было превышено в 1,3 раза, причем был обнаружен только альфа-изомер, что свидетельствует о давности поступления ГХЦГ в морскую среду. О давности

поступления другого пестицида ДДТ так же свидетельствует высокий уровень его трансформации до метаболитов ДДЕ и ДДД. Содержание ГХБ находилось на допустимом уровне.

В донных отложениях содержание всех исследованных пестицидов было значительно превышено: сумма изомеров ГХЦГ более, чем в 300 раз, ДДТ и его метаболиты в 500 раз. По наличию отдельных изомеров так же можно сделать заключение о давности поступления пестицидов в донные отложения бухты. Донные отложения являются своеобразным индикатором остроты загрязнения. По сравнению содержания ХОП в воде и донных отложениях можно говорить о хроническом характере загрязнения экосистемы бухты.

В водорослях превышение допустимых уровней изомеров ГХЦГ составило почти в 200 раз, а ДДТ и его метаболитов более, чем в 1000 раз.

Таким образом, нами сделано заключение о неблагоприятном экологическом состоянии бухты Пяти охотников в заливе Петра Великого.

Список литературы

1. Клюев, Н.А. Эколого-аналитический контроль стойких органических загрязнений в окружающей среде / Н.А. Клюев. – М.: Издательство "Джеймс", 2000. – 48 с.
2. Дулепов, В.И. Исследование экологического состояния бухт и заливов Петра Великого / В.И. Дулепов, О.А. Кочеткова // Международные научные чтения «Приморские зори 2012». – Владивосток: ТАНЕБ, 2012. – С.107–111.
3. Черняев, А.П. Современная модификация способа определения ХОП в органических объектах / А.П. Черняев, Е.Ю. Рычкова, Н.Б. Кондриков, Е.Н. Зык // Известия ТИНРО (Тихоокеанского Научно-исследовательского рыбохозяйственного центра). – 2017. – Т. 188. – С. 244-250.
4. Лягуша, М.С. Современные уровни хлорорганических пестицидов (ХОП) в абиотических компонентах экосистем северо-западной части Тихого океана / М.С. Лягуша, А.П. Черняев // Стойкие органические загрязняющие вещества (СОЗ) в Дальневосточном регионе: моря, организмы. – Владивосток: Дальневосточный федеральный университет, 2020. – С. 101-127.

Мазур М.А.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА БИОТЕСТОВАНИЯ С ПЛОСКИМ МОРСКИМ ЕЖОМ *SCAPHESCHINUS MIRABILIS* (AGASSIZ, 1863) ДЛЯ ОЦЕНКИ ТОКСИЧНОСТИ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ИЗ ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНОВ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО

Кафедра экологии ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.б.н., доцент Е.В. Журавель

Пограничная зона «вода-донные отложения» – это завершающее звено трансформации и захоронения большого количества химических соединений, находящихся в биосфере. Данная зона представляет собой область накопления, а также активной трансформации химических веществ. Концентрации поллютантов, накапливающихся в осадках, могут выступать в роли интегрального показателя степени загрязнения прибрежных зон. Поверхностный слой раздела «вода-дно», а прежде всего сами донные осадки, выступают в качестве активного источника вторичного загрязнения морской толщи, происходящего в результате взмучивания иловых масс при гидрологических явлениях, жизнедеятельности донных организмов (биологическое взмучивание) и антропогенной деятельности [2]. Именно поэтому для анализа долгосрочного воздействия на прибрежные зоны наиболее показательным является анализ состояния донных осадков. Донные отложения менее чувствительны к

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

краткосрочным колебаниям гидролого-гидрохимических параметров, тем самым более полно отражают истинное состояние морской среды [1].

Биотестирование – один из методов интегральной оценки качества исследуемой среды. Использование данного подхода позволяет оценивать совокупное токсическое влияние различных загрязняющих веществ, присутствующих как в морской воде, так и в донных отложениях. Биотест с гаметами, эмбрионами и личинками морских ежей характеризуется высокой чувствительностью к воздействию токсикантов, поступающих в морскую среду из различных источников [4]. С помощью фиксации задержек и аномалий в развитии, а также оценки смертности эмбрионов и личинок морских ежей можно дать количественную оценку токсического воздействия.

Целью исследования являлась оценка токсичности морских донных осадков из отдельных заливов Петра Великого с помощью биотестирования с плоским морским ежом *Scaphechinus mirabilis*.

Пробы донных отложений были отобраны с 14 станций, расположенных в окрестностях залива Посьет и Находка, а также Амурского и Уссурийского заливов (рис. 1). Для оценки токсичности донных осадков зал. Восток использовали гаметы, эмбрионы и личинки плоского морского ежа *Scaphechinus mirabilis*, широко распространенного в зал. Петра Великого.

Для количественной оценки токсического и тератогенного потенциала донных осадков разработана шкала и предложена методика расчета интегрального индекса токсичности донных осадков (ИТИ) [5]. Максимальные значения индекса ИТИ были рассчитаны для проб донных отложений, в которых наибольший процент личинок не просто отставал в развитии, а развивался с грубыми аномалиями (рис. 2).

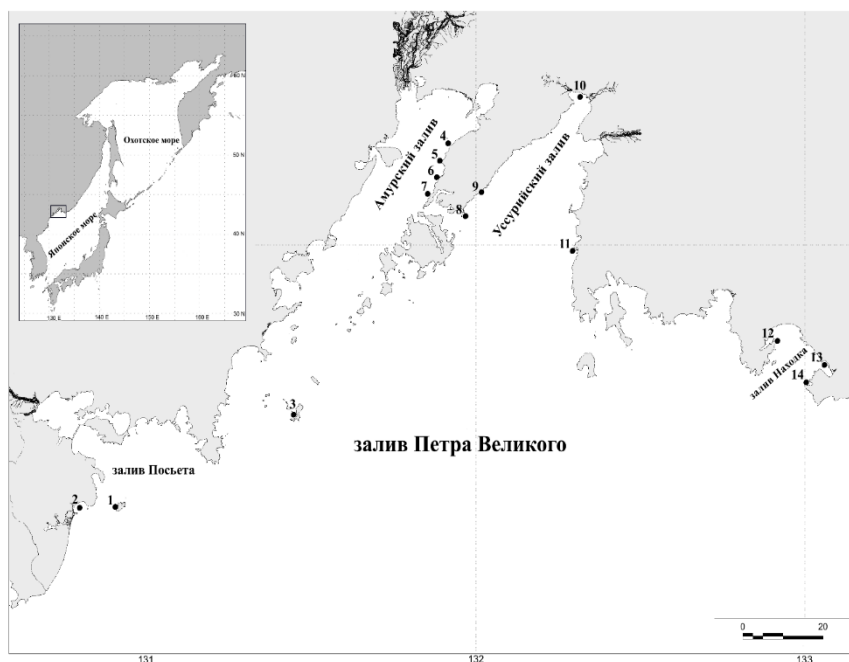


Рисунок 1 – Карта района отбора проб донных отложений для биотестирования:
1 - о-в Фуругельма, б. Западная; 2 - б. Сивучья, о-в Веры; 3 - о-в Большой Пелис; 4 - м. Красный;
5 - м. Фирсова; 6 - м. Лагерный; 7 - м. Купера; 8 - с; 9 - б. Горностай; 10 - б. Муравьиная;
11 - м. Полосатик, б. Подъяпольского; 12 - м. Шведова; 13 - б. Врангеля, п. Береговое;
14 - б. Козьмина, нефтепорт

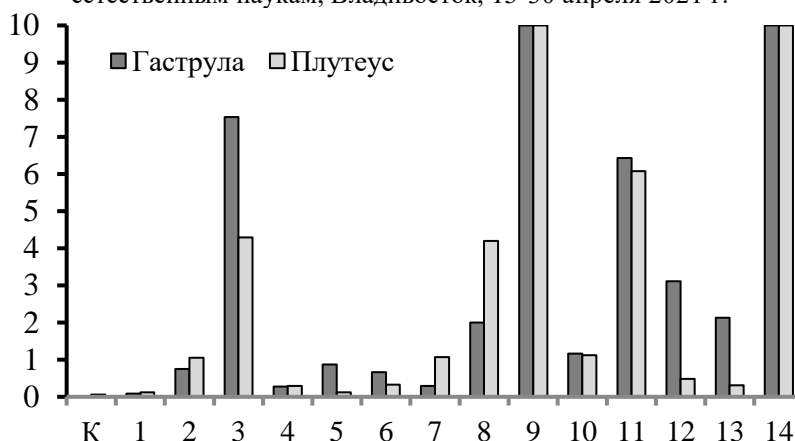


Рисунок 2 – Значения интегрального индекса токсичности донных осадков (ИТИ) из зал. Петра Великого

Полученные в ходе исследования результаты указывают на локальный характер загрязнения донных отложений залива Петра Великого, приуроченный к городским и промышленным зонам Уссурийского залива и залива Находка. Так на побережье б. Подъяпольского с 1930 г. свою деятельность осуществляет рыболовецкий колхоз «Приморец» [3]. На побережье б. Козьмина (ст. 14) расположен «Специализированный морской нефтеналивной порт Козьмино», активно функционирующий с 2009 г. Загрязненные стоки, поступающие в воды б. Горностай с рекультивированного полигона твердых бытовых отходов г. Владивосток, непосредственным образом влияют на ухудшение экологической ситуации в данной акватории.

Список литературы

1. Журавель, Е.В. Углеводороды и полихлорированные бифенилы в донных осадках зал. Находка (зал. Петра Великого, Японское море): оценка уровня загрязнения и потенциальной токсичности / Е.В. Журавель и др. // Сибирский экологический журнал. – 2015. – №6. – С. 931-940.
2. Израэль, Ю.А. Антропогенная экология океана : коллективная монография / Ю.А. Израэль, А.В. Цыбань. – М: Флинта, Наука, 2009. – 532 с.
3. Христофорова, Н.К. Уссурийский залив: загрязнение прибрежных вод тяжелыми металлами и его оценка с использованием бурых водорослей / Н.К. Христофорова // Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. – 2020. – № 3 (211). – С. 116-125.
4. Kobayashi, N. Marine ecotoxicological testing with echinoderms / E. Kobayashi // Ecotoxicological Testing for the Marine Environment. – 1984. – Vol. 1. – P. 341–356.
5. Morroni, L. Development of a new integrative toxicity index based on an improvement of the sea urchin embryo toxicity test / L. Morroni et al. // Ecotoxicol. Environ. Saf. – 2016. – № 12. – P. 1-5.

Метревели В.Е., Миронова Е.К.

СТОЙКИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА В ГИДРОБИОНТАХ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАССЕЙНА РОССИИ (БЕРИНГОВО, ОХОТСКОЕ И ЧУКОТСКОЕ)

Кафедра экологии ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - к.б.н., доцент Департамента пищевых наук и технологий ШБМ и кафедры экологии ШЕН Цыганков В.Ю.

Стойкие органические загрязняющие вещества (СОЗ), включающие хлорорганические

пестициды (ХОП) и полихлорированные бифенилы (ПХБ), являются суперэкоксикантами и получили широкое распространение после Второй Мировой войны [1]. Главными свойствами СОЗ являются накопление в больших количествах в жировой ткани (липофильность) и перенос по трофическим цепям с увеличением концентрации на каждом новом уровне (биомагнификация). Северные моря, являются основной мишенью глобального переноса СОЗ в связи со специфическими условиями климата. Известно, что приблизительно 90% всех поллютантов проникает в организм с пищей. При попадании в воду СОЗ способны аккумулироваться в живых организмах, которые могут представлять промысловое значение для человека [2, 3]. Так, одними из самых продуктивных районов отечественного промысла является Дальневосточный рыбохозяйственный бассейн, в воды которого загрязняющие вещества попадают путем воздушного переноса, мигрирующими организмами и с течениями из тропических широт [4].

Целью работы явился анализ литературных данных по содержанию стойких органических загрязняющих веществ в гидробионтах Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна России (Берингово, Охотское и Чукотское моря).

Перед тем как попасть в организм бентофагов, стойкие загрязняющие вещества аккумулируются в поверхностных отложениях морей. Результаты распределения хлорорганических пестицидов показали, что концентрации ХОП в поверхностных отложениях находились в диапазоне 1,00 – 3,74 нг/г сухого веса. Минимальная концентрация была обнаружена в Чукотском море – 1,78 нг/г в сравнении с другими Арктическими регионами [5].

Известно, что рыба считается одним из лучших организмов для изучения характеристик аккумуляции и воздействия загрязняющих веществ на экосистему. Одними из распространённых видов, склонных к накоплению СОЗ в больших количествах является семейство лососевых (Salmonidae). Так, максимальная концентрация наблюдалась в печени нерки (*Oncorhynchus nerka*) из вод Берингова моря – 7103 нг/г липидов, тогда как в Охотском море концентрации не превышали санитарно-эпидемиологических норм РФ [6]. Еще одним важным объектом промыслового значения в Охотском море является северная палтусовидная камбала (*Hippoglossoides robustus*). Для камбалы не характерна долгая миграция, по сравнению с лососями, и накопление СОЗ происходит в соответствии с местом их обитания. Результаты исследований в Охотском море показывают, что общая концентрация СОЗ в образцах мышечной ткани камбал входит в рамки нормированного уровня и составляет 12,9 – 1048 нг/г сырого веса [7]. Данных по исследованию СОЗ в рыбах Чукотского моря не было обнаружено.

Морские млекопитающие могут считаться ключевыми видами для мониторинга стойких органических загрязняющих веществ в морской среде во всем мире. Они могут быть использованы как биоиндикаторы глобального состояния и как маркеры современных тенденций антропогенного загрязнения. Известны данные по содержанию хлорорганических пестицидов в образцах различных млекопитающих из Берингова моря. Так, высокие показатели пришлось на образцы печени моржа (*Odobenus rosmarus*) – до 90000 нг/г липидов, напротив, низкие показатели были обнаружены в образцах печени серого кита (*Eschrichtius robustus*) до 13808 нг/г липидов [8]. Различия в концентрациях пестицидов между морскими млекопитающими в значительной степени связаны с характеристикой пищевого поведения каждого отдельного вида. Данных по исследованию пестицидов в морских млекопитающих Охотского и Чукотского морей не было обнаружено.

Проанализированные литературные источники дают представление общего фона загрязняющих веществ в гидробионтах Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна России, так как в этом районе отсутствуют локальные источники загрязнения. Однако, информация о животных, которые могут выступать в качестве маркера загрязнения в некоторых регионах, является неполной и требует

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.
дальнейших исследований, касающихся распределения СОЗ и выяснения возможного токсического воздействия на организмы.

Список литературы

1. Jones, K.C. Persistent organic pollutants (POPs): state of the science / K.C. Jones, P. de Voogt // *Environmental Pollution*. – 1999. – Vol. 100, Iss. 1-3. – P. 209-221.
2. Smith, A.D. Organochlorine chemicals in seafood: occurrence and health concerns / A.D. Smith, S.D. Gangolli // *Food and Chemical Toxicology*. – 2002. – Vol. 40, № 6. – P. 767-779.
3. Alharbi O.M. Health and environment effects of persistent organic pollutants / O.M. L. Alharbi, A.A. Basheer, R.A. Khattab, I. Ali // *Journal of Molecular Liquids*. – 2018. – Vol. 263. – P. 442-453.
4. Wania, F. Assessing the potential of persistent organic chemicals for long-range transport and accumulation in Polar Regions / F. Wania // *Environmental Science & Technology*. – 2003. – Vol. 37. – P. 1344-1351.
5. Distribution and enantiomeric profiles of organochlorine pesticides in surface sediment from the Bering Sea, Chukchi Sea and adjacent Arctic areas / M. Jin, J. Fu, B. Xue [et al.] // *Environmental Pollution*. – 2017. – Vol. 222. – P. 109-117.
6. Tsygankov, V.Yu. Bioindicators of organochlorine pesticides in the Sea of Okhotsk and the Western Bering Sea / V.Yu. Tsygankov, M.D. Boyarova, O.N. Lukyanova, N.K. Khristoforova // *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*. – 2017. – Vol. 73, № 2. – P. 176-184.
7. Lukyanova, O.N. Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in the Bering flounder (*Hippoglossoides robustus*) from the Sea of Okhotsk / O.N. Lukyanova, V.Yu. Tsygankov, M.D. Boyarova // *Marine Pollution Bulletin*. – 2018. – Vol. 137. – P. 152-156.
8. Tsygankov, V.Yu. Bioaccumulation of persistent organochlorine pesticides (OCPs) by gray whale and Pacific walrus from the western part of the Bering Sea / V.Yu. Tsygankov, M.D. Boyarova, O.N. Lukyanova // *Marine Pollution Bulletin*. – 2015. – Vol. 99, Iss. 1-2. – P. 235-239.

Миронова Е. К., Метревели В.Е.

**СТОЙКИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА В ГИДРОБИОНТАХ
ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО И СЕВЕРНОГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ БАССЕЙНОВ
РОССИИ (КАРСКОЕ, БАРЕНЦЕВО И БЕЛОЕ МОРЯ)**

Кафедра экологии ШЕН ДВФУ

Научный руководитель - к.б.н., доцент Департамента пищевых наук и технологий ШБМ и кафедры экологии ШЕН Цыганков В.Ю.

Стойкие органические загрязняющие вещества представляют группу опасных соединений, обладающих липофильностью и способностью к биомагнификации [1]. К таким соединениям относятся полихлорированные бифенилы (ПХБ) и хлорированные пестициды (ХОП), включающие гексахлорциклогексаны (ГХЦГ) и ДДТ с его метаболитами. Пища является основным источником попадания токсикантов в организм. Накопление поллютантов в органах и тканях морских животных является глобальной проблемой, так как многие из этих веществ обладают канцерогенными свойствами и способны вызывать различного рода отклонения [2].

Арктический регион планеты, в том числе северные моря, является основной мишенью глобального переноса СОЗ в связи со специфическими условиями климата. Так, одними из северных промысловых районов России являются Западно-Сибирский и Северный рыбохозяйственные бассейны, в воды которых загрязняющие вещества попадают путем воздушного переноса, миграций организмов, с течениями из тропических широт и в результате воздействия локальных антропогенных

источников [3, 4, 5].

Целью работы явился анализ литературных данных по содержанию стойких органических загрязняющих веществ в гидробионтах Западно-Сибирского и Северного рыбохозяйственных бассейнов России (Карское, Баренцево и Белое моря).

Известно, что членистоногие, в частности ракообразные, подвержены накоплению в своем организме СОЗ и исследования таких видов могут давать более полную картину состояния акватории, в которой они обитают. В процессе анализа литературных источников не было обнаружено данных по содержанию СОЗ в ракообразных Карского и Белого морей, за исключением исследований в водах Баренцева моря [6, 7, 8]. Изученные данные свидетельствуют о давнем поступлении СОЗ в акваторию Баренцева моря и уровни накопления токсикантов являются незначительными и не превышают нормативов, установленных санитарными правилами и нормами [9].

Виды монофаги с относительно короткой продолжительностью жизни будут лучше отражать текущий статус концентрации загрязняющих веществ в исследуемом районе, по сравнению с долгоживущими видами с широким спектром питания [10]. Одним из таких представителей является семейство тресковые (*Gadidae*). Максимальные показатели зафиксированы у минтая (*Theragra chalcogramma*) из Карского моря – 6068 нг/г липидов [11]. В Белом море средние результаты этих рыб составили 95 нг/г липидов [12].

Поскольку морские млекопитающие являются, как правило, высшим звеном пищевой цепи, они накапливают СОЗ в больших количествах. Исходя из этого, в спектре риска находятся коренные народы севера, объектом традиционного промысла которых являются моржи и киты [13]. Одними из самых распространенных и оседлых видов в Арктике являются представители семейства настоящих тюленей (*Phocidae*), которые выступают в качестве биоиндикаторов загрязнения акватории СОЗ в течение долгого периода времени. Так, максимальные показатели загрязняющих веществ были обнаружены в образцах кольчатой нерпы (*Pusa hispida*) из Карского моря – 7980 нг/г липидов [11]. Минимальные показатели выявлены у гренландского тюленя (*Pagophilus groenlandicus*), обитающего в Белом море – 3642 нг/г липидов [12]. Данных по исследованию СОЗ в морских млекопитающих в Баренцевом море не было обнаружено.

В результате работы проанализированные литературные источники дают представление общего фона загрязняющих веществ в гидробионтах Западно-Сибирского и Северного рыбохозяйственных бассейнов России. Однако, информации о животных, которые могут выступать в качестве маркера загрязнения отдельных акваторий крайне мало. Необходимы дальнейшие исследования для изучения проблемы СОЗ, их распределения и выяснения возможного токсического воздействия на животных в Арктических регионах России.

Список литературы

1. Мартынов, Б.И. Стойкие органические загрязнители / Б.И. Мартынов // Вестник Московского государственного областного университета (Электронный журнал). – 2011. – № 2. – С. 194-196.
2. Jones, K.C. Persistent organic pollutants (POPs): state of the science / K.C. Jones, P. de Voogt // Environmental Pollution. – 1999. – Vol. 100. – Iss. 1–3. – P. 209-221.
3. Wania, F. Assessing the potential of persistent organic chemicals for long-range transport and accumulation in Polar Regions / F. Wania // Environmental Science & Technology. – 2003. – Vol. 37. – P. 1344-1351.
4. Pavlov, V. Hydrographic structure and variability of the Kara Sea: implications for pollutant distribution / V.K. Pavlov, S.L. Pfirman // Deep Sea Research Part II : Tropical Studies in Oceanography. – 1995. – Vol. 42. – Iss. 6. – P. 1369-1390.

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.

5. Yablokov, A.V. Radioactive waste disposal in seas adjacent to the territory of the Russian Federation / A.V. Yablokov // Marine Pollution Bulletin. – 2001. – Vol. 43. – Iss. 1-6. – P. 8-18.
6. Жилин, А.Ю. Накопление хлорированных углеводов в камчатском крабе Баренцева моря / А.Ю. Жилин, Н.Ф. Плотицына, Т.А. Зимовейскова // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана : материалы V Междунар. науч.-техн. конф. (Владивосток, 22-24 мая 2018 г.). – Владивосток, 2018. – С. 87-92.
7. Жилин, А.Ю. Хлорированные углеводороды в северной креветке (*Pandalus borealis*) Баренцева моря / А.Ю. Жилин // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование : материалы XI Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции (24-25 марта 2020 г.). – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2020. – С. 31-35.
8. Жилин, А.Ю., Хлорированные углеводороды в крабе-стригуне *Chionoecetes opilio* Баренцева моря / А.Ю. Жилин, Н.Ф. Плотицына // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы X Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции (19-21 марта 2019 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019. – С. 19-23.
9. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.1078-01). – М.: Минздрав РФ, 2002. – 164 с.
10. Stange, K. Organochlorine contaminants in fish and polycyclic aromatic hydrocarbons in sediments from the Barents Sea / K. Stange, J. Klungsoyr // ICES Journal of Marine Science. – 1997. – Vol. 54, № 3. – P. 318-332.
11. Nakata, H. Persistent organochlorine contaminants in ringed seals (*Phoca hispida*) from the Kara Sea, Russian Arctic / H. Nakata, S. Tanabe, R. Tatsukawa [et al.] // Environmental Toxicology and Chemistry. – 1998. – Vol. 17. – № 9. – P. 1745-1755.
12. Wania, F. Tracking the distribution of persistent organic pollutants / F. Wania, D. MacKay // Environmental Science & Technology. – 1996. – Vol. 30. – № 9. – P. 390-396.
13. Muir, D. Bioaccumulation of PCBs and chlorinated pesticides in seals, fishes and invertebrates from the White Sea, Russia / D. Muir, T. Savinova, V. Savinov [et al.] // The Science of the Total Environment. – 2003. – Vol. 306. – Iss. 1-3. – P. 111-131.

Попова Ю.А.¹, Голов В.И.², Иваненко Н.В.³

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПАХОТНЫХ ПОЧВ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

¹ Кафедра экологии ШЕН ДВФУ

² ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН

³ Владивостокский государственный университет экономики и сервиса

² Научный руководитель - д.б.н., с.н.с. В.И. Голов

В последние годы в нашей стране в связи интенсивной деградацией пахотных почв появились серьезные проблемы, связанные с дальнейшим использованием земель и их охраной. Снижение плодородия и деградация почв наблюдаются во всех странах, где выращивают кормовые или продовольственные культуры. Причина кроется в многолетнем отчуждении товарной продукции, интенсификации обработки почвы, включая химическую мелиорацию, и ее утомление (накопление патогенной микрофлоры и аллелопатия). Выращивание культурных растений всегда приводит к истощению почвы, то есть к потере ее плодородия.

Проблему деградации почв можно рассматривать не только как региональную или государственную, но и как глобальную.

В связи с этим, актуальными становятся исследования, направленные на изучение экологического состояния пахотных почв.

Цель работы – определить экологическое состояние пахотных почв Приморского края при применении удобрений.

Для достижения поставленной цели выдвинуты следующие задачи:

- 1) изучить основные агрохимические свойства пахотных почв в условиях применения удобрений;
- 2) оценить экологическое состояние почв Приморского края, используемых в сельском хозяйстве.

Анализы проводились на почвах, используемых китайскими арендаторами, в двух районах Приморского края: Спасском – на луговой глеевой почве и Хасанском – на аллювиальных почвах (пойменная и остаточно-пойменная). Исследованы занятые посевами риса, сои и овощными культурами поля, находящиеся в аренде у китайских производителей около 10 лет. Агрохимические показатели сравнивали с полученными при анализе целинных и залежных участков, а также пахотных почв, используемых отечественными производителями, где агротехника была традиционной. Почвенные пробы отбирали буром на глубину пахотного горизонта (0-20-30 см). На аллювиальных почвах, в профиле которых встречалось большое количество крупной гальки, пробы отбирали лопатой на ту же глубину. Средний образец почвы с каждого поля состоял из 10 индивидуальных проб. В усредненных образцах почвы определяли следующие агрохимические показатели: содержание гумуса – по Тюрину, реакцию почвенного раствора (рНКСI) – потенциометрическим методом, сумму поглощенных оснований (Са+Mg) в 0,1 N вытяжке уксуснокислого аммония [1, 2]. Статистическую обработку результатов анализа осуществляли стандартными методами. Представленные агрохимические показатели, характеризующие экологическое состояние арендуемых почв, статистически достоверны.

Исследования образцов проводили в специализированной лаборатории, также использовали техническую базу Центра коллективного пользования биотехнологии и генетической инженерии (Федеральный научный центр биоразнообразия ДВО РАН).

Проведенные нами исследования почв, используемых китайскими арендаторами на полях Приморского края свидетельствует о том, что применяемая ими конвенциональная агротехнология выращивания сельскохозяйственных культур приводит к ускоренной дегумификации и деградации арендуемой земли (Таблица). Химические методы повышения плодородия почв и стрессоустойчивости растений, как показывает мировой опыт, уже не имеют прежней эффективности. Они ведут лишь к увеличению доз вносимых минеральных удобрений, а также по данным других исследователей к повышению пестицидной нагрузки на окружающую среду, вызывая не только загрязнение почв, но и эвтрофикацию водоемов, а также химическую мутацию растений. Поэтому, чтобы избежать экологического кризиса и уберечь пахотные почвы от эрозии, засоления и опустынивания необходимо переходить на биологическое земледелие, популярность которого растет с каждым годом [3].

В Спасском районе содержание гумуса за 10 лет уменьшилось на 20 %, в Хасанском – почти наполовину (47,0 %). Применение китайской технологии кроме дегумификации почв способствовало увеличению их кислотности и снижению суммы поглощенных оснований по сравнению с залежными почвами и почвами, где использовалась отечественная технология, что также свидетельствует о более глубокой их деградации. Следует обратить внимание на тот факт, что используемая китайскими арендаторами технология способствует нарушению естественного соотношения поглощенных форм Са и Mg, которое обычно характерно для целинных и пахотных почв [3].

Таблица 1

Изменение экологических показателей пахотных почв Приморского края, используемых китайскими арендаторами при выращивании риса и других культур

Район исследования Почва	Культура	Используемая технология	Содержание гумуса, %	рН сол.	Удобрение, мг/экв на 100 г		
					Сумма Са+Mg, мг/экв. на 100 г	Са, мг/экв. на 100 г	Mg, мг/экв. на 100 г
Спасский. Почва луговая, глеевая, суглинистая	рис	КНР	4,9±0,2	4,5±0,1	18,8±0,4	10,7±0,2	8,1±0,3
	рис	КНР	4,7±0,1	4,4±0,1	20,2±0,5	11,5±0,1	8,7±0,2
	овощи	РФ	5,7±0,3	5,3±0,4	26,2±0,6	19,8±0,3	6,4±0,4
Хасанский. Почва пойменная, на речном аллювии	соя	КНР	2,6±0,1	3,7±0,2	16,8±0,3	10,5±0,2	6,3±0,2
	соя	КНР	3,3±0,4	3,9±0,1	14,6±0,4	-	-
	овощи	КНР	3,9±0,3	4,2±0,1	15,7±0,3	-	-
	залежь	РФ	5,5±0,4	4,6±0,3	21,5±0,6	18,1±0,3	3,4±0,1

Список литературы

1. Минеев, В.Г. Практикум по агрохимии. / В.Г. Минеев, Е.П. Дурынина – М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.
2. Аринушкина, Е.В. Руководство по химическому анализу почв. / Е.В. Аринушкина. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 488 с.
3. Голов, В.И. Экологическое состояние пахотных почв Дальнего Востока и ближайшие перспективы их использования / В.И. Голов, М.Л. Бурдуковский // Вестник ДВО РАН – 2020. – № 1. С. 66-74

Тюнина М.А.

ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ДОННЫХ ОСАДКОВ ЗАЛИВА ВОСТОК МЕТОДОМ БИОТЕСТИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КУЛЬТУРЫ МИКРОВОДОРОСЛИ *PHAEODACTYLUM TRICORNUTUM* ВОHLIN, 1897

Кафедра экологии ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.б.н., доцент Е.В. Журавель

С каждым годом все больше территорий Дальневосточного региона осваивается человеком. В связи с этим антропогенная нагрузка на морские экосистемы неуклонно растет. Залив Восток Японского моря является одной из акваторий залива Петра Великого, где на протяжении многих лет не наблюдалось значительного воздействия на морские экосистемы. Однако заметно возросший в последние годы антропогенный пресс заметно изменил экологическую ситуацию в заливе [3].

Загрязнение морских донных отложений представляет собой серьезную экологическую проблему. Токсичность донных осадков и их воздействие на морских обитателей в большинстве случаев определяются их химическим составом. Однако сложность взаимодействия химических соединений, образование, со временем, продуктов реакций токсикантов и различный отклик организмов на них делает этот подход недостаточным для предоставления точной информации о влиянии на биоту [4]. В связи с этим проводятся исследования на лабораторных культурах организмов, дающие интегральную характеристику состояния среды. Одним из самых распространенных тест-объектов является микроводоросль *P. tricornutum*. Среди преимуществ данной культуры можно

выделить удобство при культивировании, чувствительность культуры и ее круглогодичную доступность [2].

Цель работы: провести оценку токсичности донных осадков зал. Восток методом биотестирования с использованием культуры микроводоросли *P. tricornutum*

Донные осадки отбирали в июле 2020 г. из различных районов зал. Восток. Влияние водных вытяжек из загрязненных донных осадков на микроводоросли *P. tricornutum* оценивали по изменению численности клеток и содержания хлорофилла *a*. Культивирование водоросли осуществляли на питательной среде F, приготовленной на основе фильтрованной и стерилизованной морской воды. В качестве контроля использовали водоросли, выращенные на профильтрованной и простерилизованной морской воде. Биотестирование проводили в стандартных условиях при освещении люминесцентными лампами со свето-темновым периодом 12 ч свет: 12 ч темнота при температуре $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Для определения хлорофилла *a* измеряли оптическую плотность ацетоновых вытяжек на спектрофотометре Shimadzu-UV 1800. Опыты проводили в трех повторностях в течение 7 суток. Численность клеток и содержание хлорофилла *a* в контроле принимали за 100%. Результаты обрабатывали с помощью программ Microsoft Excel и Statistica. Были вычислены средние значения, стандартные отклонения, а также оценка достоверность отличия от контроля на основе расчета критерия Манна-Уитни.

По результатам биотестирования можно сделать вывод о динамике численности клеток микроводоросли, которая на протяжении всего эксперимента носила колебательный характер (рис. 1). На начальных этапах эксперимента (3 суток – 72 ч) численность клеток в пробах со станций V-1, V-3, V-4 и V-8 – V-10 не превышала 49% от контроля, что позволило донные осадки с этих станций отнести к высокотоксичным [1].

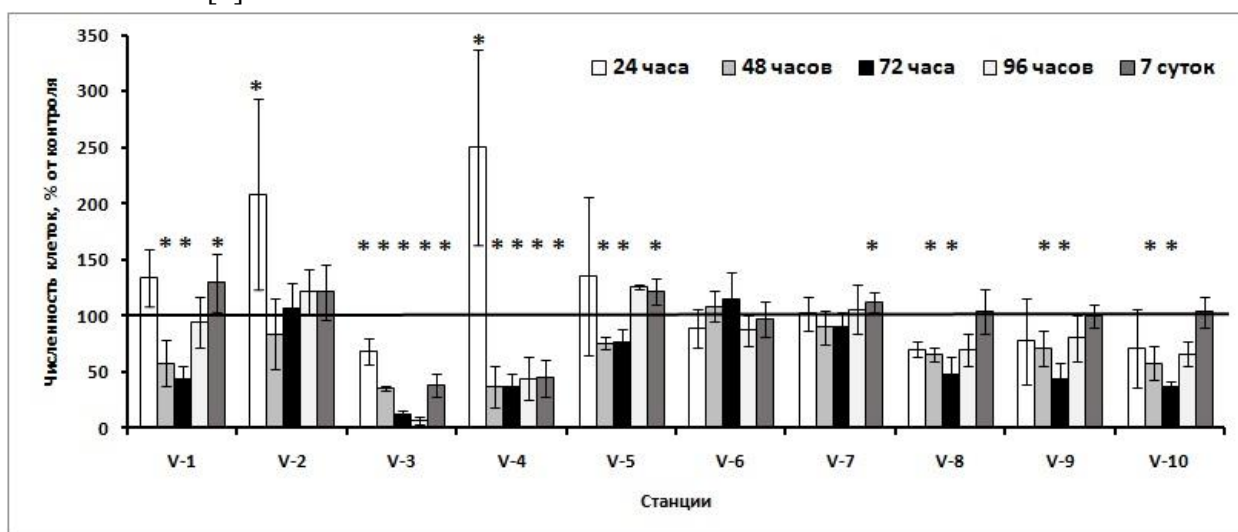


Рисунок 1 - Рост численности культур *P. tricornutum* в водных вытяжках из донных осадков зал. Восток (среднее \pm станд. откл., $n=3$). * -- отличие от контроля достоверно при $p \leq 0,05$.

К 7 суткам отмечалось стимулирование роста численности культуры на станциях, расположенных в западной части залива Восток (V-1, V-2, V-5). Ингибирование роста численности культуры наблюдалось лишь в районе мыса Пуцина (V-3) и мыса Пашинникова (V-4). Количество клеток микроводоросли там составило 37,92% и 44,64% от контроля соответственно. На этих же станциях были выявлены самые низкие значения содержания хлорофилла *a* (4,85% и 48,32% от контроля соответственно). В восточной же части залива Восток (V-6, V-7, V-8) и на выходе из залива (V-9, V-10) результаты биотестирования к 7 суткам были близки к контрольному значению. Минимальная численность клеток составила 97,11% от контроля (V-6) максимальная же достигала значения 112,53% от контроля (V-7).

Таким образом, результаты биотестирования позволили выявить негативные изменения качества донных осадков зал. Восток не только в наиболее освоенной западной, но и в восточной части залива, ранее меньше подверженной антропогенному воздействию.

Список литературы

1. Горбачева, Е.А. Токсикологические исследования донных отложений прибрежных районов Баренцева моря / Е.А. Горбачева // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2017. – Т. 41. – С. 11-15.
2. Маркина, Ж.В. Анализ динамики численности клеток и содержания хлорофилла а микроводоросли *Phaeodactylum tricornutum* для оценки качества вод залива Петра Великого (Японское море) / Ж. В. Маркина, Н.А. Айздайчер // МНКО. – 2011. – №6-2. – С. 368-390.
3. Христофорова, Н.К. Тяжелые металлы в донных осадках залива Восток (Японское море) / Н.К. Христофорова, Ю.А. Наумов, И.С. Арзамасцев // Известия ТИНРО. – 2004. – Т. 136. – С. 278-289.
4. Costa, E. Ecotoxicological effects of sediments from Mar Piccolo, South Italy: toxicity testing with organisms from different trophic levels / E. Costa, V. Piazza, C. Gambardella, et al. // Environ Sci Pollut Res Int. – 2016. – Vol. 23. – P. 12755-12769.

Халтанова С.Д.

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНЫХ СПОСОБОВ БОРЬБЫ С УГОЛЬНОЙ ПЫЛЬЮ НА МОРСКИХ УГОЛЬНЫХ ТЕРМИНАЛАХ В Г. НАХОДКЕ

Департамент наук о Земле ШЕН ДВФУ

Научные руководители: д.т.н., профессор А.И. Агошков; к.г.н., профессор В.И. Блохина

Процессы транспортировки и перегрузки сыпучих грузов, к которым относится уголь, сопровождаются выбросами в атмосферу больших объемов взвешенных твердых частиц, т.е. угольной пыли. Пыление на угольных терминалах г. Находки, осуществляющих перевалку угля, происходит за счет ветровой эрозии и механического воздействия при перемещении угля [1]. Особую роль играют местные климатические условия (в зимний период года), способствующие перемещению угольной пыли на значительные расстояния. Поэтому действующие морские угольные терминалы должны привести свою деятельность с учетом наилучших доступных технологий (НДТ).

На сегодняшний день единственным специализированным угольным терминалом с высокотехнологичной перевалкой угля в Приморском крае является порт «Восточный», сертифицированный в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 14001:2015. Порт оснащен перегрузочной техникой с системой орошения, выгрузка угля осуществляется в закрытом комплексе вагонопрокидывателей, оборудованный системами аспирации и пылеподавления, установлены ветрозащитные экраны с учетом розы ветров [2]. На остальных угольных терминалах г. Находки основными мерами для снижения пылеобразования являются: мокрое пылеподавление с использованием туманообразующих установок в теплый период года, а в зимний – применение снегогенераторных пушек, а также установка ветро-пылезащитных экранов.

Цель работы: поиск рациональных способов борьбы с угольной пылью с учетом наилучших доступных технологий на морских угольных терминалах г. Находки.

Согласно проведенным исследованиям [3], данные мероприятия оказываются недостаточно эффективными, в связи с этим необходим поиск рационального комплекса мер с учетом НДТ.

В качестве инженерного решения для пылеподавления на открытых участках перевалки угля морских угольных терминалов автором предлагается использование пылеподавляющей системы

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г. «VIRSTON» [4], представленной на рисунке 1.

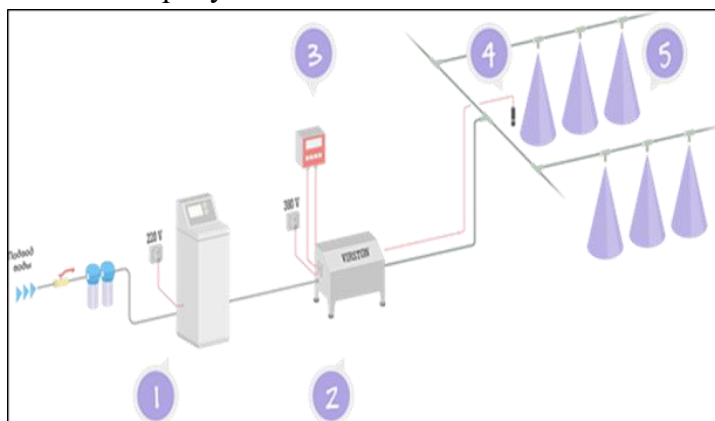


Рисунок 1 - Система пылеподавления «VIRSTON»

Данная система пылеподавления состоит из системы фильтрации воды (1), установки высокого давления (2), шкафа управления (3), датчика влажности и температуры (4), форсунки, трубы и арматура (5).

Принцип пылеподавления основывается на эффекте агломерации, выражающемся в связывании частиц пыли каплями аэрозоли, и последующем осаждении на поверхность. Данный метод позволяет снизить запыленность до 80-90%, что приводит к благоприятным условиям для персонала на рабочих местах и при транспортировке, погрузке/выгрузке угля.

Чтобы снизить негативное воздействие угольной пыли на окружающую среду и работающий персонал портов г. Находки рекомендуется использовать следующие способы и средства борьбы с пылью:

- закрытая разгрузка вагонов с углем с помощью вагоноопрокидывателей или ангарных сооружений;
- использование ветро-пылезащитных экранов и зеленых насаждений, предотвращающих срыв угольной пыли со штабелей угля и перенос пыли в очагах пылеобразования;
- использование систем водяного орошения, повышающих влажность угля для снижения выбросов пыли с открытых складов с помощью установки пылеподавления;
- применение транспортных конвейерных галерей закрытого типа;
- оборудование пунктов разгрузки вагонов и пересыпных станций конвейеров системами пылеподавления водой и аспирации с очисткой запыленного воздуха в рукавных фильтрах;
- использование при погрузке угля в трюмы судов судопогрузочных машин со специальными пылеподавляющими насадками, снижающими выброс пыли при падении угля в трюм;
- внедрение системы мониторинга состояния атмосферного воздуха по взвешенным веществам в автоматическом круглосуточном и круглогодичном режиме.

Внедрение пылеподавляющей системы «VIRSTON», а также вышеперечисленных мероприятий на всех угольных терминалах г. Находки позволит практически полностью избежать попадания угольной пыли в окружающую природную среду.

Автором планируется дальнейшее изучение данной проблемы и поиск рациональных способов борьбы с угольной пылью с учетом наилучших доступных технологий для обеспечения максимальной экологической безопасности населения.

Список литературы

1. Аналитический доклад. Экономические и экологические проблемы развития российских угольных терминалов // Институт проблем естественных монополий: Москва, 2018. – С. 47.
2. Альмакеев, О.Г. Наилучшие доступные технологии по снижению негативного воздействия угольных терминалов на примере третьей очереди АО «Восточный порт» / О.Г. Альмакеев // Проблемы транспорта Дальнего Востока. Доклады научно-практической конференции. – 2019, №1. – С. 49-50/
3. Агошков, А.И. Проблемы охраны труда и защиты окружающей среды на морских угольных терминалах дальневосточного региона / А.И. Агошков, И.В. Московская // Безопасность как фактор устойчивого развития общества. Сборник научных трудов. – 2019. – С. 10-17.
4. Системы пылеподавления [Электронный ресурс] - URL: <https://virston.ru/>

Чепусова Е.Р., Пелех А.Д.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕСАНКЦИОНИРОВАННЫХ СВАЛОК В Г. ВЛАДИВОСТОКЕ НА СОСТОЯНИЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА

Кафедра экологии ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – ст. преподаватель кафедры А.Д. Пелех

С 2015 г. на территории Российской Федерации наблюдается рост объемов отходов производства и потребления, направленных на хранение и захоронение [1]. В Докладе также отмечается увеличение числа отходов. В связи с тем, что темпы роста числа различных отходов высоки, образуются места их скопления, где не предпринимаются меры по утилизации, а также нарушены правила их размещения – несанкционированные свалки. Очевидно, что в таких местах почва испытывает особую антропогенную нагрузку. По данным Доклада об экологической ситуации в Приморском крае в 2019 г. основная масса отходов относится к 4-5 классам опасности [2]. Большую актуальность представляет оценка состояния почв, сопредельных с несанкционированными свалками в городской черте г. Владивостока.

Работа по оценке токсичности почвенной среды в местах несанкционированного размещения отходов выполнялась на базе ДВФУ в 2021 г. Отбор проб почв методом конверта проводился из верхнего горизонта (0-10 см) в начале августа 2020 г. Всего было проанализировано 10 проб с мест локализации отходов (рис. 1).

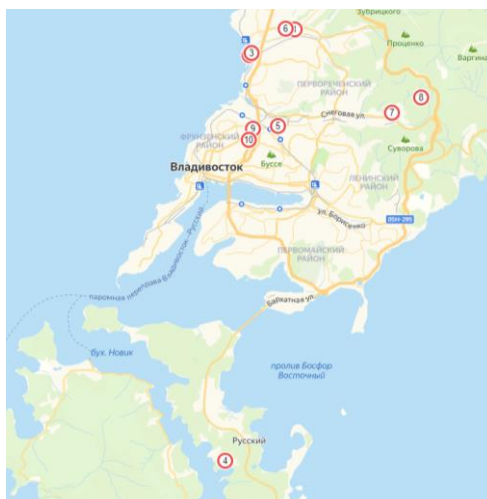


Рисунок 1 – Точки отбора проб на карте г. Владивостока

Оценку токсичности проводили методом биотестирования водной вытяжки из почвенных образцов (в соотношении 1 ч. почвы к 4 ч. воды) по реакции микроводорослей *Scenedesmus quadricauda*, согласно методике ФР 1.39.2007.03223 [3]. Учет результатов изменения прироста численности клеток в опытных образцах относительно контроля (среда Успенского-1) проводили в динамике на 1 и 3 сутки экспозиции проб прямым подсчетом в камере Горяева. Также была проведена процедура фитотестирования в соответствии с методикой ГОСТ Р ИСО 18763-2019 [4]. В качестве тест-объектов использовались семена высших растений кресс-салата (*Lepidium sativum*) и овса посевного (*Avena sativa L.*). В первом случае семена выкладывались в чашки Петри, а во втором – в специальные планшеты. Показателем тест-функции служили длины проростков и корней. Токсичность водной вытяжки оценивалась по показателю фитоэффекта.

Результаты биотестирования с использованием микроводоросли *Scenedesmus quadricauda* представлены в таблице 1. Результаты эксперимента рассчитываются для 72-часовой экспозиции. Для определения степени токсичности водной вытяжки использовался параметр «Отклонение от контроля», в процентах показывающий, насколько сильно то или иное значение отклоняется от контрольного значения.

Таблица 1

Результаты подсчета численности клеток водорослей *Scenedesmus quadricauda*

Номер станции	Название станции	Отклонение от контроля (%)
1	Багратиона	2,3
2	РКЦ	18,4
3	РКЦ-стройка	65,2
4	п. Парис (о. Русский)	88,3
5	Военное Шоссе	32,2
6	Русская, 74	25
7	Снеговая, 123	25
8	ул. Проселочная	65,2
9	Некрасовская	11,7
10	Гоголя	67,1

По результатам биотестирования с использованием водоросли *Scenedesmus quadricauda* водную вытяжку, полученную из проб почв со станций «РКЦ-стройка», «п. Парис», «Проселочная», «Гоголя» можно признать остро токсичной. Не зафиксировано токсического воздействия на культуру на станциях «Багратиона», «РКЦ» и «Некрасовская».

Результаты фитотестирования приведены в таблице 2. Фитотоксичность была установлена на станциях «РКЦ-стройка», «п. Парис», «Снеговая, 123» для корня и на станциях «Багратиона», «РКЦ-стройка», «Снеговая, 123» и «Некрасовская» для проростков в случае использования кресс-салата.

Результаты измерения корней и проростков *Lepidium sativum* и *Avena sativa* L

Название станции	Чашки Петри		Планшеты	
	ФЭ (к), %	ФЭ (п), %	ФЭ (к), %	ФЭ (п), %
Багратиона	16,7	42,8	22,5	71,5
РКЦ	15	11,4	6,6	48
РКЦ-стройка	19,2	21,7	9,9	25,9
п. Парис (о. Русский)	25	3,6	9,9	88,1
Военное Шоссе	10,8	2,4	28,5	59,1
Русская, 74	10	18,7	23,8	40,5
Снеговая, 123	24,2	39,8	27,8	28,6
ул. Проселочная	15	0,6	8,6	12
Некрасовская	0,8	20,5	23,2	14,8
Гоголя	10	0,6	17,9	95

Фитозффект для корней почвенной вытяжки, полученной из почв со станций «Багратиона», «Военное Шоссе», «Русская, 74», «Снеговая, 123» составил более 20%. Для проростков *Avena sativa* L отмечалось наличие фитотоксичности по станциям «Багратиона», «РКЦ», «РКЦ-стройка», «п. Парис», «Военное шоссе», «Русская, 74» и «Снеговая, 123».

Таким образом, было доказано негативное влияние мусора на почвенный слой. Очевидно, что при возникновении стихийных свалок не соблюдаются требования СанПиН, которые могли бы способствовать уменьшению отрицательного влияния на почву. Также стоит отметить, что большая часть мест накопления отходов даже при наличии на них контейнеров для мусора оборудована с нарушением санитарно-гигиенических требований.

Список литературы

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2018 году». – М.: Минприроды России; НП «Кадастр». – 2019. – 844 с.
2. Доклад «Об экологической ситуации в Приморском крае в 2018 году». Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Приморского края. – 2018. – 233 с.
3. Методика определения токсичности вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод и отходов по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водорослей. Федеральный реестр (ФР). ФР.1.39.2007.03223 / Н.С. Жмур, Т.Л. Орлова. – 2-е изд., испр. и доп. - М. : Акварос, 2007. – 48 с
4. ГОСТ Р ИСО 18763—2019. Качество почвы. Определение токсического воздействия загрязняющих веществ на всхожесть и рост на ранних стадиях высших растений. – Введ. 01.01.2021. – М.: Стандартинформ, 2019. – 22 с.

Раздел IX МОЙ ПЕРВЫЙ ШАГ В НАУКУ

Анацкая А. П., Долгун А. В., Яровой Д. А.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ НЕКОТОРЫХ РАЙОНОВ ГОРОДА НАХОДКИ

МБОУ СОШ № 5, г. Находка

Научный руководитель - учитель химии Л. Н. Пономарева

Почва — колоссальное природное богатство, обеспечивающее человека продуктами питания, животных - кормами, а промышленность сырьем. Чрезвычайно важно изучение глобального биохимического значения почвенного покрова, его современного состояния и изменения под влиянием антропогенной деятельности. Мы решили провести химический анализ почв в г. Находка вблизи различных источников антропогенного воздействия [1,2].

Целью нашей работы было провести исследования и выявить:

- насколько закислены почвы;
- какие соли входят в их состав;
- каков органический и минеральный слой;
- зависимость расположения микрорайона и наличие в составе почвы веществ, оказывающих негативное влияние на экологию города.

Пробы почвы взяли заблаговременно из различных мест, просушили, просеяли.

Химическое исследование почвы проводили в водной (определяли концентрацию водорастворимых солей) и солевой вытяжке (определяли кислотность или значение рН вытяжки). Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты исследования почв

№ пробы	Место отбора пробы	Характеристика почвы	рН солевой вытяжки	Оценка кислотности
1	сопка в районе ул. Сидоренко	песчаная, бурая лесная, не слеживается	3,5	сильнокислая
2	аллея на ул. Ленинская	песчаная, желто- бурая, не слеживается	4	сильнокислая
3	АЗС ОАО «Комплекс»	бурая лесная оподзоленная, тяжелая, слеживается	4	сильнокислая
4	задний двор МОУ «СОШ № 5»	бурая лесная оподзоленная, тяжелая, слеживается	5	кислая
5	дорога у гостиницы «Юань- Дунь»	бурая лесная, легкая, не слеживается	5	кислая
6	пляж «Золотари»	песчаная, светло-бурая, не слеживается	5	кислая
7	ОАО «Комплекс»	бурая лесная, не слеживается	6	слабокислая

Из данных таблицы 1 видно, что почвы в этих районах города сильно закислены.

Богатство почвы органическими веществами в данных районах определяли и рассчитывали по формуле $h_{\text{верх}}/h_{\text{нижн}}$ (рисунок 1). Снижение содержания гумуса приводит к разрушению структуры почвы, ухудшению её агрофизических свойств, интенсивному коркообразованию и последующему

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.-
развитию эрозионных явлений.

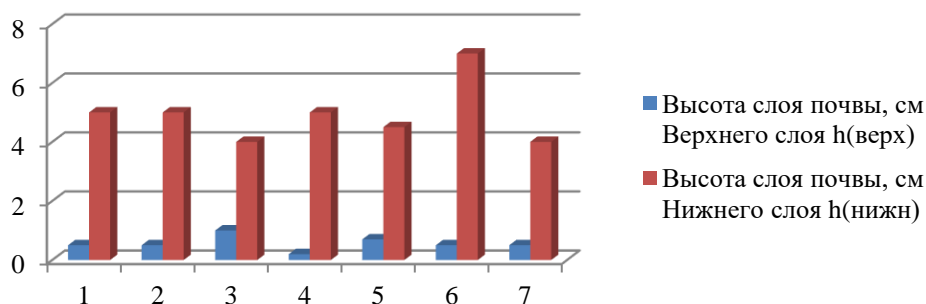


Рисунок 1 - Результаты измерений

Так же мы решили изучить засоленность почвы. Мы считаем, что защита почвы от опасных химических реагентов невозможна без достоверной информации о степени ее загрязнения. Выявлено, что почвы селитенной зоны г. Находка сильно закислены, содержат соли, образующие с ионами S^{2-} , Ba^{2+} , Ag^+ , Pb^{2+} нерастворимые соединения (таблица 2); органический и минеральный слои данных районов бедны.

Таблица 2

Определение содержания солей в почве

№ пробы	Место отбора пробы	Реактивы для качественного определения солей					
		желтая кровяная соль $K_4[CN_6]$	красная кровяная соль $K_3[FeCN_6]$	сульфид натрия Na_2S	нитрат бария $Ba(NO_3)_2$	нитрат серебра $AgNO_3$	ацетат свинца (II) $(CH_3COO)_2Pb$
1	сопка в районе ул. Сидоренко	—	—	опалесценция	белый осадок	белый творожистый осадок	—
2	аллея на ул. Ленинской	—	—	—	помутнение	опалесценция	помутнение
3	АЗС ОАО "Комплекс"	—	—	—	помутнение	—	помутнение
4	задний двор МОУ "СОШ № 5"	—	—	помутнение	помутнение	—	помутнение
5	дорога у гостиницы "Юань-Дунь"	—	—	—	—	—	помутнение
6	пляж "Золотари"	—	—	—	—	помутнение	помутнение
7	ОАО "Комплекс"	—	—	—	—	—	опалесценция

Список литературы

1. География Приморского края : учебное пособие для учащихся 8-9 классов общеобразовательных заведений / П. Я. Бакланов, Ю. Б. Зонов, М. Т. Романов [и др.]. – Владивосток : изд-во "Усури", 2000. - 180 с. - ISBN: 5-85832-080-5.

2. Муравьев, А.Г. Экологический практикум : учебное пособие с комплектом карт-инструкций / А.Г. Муравьев, Н.А. Пугал, В.Н. Лаврова ; под редакцией к.х.н. А. Г. Муравьева. – Санкт-Петербург : Крисмас+, 2003. – 176 с. - ISBN 5-89495-073-2.

Греку Д. Е., Махно С. Д., Скоробогатов И. Е.

ИЗМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА ВМЕСТО УГЛЯ И МАЗУТА НА КОТЕЛЬНЫХ Г.НАХОДКА

МБОУ СОШ № 25 "Гелиос", г. Находка

Научный руководитель - учитель физики А. П. Афанасьев

Для нужд теплоснабжения в г.Находке используется 44 котельные. Основные виды топлива уголь и мазут. 15 котельных работают на угле, 27 на мазуте, 2 на дизельном топливе. Многие котельные расположены в черте жилых микрорайонов [1].

Изначально уголь и мазут не являются чистыми видами топлива. В своем составе они содержат различные металлы, в том числе тяжелые и радиоактивные, соединения серы и фосфора. Для сжигания угля и мазута необходимо создавать особые условия. Например, для угля, высокую температуру топки и высокую степень аэрации, для мазута, предварительный подогрев, высокую степень распыления топлива с применением водяного пара. В случае нарушения технологического процесса топливо сгорает не полностью и в дымовых газах появляются угарный газ, крупные частички сажи, углеводородные соединения. Такие процессы видно невооруженным глазом, когда из дымовых труб котельных идет черный дым, а снег, автомобили и постройки, в близлежащих районах, покрываются черным налетом. Нередки случаи, когда из-за рельефа местности ветер прижимает дымовые газы вниз и тогда можно ощутить удушливые, неприятные запахи. Сера, которая находится в составе угля и мазута, не только выводит из строя топливосжигающую аппаратуру, но и в виде оксида серы попадает в окружающую среду, где, соединяясь с водой, образует серную кислоту [2].

Использование угля и мазута приводит не только к загрязнению воздуха, но и почвы, и воды. Уголь хранится в кучах возле котельных, также храниться и зола. Приморский край известен большим количеством тайфунов, которые приносят сильный ветер и обильные осадки. Ветер и вода разносят частицы угля, золы и содержащиеся в них компоненты в окружающую среду. Зола от сжигания угля необходимо вывозить на специальные полигоны, а это не только выводит из оборота землю, но и продолжает загрязнять окружающую среду вокруг полигона. Протекающая вода, рано или поздно, разнесет загрязняющие ее компоненты на большие территории. Мазутное хозяйство не бывает идеально чистым. Где-то происходит капельный пролив мазута, где-то происходят сильные разливы из-за поломки оборудования. Все нефтепродукты обладают способностью создавать большую площадь пленки на поверхности воды из небольшой капли. Попадая в озера и море, эта пленка загрязняет берега и приносит вред водоплавающим птицам и животным, живущим по берегам водоемов.

В последнее время, во всех районах города, увеличились темпы строительства жилых домов и спрос на тепловую энергию только растет, а значит котельные будут повышать свою мощность, проводя реконструкцию и обновление оборудования. Возможно строительство новых котельных. Если не предпринимать меры по улучшению качества работы котельных экологическая обстановка будет только ухудшаться.

В связи с тем, что в п. Врангель начинается строительство завода минеральных удобрений, в черте города Находка будет проходить газопровод. Это дает перспективы не только строить новые котельные на природном газе, но реконструировать старые котельные, переведя их работу на природный газ. Природный газ поставляется уже очищенным и не содержит в своем составе ни металлов, ни серы, ни каких-либо других вредных веществ. Процесс сжигания газа более простой и легко регулируемый. При сжигании природного газа содержание углекислого газа в выбросах уменьшается на 18,6%. В отопительный сезон котельные, работающие на угле, сжигают 44527,7 тыс. тонн угля. При сжигании одного килограмма угля выделяется 1,7 м³ углекислого газа. Если перевести

только угольные котельные на природный газ, то в атмосферу не будет выброшено 14079,7 млн. м³ углекислого газа. Если взять самую низкую зольность угля в 1% то при переходе на газ не придется вывозить и утилизировать 445,3 тыс. тонн золы.

Для проверки того, как легко переходят тяжелые металлы из угля, или золы в дождевую воду был проведен эксперимент. 0,5 кг испытуемого материала естественной влажности насыпается в емкость. Высота слоя вещества составила 250 мм. Сверху через капельницу подаем дистиллированную воду. Капельница имитирует дождевые капли. Объем проливаемой воды составил 0,5 литра. Вода вытекает через бумажный фильтр в лабораторный стакан. В качестве вещества маркера был выбран марганец. Это вещество было выбрано, так как оно точно имеется в угле, а значит и в золе, имелась методика, и реактивы по определению содержания марганца в воде. Предельно допустимое содержание марганца в питьевой воде 0,1 мг/л. Употребление воды с повышенным содержанием марганца в воде приводит к заболеваниям нервной и костной систем организма человека. Вывести марганец из организма человека практически невозможно.

Для определения марганца были применены методика и реактивы для колориметрического определения марганца в питьевой воде фирмы Медэкотест. Исследуемый образец воды помещается в прозрачную кювету, после чего в нее последовательно добавляются реактивы. Если марганец присутствует в воде, то вода окрашивается розовым цветом. Интенсивность окраски на прямую связана с концентрацией марганца в воде. Окраска воды сравнивается с приложенной к реактивам шкалой, по которой численно определяется концентрация. Такой метод не дает точных числовых значений, так как шкала имеет 6 делений от 0 до 1 мг/л.

В результате эксперимента получены следующие данные:

- при свободном протекании воды через уголь или сажу происходит насыщение воды марганцем, так как после введения реактивов появляется окраска тестового раствора;
- концентрация марганца в воде, прошедшей через уголь, не более 0,05 мг/л;
- концентрация марганца в воде, прошедшей через золу более 0,2 мг/л, что больше предельно допустимой концентрации в два раза.

Таким образом, марганец легко переходит из угля и золы в протекающую через них воду. При замене угля и мазута на природный газ экологическая обстановка в г. Находка улучшится, так как: уменьшается количество углекислого газа; уменьшается количество сажи в выбросах; исчезают опасные выбросы в атмосферу (тяжелые металлы и оксиды серы, углеводородные соединения); исчезают стоки загрязненной воды; исчезают опасные отходы (зола), которые необходимо как-то и где-то захоронить.

Список литературы

1. Перспективы развития котельного хозяйства Находкинского городского округа // Находкинский городской округ : [официальный сайт]. – 2019. – URL: https://www.nakhodka-city.ru/docs/2019/8/20198211237201_346_287.pdf (дата обращения: 31.03.2021).
2. Опасный дым от каменного угля // Общественно-политическое издание "Время перемен" : [официальный сайт]. – 2018. – URL: <http://partizanskimes.ru/opasnyj-dym-ot-kamennogo-uglya/> (дата обращения: 31.03.2021).

Киселев Р. О., Кантимирова Е. А., Савин Д. А.

СТАНЦИИ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВОД НАХОДКИНСКОГО ЗАВОДА МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

МБОУ СОШ №7 "Эдельвейс", г. Находка

Научный руководитель – учитель химии Г. А. Картавая

В современных условиях уделяется пристальное внимание интенсификации процессов очистки сточных вод, совершенствованию существующих технологий очистки и разработке новых эффективных методов очистки, внедрению ресурсосберегающих технологий, модернизации существующих методов и конструкций водоочистных сооружений [1].

Каждое предприятие, имеющее опасные или токсичные жидкие отходы, обязано заниматься их обезвреживанием и очисткой, а, следовательно, иметь систему очистных сооружений. Это необходимое требование для сохранения природы и улучшения условий жизни людей. Если очистные комплексы будут эффективно работать, то промышленные стоки станут безопасными при попадании в грунт и водоемы. Размеры очистных сооружений и сложность очистки сильно зависят от загрязнённости промышленных стоков и их объёмов.

Цель работы: узнать, как работают станции очистки сточных вод, в том числе и на АО "НЗМУ", и определить экологическое влияние стоков АО "НЗМУ" на акваторию бухты Врангель

Задачи:

1. Проанализировать и обобщить информацию, касающуюся работы станций очистки промышленных вод
2. Изучить технологические схемы станций очистки промышленных вод АО "НЗМУ"
3. Определить, может ли АО "НЗМУ" быть угрозой экологической обстановке акватории бухты Врангель.

В связи с тем, что АО "НЗМУ" планирует производство метанола мощностью 1,8 миллионов тонн в год, мы предполагаем, что производство метанола в указанных объемах будет небезопасным с точки зрения влияния на экологическую обстановку п. Врангель и г. Находка. Экологические риски в виде аварийных выбросов или разливов метанола могут проявляться при его производстве, транспортировке, применении и накоплении сточных вод данного вещества [2].

В пределах посёлка Врангель из-за деятельности морских терминалов по перевалке угля уже сейчас неудовлетворительная экологическая обстановка, поэтому важно следить за ее изменением в лучшую или худшую сторону.

Объект проектирования располагается в границах посёлка Врангель Находкинского городского округа Приморского края. Очистные сооружения АО "Находкинский завод минеральных удобрений" предназначены для переработки хозяйственно-бытовых сточных вод, образующихся на территории завода. При проектировании системы очистки хозяйственно-бытовых и промышленных вод АО "НЗМУ" применены высокоэффективные, современные наилучшие доступные технологии очистки сточных вод. Предусмотрена следующая технологическая последовательность: предварительная механическая очистка; двухступенчатая система очистки воды (ультрафильтрация и система сорбционных фильтров), ультрафиолетовое обеззараживание (УФО) [3].

Сорбционная фильтрация предназначена для снижения концентрации в воде механических примесей и взвешенных веществ, а также железа, марганца, нефтепродуктов, фенолов, солей тяжелых металлов, остаточного активного хлора, фосфора и растворенных органических веществ.

Для обеззараживания очищенные воды обрабатываются ультрафиолетовым облучением от

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.-

эксиллампы (газоразрядных ламп), который может трансформировать метанол до CO_2 и воды в присутствии окислителей. Было установлено, что в водном растворе спирта с добавлением азотной кислоты, как окислителя, при соотношении $\text{CH}_3\text{OH}:\text{HNO}_3 = 10:1$ под действием УФ излучения с длиной волны 172 нм (ксенон - эксиллампа) концентрация метанола уменьшается в 13 раз, а при использовании аналогичного излучения с длиной волны 222 нм (хлорид криптона (I) - эксиллампа) - в 23 раза.

Таким образом, проектируемая технологическая схема очистки промышленных вод АО "НЗМУ" обеспечивает оптимальные результаты по достижению качества очистки промышленных сточных вод. Производство метанола высокоавтоматизировано и непрерывно контролируется специалистами, возможность загрязнения акватории бухты Врангель сведена к минимуму. Соответствие гигиеническим нормативам в виде ПДК и ПДУ позволит избежать негативного воздействия на здоровье человека.

Благодарим за предоставленную проектную информацию АО "Находкинский завод минеральных удобрений".

Список литературы

1. Кафаров, В. В. Принципы создания безотходных химических производств. / В. В. Кафаров. – Москва : Химия, 1994. – 276 с.
2. Общественные слушания по проекту строительства НЗМУ состоялись в Находке // Находкинский завод минеральных удобрений : [официальный сайт]. – 2021. – URL: <http://nzmu.ru/news/news-84.html> (дата обращения: 31.03.2021).
3. НЗМУ вложило более 100 миллионов рублей в реконструкцию очистных во Врангеле / Восток-Медиа : [официальный сайт]. – 2020. – URL: <https://vostokmedia.com/news/society/11-11-2020/nzmu-vlozhilo-bolee-100-millionov-rublej-v-rekonstruktsiyu-ochistnyh-vo-vrangele> (дата обращения: 31.03.2021).

Малова В. О.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВОДОПРОВОДНОЙ ВОДЫ В ШКОЛЕ Г. НАХОДКА И ПРИРОДНОГО ИСТОЧНИКА, АРТЕЗИАНСКОГО КОЛОДЦА-СКВАЖИНЫ

МБОУ СОШ № 12 им. В. Н. Сметанкина, г. Находка
Научный руководитель - учитель химии Н. Н. Ковалёва

Чистая питьевая вода, обогащенная полезными минералами — это залог здоровья. Чтобы получить такую воду, необходимо выяснить ее химический состав и соответствие нормам СанПиН.

Объекты исследования: вода, набранная из системы водоснабжения г. Находка (место забора — МБОУ СОШ № 12 им. В. Н. Сметанкина) и вода из артезианской скважины.

Для отобранных проб были проведены исследования на следующие показатели: перманганатная окисляемость (ПО); рН; цветность и мутность; жесткость воды; содержание общего железа и хлорид-ионов. Все исследования были проведены в соответствии с процедурами, предписанными СанПиН [1]. Результаты приведены в таблице.

Результаты исследования

Образец	Норматив [1]	Водопроводная вода	Вода из скважины
Цветность, град.	1-20	2.58	2.15
Мутность, ЕМФ/л	1.5	0.68	0.17
рН	6-9	7.20	7.15
Железо общее, мг/дм ³	До 0.3	0.05	0.08
ПО, мг/дм ³	До 5	0.72	0.32
Жесткость, моль/дм ³	До 7	1.4	2.25
Хлорид-ионы, мг/дм ³	До 350	7.45	9.78

Таким образом, можно сделать вывод о том, что пробы воды, взятые в школе из городского водопровода и колодца-скважины, соответствуют требованиям СанПиН [1], по тем параметрам, по которым проводились исследования.

Список литературы

1. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест // СудАкт.Ру : информационно-правовой портал. – 2001. – URL: https://sudact.ru/law/postanovlenie-glavnogo-gosudarstvennogo-sanitarnogo-vracha-rf-ot_965/sanpin-2.1.4.1074-01/ (дата обращения: 31.03.2021).

Патрушев Д. К.¹, Шлык Н. П.²

**ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ СТАЛИ ПОСЛЕ НАНЕСЕНИЯ НА НЕЁ
ФОСФАТИРУЮЩЕГО ПОКРЫТИЯ**

¹ МБОУ СОШ №54, г. Владивосток

² Кафедра общей, неорганической и элементоорганической химии ШЕН ДВФУ

Научный руководитель – к.х.н., доцент В. В. Грибова

Антикоррозионная защита металлов одна из главных задач промышленности, так как коррозия приводит к большой потере ресурсов. Несмотря на всю эффективность современных защитных покрытий, обычно они не останавливают коррозию, а только значительно её замедляют.

В основном покрытия характеризуют по пористости, толщине слоя и возможности удерживаться на поверхности металла.

Чтобы улучшить общую антикоррозионную защиту металла можно предварительно обработать его различными составами для предания ему лучших адгезионных свойств. Фосфатирование – один из видов обработки, сущность которого заключается в создании на поверхности металла плёнки из малорастворимых фосфатов для придания металлу не только лучшего контакта с будущими лакокрасочными покрытиями, но и дополнительных защитных свойств.

Целью работы является сравнение коррозионной стойкости стали марки СТЗ после нанесения на неё фосфатирующих покрытий различными методами и выявление наиболее защищённого образца.

Нанесение составов проводилось посредством погружения их в различные растворы.

Виды фосфатирования стали

Номер пластины	Обработка пластины
1	Без обработки
3	20%-ной фосфорной кислотой
2	Холодное фосфатирование
35	Горячее фосфатирование
4	20%-ная фосфорная кислота, потом горячее фосфатирование
21	Холодное фосфатирование, потом горячее фосфатирование

Пластины с нанесёнными и высушенными покрытиями были погружены в 3,5% раствор поваренной соли в воде, имитирующий морскую воду. Определение содержания общего железа в растворах проводили в соответствии с ГОСТ 4011-72 [1] на протяжении 4 недель. Зависимость концентрации ионов железа от времени выдерживания в морской воде представлена на рисунке 1.

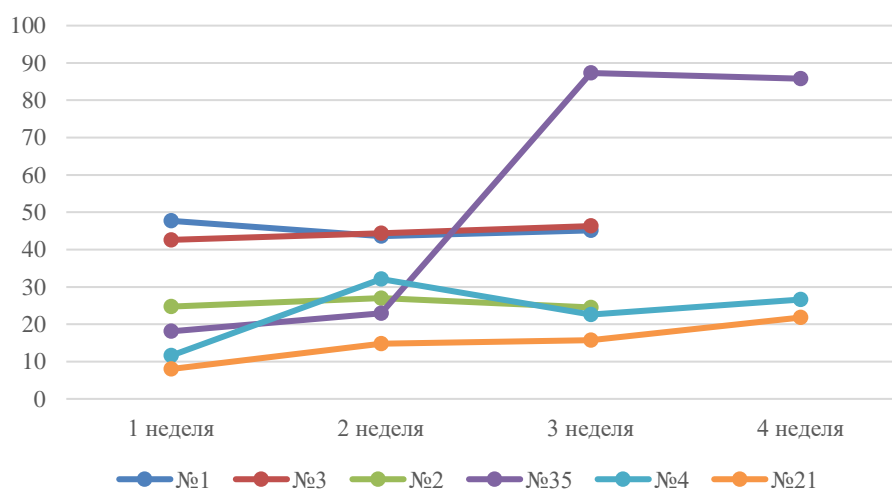


Рисунок 1 - Зависимость концентрации ионов железа (мг/л) от времени выдерживания в морской воде

Из рисунка можно заключить, что лучшие антикоррозионные свойства наблюдаются при обработке образцов стали № 21, № 4, № 2. Содержание железа в модельных растворах морской воды в 2-3 раза ниже по сравнению с контрольным образцом № 1.

Таким образом определено, что обработка двойным фосфатированием лучше всего сказывается на антикоррозионных свойствах металла. Использование в качестве обработки только фосфорной кислоты не приводит к улучшению коррозионных свойств стали.

Список литературы

- ГОСТ 4011-72. Вода питьевая. Методы измерения массовой концентрации общего железа. – Москва : Стандартинформ, 2008. – 7 с. – URL: <https://gostinform.ru/razdel-oks-13-060-20/gost-4011-72-obj21232.html> (дата обращения: 31.03.2021).

Скобля Э. В., Мазин Д. Е., Нурматова Ш. Ф.
МЕТАНОЛ: ОПАСНЫЙ ИЛИ НЕОБХОДИМЫЙ?

МБОУ СОШ №8, г. Находка

Научный руководитель - учитель биологии и химии И. И. Луконина.

Метанол — это один из наиболее важных по значению продуктов химической промышленности. Этот ингредиент используют для производства множества предметов нашей повседневной жизни, таких как пластик, бумага и текстиль, краски и лаки, удобрения и лекарства. В смеси с бензином метанол может использоваться как топливо для автомобилей, что в несколько раз увеличивает мощность двигателя.

Год от года стремительно растут объемы его потребления, существенно совершенствуются технологии производства: по прогнозам, к 2025 году мировое потребление метанола, прежде всего за счет Китая, возрастет до 122 млн. тонн (с 49 млн. в 2010 г. и 76 млн. в 2017 г.) [1]. В России тоже заметна динамика роста этого вещества (рисунок 1).

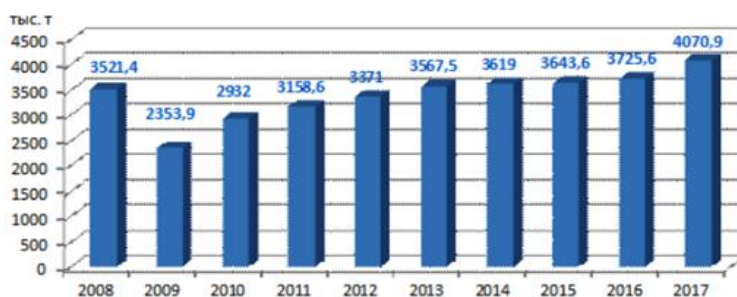


Рисунок 1 - Производство метанола в РФ в 2008-2017г.г. [2]

Вблизи нашего города идёт строительство крупного химического предприятия — Находкинского завода минеральных удобрений. Предприятие запустит производство метанола мощностью 1,8 млн. тонн в год. Ввод в эксплуатацию установок по производству метилового спирта планируется через три года. При этом общественные слушания по поводу строительства АО "НЗМУ" проходили непросто, так как население города крайне отрицательно относится к такому нежелательному соседу, опасаясь негативного влияния метанольного производства на здоровье людей и экологию нашего округа в целом. Так какой же он — метанол? Опасный или необходимый?

Целью настоящей работы было изучение фактических знаний о метаноле среди жителей города, а также изучение его некоторых свойств.

Для достижения цели мы, в первую очередь, провели опрос среди учеников 9-11 классов, учителей и родителей МБОУ СОШ № 8 г. Находки. В опросе участвовало 134 человека (65 родителей, 16 учителей и 53 ученика). Анализируя данные опроса, мы выяснили, что о метаноле знают, в основном родители и учителя, а многие учащиеся даже и не слышали о таком веществе, так как органическую химию начинают изучать только в 10 классе. Большинству респондентов (96%) известно, что метанол – ядовит и отравление им может привести к смерти, но только 4% опрошенных знают, какую помощь можно оказать при этом. Что касается влияния АО "НЗМУ" на экологию нашего города, то большая часть (75%) уверена, что в значительной степени пострадают вода, почва и воздух.

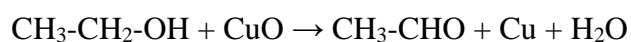
Из вышесказанного мы сделали вывод, что участники социального опроса в недостаточной мере владеют достоверной информацией о метиловом спирте и его свойствах, что порождает необоснованные страхи и заблуждения.

Мы решили узнать как можно больше об этом веществе, его свойствах и воздействии на

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.-

экологию и организм человека. Проанализировав большой объём информации по данной теме, мы узнали, что для организма человека метанол очень опасен, даже небольшая его доза, 30-100 мл может привести к смерти, но, если соблюдать определённые правила, то мы можем обезопасить себя от отравления этим веществом. Каждому человеку полезно знать о приёмах первой медицинской помощи, чтобы минимизировать воздействие метанола и спасти человека от гибели. Изучив предоставленную АО "НЗМУ" документацию, мы выяснили, что завод будет построен с учетом новейших замкнутых безотходных технологий, поэтому метанольное производство можно назвать достаточно чистым [3].

При изучении свойств метанола мы узнали о некоторых способах, при помощи которых можно отличить метиловый и этиловый спирты. Например, по цвету пламени или с помощью несложных химических реакций. В связи с тем, что с метанолом мы не можем работать в школьной лаборатории, то и возможности проверить это опытным путём у нас не было. Так как метанол является представителем первичных одноатомных спиртов, то ему свойственны характерные для этого класса веществ реакции, поэтому мы провели реакцию окисления этанола и получили уксусный альдегид, который имеет запах прелых яблок:



В случае же с метанолом должен выделяться формальдегид с резким запахом.

Таким образом, установлено, что негативные ожидания населения в связи со строительством завода минеральных удобрений в Находкинском городском округе основаны не на реальных знаниях о свойствах метанола или технологии его производства, а с общей настороженностью по отношению к "химии" вообще.

Список литературы.

1. Мировое потребление метанола. Аналитика – прогноз до 2025 г. // ООО "ХимИндустрия" : [официальный сайт]. – 2020. – URL: <https://him-nn.ru/mirovye-potreblenie-metanola-analitika-prognoz-do-2025-g/> (дата обращения: 31.03.2021).
2. Итоги конференции "Метанол 2018" (тезисы, графики, прогнозы) // Информационно-аналитический портал MPlast.by : [официальный сайт]. – 2018. – URL: <https://mplast.by/novosti/2018-06-07-itogi-konferentsii-metanol-2018/> (дата обращения: 31.03.2021).
3. Метанол // Находкинский завод минеральных удобрений : [официальный сайт]. – 2017. – URL: <http://nzmu.ru/metanol.html> (дата обращения: 31.03.2021).

Бовсун М.А.³, Нестеров В.В.¹, Глинщиков В.А.², Просьянников П.А.¹, Лисица И.А.¹

ОЦЕНКА ПОТОКОВ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА РАЗНЫХ ТИПОВ ЛАНДШАФТОВ ТЕРРИТОРИИ КАМПУСА ДВФУ

¹МАОУ «Лицей Технический», г. Владивосток

²Университетская школа ДВФУ, г. Владивосток

³Кафедра почвоведения ШЕН ДВФУ

³Научный руководитель – канд.биол.наук., доцент О.В. Нестерова

Изучение эмиссии парниковых газов в урбоэкосистемах является актуальной тематикой, особенно в связи оценкой роли городских зеленых насаждений в уменьшении выбросов углекислого газа. Создание базы данных по потокам углекислого газа в городских урбоэкосистемах необходимо для понимания баланса углерода на естественных и нарушенных территориях населенных пунктов.

Цель исследования изучить различия в количестве выделяемого углекислого газа из почв, находящихся на разных территориях по ландшафту в пределах кампусов ДВФУ.

В качестве объектов исследования были выбраны: лесная ненарушенная экосистема, парковая зона ДВФУ, травяной газон, центральная клумба, включающая в себя травяной газон и пихту белокорую.

Измерение потока CO_2 проводились на территории кампуса ДВФУ в октябре 2020г. в течении 3 дней. Поток измерялся камерным методом в полевых условиях при помощи лазерного газового анализатора Picarro G4301 (Picarro Inc., Santa Clara, CA, USA), который обеспечивает одновременное определение паров метана (CH_4), диоксида углерода (CO_2), и воды (H_2O), с точностью измерения за пятиминутный промежуток < 200 ppb для CO_2 и < 5 ppb для CH_4 .

Расчёт эмиссии проводился в программе MS Excel, согласно следующей формуле:

$$F_{\text{gas}} = \frac{\frac{\Delta[\text{Gas}]}{\Delta t} * V * \rho}{A},$$

где: F_{gas} – Линейный поток исследуемого газа (CO_2) в $\mu\text{моль CO}_2 \text{ м}^{-2} \text{ с}^{-1}$; $\frac{\Delta[\text{Gas}]}{\Delta t}$ – количество частиц газа в момент времени t , выраженное в $\mu\text{моль моль}^{-1} \text{ с}^{-1}$;

V – общий объем камеры, м^3 ; A – площадь исследуемой поверхности, м^2 ;

ρ – молярная плотность воздуха (моль м^{-3}), определяемая как P/RT ,

где P – давление воздуха, Па;

R – универсальная газовая постоянная равная $8,31 \text{ Па} * \text{м}^3 * \text{моль}^{-1} \text{ К}^{-1}$;

T – температура воздуха, К.

Достоверность полученных данных потоков оценивалась в соответствии со значением коэффициента детерминации R^2 .

Необходимые для расчета потока показатели давления и температуры воздуха определялись одновременно с измерением концентрации в полевых условиях.

По содержанию углерода в почвах исследуемые экосистемы можно охарактеризовать следующим образом: в лесной ненарушенной экосистеме содержание органического углерода в гумусовом горизонте составляет 9.1%, в парковой зоне это значение резко падает и составляет 3.9%, на центральной клумбе, на которой используются удобрения значение органического углерода составляет 3.6%, а на газоне, который испытывает максимальную антропогенную нагрузку в виде вытаптывания и переуплотнения содержание органического углерода было 2.1%.

Полученные результаты показывают, что при увеличении антропогенной нагрузки, изменении естественных растительных ценозов содержание органического углерода падает

Кумулятивный поток углекислого газа характеризует суммарные выбросы газа за исследуемой промежуток времени. Измерение концентрации углекислого газа проводилось в течение пяти дней. Так-как температура и влажность почвы влияют на количество выбросов углекислого газа (влияние на микробное и корневое дыхание), то периоды наблюдения были выбраны таким образом, чтобы получить значительные изменения в показателях влажности и температуры почвы. В исследуемом периоде наблюдается резкое уменьшение потока углекислого газа из почв на всех участках при понижении температуры почв.

Полученные результаты оценки кумулятивного потока углекислого газа показали, что при уменьшении антропогенных воздействий на исследуемые участки происходит увеличение кумулятивного потока CO_2 (рис.1).

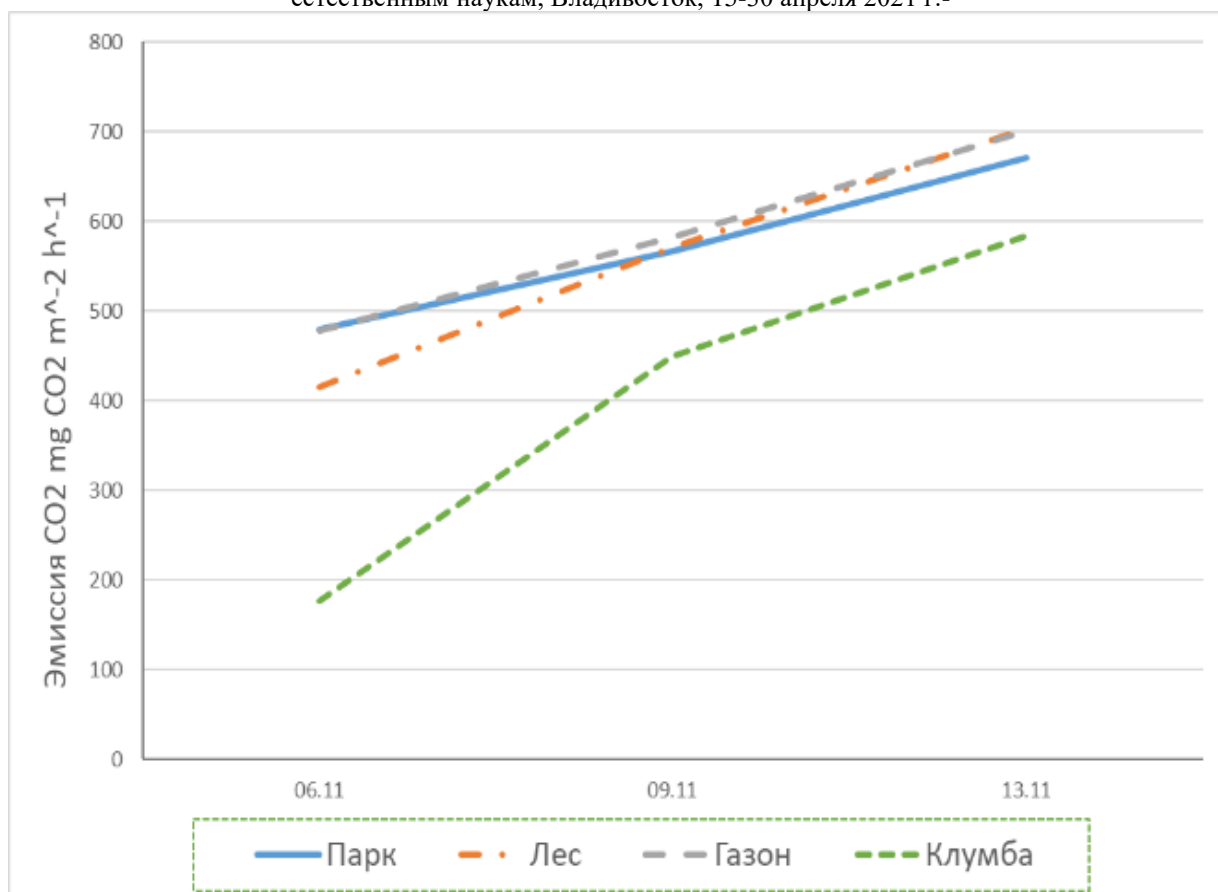


Рисунок 1 - Изменение кумулятивного потока CO_2 на участках территории кампуса ДВФУ в октябре 2020 г.

Наименьший кумулятивный поток CO_2 приходится участок, представляющий из себя искусственную экосистему (клумбу) с небольшой антропогенной нагрузкой, состоящий из травяного покрова и Пихты Белокорой ($583,51 \text{ мг CO}_2 \text{ м}^{-2} \text{ ч}^{-1}$) (рис.1). Это может быть связано с нарушенной работой микробных ценозов в этой экосистеме. Наибольший кумулятивный поток CO_2 приходится на лесной участок ($703,82 \text{ мг CO}_2 \text{ м}^{-2} \text{ ч}^{-1}$), так-как высокое содержание органического вещества предполагает разнообразие микробных и растительных сообществ на этих почвах. Приближенное к лесной экосистеме значение потока CO_2 с участка, покрытого газоном ($700,38 \text{ мг CO}_2 \text{ м}^{-2} \text{ ч}^{-1}$), что связано с активным дыханием корневой системы в травяных сообществах. Подобные значения отмечаются и для парковой зоны, кумулятивный поток CO_2 $670,9474 \text{ мг CO}_2 \text{ м}^{-2} \text{ ч}^{-1}$.

В целом исследования показали, что наибольший кумулятивный поток углекислого газа приходится на лесной участок с наименьшим антропогенным воздействием, а наименьший кумулятивный поток углекислого газа пришёлся на участок, выделенный под клумбу, представляющую из себя искусственную почвенную экосистему.

Работа выполнена в рамках программы «Сириус Лето 2020» по проекту «Carbon Footprint: "зеленые" шаги к балансу с природой».

Бовсун М.А.³, Глинщиков В.А.², Нестеров В.В.¹, Просянных П.А.¹, Лисица И.А.¹

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЕ ДЫХАНИЕ КОМНАТНЫХ РАСТЕНИЙ

¹МАОУ «Лицей Технический», г. Владивосток

²Университетская школа ДВФУ, г. Владивосток

³Кафедра почвоведения ШЕН ДВФУ

³Научный руководитель – канд.биол.наук., доцент О.В. Нестерова

Изучение суточного бюджета углекислого газа дыхания комнатных растений является актуальной тематикой, особенно в связи с компенсацией персонального углеродного следа и создания комфортных экологических условий в жилых помещениях. Создание базы данных, по оценке суточного вклада дыхания комнатных растений даст возможность сформировать список тех видов, которые нужно использовать в помещениях с массовым скоплением народа (офисы, школьные классы и т.д.).

Цель исследования изучить фотосинтетическое дыхание комнатных растений.

В качестве объектов исследования были выбраны: следующие виды комнатных растений: нефролепис, кипорисовик, гиппераструм, фиалка_1, аглаонема, фиалка_2, герань, замиокулькас, хлорофитум, каланхоэ.

Измерение потока CO₂ проводились в лабораторных условиях камерным методом (использовалась прозрачная пластиковая камера) при помощи лазерного газового анализатора Picarro G4301 (Picarro Inc., Santa Clara, CA, USA) в течение пяти минут при дневном освещении и в течение пяти минут в отсутствие освещения. Точность измерения газоанализатора за пятиминутный промежуток < 200 ppb для CO₂. Полученные результаты были рассчитанных на суточную динамику (с учетом времени года дневной период составляет 15 часов, ночной 9 часов).

Расчёт потока проводился в программе MS Excel, согласно следующей формуле:

$$F_{\text{gas}} = \frac{\frac{\Delta[\text{Gas}]}{\Delta t} * V * \rho}{A},$$

где: F_{gas} – Линейный поток исследуемого газа (CO₂) в $\mu\text{моль CO}_2 \text{ м}^{-2} \text{ с}^{-1}$;

$\frac{\Delta[\text{Gas}]}{\Delta t}$ - количество частиц газа в момент времени t, выраженное в $\mu\text{моль моль}^{-1} \text{ с}^{-1}$;

V – общий объем камеры, м³;

A – площадь исследуемой поверхности, м²;

ρ – молярная плотность воздуха (моль м⁻³), определяемая как P/RT,

где: P – давление воздуха, Па;

R – универсальная газовая постоянная равная 8,31 Па*м³*моль⁻¹К⁻¹;

T – температура воздуха, К.

Достоверность полученных данных потоков оценивалась в соответствие со значением коэффициента детерминации R².

Необходимые для расчета потока показатели давления и температуры воздуха определялись одновременно с измерением фотосинтетического дыхания с помощью метеостанции WXT520-NC Vaisala Weather Sensor (Vaisala, Finland)

Несмотря на то, что распространено мнение, о поглощении растениями CO₂ днем и выделении его ночью, реальных научных публикаций по этой тематике в российских научных изданиях не существует. В первую очередь это связано с отсутствием специального оборудования, а также с методологическими проблемами для организации таких исследований в лабораторных условиях (возраст растений, подбор однородного субстрата, в котором произрастают растения, объем цветочного

горшка и т.д.)

В результате полученных измерений можно сделать выводы о том, что большая часть растений имеет положительную суточную динамику баланса CO_2 , а значит растения больше выделяют CO_2 , чем поглощают (табл. 1).

Таблица

Фотосинтетическое дыхание комнатных растений

Название цветка	Время суток	Поток, мг CO_2 м ² ч ⁻¹	R ₂
Нефролепис	день	-111,49	0,93
	ночь	82,07	0,94
Кипорисовик	день	92,89	0,92
	ночь	227,06	0,97
Гиппераструм	день	-28,83	0,69
	ночь	114,80	0,88
Фиалка_1	день	128,41	0,94
	ночь	84,72	0,80
Аглаонема	день	41,25	0,70
	ночь	113,98	0,98
Фиалка_2	день	82,33	0,69
	ночь	99,89	0,95
Герань	день	66,16	0,84
	ночь	43,44	0,65
Замиокулькас	день	191,77	0,98
	ночь	167,50	0,93
Хлорофитум	день	-57,36	0,76
	ночь	343,09	0,99
Каланхоэ	день	21,74	0,93
	ночь	24,42	0,95

Полученные нами результаты являются предварительными и нуждаются в верификации условий проведения эксперимента (дополнительное измерение освещения, площади поверхности листа, общей биомассы растения и т.д.).

Из 10 измеренных комнатных растений только нефролепис, хлорофитум и гиппераструм поглощали CO_2 днем, а значит эти растений можно рекомендовать для размещения в рабочих помещениях.

Часть растений выделяло больше углекислого газа ночью (хлорофитум, аглаонема, гиппераструм, кипорисовик), а значит их не рекомендуется размещать в спальнях, а в остальных помещениях после ночи необходимо проветривание.

В балансе день – ночь нефролепис поглощал CO_2 , следовательно, он может рекомендоваться как в жилых, так и в рабочих помещениях.

В целом можно сделать вывод, что в среднем исследуемые комнатные растения выделяют около 1,97 г CO_2 /сут (при динамике день-ночь 15/9 часов).

Работа выполнена в рамках программы «Сириус Лето 2020» по проекту «Carbon Footprint: "зеленые" шаги к балансу с природой».

Бовсун М.А.³, Просяников П.А.¹, Глинщиков В.А.², Нестеров В.В.¹.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАЛЬКУЛЯТОРОВ ПЕРСОНАЛЬНОГО УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА

¹МАОУ «Лицей Технический», г. Владивосток

²Университетская школа ДВФУ, г. Владивосток

³Кафедра почвоведения ШЕН ДВФУ

³Научный руководитель – канд.биол.наук., доцент, Брикманс А.В.

В настоящее время существуют такие глобальные вызовы как изменение климата и парниковый эффект. Это заставляет мировое сообщество искать пути снижения эмиссии парниковых газов и создать единую базу для учета выброса парниковых газов включая и персональный углеродный след. На сегодня существуют различные цифровые инструменты, которые могут оценить индивидуальный вклад одного человека в общее количество выброса углекислого газа в атмосферу. Расчёт индивидуального углеродного следа можно выполнить с использованием различных углеродных калькуляторов, которые представлены в свободном доступе в интернете. Индивидуальный углеродный след рассчитывают на основе различных параметров, которые описывают среднестатистические затраты человека в различных сферах жизни. Каждый углеродный калькулятор имеет свой подход и параметры расчета персонального углеродного следа.

Цель исследования дать сравнительный анализ существующих углеродных калькуляторов на основе параметров, с помощью которых производится вычисление индивидуального углеродного следа.

В качестве объектов исследования были выбраны следующие углеродные калькуляторы индивидуального углеродного следа: компании Carbon Footprint Ltd, компании Henkel, портала PosadiLes.ru, организацией Greenpeace [1-4].

На сегодняшний момент в открытом доступе существует большой выбор углеродных калькуляторов, однако для исследования были выбраны наиболее популярные из них. Углеродный калькулятор, разработанный организацией Greenpeace [4], считается наиболее оптимальным для тех людей, так как учитывает вкусовые предпочтения практически всех слоев населения (от вегетарианцев до приверженцев здорового образа жизни). В опроснике представлен перечень большого разнообразия продуктов питания для расчёта массы углерода, уходящего в атмосферу и с помощью этого инструмента возможно составить себе меню на ближайшую неделю, да ещё и так, чтобы углеродный след был ниже нормы. Скорее всего, такой акцент на питании обусловлен тем, что вне зависимости от пола, физической формы, качества жизни и иных факторов, люди тратят приблизительно одно и тоже количество бензина на поездки по городу, одно и тоже количество электроэнергии на освещение дома, а вот питаются люди по-разному, что и позволяет рассчитать именно разницу в углеродном следе, для людей с разной пищевой культурой. Проанализированный углеродный калькулятор не обладает широким спектром выбора иных трат таких как медицинское обслуживание, бытовые условия, затраты на одежду, тип транспортного средства и т.д., а также не предлагает пути решения для компенсации своего углеродного следа.

Калькулятор компании «Carbon Footprint Ltd» [1] в отличие от предыдущего включает в анкетирование информацию о ваших передвижениях и транспортном средстве (например, сколько вы обычно проводите времени в дороге; как, откуда и сколько раз вы летали за прошлый год и т.д). Ко всему прочему, данный калькулятор позволяет вам добавить информацию про то, сколько электричества, природного газа, пропана и других энергоносителей вы тратите на отопление вашего дома, а также количество людей, проживающих в нём. Калькулятор компании «Carbon Footprint Ltd»

учитывает наибольший набор параметров и категории товаров на которые вы тратитесь каждый год (обувь, телефонная связь, походы в ресторан и т. п.), а также можно рассчитать траты как для отдельной семьи, так и для одного человека. Такое подробное описание позволяет учитывать разницу в углеродном следе между людьми разного социального уровня и дохода, и как итог – дать более точное значение тонн углерода, отправленного в небо. Особенностью данного углеродного калькулятора является то, что при заполнении каждого пункта анкеты, вы можете получить данные о количестве тонн затраченного углерода и возможность их скомпенсировать, вложившись в один из проектов, помогающих экологии справляться с вредоносными углеродными выбросами.

Особенностью углеродного калькулятора, разработанного на портале PosadiLes.ru [3], это разделение расчета углеродного следа для бизнеса и для частных лиц, но в нашем исследовании мы рассматривали вариант расчёта для частных лиц. Этот углеродный калькулятор можно назвать наиболее удобным для использования и с точки зрения визуального восприятия, но с самым минимальным набором учитываемых параметров, таких как: сколько километров вы проезжаете на различных видах транспорта, сколько вы в общем тратите на еду и развлечения, какое количество бензина и электричества вы тратите. Особой специализации он не имеет, но зато предлагает купить деревьев для компенсации углеродного следа, стоимость которых начинается от 150 рублей.

Завершает наш список углеродных калькуляторов компании Henkel. Этот калькулятор включает параметры, которые касаются всей жизни в целом. Учитывая это можно говорить о том, что данный углеродный калькулятор имеет высокую точность определения и показывает разницу углеродного следа людей, ведущих различный образ жизни. В конце углеродного калькулятора предлагают заполнить не большую анонимную анкету, в которую включены вопросы о зарплате и уровне жизни, необходимые для внутреннего исследования компании «Henkel».

Таким образом исследование представленных углеродных калькуляторов показали, что в зависимости от ваших предпочтений и уровня жизни, желания скомпенсировать свой углеродный след можно выбрать углеродный калькулятор, который будет соответствовать всем вашим запросам.

Работа выполнена в рамках программы «Сириус Лето 2020» по проекту «Carbon Footprint: "зеленые" шаги к балансу с природой».

Список литературы

1. Сайт Компании Carbon Footprint Ltd - <https://www.carbonfootprint.com/calculator.aspx>.
2. Сайт компании Henkel - Footprintcalculator - <https://footprintcalculator.henkel.com/ru>.
3. Сайт портала PosadiLes.ru - <https://posadiles.ru/>
4. Greenpeace - <https://greenpeace.ru/blogs/2020/11/02/uglerodnyj-sled-uznaj-svoj-s-pomoshhju-kalkuljatora-greenpeace/>

Медведева А. В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЧВЫ ЖИЛОГО МИКРОРАЙОНА ГОРОДА ВЛАДИВОСТОКА НА СОДЕРЖАНИЕ ИОНОВ СВИНЦА

МБОУ «СОШ №57 с углубленным изучением английского языка г. Владивосток»

Научный руководитель - учитель химии Е. А. Дутов

Актуальность: в настоящее время всё большую актуальность приобретает вопрос об устойчивости почв к избыточному поступлению одной из самых распространённых групп загрязняющих веществ – тяжёлых металлов. В почве металлы взаимодействуют с её компонентами и оставляют последствия этого взаимодействия, которые нередко приводят к сокращению

продуктивности наземных экосистем и представляют реальную опасность, ведь они оказывают негативное воздействие практически на все системы организма. Накопленные тяжелые металлы в городском почвенном покрове могут напрямую влиять на человека. Смешиваясь с придорожной пылью, взвеси поллютантов поднимаются в воздух, постепенно накапливаясь и медленно ухудшая здоровье горожан. Свинец (Pb) – один из самых вредных элементов, встречающихся в природе. Его воздействие особенно опасно в долгосрочной перспективе влияния. Он провоцирует развитие психических расстройств, проблем с подвижностью и слухом, вызывает повреждение печени и почек, клеток мозга, костей, нервной и сосудистой систем.

Цель исследования: определить содержание катионов свинца Pb^{2+} в образцах почвы, взятых на территории дома, предложить пути решения сложившейся экологической проблемы.

Гипотеза: так как рядом с домом находится оживлённая проезжая часть, следовательно, мы можем предположить, что интенсивные автомобильные выхлопы отрицательно сказываются на почвенном покрове, а значит, и на состоянии растений. Содержание Pb^{2+} возле проезжей части должно быть выше, чем в отдалении от неё.

Задачи исследования: подготовка образцов почвы; приготовление почвенного раствора. Исследование образцов почвы на содержание катионов свинца Pb^{2+} с помощью метода тонкослойной хроматографии. Изучение литературы о загрязнении почв ТМ, о влиянии ТМ на человека, о способах очистки почв от ТМ. Выявление состояния почвы, разработка рекомендаций по насаждению для улучшения состояния почвы на территории дома.

Исследование: проведение метода тонкослойной хроматографии для исследования образцов почвы на предмет наличия катионов свинца.

Пути решения: ионы свинца, содержащиеся в выхлопных газах автомобилей, оказывают влияние не только на человека и животных, но и на растения, однако некоторые из них устойчивы к подобным загрязнениям. Американский ботаник Илья Раскин провёл исследование последствий техногенной катастрофы на Чернобыльской АЭС и обнаружил, что растения способны накапливать в себе ТМ и радиоактивные элементы, очищая тем самым почву. Используя это свойство, он создал метод очищения почв, который получил название «фиторемедиация». Основываясь на этом свойстве, можно очищать почвы от тяжёлых металлов. От свинца и тяжёлых металлов почву помогут очистить берёза, ясень маньчжурский, туя западная, можжевельник, гречка сахалинская, кукуруза, индийская кукуруза. Самым оптимальным вариантом, с учетом неприхотливости растения и нашего климата, я считаю высадку ясеня маньчжурского и березы.

Выводы: так как наличие ионов свинца и тяжёлых металлов возле наших домов – это неоспоримый факт, то проблема стоит очень остро для нашего города. Метод фиторемедиации является на данный момент, по моему мнению, самым оптимальным, ещё и несет в себе эстетическую ценность. В результате высадки деревьев улучшится экологическая обстановка в городе в целом.

Список литературы

1. Крамаренко В.Ф. Токсикологическая химия. Киев.: ВШ, 1989. 447 с.
2. Лазарев Н.В., Гадаскина И.Д. Вредные вещества в промышленности. Л.: Химия, 1997, Т.3. 670 с.
3. Полянский Н.Г. Свинец. М.: Наука, 1986. 356 с.
4. Ревич Б.А., Авалиани С.Л., Тихонов Г.И. Окружающая среда и здоровье населения. Региональная экологическая политика. Проект пособия. М.: ЦЭПР, 2003. 149 с.
5. Сенновская Т.А. Сад у дороги. Ж. «Наука и жизнь». 2006. №5

Материалы региональной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных по
естественным наукам, Владивосток, 15-30 апреля 2021 г.-

6. Тимофеева Я.О., Голов В.И. Железо-марганцевые конкреции как накопители тяжелых металлов в некоторых почвах Приморья. Журнал «Почвоведение». 2007, №12.