

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ШКОЛА ОБЩЕСТВЕННЫХ НАУК

---

# **НАУЧНАЯ ИНИЦИАТИВА ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ И АСПИРАНТОВ**

Сборник докладов  
III Международной научно-практической конференции

**25–27 апреля 2023 г.**

Томск 2023

УДК 378.147.88:347.176.2(063)

ББК Ч484(2)71:Ч481.268л0

НЗ4

**Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов :**  
НЗ4 сборник докладов III Международной научно-практической конференции (Томск, 25–27 апреля 2023 г.) / Томский политехнический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2023. – 692 с.

ISBN 978-5-4387-1154-4

Сборник представляет интерес для специалистов и исследователей в области математики, механики, электротехники, информатики и вычислительных систем, физики, химии, геологии, гуманитарных наук и экономики.

УДК 378.147.88:347.176.2(063)

ББК Ч484(2)71:Ч481.268л0

**Ответственность за содержание работ несут авторы**

ISBN 978-5-4387-1154-4

© ФГАОУ ВО НИ ТПУ, 2023

Уважаемые коллеги!

Предлагаемый вашему вниманию сборник материалов III Международной научно-практической конференции «Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов» содержит доклады иностранных студентов, магистрантов и аспирантов, обучающихся в российских и зарубежных вузах.

В период работы конференции 25-27 апреля 2023 г. на заседаниях 10 секций было представлено 292 доклада, программа конференции размещена на сайте конференции (<https://isc.tpu.ru>).

В сборнике опубликованы материалы докладов иностранных студентов - представителей 53 стран мира. Все материалы конференции в сборнике сгруппированы по пяти направлениям: актуальные проблемы гуманитарных наук, актуальные проблемы социально-гуманитарных наук, актуальные проблемы инженерных наук, актуальные проблемы естественных наук, а также доклады секции на английском языке «Science as a vocation and career».

Доклады отражают научные интересы молодых иностранных учёных по современным динамично развивающимся направлениям инженерных и естественных наук (машиностроение, разработка и эксплуатация полезных ископаемых, геодезия, технические системы и процессы управления, энергетика, химическая технология, материаловедение, информатика, приборостроение, геология, экология). Сборник содержит доклады по проблемам общественных наук (филология, социология, история, экономика, педагогика, этнография, искусствоведение). Большинство материалов докладов представляет собой апробацию научных результатов дипломных и диссертационных работ.

Конференция организована отделением русского языка Школы базовой инженерной подготовки, осуществляющим обучение русскому языку по всем направлениям с 2006 года. Отделение готовит аспирантов по специальности 5.9 Филология (<http://russian.tpu.ru/>).

Надеемся, что данный сборник будет интересен и полезен всем читателям, интересующимся современным развитием науки и техники.

С уважением,  
оргкомитет конференции

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГУМАНИТАРНЫХ НАУК .....</b>	<b>17</b>
<b>Агагелдиева Айджахан (Туркменистан) .....</b>	<b>17</b>
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДВУЯЗЫЧНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СЛОВАРЕЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ РУССКОМУ ЯЗЫКУ КАК ИНОСТРАННОМУ (НА ПРИМЕРЕ ТУРКМЕНСКОЙ АУДИТОРИИ)	
<b>Аль Аббуди Мунтассир Абдулкадим Найма (Ирак).....</b>	<b>19</b>
АНАЛИЗ РАССКАЗА А. П. ЧЕХОВА С ОБОРОТНЫМ ЗНАЧЕНИЕМ ЗАГЛАВИЯ «ПИСЬМО К УЧЁНОМУ СОСЕДУ» (1880)	
<b>Бали-Фаркаш Петер (Венгрия) .....</b>	<b>23</b>
ЕЩЁ РАЗ ОБ ИКОНЕ В «ХОЗЯЙКЕ» ДОСТОЕВСКОГО. АНАЛИЗ МОТИВОВ В ЗЕРКАЛЕ КУЛЬТУРНОЙ ИСТОРИИ	
<b>Бао Лихун (Китай) .....</b>	<b>28</b>
ВОСПРИЯТИЕ ФЕЛЬЕТОНОВ М. БУЛГАКОВА В КИТАЕ	
<b>Бао Нажисэнь (Китай) .....</b>	<b>30</b>
СРАВНЕНИЕ РАЗНЫХ ВЕРСИЙ РОМАНА М.С. ШАГИНЯН «МЕСС-МЕНД»	
<b>Ван Сяосюй (Китай) .....</b>	<b>32</b>
ОБРАЗНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ТЕМПОРАЛЬНЫХ ЛЕКСЕМ <i>ВЕСНА</i> И <i>ОСЕНЬ</i> (НА МАТЕРИАЛЕ РУССКОЙ ПОЭЗИИ XX-XXI ВЕКОВ)	
<b>Ван Чжаои (Китай), Бохонная Марина Евгеньевна (Россия) .....</b>	<b>35</b>
РУССКИЙ И КИТАЙСКИЙ ЯЗЫК В СОВРЕМЕННОМ ИНТЕРНЕТ-ПРОСТРАНСТВЕ	
<b>Ван Чунмин (Китай).....</b>	<b>38</b>
МЕТАФОРИЧЕСКИЙ ПЕРЕВОД В АФОРИЗМАХ КИТАЯ О ТРАДИЦИОННОЙ МОРАЛИ И НРАВСТВЕННОСТИ	
<b>Гао Хуэйминь (Китай).....</b>	<b>42</b>
СИМВОЛИЗМ СОМАТИЧЕСКИХ ФРАЗЕОЛОГИЗМОВ В РУССКОЙ И КИТАЙСКОЙ КАРТИНЕ МИРА	
<b>Гуо Менгюан (Китай) .....</b>	<b>45</b>
АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ФРАЗЕОЛОГИЗМОВ С АНТРОПОЛОГИЧЕСКИМ КОМПОНЕНТОМ В РУССКИХ И КИТАЙСКИХ ЯЗЫКАХ	
<b>Дин Лань (Китай).....</b>	<b>49</b>
АНАЛИЗ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛЮБВИ АННЫ КАРЕНИНОЙ К ВРОНСКОМУ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ СОМАТИЗМА	

<b>Е Юй Чиэнь (Тайвань).....</b>	<b>54</b>
ОСОБЕННОСТИ ЦЕННОСТНОЙ КАРТИНЫ МИРА, ОТРАЖЕННЫЕ В ПОСЛОВИЦАХ (НА ПРИМЕРЕ РУССКИХ И КИТАЙСКИХ ПОСЛОВИЦ)	
<b>Ли Хунсин (Китай), Штецберг Алёна Михайловна (Россия) .....</b>	<b>59</b>
ЛИТЕРАТУРА КАК КЛЮЧ К ПРОБЛЕМЕ ПОНИМАНИЯ СХОЖЕСТИ РОССИЙСКОГО И КИТАЙСКОГО НАРОДОВ	
<b>Ло Цюно (Китай).....</b>	<b>62</b>
РАБОТЫ К. В. МОЧУЛЬСКОГО О РОМАНЕ Ф. М. ДОСТОЕВСКОГО «ИДИОТ» (К ПРОБЛЕМЕ ИСТОРИИ БИОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА)	
<b>Лю Я (Китай), Бохонная Марина Евгеньевна (Россия) .....</b>	<b>64</b>
СИМВОЛИКА ЦВЕТА В КИТАЙСКОЙ И РУССКОЙ ЯЗЫКОВОЙ КАРТИНЕ МИРА	
<b>Ляшенко Дмитрий (Казахстан).....</b>	<b>67</b>
ФИЗИЧЕСКИЙ ТЕРМИН В АСПЕКТЕ МЕТАФОРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	
<b>Мухторов Акмалжон Дилшод угли (Узбекистан), Мацкевич Нина Александровна (Россия) .....</b>	<b>71</b>
РЕПРЕЗЕНТАЦИЯ ФРЕЙМА «ЦВЕТОДИЗАЙН» В РУССКОЙ АРХИТЕКТУРНО- ДИЗАЙНЕРСКОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ	
<b>Рю Гисок (Корея), Бохонная Марина Евгеньевна (Россия).....</b>	<b>76</b>
ЖИВОТНЫЕ В КОРЕЙСКИХ И РУССКИХ НАРОДНЫХ СКАЗКАХ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ	
<b>Садури Хасанет (Тунис) .....</b>	<b>78</b>
СЛОВА-РЕАЛИИ В КНИГЕ А. В. ЕЛИСЕЕВА «ПО БЕЛУ СВЕТУ. ПУТЕШЕСТВИЕ ПО ТРЁМ ЧАСТЯМ СТАРОГО СВЕТА»	
<b>Саито Кота (Япония) .....</b>	<b>82</b>
МОТИВ ПРЕВРАЩЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА В ЖИВОТНОЕ В РУССКИХ СКАЗКАХ	
<b>Тан Цзинлинь (Китай).....</b>	<b>85</b>
ПЕКИНСКАЯ ОПЕРА КАК КУЛЬТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ КИТАЯ	
<b>Таштемиров Баэл Абдулхакимович (Кыргызстан), Банщиков Дмитрий Сергеевич (Россия) .....</b>	<b>88</b>
НОВЕЙШАЯ ЗАИМСТВОВАННАЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ	
<b>Тотпал Шарольта Кристина (Венгрия).....</b>	<b>92</b>
ИТАЛЬЯНСКИЕ ВЛИЯНИЯ В ТВОРЧЕСТВЕ АННЫ АХМАТОВОЙ И НИКОЛАЯ ГУМИЛЕВА	
<b>Тянь Фан (Китай) .....</b>	<b>99</b>
СЮРРЕАЛИСТИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ В ТВОРЧЕСТВЕ ЛЮДМИЛЫ ПЕТРУШЕВСКОЙ	

<b>Фань Шо (Китай) .....</b>	<b>102</b>
РОЛЬ И МЕСТО ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННОМ ПОДХОДЕ К ОБУЧЕНИЮ РУССКОМУ ЯЗЫКУ КАК ИНОСТРАННОМУ	
<b>Фу Цзиньюй (Китай), Бохонная Марина Евгеньевна (Россия) .....</b>	<b>107</b>
ОБРАЗ ПТИЦЫ В КИТАЙСКОЙ И РУССКОЙ ФРАЗЕОЛОГИИ	
<b>Ху Яньпин (Китай) .....</b>	<b>109</b>
«ВОЛОСЫ» В ЗЕРКАЛЕ ПУБЛИЦИСТИЧЕСКОГО ДИСКУРСА (НА МАТЕРИАЛЕ НАЦИОНАЛЬНОГО КОРПУСА РУССКОГО ЯЗЫКА)	
<b>Чжан И (Китай) .....</b>	<b>113</b>
СЕМАНТИЧЕСКИЙ ОБЪЕМ ЛЕКЕМЫ «АЛКОГОЛЬ» В РУССКОМ И КИТАЙСКОМ ЯЗЫКАХ (НА ПРИМЕРЕ ТОЛКОВЫХ СЛОВАРЕЙ)	
<b>Чжан Сяюань (Китай) .....</b>	<b>117</b>
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И АНАЛИЗ ПРЕПОДАВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ В СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ КИТАЯ	
<b>Чжао Линьлинь (Китай).....</b>	<b>122</b>
ПРИМЕНИМОСТЬ ИНТЕГРИРОВАННОГО ПОДХОДА В ОБУЧЕНИИ ГОВОРЕНИЮ КИТАЙСКИХ СТУДЕНТОВ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ КАК ИНОСТРАННОМ	
<b>Чжоу Сяньюй (Китай) .....</b>	<b>125</b>
АНТРОПОМОРФНАЯ И ЗООМОРФНАЯ МОДЕЛИ МИРА В РОМАНЕ Д. РУБИНОЙ «СИНДРОМ ПЕТРУШКИ» И ИХ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ В ПЕРЕВОДЕ НА КИТАЙСКИЙ ЯЗЫК	
<b>Чжу Цзинжу (Китай) .....</b>	<b>130</b>
ТЕОРИЯ «СНОТВОРЧЕСТВА» А.Л. БЕМА И ЕЕ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ В ПОВЕСТИ «ХОЗЯЙКА» ДОСТОЕВСКОГО	
<b>Чэнь Линь (Китай) .....</b>	<b>134</b>
КОНЦЕПЦИЯ СРАВНИТЕЛЬНОГО ЛИТЕРАТУРОВЕДЕНИЯ В.М. ЖИРМУНСКОГО	
<b>Чэнь Юйлинь (Китай) .....</b>	<b>137</b>
ЛИНГВОКУЛЬТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИСТИКЛА (НА МАТЕРИАЛАХ КИТАЙСКОГО И РУССКОГО ЯЗЫКОВ)	
<b>Шао Сыцзя (Китай) .....</b>	<b>142</b>
СВЯЗЬ МЕЖДУ ОБРАЗОМ «ЧУДИКА» И АРХЕТИПОМ ЮРОДСТВА	
<b>Ши Линь (Китай).....</b>	<b>146</b>
ГУМАНИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ЛИНГВИСТИКИ	

<b>АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫХ НАУК.....</b>	<b>150</b>
<b>Агнимел Мемел Алекс Паул Артур (Кот Д'Ивуар).....</b>	<b>150</b>
ВОЛГОГРАД – ЦЕНТР ОБЩЕСТВЕННОЙ ДИПЛОМАТИИ В РОССИИ	
<b>Богдановска Александра (Македония).....</b>	<b>154</b>
ЭТНОЦЕНТРИЗМ В УСЛОВИЯХ (НЕ)ПРИНЯТИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ОГРИДСКОГО РАМОЧНОГО СОГЛАШЕНИЯ СРЕДИ МАКЕДОНСКИХ СТУДЕНТОВ РАЗНОЙ ЭТНИЧЕСКОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ	
<b>Гао Аоцзе (Китай) .....</b>	<b>161</b>
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КИТАЙСКИХ И РОССИЙСКИХ КУЛЬТУРНЫХ ОЧКОВ	
<b>Ду Бэньюй (Китай).....</b>	<b>164</b>
ОСОБЕННОСТИ КИТАЙСКОГО ДЕЛОВОГО ЭТИКЕТА (РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ)	
<b>Зайнулин Рашид Шамильевич (Кыргызстан), Никушкина Анна Алексеевна (Россия) .</b>	<b>166</b>
НАРУЖНАЯ РЕКЛАМА ГОРОДА БИШКЕК: ИСТОКИ, ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ	
<b>Койчубаева Диана Сергеевна (Республика Казахстан) .....</b>	<b>173</b>
АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ТУРИСТОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММЫ «ФЕСТИВАЛЯ ЯБЛОНИ СИВЕРСА» В Г.АЛМАТЫ	
<b>Ли Линь (Китай).....</b>	<b>178</b>
СПЕЦИФИКА И ЭВОЛЮЦИЯ ОБЫЧАЕВ КОРЕННЫХ НАРОДОВ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО КИТАЯ	
<b>Ли Чэньси, Ма Фэйсян (Китай) .....</b>	<b>183</b>
ПРОБЛЕМА ЛИЧНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЛИДЕРОВ ГОСУДАРСТВ, КАК ГЛАВНОГО ФАКТОРА, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕГО МЕЖДУНАРОДНЫЕ ОТНОШЕНИЯ РОССИИ И КИТАЯ	
<b>Линь Сяоя (Китай) .....</b>	<b>188</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ КИТАЯ	
<b>Лоренцо Труфоло (Италия) .....</b>	<b>193</b>
ЕС И ЕАЭС: КОНКУРЕНЦИЯ В ЕВРАЗИИ ЧЕРЕЗ РЕГИОНАЛЬНУЮ ИНТЕГРАЦИЮ	
<b>Лю Юйци (Китай) .....</b>	<b>199</b>
ОТВЕТСТВЕННОСТЬ И САМОЦЕНзуРА СУБЪЕКТА РЕЧИ В СОВРЕМЕННЫХ РОССИЙСКИХ СМИ	
<b>Люй Яци (Китай).....</b>	<b>201</b>
ПОКАЗАТЕЛИ ВАРИАЦИИ В ИЗУЧЕНИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ	
<b>Паул Джеймс Джейкоб (Танзания) .....</b>	<b>204</b>
ПРОБЛЕМЫ ЛИДЕРСТВА АФРИКАНСКИХ ЖЕНЩИН	

<b>Перес Торрес Роберто Андрес (Сальвадор) .....</b>	<b>207</b>
ОПИСАНИЕ СОЦИАЛЬНОЙ ЖИЗНИ ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ НА ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ КУРСЕ В 2022/23 УЧЕБНОМ ГОДУ В НАЦИОНАЛЬНОМ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ «ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ», Г. МОСКВА	
<b>Сан Сумей, Ли Синьюй (Китай).....</b>	<b>212</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРАТЕГИЙ КРОСС-КУЛЬТУРНОГО МЕНЕДЖМЕНТА РОССИЙСКИХ И КИТАЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ	
<b>Саракосала Лапавее (Тайланд) .....</b>	<b>215</b>
КОММУНИКАЦИЯ И ЦЕННОСТИ БРЕНДА TAKARA WONG	
<b>Со Си (Китай) .....</b>	<b>220</b>
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ ПЕНСИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГРАЖДАН КИТАЯ В РАЗЛИЧНЫХ ПРОВИНЦИЯХ	
<b>Тукан Али (Сирия) .....</b>	<b>225</b>
К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНЫХ ПУТЯХ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ПОСЛЕВОЕННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ СИРИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ (СОГЛАСНО НАЦИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ «СИРИЯ 2030»)	
<b>Хэ Пинпин (Китай) .....</b>	<b>229</b>
АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ФИНАНСИРОВАНИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РАБОТАЮЩЕГО НАСЕЛЕНИЯ ПЕКИНА	
<b>Ци Чжо (Китай).....</b>	<b>233</b>
ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ КУРСОВ ГОХУА В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ДИЗАЙН- ОБРАЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННОГО КИТАЯ	
<b>Чжан Исюань (Китай) .....</b>	<b>239</b>
ТЕКУЩАЯ СИТУАЦИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ КИТАЙСКО-РОССИЙСКОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА	
<b>Чжоу Лулу (Китай).....</b>	<b>241</b>
ПЕРЕВОД ТВОРЧЕСТВА СОЛЖЕНИЦЫНА В КИТАЙСКОМ СОЦИАЛЬНО-ПОЛИТИЧЕСКОМ И КУЛЬТУРНОМ КОНТЕКСТЕ (1960-1980 ГГ.)	
<b>Чэнь Вэньвэй, Чэнь Чуньсяо, Хуянь Шоуцзюань (Китай) .....</b>	<b>244</b>
РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ СТАРЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ В КИТАЕ	
<b>АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНЖЕНЕРНЫХ НАУК.....</b>	<b>248</b>
<b>Абдали Лаит Мохаммед (Ирак), Исса Хайдер Абдулсахиб (Ирак), Аль-Малики Муатаз Наджим (Ирак), Кувшинов Владимир Владиславович (Россия)..</b>	
<b>248</b>	
МОДЕЛИРОВАНИЕ УМНОЙ КОНСТРУКЦИИ ГИБРИДНОЙ PV- ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ	

<b>Абедтазехабади Акрам (Иран).....</b>	<b>255</b>
ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ЭНЕРГОГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ	
<b>Авад Петер Адел Вахим (Египет).....</b>	<b>259</b>
ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ	
<b>Аль-Мусави Висам Мохаммедтаки М Джавад (Ирак).....</b>	<b>263</b>
ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО БЕСПРОВОДНОМУ КАНАЛУ НА ОСНОВЕ АДАПТИВНОГО АЛГОРИТМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМ MIMO-OFDM	
<b>Ассаад Нидал Адонис (Бразилия) .....</b>	<b>269</b>
ВОЗМОЖНЫЕ СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЭЛЕКТРО-АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ САМОЛЁТОВ	
<b>Буруиед Амира (Алжир) .....</b>	<b>273</b>
БОЛЕЕ БЫСТРОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ COVID-19 С ПОМОЩЬЮ BIOFIREFILMARRAY	
<b>Ван Нана (Китай), Годымчук Анна Юрьевна (Россия) .....</b>	<b>275</b>
ВЛИЯНИЕ PH НА КОЛЛОИДНЫЕ СВОЙСТВА НАНОЧАСТИЦ TiO <sub>2</sub> В РАСТВОРЕ АРГИНИНА	
<b>Ван Чэнвэй (Китай) .....</b>	<b>281</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СЕПАРАТОРА ДЛЯ РУЧНОГО ГАЙКОВЕРТА	
<b>Ван Шэнчэнь (Китай) .....</b>	<b>285</b>
АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОПЕРАТОРА ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ И СОЗДАНИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ	
<b>Вей Линн Найнг (Мьянма).....</b>	<b>288</b>
АНАЛИЗ ТЕПЛООБМЕНА СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ В ДВИГАТЕЛЕ	
<b>Гао Аоцзе (Китай) .....</b>	<b>294</b>
ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ БПЛА И ФОТОГРАММЕТРИИ В ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ОТРАСЛИ В ЭПОХУ ЦИФРОВОГО ГОРОДА	
<b>Гао Тяньюй (Китай) .....</b>	<b>296</b>
ИЗМЕРЕНИЕ ТВЕРДОСТИ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ	
<b>Ди Чэнь (Китай), Дин Цзэжу (Китай), Ли Вэйхан (Китай), Жуй Минхань (Китай), Козлов Виктор Николаевич (Россия).....</b>	<b>302</b>
ВЛИЯНИЕ ИЗНОСА НА ВЫДЕРЖИВАЕМЫЙ РАЗМЕР И ПРОЧНОСТЬ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА	
<b>Дин Цзэжу (Китай), Чжан Хао (Китай), Козлов Виктор Николаевич (Россия).....</b>	<b>308</b>
ВЛИЯНИЕ ИЗНОСА НА КОНТАКТНЫЕ НАГРУЗКИ ПРИ КОНЦЕВОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ СТАЛИ	

<b>Дин Цзэжу (Китай), Чжан Хао (Китай), Козлов Виктор Николаевич (Россия).....</b>	<b>314</b>
ОСОБЕННОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНТАКТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ НА ФАСКЕ ИЗНОСА ПО ЗАДНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ИНСТРУМЕНТА	
<b>Ли Баочэн, (Китай).....</b>	<b>321</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ УДАРА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ИМПУЛЬСНОГО ИСТОЧНИКА ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН	
<b>Ли Баочэн (Китай) .....</b>	<b>324</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИКЛА ТОРМОЖЕНИЯ ЗАТВОРА ИМПУЛЬСНОГО ИСТОЧНИКА ДЛЯ ОЧИСТКИ КОЛЛЕКТОРА НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН	
<b>Ли Юйсинь (Китай).....</b>	<b>327</b>
ОБЗОР СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ	
<b>Ло Цзюньхуа (Китай) .....</b>	<b>330</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ОРБИТАЛЬНОЙ СПУТНИКОВОЙ ГРУППИРОВКИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СВЯЗИ В ЗАДАННОМ РАЙОНЕ	
<b>Мачука Мендоса Кристиан Родриго (Эквадор) .....</b>	<b>333</b>
СЕМАНТИЧЕСКАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ СНИМКОВ ПОВРЕЖДЕННЫХ ВРЕДИТЕЛЯМИ ХВОЙНЫХ ДЕРЕВЬЕВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРАНСФЕРНОГО ОБУЧЕНИЯ	
<b>Муатаз Наджим Аль-Малики (Ирак), Лаит Мохаммед Абдали (Ирак), Исса Хайдер Абдулсахиб (Ирак), Кувшинов Владимир Владиславович (Россия).....</b>	<b>339</b>
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДЯНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ	
<b>Нкоан Янник (Габон) .....</b>	<b>347</b>
ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В ИРАКЕ	
<b>Омран Мазен (Сирия) .....</b>	<b>349</b>
ОБНАРУЖЕНИЕ ДЕФЕКТОВ БЕТОННОЙ ПЛИТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛАССИЧЕСКОГО МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ	
<b>Прозорова Ирина Валентиновна (Казахстан), Сабитова Радмила Радиковна (Казахстан), Дербышев Ильдар Камильевич .....</b>	<b>356</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ БАЛАНСА РЕАКТИВНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНОВ СУЗ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ФИЗИЧЕСКОГО ПУСКА РЕАКТОРА ИВГ.1М С НОУ ТОПЛИВОМ	
<b>Пэн Тяньтянь (Китай).....</b>	<b>358</b>
ВСТРЕЧНОЕ ДВУХВОЛНОВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В ГИРОТРОПНОМ КУБИЧЕСКОМ ФОТОРЕФРАКТИВНОМ КРИСТАЛЛЕ СИММЕТРИИ 23	
<b>Саббаган Ареф (Иран) .....</b>	<b>363</b>
МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ВЫХОДНОЙ МОЩНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ	

<b>Сунь Цзянхао (Китай) .....</b>	<b>367</b>
СИСТЕМА ТРАЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЧЕТЫРЕХОКОЛЕСНЫМ РОБОТОМ НА ОСНОВЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ	
<b>Фу Чжи (Китай).....</b>	<b>371</b>
ПРОЦЕСС MIG-СВАРКИ КОЛЕБЛЮЩЕЙСЯ ДУГОЙ ДЛЯ ВЫСОКОПРОЧНОЙ СТАЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ	
<b>Хайдер Абдулсахиб Исса (Ирак), Лаит Мохаммед Абдали (Ирак), Муатаз Наджим Аль-Малики (Ирак), Якимович Борис Анатольевич (Россия), Кувшинов Владимир Владиславович (Россия) .....</b>	<b>375</b>
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ ДЛЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И АККУМУЛЯТОРНЫХ СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ В СЕТИ И ВНЕ СЕТИ	
<b>Хань Цзэли (Китай), Яременко Олег.Борисович (Россия), Куранов Александр Евгеньевич (Россия) .....</b>	<b>388</b>
ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТИТАНОВОГО СПЛАВА МЕТОДОМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ИНДЕНТИРОВАНИЯ	
<b>Хасанов Мустафокул Абдукодирович (Таджикистан) .....</b>	<b>392</b>
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ В ГОРНЫХ РАЙОНАХ	
<b>Хаттаби Мохамед Асаад Ибрахим (Египет), Черкасова Татьяна Викторовна (Россия), Тришкина Людмила Ильинична (Россия) .....</b>	<b>395</b>
ДИСЛОКАЦИОННЫЕ СУБСТРУКТУРЫ, ФОРМИРУЮЩИЕСЯ В СПЛАВАХ CU-AL ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ВТОРОГО ЭЛЕМЕНТА	
<b>Хаттаби Мохамед Асаад Ибрахим (Египет), Черкасова Татьяна Викторовна (Россия), Тришкина Людмила Ильинична (Россия) .....</b>	<b>401</b>
ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ НА ЭВОЛЮЦИЮ ДИСЛОКАЦИОННОЙ СУБСТРУКТУРЫ В МЕДНО-МАРГАНЦЕВЫХ СПЛАВАХ	
<b>Ху Ган (Китай).....</b>	<b>407</b>
ОСНАЩЕНИЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ СТАНЦИЙ КИТАЙСКИМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯМИ	
<b>Хуа Кэфэй (Китай).....</b>	<b>410</b>
АСУ ПРОЦЕССОМ СЕПАРАЦИИ НА ЦЕНТРАЛЬНОМ ПУНКТЕ СБОРА	
<b>Хужажинова Камила Абликимовна (Казахстан).....</b>	<b>413</b>
КУЛЬТУРА ФИЗИЧЕСКОЙ ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КАК ЭЛЕМЕНТ ЭФФЕКТИВНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	
<b>Хэ Цинчжоу (Китай).....</b>	<b>416</b>
РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ	

<b>Цзян Ялун (Китай), Фань Юйтэн (Китай).....</b>	<b>421</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ	
<b>Ци Мэнсюй (Китай), Шэ Лу (Китай), Чжан Цинжун (Китай), Козлов Виктор Николаевич (Россия).....</b>	<b>425</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СИЛ ПРИ КОНЦЕВОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ СТАЛИ	
<b>Чан Динь Хынг (Вьетнам) , Петров Михаил Александрович (Россия).....</b>	<b>431</b>
ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИИ СГЛАЖИВАНИЯ МАТРИЦЫ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОНТАКТНОГО ДАВЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ МИКРОШТАМПОВКИ ПРИ ПОМОЩИ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	
<b>Чжан И (Китай), Чжан Юйсиь (Китай), Филипас Александр Александрович (Россия), Кучман Алёна Владимировна (Россия).....</b>	<b>438</b>
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОБРАБОТКА МИКРОФОТОГРАФИЙ ЭМУЛЬСИИ С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИСПЕРСНОГО СОСТАВА СКВАЖИННОЙ ЖИДКОСТИ	
<b>Чжан Хайлун (Китай).....</b>	<b>441</b>
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННОЙ	
<b>Чжан Хао (Китай), Ли Вэйхан (Китай), Жуй Минхань (Китай), Ди Чэнь (Китай), Козлов Виктор Николаевич (Россия).....</b>	<b>443</b>
ОБРАБОТКА АЛЮМИНИЯ КОНЦЕВЫМИ ФРЕЗАМИ С МНОГОГРАННЫМИ ПЛАСТИНАМИ	
<b>Чжан Цинжун (Китай), Шэ Лу (Китай), Го Таоюй (Китай), Козлов Виктор Николаевич (Россия) .....</b>	<b>450</b>
РАСЧЁТ НАПРЯЖЕНИЙ В РЕЖУЩЕМ ИНСТРУМЕНТЕ В НАЧАЛЕ РЕЗАНИЯ	
<b>Чжан Цинжун (Китай), Шэ Лу (Китай), Козлов Виктор Николаевич (Россия) .....</b>	<b>457</b>
ВЛИЯНИЕ ПЕРЕДНЕГО УГЛА НА СИЛЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ТИТАНОВОГО СПЛАВА	
<b>Чжан Цзяньчэн (Китай) .....</b>	<b>462</b>
МОДЕЛЬ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ВТУЛКИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДОРНОВАНИЕМ	
<b>Чжан Юйсинь (Китай), Сладков Максим (Казахстан), Жгута Вадим, Леонова Екатерина, Томский политехнический университет, г.Томск.....</b>	<b>465</b>
АВТОМАТИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОЙ КОНВЕРСИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ	
<b>Чжан Юйчэнь (Китай).....</b>	<b>470</b>
НЕЙРОСЕТЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ КВАДРОКОПТЕРОМ	
<b>Чжао Гэнчнь (Китай).....</b>	<b>475</b>
БАЛАНСИРУЮЩИЙ АВТОМОБИЛЬ НА БАЗЕ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ PID	

<b>Шэ Лу (Китай), Чжан Цинжун (Китай), Козлов Виктор Николаевич (Россия) .....</b>	<b>479</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ФРЕЗ ПРИ ОБРАБОТКЕ СТАЛИ	
<b>Юсеф Фарах (Сирия) .....</b>	<b>484</b>
АРХИТЕКТУРА ПРОГРАММНОЙ ЭМУЛЯЦИИ ИНТЕРФЕЙСА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ ПРОТОКОЛОВ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ	
<b>Ян Сяньчжэ (Китай) .....</b>	<b>488</b>
ПОВЕРХНОСТНАЯ МОДИФИКАЦИЯ СТРУКТУРЫ ТРУБОПРОВОДНЫХ СТАЛЕЙ ВАКУУМНЫМИ МЕТОДАМИ С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ	
<b>Ян Юйси (Китай) .....</b>	<b>492</b>
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛА ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ЕВМ (ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ПЛАВКИ) И ЛАЗЕРНОЙ SLM (СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЛАВЛЕНИЯ) ОБРАБОТКОЙ МЕТОДАМИ АДДИТИВНЫХ ПРОИЗВОДСТВ	
<b>Яхья Мохаммад (Сирия) .....</b>	<b>496</b>
ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ НАДЁЖНОСТИ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ ЗА СЧЕТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОТКАЗОВ	
<b>АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК .....</b>	<b>502</b>
<b>Абделвахед Мохамед Гуда Мохамед Гуда, (Египет) .....</b>	<b>502</b>
ВИДИМЫЕ НЕВИДИМКИ	
<b>Гумгна Самэн Борис Лэбон (Камерун) .....</b>	<b>505</b>
ФРАКТАЛЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ТВОРЧЕСКОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ	
<b>Жизлейн Анисе Зебазе Нджапоу (Камерун) .....</b>	<b>508</b>
ИНКАПСУЛЯЦИЯ Фуллеренов $C_{60}$ В ОДНОСТЕННЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ: ПОЛУЧЕНИЕ ДВУСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК	
<b>Киеу Бак Тхуан (Вьетнам).....</b>	<b>513</b>
ЭКСТРАКЦИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТРИБУТИЛФОСФАТОМ	
<b>Ли Вэньди (Китай) .....</b>	<b>517</b>
СИНТЕЗ НАНОПОРОШКА $MgAl_2O_4-AG$ С ПОМОЩЬЮ НАНОРАСПЫЛИТЕЛЬНОЙ СУШКИ	
<b>Ли Сяоянь(Китай) .....</b>	<b>521</b>
ПОЛУЧЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ЦИНКА ИЗ СУСПЕНЗИЙ РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ	
<b>Ли Хуатин (Китай).....</b>	<b>525</b>
ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА И ЧАСТИЦ КОСТНОЙ ТКАНИ	

<b>Ли Цзе (Китай)</b> .....	<b>528</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ И МИКРОТВЕРДОСТИ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА, ИЗГОТОВЛЕННОГО ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ АДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ	
<b>Ли Шуай (Китай), Хань Цзэли (Китай)</b> .....	<b>533</b>
ОСОБЕННОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ И ВОЗМОЖНОСТЬ ЕЁ ИЗУЧЕНИЯ	
<b>Лу Вейлун (Китай), Кузьменко Егор Дмитриевич (Россия)</b> .....	<b>536</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КЕРМЕТОВ НА ОСНОВЕ ZRC-ZRN-NI	
<b>Лю Тинтин (Китай)</b> .....	<b>540</b>
СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ ГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА ДЛЯ ОЧИСТКИ МЕТАЛЛОВ ОТ ПРОДУКТОВ КОРРОЗИИ	
<b>Лю Я (Китай), Годымчук Анна Юрьевна (Россия)</b> .....	<b>545</b>
ПОВЕДЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ ЦИНКА В ВОДНЫХ СУСПЕНЗИЯХ: ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТОВ	
<b>Лян Ичэн (Китай), Кузьменко Егор Дмитриевич (Россия)</b> .....	<b>549</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОКЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ НИТРИДА ЦИРКОНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОДЕРЖАНИЯ НИКЕЛЯ	
<b>Майда Хазмин Гонсалес Франко (Парагвай)</b> .....	<b>553</b>
МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ И ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ РОДА <i>ILEX</i>	
<b>Маматова Алина (Кыргызстан)</b> .....	<b>554</b>
ГАЛФЕНОЛ: ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ В БИОМЕДИЦИНЕ	
<b>Мусса Авалдугубах (Чад), Губарев Федор Александрович (Россия)</b> .....	<b>559</b>
ОПТОВОЛОКОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ	
<b>Тан Цзыюе (Китай), Годымчук Анна Юрьевна (Россия), Куровский Александр Васильевич (Россия)</b> .....	<b>564</b>
ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ SiO <sub>2</sub> НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ	
<b>Хуан Фули (Китай), Пайгин Владимир Денисович (Россия)</b> .....	<b>567</b>
СПЕКАЮЩИЕ ДОБАВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМИКИ ОКСИНИТРИДА АЛЮМИНИЯ	
<b>Хэ Яньни (Китай), Годымчук Анна Юрьевна (Россия), Куровский Александр Васильевич (Россия)</b> .....	<b>572</b>
ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ НАНОЧАСТИЦ НИКЕЛЯ НА КОРНЕОБРАЗОВАНИЕ	
<b>Цай Дини (Китай), Пань Мэнхуа (Китай), Цзи Синьюй (Китай)</b> .....	<b>576</b>
МЕТОД АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И МОРФОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТИ ОКСИДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ	

<b>Чэнь Сюань (Китай)Шевченко Иван Николаевич (Россия)</b> .....	<b>579</b>
ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ НА ОСНОВЕ МАСЛА ПИХТЫ И НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ЦИНКА, ПОЛУЧЕННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ	
<b>Шэнь Юаньи (Китай), Ван Дакунь (Китай)</b> .....	<b>583</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ	
<b>Юлдашева Феруза Шерзод кизи (Узбекистан)</b> .....	<b>586</b>
ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОГО РАДИОФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ КАРКАСНЫХ БЕЛКОВ С ХЕЛАТНЫМИ ГРУППАМИ НА ОСНОВЕ ГЛУТАМИНОВОЙ КИСЛОТЫ И ЦИСТЕИНА	
<b>Ян И (Китай), Годымчук Анна Юрьевна (Россия)</b> .....	<b>591</b>
ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА НАНОЧАСТИЦ SiO <sub>2</sub> НА ОСАЖДЕНИЕ В ВОДЕ	
<b>SCIENCE AS A VOCATION AND CAREER</b> .....	<b>595</b>
<b>Abdullah Bin Firoz (India), Rybakov Vladimir (Russia), Mukhortova Yulia (Russia), Igor Pariy (Russia), Toropkov Nikita(Russia)</b> .....	<b>595</b>
3D PRINTING OF PIEZO-POLYMER PLLA DOPED WITH MAGNETITE NANOPARTICLES AND USING TRIPLY PERIODIC MINIMAL SURFACE GYROID STRUCTURE FOR CRITICAL BONE DEFECTS	
<b>Adam Mustapha Umar (Nigeria), Bello Lukman Abdullahi (Nigeria), Ini Godwin (Nigeria)</b> .	<b>599</b>
FIELD PROGRAMMABLE GATE ARRAY BASED I & C SYSTEMS FOR NPPS: ENHANCING SAFETY AND EFFICIENCY	
<b>Aglan Mohamed (Egypt)</b> .....	<b>606</b>
GAS PRODUCTION PROBLEMS IN EGYPT	
<b>Akpoluma Akpoebi David (Nigeria)</b> .....	<b>611</b>
MASTERING THE 3 PS OF ACADEMIC AND TECHNICAL PRESENTATIONS: PREPARATION, PRACTICE, AND PERSISTENCE	
<b>Al Abbood Ahmed Maytham Abdulridha (Iraq)</b> .....	<b>613</b>
PERMEABILITY OF ROCKS IN IRAQ OIL FIELDS	
<b>Asabi Boakye Prince (Ghana)</b> .....	<b>616</b>
MOTIVATION BUILD-UP GUIDE FOR PH.D. ADULT LEARNERS WITH PROFESSIONS	
<b>Bello Luqman Abdullahi (Nigeria), Adam Mustapha Umar (Nigeria)</b> .....	<b>620</b>
APPLICATION OF GEOFENCING TECHNIQUE IN THE DESIGN OF PHYSICAL PROTECTION SYSTEMS FOR A NUCLEAR FACILITY	
<b>Chebila Hanadi (Algeria)</b> .....	<b>626</b>
GLOBAL CRISES MILESTONES: ANALYSIS OF THE CAUSES	

<b>Ghoneim Youmna (Egypt)</b> .....	<b>631</b>
BORON FILLED POLYETHYLENE SHIELDING CERAMIC-METAL APPLIED FOR COMPOSITE SHIELDING TO NUCLEAR RADIATION	
<b>Hamad Khelifa Rofida (Sudan)</b> .....	<b>636</b>
CURRENT INNOVATIVE TRENDS IN NUCLEAR REACTORS DESIGN AND THEIR POTENTIAL ROLE IN INCREASING THE WORLD SHARE OF NUCLEAR POWER	
<b>Ketter Elvis Kipkorir (Kenya)</b> .....	<b>639</b>
COOLING SYSTEM OF THE BIOLOGICAL PROTECTION OF THE IRT-T REACTOR	
<b>Kiragga Festo (Uganda)</b> .....	<b>642</b>
PHYSICAL INTERACTION OF FAST NEUTRONS WITH BIOLOGICAL TISSUES FOR RADIOLOGICAL THERAPY – A RADIOBIOLOGICAL REVIEW	
<b>Lutfi Aditya Hasnowo (Indonesia)</b> .....	<b>647</b>
RADIOIODINATION OF SMALL MOLECULE PSMA LIGAND	
<b>Nahar Priyanka (India)</b> .....	<b>648</b>
THE HISTORY OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A SUBJECT OF TECHNICAL SCIENCE	
<b>Neda Firoz (India), Beresteneva Olga Grigorievna (Russia), Aksenov Sergey Vladimirovich (Russia)</b> .....	<b>653</b>
AUTOENCODERS AND GENDER-BASED APPROACH FOR DEPRESSION DETECTION USING BERT AND LSTM MODEL	
<b>Odi Christopher .J.</b> .....	<b>661</b>
METHODS OF CRITICAL HEAT FLUX PREDICTION IN SUB-COOLED WATER FLOW IN VVER-1200 FUEL RODS	
<b>Samiru Alhassan (Ghana)</b> .....	<b>666</b>
ESSENTIALS OF IMPLEMENTING BACKWARD DESIGN METHOD IN TEACHING PHYSICS 1.3 IN TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY	
<b>Shruti Verma (India), Ashutosh Tiwari (Taiwan), Kedibone Givile (South Africa)</b> .....	<b>672</b>
SAFETY HAZARDS AND CONCERNS IN ENGINEERING SCIENCES	
<b>Sultan Mohamed (Egypt)</b> .....	<b>681</b>
WATER-GAS FLOODING	
<b>Tiwari Ashutosh (India), Verma Shruti (India), Givile Kedibone (South Africa)</b> .....	<b>686</b>
PATH TO PROTECTION: RISK ASSESSMENT IN ENGINEERING IN INDIAN AND SOUTH AFRICAN CONTEXT	

# **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ** **ГУМАНИТАРНЫХ НАУК**

Агагелдиева Айджахан (Туркменистан)

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого,

г. Санкт-Петербург

Научный руководитель: Троцюк Светлана Николаевна,  
канд. филол. наук, доцент

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДВУЯЗЫЧНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ СЛОВАРЕЙ ПРИ ОБУЧЕНИИ РУССКОМУ ЯЗЫКУ КАК ИНОСТРАННОМУ (НА ПРИМЕРЕ ТУРКМЕНСКОЙ АУДИТОРИИ)**

Лингвистические словари и их использование – это необходимая часть развития человечества. С одной стороны, они помогают лицам других народов лучше узнать и понять друг друга, понимать общие жизненные принципы, а с другой – содержат в себе много разных знаний, которые формируются на протяжении долгих лет у того или иного народа. На протяжении многих столетий создавались двуязычные словари, в которых использовались разные методы создания и толкования материала, в некоторых наиболее успешно, в некоторых – в меньшей степени. При изучении другого языка двуязычные, переводные и электронные словари представляют собой необходимое практическое пособие [3, с. 92].

Двуязычные электронные словари считаются относительно новым явлением на рынке отечественной издательской продукции, который стремительно развивается и приобретает популярность в самых широких кругах пользователей. Значение данных словарей важно, как для межкультурной коммуникации, так и для современного образовательного процесса. Например, такие словари, как Google Translate, Yandex Translate, ABBYY Lingvo x6, Lingvo Live, UNISLOV, PROMT, GLOSBE, показали свою образовательную эффективность в мире электронных словарей. В идеале каждый двуязычный электронный словарь должен содержать главный лексикографический принцип – «большое количество информации, минимальное количество места, отсутствие недостатка в заинтересованных читателях» [2]. Формирование этих словарей, безусловно, подразумевает освоение специальными знаниями. Важным в

двуязычном электронном словаре, на наш взгляд, является выбор конкретных переводных эквивалентов, которые содействуют наилучшему взаимопониманию и сотрудничеству разных народов [3, с. 100]. Поколения создателей печатных и электронных словарей облегчили коммуникацию между русской культурой и культурой Центральной Азии, в особенности между русскими и туркменскими обучающимися при чтении двуязычной классической литературы, при начальном изучении русского языка. Приведем примеры двуязычных электронных словарей, которыми активно пользуются туркменские студенты, в особенности при изучении языка:

- TRANSLATOS: <https://www.translatos.com/ru/tm-ru/>
- GLOSBE: <https://ru.glosbe.com/tk/ru>
- PROMT: <https://www.translate.ru/перевод/туркменский-русский>
- AJAYYP SOZLUK: <https://ajapsozluk.com/terjime.php?lang=ru>
- LINGVANEX: <https://lingvanex.com/translation/russian-to-turkmen>

Данные словари туркменские обучающиеся используют регулярно, потому что они предлагают богатый лексический словарь, содержат сведения о фонетической и грамматической системе русского языка, что, в свою очередь, помогает данным студентам грамотно говорить и правильно писать по-русски. Кроме этого, они получают массу знаний, информации о лингвистических, культурологических и страноведческих особенностях изучаемого языка, и могут найти быстро и в любой месте нужную информацию, что является самым важным в студенческой жизни.

При обучении туркменских студентов русскому языку необходимо уделять внимание вопросам, связанным с практикой русской речи, с трудностями при изучении русской лексики. Для эффективной системы работы над словом иностранных обучающихся надо научить, в особенности на элементарном уровне изучения русского языка, пользоваться словарями и уметь находить в них нужную информацию. Поэтому цель работы с электронными словарями в туркменской аудитории – формирование у студентов необходимости и умения пользоваться ими для получения информации и решения конкретных задач, возникающих на занятиях русского языка. К основным умениям работать со словарями относятся следующие: научиться отличать лингвистический словарь от других словарей, ориентироваться в словарной статье, находить в словаре нужное слово и т.д.

В заключении стоит отметить, что в настоящее время использование двуязычных электронных словарей навсегда изменило обучение ино-

странным языкам. Они являются прежде всего вспомогательным инструментом при переводе того или иного текста [1]. Но за электронными словарями и за онлайн-переводчиками всегда должен следовать специалист, способный чувствовать стиль языка, знать его грамматику, сленг, жаргон, современные изменения, постоянно происходящие в языке.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Амерова Р.Х., Глотова Л.Р. Роль лингвистических словарей при обучении студентов-иностранцев русскому языку // Вестник науки и образования. – № 4(107). Часть 1. 2021. – С. 42-44.
2. Двухязычные словари тюркских народов как источник контрастивной информации // Языкознание и литературоведение [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/dvuyazychnye-slovary-tyurkskih-narodov-kak-istochnik-kontrastivnoy-informatsii/viewer> (дата обращения: 26.03.2023).
3. Юсупова А. Ш., Денмухаметова Э. Н. Двухязычные словари тюркских народов как источник контрастивной информации // Филологические науки. Т. 2 (68), № 3. – СПб: ПОЛИТЕХНИКА, 2016. – С. 92-100.

Аль Аббуди Мунтассир Абдулкадим Найма (Ирак)

Томский государственный университет, Томск

Научный руководитель: Новикова Елена Георгиевна,  
д-р филол. наук

#### **АНАЛИЗ РАССКАЗА А. П. ЧЕХОВА С ОБОРОТНЫМ ЗНАЧЕНИЕМ ЗАГЛАВИЯ «ПИСЬМО К УЧЁНОМУ СОСЕДУ» (1880)**

У А. П. Чехова насчитывается более шестисот произведений. Названия всех этих произведений разнятся, некоторые из них озаглавлены одинаково («Беда» 1886 г. и «Беда» 1887 г.). Заглавия чеховских рассказов разнообразны, они выражаются разными способами. Например, через ситуацию («Смерть чиновника»), через характеристику («Дурочка»), через обстановку («Горе», «Счастье», «Тоска») или даже через образ («Скрипка Ротшильда», «Вишневый сад»). Из этого следует, что заглавия чеховских

произведений можно разнести по разным группам. Некоторые из них соответствуют сюжету и отражают его, как в рассказах «Смерть чиновника», «Тоска», «Дурочка». Некоторые, напротив, противоречат сюжету, например, рассказы «Радость», «Счастье», «Талант». Именно такие рассказы можно охарактеризовать как произведения с заглавиями оборотного значения. Это позволяет поставить вопрос об особых авторских стратегиях Чехова и специфики повествования. Разнообразие этих групп названий чеховских произведений и взаимоотношение текста и названия может менять фокус между текстом и основной идеей. Изменения в фокусе через несоответствие сути с названием и оборотные значения в заглавиях чеховских рассказов приводят к обесцениванию сюжета, что и вызывает иронию у читателя.

Вольф Шмид, филолог и русист, в своём труде «Нарратология» решает проблему нарративного конструирования, предлагая четыре нарративных уровня: события, история, наррация и презентация наррации. Основным приемом презентации наррации является вербализация, т. е. передача наррации средствами языка. [1, с. 88]. В вербализации обнаруживается языковая точка зрения. Излагая наррацию, нарратор должен делать выбор между разными стилями. Он может пользоваться лексическими единицами и синтаксическими структурами, свойственными его собственному стилю, или же, по мере его языковой компетенции, приспособливаться к стилистическому миру событий и излагать наррацию на языке одного или нескольких персонажей. [1, с. 98]

«Письмо к учёному соседу» – первый печатный рассказ русского писателя А. П. Чехова, впервые опубликованный под псевдонимом «...въ» 9 марта 1880 года в десятом номере художественно-юмористического журнала «Стрекоза». Этот рассказ является одним из самых ранних произведений писателя.

Весь сюжет «Письма к учёному соседу» отражается в одной ситуации, когда главный герой пишет своему «учёному» соседу письмо, в котором персонаж желает познакомиться с адресатом, но при этом выражает своё мнение о высказываниях этого учёного. Основная цель анализа – узнать ответ на два существенных вопроса: является ли письмо научным и является ли сосед, которому было адресовано письмо, учёным. Ответ на первый вопрос можно найти, проанализировав текст от начала до конца. Чехов даёт ответ на первый вопрос через речь и образ мышления героя разными методами и указаниями.

Первый метод проявляется в выражении неуверенности героя и подчёркнутом отсутствии у него каких-либо умений голосом самого героя: «Максим... (забыл как по батюшке, извените великодушно!) Извените и простите меня старого старикашку и нелепую душу человеческую за то,

что осмеливаюсь Вас беспокоить своим жалким письменным лепетом» [2, с. 5].

Чехов прибегает к повторению слов в похожей или одинаковой языковой форме (лексический повтор), к которому писатель не может прибегнуть сам в художественном тексте из-за эффекта ослабления, которое оно оказывает на повествование: «Герасим сообщил мне, что будто Вы сочинили сочинение», «драгоценных металлов, металоидов» [2, с. 5]. Чехов также использует опечатки в тексте, чтобы показать невежество человека, который пишет письмо: «всё одно как и цивилизацыя», «приежайте ко мне дорогой соседушко, ей-богу» [2, с. 5-6].

Чехов также прибегает к методу объяснения уже объясненного, то есть, когда герой рассказа старается выяснить то, что уже и так понятно. Этот метод знакомит читателя со внутренними сомнениями персонажа, его неуверенности в том, что он хочет сказать: «Поздравить Вас с приездом из Санкт-Петербурга в наш недостойный материк, населенный мужиками и крестьянским народом т. е. плебейским элементом». [2, с. 5-6]

Последний метод, который использует А. П. Чехов, – смешная манера спора с идеями учёного соседа. Герой пытается со всей уверенностью спорить с теми идеями, с которыми учёный согласен, даже несмотря на то, что учёный абсолютно прав. И манера, с которой он это делает, забавна, и применена Чеховым для того, чтобы пробудить иронию у читателей над персонажем. То, как персонаж доказывает свою точку зрения, нелогична и нелепа: «Вы пишете, что на луне т. е. на месяце живут и обитают люди и племена. Этого не может быть никогда, потому что если бы люди жили на луне то заслоняли бы для нас магический и волшебный свет ее своими домами и тучными пастбищами» [2, с. 6]. Доказано, что на Луне действительно нет людей, в этом отношении сосед прав, но говорит он всё это лишь для спора. Мы понимаем через сказанные элементы, что письмо героя антинаучное, тем самым мы отвечаем на первый вопрос.

Текст написан в одном темпе и описывает одну ситуацию так, что невозможно отделить кульминацию рассказа от его разрешения. Но теперь вернёмся к нашему второму вопросу: является ли сосед учёным. В одном фрагменте Чехов пытается ответить на этот вопрос. Это очевидно, потому что текст сильно отличается от других фрагментов, и несмотря на то, что Чехов оставил слабую формальную точку зрения героя, фрагмент является философским и сильно отличается от остального текста. В этом фрагменте голос персонажа продолжает звучать в тексте, но внутри этого голоса лежит великолепная чеховская логика, которая спорит с известной теорией: «Вы изволили сочинить что человек произошёл от обезьянских племен мартышек орангуташек и т. п. Простите меня старичка, но я с

Вами касательно этого важного пункта не согласен и могу Вам запятую поставить. Ибо, если бы человек, властитель мира, умнейшее из дыхательных существ, происходил от глупой и невежественной обезьяны то у него был бы хвост и дикий голос. <...> Разве мы покрыты кругом шерстью? Разве мы не носим одеяний, коих лишены обезьяны?» [2, с. 5].

Итак, в рассказе «Письмо к учёному соседу» не выясняется факт того, является ли адресат настоящим учёным. В рассказе отсутствует сюжетная линия, и канву повествования создают детали, образы, слова, – то есть все те параметры, которые создают художественную позицию. В нарративной структуре рассказа заложен принцип реверсивного восприятия текста: отсутствие фабулы возвращает читателя в начало текста в тот момент, когда он доходит до конца. Автор отказывается давать окончательную оценку, и читатель, не связанный авторской догмой, вынужден самостоятельно распознать основную проблему.

В основе текста в основном лежат две идеи: философская и психологическая. Философская идея рассказа раскрыта в контексте, в котором Чехов хотел сказать, что не каждый учёный является таковым, что не всякая идея, выдвинутая учёными, обязательно правдива и что есть предпосылки и пространство для спора с ними. Эта философская мысль существует на фоне повествования и не может считаться основным замыслом рассказа. Основная идея текста психологическая, и она заключается в том, что человек хочет прочувствовать вкус славы, даже если для этого нужно написать письмо к какому-то «учёному». Следует упомянуть, что образ маленького человека в данном рассказе отличается от того знакомого нам образа в «Смерти чиновника». Здесь нет никаких внешних характеристик или объяснения, этот образ мысленный и проявляет себя через размышления персонажа и его логику.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вольф Шмид. Нарратология. – Москва: Языки славянской культуры, 2003. – 312 с.
2. Чехов А. П. Полное собрание сочинений и писем в 30-ти томах. Сочинения. Том 1. – Москва : «Наука», 1983. – 606 с.

Бали-Фаркаш Петер (Венгрия)

Будапештский университет им. Лоранда Этвёша (ELTE),  
Факультет гуманитарных наук

Научный руководитель: Кроо Каталин, д-р филол. наук,  
заведующий кафедрой Русского языка и литературы (ELTE)

## **ЕЩЁ РАЗ ОБ ИКОНЕ В «ХОЗЯЙКЕ» ДОСТОЕВСКОГО. АНАЛИЗ МОТИВОВ В ЗЕРКАЛЕ КУЛЬТУРНОЙ ИСТОРИИ**

Образ икон в поэтике Достоевского всегда играл важную роль в восприятии его творчества. В настоящей статье мы стремимся пролить с новой стороны свет на роль иконы в литературном образе главной героини повести «Хозяйка» Достоевского.

Для анализа взят фрагмент из второй главы второй части повести. Мы лишь отчасти подходим к этому фрагменту с традиционной в рецепции писателя позиции, подразумевая под «иконой» не только священный образ. Рассматриваются лексические моменты, связанные с предметным миром и теорией иконопочитания и иконописи. Наряду с этим приведенная ниже цитата разбирается с семиотической точки зрения «иконы» (иконического образа), то есть в качестве «означающего» Катерины. Все это мы излагаем в зеркале культурной истории, то есть представляем мотивы в свете иконографических традиций и изменений влияния различных культурных сфер. Новизна настоящего исследования заключается в том, что икона в качестве священного образа и икона в семиотическом представлении слова сопоставляются и рассматриваются здесь вместе. Чтобы представить нашу теорию, мы выбрали два фрагмента (они будут проанализированы не в хронологическом порядке). Первая цитата взята из второй части повести. Этот отрывок цитируется почти в полном объеме, чтобы продемонстрировать многообразность представлений протагониста (Ордынова) о главной героине (Катерине). Далее, в целях более точного понимания образа героини, приводятся цитаты из начала повести, где она представляется читателю сквозь взгляд протагониста.

Итак, начнем с определения контекста рассматриваемой цитаты. Предыдущая глава заканчивается мрачной историей Катерины о том, как она познакомилась с Муриным и как они вместе сбежали из ее родительского дома. В своем рассказе героиня дошла до того момента, когда впервые упоминается новый персонаж, Алёша, предлагающий освободить ее из рук похитителя. Выбранная нами глава начинается с песни Катерины, услышанной Ордыновым. Рассказчик добавляет в описание несколько штрихов, которые свидетельствуют о том, настолько многослоен образ Катерины во внутреннем представлении Ордынова. Можно спросить,

при чем тут «образ», если он слушает песню? Действительно, Ордынов слушает песню, однако в повествовании подчеркивается, что слова этой песни ничего для него не значат, он просто наслаждается плавностью исполнения. Песня оставляет у Ордынова настолько яркое впечатление, что он воображает целый ряд сцен, связанных с Катериной (курсив наш):

Почти в эту ж минуту, как бы в ответ на тоску его, в ответ его задрожавшему сердцу, зазвучал знакомый, – как та внутренняя музыка, знакомая душе человека в час радости о жизни своей, в час безмятежного счастья, – густой, серебряный голос Катерины. [...] Ордынов отличал и слова: они были просты, задушевные, сложенные давно, прямым, спокойным, чистым и ясным самому себе чувством. Но он забывал их, он слышал лишь одни звуки. Сквозь простой, наивный склад песни ему сверкали другие слова, гремевшие всем стремлением [...]. И то слышался ему последний стон безвыходно замершего в страсти сердца, то радость воли и духа, разбившего цепи свои и устремившегося светло и свободно в неисходное море невозбранной любви; то слышалась первая клятва любовницы с благоуханным стыдом за первую краску в лице, с молениями, со слезами, с таинственным, робким шепотом; то желание вакханки, гордое и радостное силой своей, без покрова, без тайны, с сверкающим смехом обводящее кругом опьяневшие очи... [1, с. 302–303]

При внимательном прочтении бросается в глаза, что образ Катерины в представлении Ордынова весьма амбивалентен. Можно сказать, что главная музыкальная тема этой песни – противоречивость. Рассмотрим предложение, завершающее приведённую цитату. На последний стон сердца отвечает радость воли, в ответ на стыд любовницы, дающей клятву, прозвучит сверкающий смех вакханки безо всякой тайны. В этом описании мы находим отклики на предыдущую, очень эмоциональную, сцену (под конец первой главы второй части), в которой Катерина рассказывает о своём прошлом. Концовка настолько сильна именно потому, что постепенно выстраивается амбивалентность. Представляется дрожащая от волнения красавица и предвосхищается образ девушки, с наслаждением насмехающейся над обоими стремящимися присвоить ее мужчинами. Образ вакханки привлекает еще больше внимания, поскольку этот персонаж из античности – абсолютная противоположность кроткой, наивной девушке, какою впервые возникает перед нами Катерина. Согласно Альфреду Бему [2], встреча между Ордыновым и Катериной, описываемая в конце предыдущей главы, является плодом яркого воображения молодого протагониста. С одной стороны, она молится, то ломая руки, то кидаясь на пол, беспомощная, умоляя Небесную Заступницу, а с другой – высмеивает как своего похитителя, так и своего освободителя, словно вакханка, стоящая выше всех смертных.

Многослойность внутреннего образа Катерины подчеркивается еще тем, что в описании песни наблюдаются черты иконичности. Песня Катерины воспринимается как музыкальный образ или своего рода икона (иконический знак) самой героини. Здесь мы используем термин «икона» в рамках нехарактерного для русскоязычной литературоведческой традиции подхода, так как в русской культурной среде это слово неизменно получает религиозную окраску – многовековое православное наследие не позволило распространиться его чисто семиотическому восприятию. Следует отметить, что и характер Достоевского, человека искренне верующего (как известно из его сохранившихся записей и переписки), поощряет религиозный подход к его творчеству. Несмотря на труды Романа Якобсона, оказавшие большое влияние на развитие гуманитарных наук не только в России, но и по всему миру, семиотический подход не смог распространиться в России в тех же темпах, как в странах, где отсутствовало настолько окаменевшее значение «иконы». Вот как подытоживает Якобсон суть иконы с научной точки зрения в своей статье 1983 года: «Действие иконического (курсив Якобсона) знака основана на фактическом подобии означающего и означаемого» [3]. Например, в венгерской среде, где у большинства населения нет настолько сильной связи с теологией иконопочитания, как в странах с преимущественно православным культурным наследием, при виде венгерского аналога слова «икона» – *ikon* – носителю, вероятнее всего, приходит в голову рабочий стол компьютера с его «иконками», а не иконостас или красный угол традиционного дома. Дело в том, что «икон(к)а» играет в информатике такую же роль, как песня Катерины – по отношению к самой Катерине. Если мы на своем рабочем столе кликнем «иконку», открывается приложение, к которому она привязана. Таким образом, можно утверждать, что иконичность присутствует и в нашей повседневности.

Продолжая сравнение, можно заметить, что в теории иконы как священного образа этот процесс воспринимается так же: если икона писалась правильно, в особом духовном состоянии иконописца, то она и есть воплощение прообраза, который на ней написан, и представляет собой прямую связь с тем персонажем или действием, к которому она привязана. Иконописец должен создать отражение прообраза по определенным канонам, используя специальный визуальный язык. Существуют точные указания, какие краски каким образом надо наносить на поверхность подготовленной доски.

Обратимся и к другому крупному имени, оставившему нам великое наследие в познании иконы: согласно о. Павлу Флоренскому, икона – окно в Рай, где не существуют границы пространства и времени в нашем представлении. [5] По этому же принципу, несомненно, подтверждается

подход, при котором песня Катерины воспринимается как икона, поскольку в ней отсутствуют пространственные и временные границы. Мы находим отклики прошлого в том временном плане повести, который отражает настоящее. Наряду с ними предсказывается образ смеющейся вакханки в следующих главах. Если дойти до самого глубокого смысла обоих значений иконы, видно, что они не так уж далеки друг от друга. Икона так же относится к прообразу, как песня Катерины к ней самой, и поэтому для Ордынова не важны слова песни, он рисует в своей голове образ Катерины, используя мотивы ее кроткости и импульсивности. С точки зрения семиотики можно утверждать, что песня представляет собой означающее, а Катерина означаемое, содержащее оба аспекта личности героини.

Вернемся сейчас к традиционному толкованию слова «икона». Иконописец работает с определенным набором красок, в котором у каждого цвета свое значение. Например, золото употребляется для изображения потустороннего света. Катерина обливается золотистыми лучами закатающегося солнца, когда Ордынов впервые видит ее в незнакомом храме во время вечерней прогулки. Неожиданная встреча оказывает на Ордынова настолько яркое – как сам солнечный свет – впечатление, что и впоследствии он связывает с образом Катерины металлические оттенки палитры иконы. Возьмем, к примеру, конец первого предложения в приведенной выше цитате: у девушки густой и серебряный голос. Металлические оттенки везде сопровождают Катерину в повести. Все одиннадцать раз, когда возникают производные от слова «золото», они в той или иной степени связаны с Катериной и по преимуществу либо являются ее атрибутами, либо произносятся ей самой в адрес Ордынова.

Теперь обратим внимание на другой интересный лексический элемент: кроме процитированного выше отрывка, слово «покрыв» встречается всего один раз, а именно во время уже упомянутой первой встречи Ордынова с героиней. В этой сцене девушка падает на пол, а мрачный спутник-старик покрывает ее голову покрывом. На раздавшееся в храме «глухое рыдание» [1, с. 268] отвечает беспокровный смех вакханки в конце песни. При первом упоминании Катерины возникает икона, тусклое, все еще золотое сияние священных образов, и голос пока еще незнакомой Ордынову девушки. [5;6] Рассказчиком упоминается и тот факт, что эта маленькая церковь была построена во имя Богородицы. Мотивы иконографии Богородицы отражены в образе Катерины и в том плане, что на девушке голубая шубейка, а когда она падает ниц на пол, ее голову покрывают красной тканью покрыва, висящего у подножия образа Богородицы. В традиционной иконографии Божья Мать изображается в синем или голубом платье с красным или пурпурным покрывом на голове.

[7,8] Рыдающая на полу церкви и в то же время облитая золотым светом девушка в одежде, цвет которой отсылает к традиционной иконографии Богородицы, уподобляется иконе Богородицы под золотой ризой. Металлические элементы пока отсутствуют – в сознании Ордынова образу Катерины еще предстоит постепенно приобрести оттенки серебра и золота.

Подводя итоги, можно утверждать, что в «Хозяйке» Достоевского икону можно рассматривать как с религиозно-культурологической точки зрения (икона как священный образ), так и в семиотическом подходе (песня Катерины как иконический знак героини). Эти два толкования далеко не являются взаимоисключающими, оба усиливают образ женского протагониста.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Достоевский Ф.М. Т. 1. Бедные люди; Повести и рассказы 1846–1847. //Достоевский Ф.М. Полное собрание сочинений в 30 т./под ред. В.Г. Базанова – Ленинград: Наука, 1972. 519 с.
2. Бем А.Л. Достоевский. Психоаналитические этюды. //Бем А.Л. Исследования. Письма о литературе. – М.: Языки славянских культур. 2001. – С. 245–331.
3. Якобсон Р.О. В поисках сущности языка // Семиотика. – 1983. – С. 102–117. [Электронный ресурс] режим доступа <http://philologos.narod.ru/classics/jakobson-qel.htm> (дата обращения 20. 04. 2023)
4. Флоренский П.А. Иконостас. Избранные труды по искусству. – СПб.: Русская книга. – 1993. 373 с.
5. Ковач А. Косой луч заходящего солнца //Ковач А. Персональное повествование (Slavische Literaturen 7.) – Берлин; Франкфурт-на-Майне: P. Lang, 1994. – С. 141–163.
6. Szabó T. [Сабо Т.] Nőalakok és ikonicitás Dosztojevszkij műveiben [Женские фигуры и иконичность в творчестве Достоевского]. //A szótól a szövegig és tovább... [От слова к тексту и дальше...]/Под ред. Kovács Á. [Ковач А.]; Nagy I. [Надь И.] – Будапешт: Argumentum, 1999. – С. 411–448.
7. Такташова Л.Е. Иконы Богоматери. //Такташова Л.Е. Русская икона. Образы. Сюжеты. Иконография. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2014. – С. 15–25.
8. Russa Gy [Ружа Дь] Az ikonfestesztet lexikona [Словарь иконописи]. Будапешт: Corvina, 2014. 402 с.

Бао Лихун (Китай)

Российский университет дружбы народов, г. Москва

Научный руководитель: Коваленко Александр Георгиевич,  
д-р филол. наук, профессор

## ВОСПРИЯТИЕ ФЕЛЬЕТОНОВ М. БУЛГАКОВА В КИТАЕ

Михаил Булгаков – один из самых значительных представителей в истории русской и мировой литературы. Интерес к нему возник в Китае в конце 1980-х годов и получило рос до современного времени. Китайское булгаковедение состоит из 3 этапа по мнению профессора Тань Ихун: этап знакомства с творчеством (1977-1989), этап начального исследования (1990-1999) и этап углубленного исследования (с 2000) [4].

### 1. Состояние переводов фельетонов и очерков

Пьеса «Дни Турбиных» была переведена в самом начале, потом переводило «Мастер и Маргарита», в Китае существуют более 10 переизданий перевода «Мастер и Маргарита». Сейчас в Китае уже переводили почти всё повести, романы и драматургия. У писателей ещё достаточно много фельетонов и очерков, которые не были оценены в Китае, только 18 из них переведены на китайский язык. На примере сборник «Москва. Калейдоскоп времени и пространства: сборник прозы Булгакова» (1998) [2], переводчик Сюй Чанхань выбрал несколько произведений 1920-1930-х годов в качестве центра и анализировал образ Города Москвы в творчествах М. Булгакова данного периода. В этом сборнике включается «Под стеклянным небом», «Путевые заметки. Скорый № 7 Москва – Одесса», «Киев-город» и «Москва 20-х годов».

### 2. Состояние исследования фельетонов Булгакова в Китае\

В России уже существует некоторые статей, которые связаны с фельетонами и очерками Булгакова, как диссертация «Жанр фельетона в журналистском творчестве М. А. Булгакова: Период работы в газетах "Гудок" и "Накануне"» М.С. Кривошейкина и «Мистика и повседневность в очерках и фельетонах М.А. Булгакова» [3,438-441] К.С. Поздняков.

Китайские исследования сосредоточены на романах и повестях писателя, а фельетоны все ещё находится в состоянии начала – переводимое восприятие. Только в диссертации «Традиция Гоголя в творчестве М. Булгакова» (2015) Сюй Цзин отметило, что связь интертекстуальности булгаковской «Похождения Чичикова» с Гоголем.

### 3. Особенности и причина переводимого восприятия

В 1996 году переводчик Сюй Чанхань перевел 17 из этих произведений, которые позже были опубликованы в сборнике. В 2007 г. переводчик Люй Шаоцзун опубликовал перевод «Похождения Чичикова» в журнале «Мировая литература».

С точки зрения содержания и количества переводов, на данный момент китайский перевод произведений писателя не является совершенным.

Во-вторых, произведения, которые Сюй Чанхань выбрал в сборнике, касались 1920-х и 1930-х годов. И выбор произведений был субъективным и функциональным, а это помогло китайским ученым понять среду Москвы и Советского Союза 1920-х гг.

Причины отсутствия перевода и исследования фельетонов и очерков Булгакова:

Во-первых, время исследования Булгакова в Китае еще невелико, и оно сосредоточено на основных произведениях с личностной характеристикой, а исследования его драматургий и фельетонов еще недостаточны.

Во-вторых, по сравнению с романами писателя, исследования булгаковских фельетонов в России также недостаточны. От влияния российских коллег, такая же ситуация возникла в то же время и в Китае.

В-третьих, фельетоны и очерки М. Булгакова нельзя изучать независимо от других произведений. И на исследование авторской работы влияет то, что известно о жизни автора, его мыслях и развитии письма.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булгаков М. А. Похождения Чикова / пер. Люй Шаоцзун // Мировая литература. – 2007. – № 2. – С. 181 – 197.
2. Москва. Калейдоскоп времени и пространства: сборник прозы Булгакова. /Под ред. Сюй Чанхань. – М.: Liaoning Education Press, 1998. (莫斯科：时空变化的万花筒—布尔加科夫散文集，辽宁教育出版社，1998年)
3. Поздняков К.С. Мистика и повседневность в очерках и фельетонов М.А. Булгакова. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16., № 2(2). – С. 438-441
4. Тань Ихун. Стадиальные особенности исследования произведений М.А. Булгакова в Китае // Journal of Liaoning Normal University (Social Science Edition). – 2014. – Т. 37., № 3. (新中国布尔加科夫小说研究的阶段性特征，辽宁师范大学学报（社会科学版）第37卷第三期，2014年)

Бао Нажисэнь (Китай)

Санкт-Петербургский государственный университет,  
г. Санкт-Петербург

Научный руководитель: Вьюгин Валерий Юрьевич,  
д-р филол. наук, профессор,

## **СРАВНЕНИЕ РАЗНЫХ ВЕРСИЙ РОМАНА М.С. ШАГИНЯН «МЕСС-МЕНД»**

Целью настоящей статьи является выявление различий между версиями романа русской советской писательницы М.С. Шагинян (1888 – 1892) «Месс-Менд», вышедших на разных этапах развития отечественной литературы. Для достижения цели использовались методы теоретического познания (анализ и обобщение) и эмпирические методы (наблюдение, сравнение, описание).

Актуальность данного исследования обусловлена неослабевающим интересом к истории советской литературы и сосредоточением внимания на особенностях литературной продукции того периода. Литература 1920-х годов - одно из основных направлений соответствующих исследований. Литература этого периода выделяется своим экспериментальным характером. В этом контексте произведения М.С. Шагинян – представительницы советской литературы. Она участвовала в одном из экспериментальных проектов того периода, «Красный Пинкерто́н». Этот экспериментальный проект был государственным заказом. С одной стороны, М.С. Шагинян внесла большой вклад в отечественную Лениниану. Поэтому большинство исследователей сосредотачивают свои исследования на этом аспекте. Исследованию ранних приключенческих произведений М.С. Шагинян уделяется недостаточно внимания. С другой стороны, «Месс-Менд» впервые было опубликовано в 1924 году и переиздавался много раз. Тексты разных версий различаются. Необходимо сравнить разные версии текста и провести дальнейший исследование. Это не только помогает понять литературный характер и ценность данного произведения, но и помогает завершить целостность характера литературной продукции того периода.

Произведение М.С. Шагинян «Месс-Менд» является примером приключенческого романа в советской литературе и особое явление в художественном процессе 1920-х годов. Особое внимание к приключенческому жанру в литературной продукции было обусловлено идеологическими причинами. По мнению Троцкого: «Есть потребность в советском Жюль-Верне, который смог бы увлечь грамотных рабочих и сельский

пролетариат величественной перспективой социалистического строительства» [1, с.76]. Роман М.С. Шагинян «Месс-Менд» и историю его создания можно считать уникальным явлением в литературном экспериментаторстве того периода. Во-первых, по отзывам современников, это «вздорная» и «весёлая вещь» [2, с. 338], представлял собой смесь жанров от сказки до детектива. Во-вторых, «Месс-Менд» был опубликован в серии, по выпускам (всего их было десять) и в дальнейшем претерпел значительные трансформации, связанные с идеологическими переменами в обществе.

Появление произведения такого типа было продиктовано веяниями времени. В 1934 году детективному и авантюрному жанру был подписан приговор: на I Съезде советских писателей его подвергли жёсткой критике. Главенствующая роль в этом принадлежала М. Горькому. Здесь можно отметить, что и на появление произведения М.С. Шагинян и прекращение работы над ним влияли идеологические тенденции. Они же явились причиной нового обращения писательницы к своему старому замыслу в 1956 году [3, с.245].

Важно, чтобы роман был исправлен и переиздан. Во-первых, автор устранил все неровности и нелогичности и пересмотрел некоторые ошибки; затем автор изменил сюжет. В свете политической ситуации того времени тайным рабочим профсоюзам разумнее было бороться против капиталистов, а не против фашистов. Конфликт между капиталистической и социалистической системами показан достаточно четко.

Итак, на основании всего вышесказанного можно сделать вывод о том, что политические заказы активно влияли на литературный процесс: с одной стороны, стимулировали её развитие, с другой, – превращали определённые жанры в массовые, обедняли их, заставляя их следовать только лишь идеологии. Различные версии романа Шагинян «Месс-Менд» демонстрируют влияние идеологии на литературу. В зависимости от различных политических линий, принятых в разное время, меняется сюжет романа и цели персонажей. Несмотря на негативную оценку эксперимента «Красный Пинкертон» некоторыми исследователями, следует признать, что этот опыт имеет определенную актуальность.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Троцкий Л.Д. Литература и революция. – М.: Политиздат Политиздат, 1991. – 400 с.
2. Шагинян М.С. Месс-Менд, или Янки в Петрограде. – М.: Детгиз, 1956. – 350 с.
3. Черняк М.А. Массовая литература XX века. Учебное пособие. – М., Наука-Флинта, 2007. – 455 с.

Ван Сяосюй (Китай)

Вэйнаньский педагогический университет, г. Вэйнань

## **ОБРАЗНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ТЕМПОРАЛЬНЫХ ЛЕКСЕМ *ВЕСНА* И *ОСЕНЬ* (НА МАТЕРИАЛЕ РУССКОЙ ПОЭЗИИ XX-XXI ВЕКОВ)**

Анализ лексических единиц с временным компонентом значения привлекает внимание многих лингвистов, в том числе немало лингвистических работ посвящено изучению лексем, обозначающих времена года. Такие ученые, как А. Н. Чугунекова, Ю. Ю. Клыкова, К. А. Кочнова, Е. М. Китаева, О. А. Евсеева и др., изучают названия времен года по разным направлениям, но работ в аспекте образного потенциала еще мало. Недостаточная разработанность данного вопроса и необходимостью их описания как значимых элементов художественного текста обусловили актуальностью исследования.

Объектом данного изучения являются лексические единицы весна и осень, используемые в русской поэзии XX – XXI вв. Основной целью – сравнительный анализ данных темпоральных слов в аспекте анализа образного потенциала. Материалом для изучения послужили стихотворные произведения, извлеченные из «Национального корпуса русского языка», а также ряда поэтических сборников.

С точки зрения методики анализа образных свойств темпоральных лексем мы опираемся на концепцию Н.В.Павлович, по мнению которого поэтический образ существует в языке не сам по себе, а в ряду других, сходных с ним образов. При определенном внешнем различии каждая группа образов имеет инвариант – смысл, общий для всех ее членов. Такой инвариант называется парадигмой образов и состоит из двух смыслов, связанных отношением сравнения: левого элемента (X) и правого элемента (Y) [3, с. 17]. Вначале обратимся к семантике данных слов. В соответствии с данными лексикографических источников оба слова используется как моносемант. В «Толковом словаре русского языка» лексическая единица весна имеет значение ‘время года, следующее за зимой и предшествующее лету’ [2, с. 76], а лексема осень реализует значение ‘время года, следующее за летом и предшествующее зиме’ [2, с. 461]. С точки зрения характеристики парадигматических отношений следует отметить, что слова весна и осень – это антонимы [1, с. 437].

Исследование стихотворных примеров показывает, что в большинстве случаев существительные *весна* и *осень* употребляются в прямом словарном значении как определенное время года. Приведем текстовые

примеры: **Весна**, *но вдруг исчезла грязь. / И снова снегу тьма.* (Н. Коржавин. «Весна, но вдруг исчезла грязь...»); **Снова осень**, и снова / Москва. Неприкаянная синева / Так и плещется, льётся, бледнеет. (Б. Кенжеев. «Снова осень, и снова Москва...»).

Также встречается случай, когда лексемы весна и осень используются в другом переносном значении, не зафиксированном в словарях, например: **Весна** *нашей жизни – далеко, / Но осень ее – щедра. / И пусть не пугает нисколько / Грядущей зимы пустота.* (Е. Соловьев. «Сентябрь золотой – конец лета...»); **И новая весна** *в моей душе / Теперь цветет уже нетленным цветом, / И ей конца не может быть: она / Не связана пределом жизни бренной.* (С. Соловьев. «Да, этот день был для меня началом...»); *Когда душа настроена на осень, / То от себя печаль так трудно отогнать. / Хотя над головой светлеет неба просинь, / А мир вокруг – сплошная благодать.* (М. Лисянский. «Осенние листья»). В первом из приведенных примере слово весна употребляется в переносном значении 'молодость', а лексема осень обозначает период жизни между молодостью и старостью. Во втором стихотворном контексте существительное весна выражает определенное внутреннее состояние лирического героя – радость, прилив сил, бодрое состояние духа. В третьем примере слово осень передает определенное внутреннее состояние человека, а именно состояние уныния, печали. Как видим, когда лексемы весна и осень используются в переносном значении, они тоже имеют антонимическое значение.

Анализ поэтических произведений показал, что оба рассматриваемого слова наиболее часто функционируют в качестве предмета сравнения. При анализе лексической единицы весна, выступающих в позиции левого элемента модели, выделено 9 образных парадигм: «весна → живой предмет», «весна → ментальное», «весна → растение», «весна → экзистенциальное», «весна → пространство», «весна → свет», «весна → вода», «весна → огонь», «весна → звук». Когда лексема осень используется как элемент X, выделено 11 образных парадигм: «осень → живой предмет», «осень → экзистенциальное», «осень → ментальное», «осень → пространство», «осень → информация», «осень → растение», «осень → транспорт», «осень → вещество», «осень → орган», «осень → огонь», «осень → предмет».

Как видим, для обеих изучаемой лексемы к первой наиболее значительной по объему группе следует отнести обозначение живых предметов. При этом образ сравнения создается за счет использования слов, относящихся к более конкретным понятиям «человек» и «животное». Когда существительное весна сочетается с обозначениями живых предметов, можно выделить 30,41 % слов, обозначающих лицо женского пола,

5,85 % слов, называющих лицо мужского пола, 5,85 % слов, входящих в понятие «животное». А что касается лексическая единица осень, то состав этой группы лексических единиц можно представить следующим образом: 30,34 % слов, обозначающих лицо женского пола; 9,66 % слов, называющих лицо мужского пола, 8,28 % слов, входящих в понятие «животное».

Интересно отметить, что в этой образной парадигме лексические единицы весна и осень чаще всего сочетаются со словами, называющими лицо женского пола (старуха, мать, красавица, царица, хозяйка и др). Это обусловлено своеобразием грамматики русского языка, а именно наличием категории рода. Неодушевленное существительное весна сочетается с одушевленным субстантивом, способным указывать на лицо женского пола, ввиду принадлежности данных языковых единиц к одной и той же родовой группе. Вследствие этого у неодушевленного слова появляется квазиденотативный элемент грамматического значения [4, с. 103].

С точки зрения определения сходств и различий в функционировании названий времен года важным следует признать и тот факт, что общей для всех них являются модели «время года → живой предмет», «время года → ментальное», «время года → растение», «время года → экзистенциальное», «время года → пространство», «время года → огонь». Среди различий отметим те парадигмы образов, как «весна → свет», «весна → звук», «осень → предмет», «осень → информация», «осень → орган», «осень → транспорт», «осень → вещество».

Анализу были подвергнуты и обратные парадигмы, в которых темпоральные лексемы весна и осень замещают позицию правого члена. Когда слово весна функционируется в качестве образа сравнения, выделена 4 модели: «живой предмет → весна», «экзистенциальное → весна», «ментальное → весна», «звук → весна». Когда существительное осень выступает в позиции правого элемента, выделено «живой предмет → осень», «экзистенциальное → осень», «пространство → осень».

Следует отметить, что наибольшая по объему парадигма, в которой лексемы весна и осень употребляются как правый элемент, является «живой предмет → время года». Сходством для обоих лексем обладают модели «живой предмет → время года», «экзистенциальное → время года». Специфичными являются парадигма «ментальное → весна», «звук → весна» и «пространство → осень».

Таким образом, изучение нашего языкового материала показало, что обо рассматриваемого темпорального лексемы способны функционировать в качестве и предмета, и образа сравнения. Наибольшее число контекстов связано с употреблением слов весна и осень в позиции левого

элемента модели. При этом для лексемы весна обратимость обнаруживают 4 образные модели: «весна ↔ живой предмет», «весна ↔ экзистенциальное», «весна ↔ ментальное», «весна ↔ звук»; а для лексемы зима «осень → живой предмет», «осень ↔ пространство», «осень ↔ экзистенциальное».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилова А. С. Словарь синонимов и антонимов современного русского языка. 50000 слов. М.:САделант», 2014. 800 с.
2. Ожегов С. И., Шведова Н. Ю. Толковый словарь русского языка: 80000 слов и фразеологических выражений. М.: ООО «А ТЕМП», 2007. 944 с.
3. Павлович Н. В. Язык образов. Парадигмы образов в русском поэтическом языке. М.: Азбуковник, 2004. 527 с.
4. Хайрутдинова Г. А. Категория рода существительных в зеркале типологии языковых знаков // Филология и культура. 2015. № 1 (39). С.101-105.

Ван Чжаои (Китай),

Бохонная Марина Евгеньевна (Россия)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Бохонная Марина Евгеньевна,  
канд. филол. наук, доцент

#### **РУССКИЙ И КИТАЙСКИЙ ЯЗЫК В СОВРЕМЕННОМ ИНТЕРНЕТ-ПРОСТРАНСТВЕ**

Актуальность рассматриваемой темы обусловлена проникновением интернета во все сферы нашей жизни. Если раньше интернет-язык считали жаргоном определенной узкой группы, то сейчас говорят, что это особый язык, которым пользуются все люди в виртуальном пространстве, почти независимо от своего социального положения и образования. Сегодня интернет – это не просто онлайн-площадка для общения молодежи, он рассматривается как особое информационное, социальное и лингвистическое пространство, имеющее свои особые признаки.

Цель нашей работы – рассмотреть особенности употребления русского и китайского языка в современном интернет-пространстве.

В настоящей работе под интернет-пространством понимаются площадки социальных сетей (форумы, общение в контакте, фэйсбуке, инстаграме), а также мессенджеров (ватсап, вичат, вайбер и т. д.).

Рассмотрим сначала особенности употребления русского языка в современном интернет-пространстве.

Формально язык интернета, конечно, письменный. Однако, анализ материала показал, что он очень приближен к устной речи. Так, например, пользователи сети часто опускают знаки препинания, особенно это касается точки. Интересно, что молодежь считает, что точка в конце предложения – это агрессия и категоричность, поэтому стараются ее не ставить, чтобы не обидеть собеседника. Кстати, точку часто заменяют смайлики.

Поскольку разговор пошел о смайлах, то заметим, что они часто используются как русскими, так и китайцами в интернет-общении. Это могут быть скобки и двоеточие :) или картинки-эмоджи с разными реакциями. Отметим, что все смайлы одинаково понимаются представителями обеих стран. Китайцы считают, что смайл – это почти как иероглиф, потому что в одном нем содержится часто много смыслов.

Близкий друг смайлов – это мемы. Они также используются как русскими, так и китайцами. Только у представителей Поднебесной эти мемы часто анимационные: в них что-то движется, мигает, загорается и в них задействованы преимущественно китайские персонажи: панда или грибная голова.

Сокращение слов. Например, «чел» (человек) или «норм» (нормально). Часто при сокращении происходит пропуск гласных в словах. Вместо спасибо пишут «спс», пожалуйста – «пж», как мне кажется – «кмк». А как вы думаете, что такое «дд»? Правильно, добрый день!

Использование заимствованных слов, по большей части из английского языка. Например, лайк (поставить сообщению свое одобрение), хайп (шумиха, назойливая реклама).

Нарушение правил орфографии. И во многом это делается преднамеренно, наверное, чтобы показать, что онлайн-пространство – это принципиально иное пространство, чем офлайн, здесь свои законы, которые контрастируют с привычным порядком. Например, люди намеренно пишут ПАМАГИТИ вместо «помогите», ХТО ЕНТО вместо «кто это» или КАНЕШ вместо «конечно».

И последнее, что здесь отметим, как можно увидеть в предыдущем примере – это использование прописных букв. Слово, написанное только большими буквами, часто воспринимается как крик, повышение голоса. В связи с этим появилась шуточная фраза: «Не повышай на меня шрифт».

Обратимся к употреблению китайского языка в современном интернет-пространстве.

1. Китайский язык известен как один из самых омонимичных языков. И эти фонетические омонимы отражаются в виртуальном общении, что демонстрирует стремление китайцев к более экспрессивным выражениям своего внутреннего мира. Например, 老铁 (лао те) имеет значение «старое железо», но употребляется как «настоящий друг, бро».

2. Как и русские пользователи интернета, китайцы тоже используют сокращение. И часто оно выражается аббревиацией. Например, сокращение начальных букв транскрипции (пиньинь): 笑死我了=XSWL («умираю от смеха») вместо ЛОЛ (laughing out loud), 永远的神=YYS «вечный бог») используется для выражения восхищения чем-либо или кем-либо.

3. Заимствования из английского и японского языков. Это объясняется популярностью английского языка в мировом пространстве и интересом к японской культуре в Китае. Заимствованное слово, как правило, записывается в соответствии с его звучанием определенным иероглифом. Таковы, например, слова: 因吹斯汀 от англ. interesting («от Стинга влетит») – «очень интересно» или 大丈夫 из японского языка в значении «без проблем» (в китайском – «настоящий мужчина»).

4. Как уже было отмечено, использование эмоциональных смайлов и мемов, которые помогают расположить к себе собеседника, без слов выразить чувства, которые испытывает человек, высказать свое мнение.

Таким образом, в современном мире люди активно осваивают виртуальные площадки и новые формы общения и в процессе этого приобретают коммуникативные привычки. Язык интернета принципиально отличается от общения офлайн. Он характеризуется, прежде всего, краткостью и эмоциональностью. И если вы скажете, что это порча языка, то мы с вами не согласимся. Это просто новая форма коммуникации, которая сложилась благодаря появлению новой площадки для общения – интернета. Видимо, привычная письменная речь не выполняет те функции, которые нужны для интернет-коммуникации.

Ван Чунмин (Китай)

Даляньский политехнический университет, г. Далянь

Научный руководитель: Лю Бо,  
канд. филол. наук, доцент

## **МЕТАФОРИЧЕСКИЙ ПЕРЕВОД В АФОРИЗМАХ КИТАЯ О ТРАДИЦИОННОЙ МОРАЛИ И ПРАВСТВЕННОСТИ**

В Афоризмах Китая о традиционной морали и нравственности, обобщены и систематизированы афоризмы, отражающие превосходные традиционные китайские добродетели, и соответственно переведены на русский язык. Как сделать лучшую китайскую культуру успешной в мире и как передать оригинальный смысл более точным и подходящим способом, чтобы люди во всем мире могли лучше понять превосходную китайскую традиционную культуру, требует от лингвистов понимания микро-структуры метафор в языке двух стран, а также является актуальностью исследования метафорического перевода. В данной работе мы обнаружили, что в процессе сопоставительного перевода метафоры то пропадают, то увеличиваются, и далее мы проанализируем причины этого явления.

Согласно определению в книге «Метафоры, которыми мы живем» Лакоффа и Джонсона: «Суть метафоры – это понимание и переживание сущности одного вида в терминах сущности другого вида» [1, с. 14]. В книге «Афоризмы Китая о традиционной морали и нравственности», как в китайском оригинале, так и в русском переводе, присутствует сильный метафорический оттенок.

### **I. Метафоры – только в оригинале**

В ходе исследования было обнаружено небольшое количество метафор, присутствующих в оригинальном китайском тексте и отсутствующих в русском переводе, в основном вследствие деконструкции метафоры в процессе перевода, который задействовал метафорическое мышление для поиска коннотативного значения исходного предложения в «области происхождения» и «области перевода» [2, с.158]. Например, «尺有所短, 寸有所长», что означает, «尺 (Чи)» хоть длиннее «寸 (цунь)», однако и у него есть слабые стороны, а «цунь» хоть и короче «чи», но у него есть свои сильные стороны. В оригинале единица измерения («чи» и «цунь») является метафорой сильных и слабых сторон человека, а в русском переводе она переводится прямо как: «у каждого есть свои как сильные, так и слабые стороны». Благодаря когнитивно-

функциональной обработке и метафорической деконструкции коннотативное значение выражается прямо и более четко. К примеру, «视死忽如归», в русском переводе эта фраза переведена как «принять смерть как должное», что напрямую деконструирует слово «如归» (как возвращение домой) и переводит его как «то, что должно быть», в результате чего в предложении отсутствует культурный колорит.

При сравнении мы обнаружили, что благодаря большим когнитивным усилиям и, соответственно, правильной метафорической деконструкции, метафоры в русском переводе отсутствуют.

## II. Метафоры – только в переводе

### 1) Метафора вместилища

Согласно Лакоффу, каждый из нас – это вместилище, ограниченное поверхностью тело, с ориентацией «внутри – снаружи». Мы проецируем собственную ориентацию «внутри – снаружи» на другие физические объекты, ограниченные поверхностями [1, с. 54].

Например, фраза «源清则流洁» переводится как «Из чистого источника течет чистая вода», превращаясь в выражение «чистый источник», образно как предмет, похожий на вместилище; «Образованный человек много знает, но самым важным является его личное участие в практике» (士虽有学·而行为本焉): В данном оригинальном тексте не выделяется значение «на практике», а перевод добавляет метафорическую структуру, рассматривая «практику» как вместилище. Аналогичные примеры встречаются: «человек морали воодушевляет себя в изучении...» (君子强学而力行), «если вы будете бездумны в учебе...» (学而不思则罔) и т. п.

Использование метафоры вместилища отражает как экспрессивные особенности русского языка, так и универсальность и незаметность метафор. Отсутствие подобных метафор вместилища в оригинальном китайском языке тесно связано с простотой древнекитайского языка и феноменом многозначности слов.

### 2) Метафора Персонификации

Фраза «位卑未敢忘忧国» переводится как «невысокое социальное положение не дает право забывать...», в этом предложении «положение» не только имеет характеристики «невысокий», но и обладает действием, т.е. дает право, что ярко передает смысл оригинала и тем самым облегчает понимание русскими.

Персонификация, как утверждают Лакофф и Джонсон, позволяет осмыслить наш опыт взаимодействия с неживыми сущностями в терминах человеческих мотиваций, характеристик и деятельности людей [1, с.59].

Существуют определенные причины для увеличения количества метафор в переводе, то есть переводчик подчеркивает определенные элементы или создает соответствующую метафорическую конструкцию на основе собственного понимания исходного предложения, чтобы установить новую связь между «происхождением» и «переводом», и сделать предложение более понятным для неродных носителей языка.

### III. Метафоры – и в оригинале и в переводе

Более сорока афоризмов, в которых метафоры встречаются как в оригинале, так и в переводе, можно разделить на афоризмы с разными типами метафор в двух языках и афоризмы с одним и тем же типом метафор.

#### 1) В различных типах метафор

Афоризмов разных метафорических типов очень мало. Например, фраза «捐躯赴国难», которая первоначально означает пойти на войну и пожертвовать своей жизнью ради своей страны, переводится на русский язык как «во имя родины, находящейся в опасности, можно отдать свою жизнь», из которого ясно видно изменение типа русско-китайской метафоры. В оригинале «赴 (пойти)» – это глагол обозначает в афоризме «отдать жизнь», чтобы пойти на катастрофу страны. «Катастрофа страны» может быть понята как конкретизация абстрактного существительного в объект-цель, поскольку «катастрофа» как абстрактное, мы не можем к ней «пойти». Это метафорическое явление, подразумеваемое в оригинальном китайском тексте. А в русском переводе «находящейся в опасности» можно понять как метафору вместилища.

Оригинальное значение фразы «智勇多困于所溺» заключается в том, что мудрые и смелые люди часто попадают в ловушку того, что они любят. Слово «所溺» имеет некоторый оттенок «ловушка или яма», так что эта фраза относится к метафоре вместилища. А в соответствующем русском переводе это «умный и смелый человек зачастую может быть пленником своих увлечений», где метафорическая конструкция «увлечение» явно персонифицирована, как если бы это был генерал одной из двух воюющих армий, и война проиграна, «умный и смелый человек», естественно, становится пленником «увлечения».

Как видно, варьирование типа метафоры, используемой для определенных слов и фраз в процессе перевода, может в определенной степени

повлиять на эффект перевода. Поэтому цель переводчика – сделать перевод более гибким и образным, при этом степень полноты сообщения не должна сильно отличаться.

## 2) В одном и том же типе метафор

Во фразе «谁言寸草心 · 报得三春晖» явно используется персонификация, в то время как в русском переводе фраза переведена в прямом оригинальном смысле как «как может молодая трава отблагодарить весеннее солнце, которое питает ее», также содержит персонификацию. Более того, в оригинале действие «питать» не указано, очевидно, что персонификация в переводе – это новая метафорическая конструкция, основанная на когнитивной обработке глубинного метафорического смысла (т.е. поддержка ребенка родителем и т.д.), которая позволяет русским людям лучше понять глубинный смысл фразы, т.е. важность и продвижение сыновней почтительности в китайской традиционной культуре.

## IV. Заключение

Причина отсутствия или увеличения количества метафор связана со степенью упорядоченности и простоты древнекитайского языка, способом использования предложений, и употреблением культурно-специфических слов.

Для некоторых простых предложений в оригинале переводчик стремится переводить на уровне слова, значительно сохраняя тип метафоры. А для других предложений с культурно-специфическими метафорами или в случаях, когда степень простоты древнекитайского языка делает невозможным перевод оригинального предложения на уровне слов, переводчику необходимо деконструировать метафоры, а затем реконструировать их через понимание русской культуры, чтобы облегчить более точное понимание китайской культуры русскими.

Данная статья выполнена в рамках студенческого научно-исследовательского проекта Даляньского политехнического университета 大连理工大学大学生国家级创新创业训练计划支持项目 (项目号 20221014110819) 的阶段性成果

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лакофф Джордж, Джонсон Марк. Метафоры, которыми мы живем: Пер. с англ. / Под ред. А. Н. Баранова. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 256 с.
2. Wang Yin. English Translation of Chinese Idioms from the Perspective of Embodied-Cognitive Linguistics: With E-C Renditions of 300 Idioms from The Dream of Red Chamber as Examples. // Translation in China. – 2019. – Т. 4. – С. 156-164. (на кит.яз.)

Гао Хуэйминь (Китай)

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань

Научный руководитель: Москалева Лада Алексеевна,  
канд. филол. наук, доцент

## **СИМВОЛИЗМ СОМАТИЧЕСКИХ ФРАЗЕОЛОГИЗМОВ В РУССКОЙ И КИТАЙСКОЙ КАРТИНЕ МИРА**

Соматические фразеологизмы любого языка играют очень важную роль в национальной самобытности языка, в отражении черт национальной культуры [1]. Они всегда ценились как величайшими мастерами пера и их художественных текстах, так и обычными носителями данного языка, так как фразеологические единицы помогают описать мир простыми, понятными фразами, которые общеизвестны и доступны.

В центре фразеологической номинации стоит человек как существо говорящее и принадлежащее к определенному культурному и языковому сообществу. Говоря простым языком, то, как человек отражает особенности своего тела при помощи лексических средств, отражается именно в соматических фразеологизмах. Такие фразеологические единицы показывают, что каждый значимый орган человеческого тела с ярко выраженной и специализированной функцией несет определенное значение, связанное с человеческой деятельностью.

Итак, на Древней Руси большое значение придавалось цвету глаз: черные обозначают хитрость, зеленые символизируют мужество или предательство; серые – мягкость и благоразумие, а желтые – признак коварства и склонности к преступлению [2]. Обычно положительные герои русских сказок имеют голубые глаза.

В свою очередь, древние китайцы складывали мифы об множественных глазах у фантастических существ (например, божеств и ангелов) на разных частях тела (руках, крыльях и разных местах головы), что означает ясновидение или духовное зрение, однако, с другой стороны, многоглазое существо характеризуется сильной неполноценностью, пребыванием в темноте, даже психической дезинтеграцией и другими негативными эмоциями.

Поэтому в современной структуре как русского, так и китайского языков присутствует большое количество соматических фразеологизмов с компонентом «глаз»: не верить своим глазам (используется в значении чего-то необычного, неожиданного, что заставляет человека удивляться).

В китайском языке это звучит так: 眼花缭乱 (в значении того, что «человек видит перед собой много красивых предметов и не знает, чем любоваться в первую очередь»).

Соматические фразеологизмы с компонентом «сердце» используются для передачи эмоций и чувств человека в русской языковой картине мира. Например, открыть кому-то свое сердце (в значении «доверить свой секрет другому человеку, выражает большую степень уверенности в друге»), чье-то сердце бьется за кого-то (в значении «переживать за другого человека), от всего сердца (в значении «от всей души, горячо, искренне»), идти за сердцем в значении «прислушиваться к самому себе, делать то, что нужно именно тебе»), покорить чье-то сердце (в значении «влюбить в себя другого человека). Такие фразы выражают положительное отношение к другому человеку и окружающему миру. Аналогичная ситуация наблюдается в фразеологизмах в китайском языке: 胆小如鼠 (в значении «иметь заячье сердце», этот фразеологизм обозначает скорее сиюминутное решение сдать или убежать).

Голова, в свою очередь, считается самым важным органом в организме человека, так как он является очагом интеллекта, силы, а также мужества. Это появляется в русском и китайском языках в следующих фразеологизмах: потерять голову ради кого-то (рус.) - 惊惶失措 (кит.) для передачи значения «влюбиться в кого-то, не видеть мир за пределами кого-то». Данные выражения вновь показывают образ индивида, который предан другому человеку, проявляя к нему положительные, теплые чувства.

В свою очередь, компонент «язык» символизирует силу убеждения в дружбе, совокупность средств, используемых для выражения мыслей и общения между людьми [3]. С компонентом «шея» можно выделить высказывание в русском языке бросаться кому-то на шею, что означает буквальное действие, которое мотивируется человеческим жестом, включает в себя выполнение резких движений, чтобы обнять кого-то. В свою очередь, в метафорическом смысле он представляет собой предложение любви другому человеку, что связано с положительными эмоциональными состояниями. Такое же значение приписывается китайской фразе 搂住...的脖子热烈拥抱. Значение также обусловлено социально и имеет символическую мотивацию.

Соматические фразеологизмы, содержащие значение «кровь», связаны с обозначением тяжелого темперамента и сложного характера человека, например, портить кровь – доставлять кому-либо неприятности.

Они также могут участвовать в определении происхождения и врожденных характеристик индивидов, например, кровь с молоком – бледность человека.

Следует учитывать, что представители разных культур испытывают схожие эмоции и чувства, но нередко классифицируют их по-разному. Соматические фразеологизмы с компонентом «рука» тесно связаны с функциями, выполняемыми этой частью тела [4]. В русском языке существует выражение носить кого-то на руках со значением «заботиться о ком-то; быть для кого-то очень хорошим», в свою очередь, в китайском языке присутствует фразеологизм с тем же значением: 宠爱; 爱戴.

Таким образом, компоненты «глаза», «сердце», «голова» является центром человеческих эмоций и занимает центральное место в верованиях всех народов. Например, соматические фразеологизмы, выражающие сердце, и в китайской, и в русской картине мира, используются для созерцания и духовной жизни. На такое разнообразие фразеологизмов в русском и китайском языках повлияли различные исторические судьбы двух народов, отчасти разные культурные традиции и менталитет.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исмаилова З. И. Сопоставительный анализ фразеологических единиц лексико-семантического поля «Части тела» (на материале арабского, аварского и русского языков) // *Russian Journal of Linguistics*. – 2011. – №2. – С. 20-27.
2. Лебедева Г. Н. Символика цвета в русской традиционной культуре // *Царскосельские чтения*. – 2011. – Т. 3. – № 15. – С. 142-146.
3. Лиджиева А.С., Сусеева Д. А. Функционирование соматических фразеологизмов в русском языке // *Вестник Калмыцкого университета*. – 2012. – №4. – С. 71-74.
4. Мехди Нассири. Соматические фразеологизмы с компонентом рука и их качественно-характеризующее значение // *Преподаватель XXI век*. – 2014. – Т.2. – №3. – С. 313-322.

Гуо Менгюан (Китай)

Казахский национальный педагогический университет  
имени Абая, г. Алматы

Научный руководитель: Ержанова М., доктор PhD, ст.преп.

## **АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ФРАЗЕОЛОГИЗМОВ С АНТРОПОЛОГИЧЕСКИМ КОМПОНЕНТОМ В РУССКИХ И КИТАЙСКИХ ЯЗЫКАХ**

Фразеологизмы – это устойчивые выражения, состоящие из двух и более слов, значения которых нельзя вывести из лексики их составных частей. Значительную часть культурного лексикона русского и китайского языков составляют фразеологизмы с антропологическим компонентом, характеризующие мир человека, его чувства, переживания, эмоции и т.д. Фразеологизмы с частями тела человека - это выражения, которые используются в языке для описания каких-то событий, действий и эмоций, и содержат в себе слова, обозначающие определенные части тела человека. В таких выражениях части тела играют метафорическую роль, описывая то, что на самом деле не является физическим проявлением.

Русские и китайские фразеологизмы с частями тела человека могут нести разные значения в зависимости от контекста. Однако в целом такие выражения описывают различные эмоции, состояния и качества человека. В обоих языках такие фразеологизмы могут использоваться в разговорной речи, литературных текстах, книгах, фильмах и в любых других сферах общения. Они помогают изображать общие идеи, эмоции и состояния в наиболее компактной и выразительной форме. Например, "держать руку на пульсе" означает быть в курсе событий или контролировать ситуацию, "сердце в пятки ушло" описывает страх или испуг, "держать язык за зубами" значит сохранять тайну или не говорить ничего лишнего, а "с ушами на макушке" описывает состояние переживания.

Интересны случаи схожей коннотации фразеологизмов с одинаковыми частями тела в китайском и русском языках. Например, оба языка используют голову как символ знаний, интеллекта и принятия решений. Например, по-русски «приходить в голову» и по-китайски «头脑清醒» (ясномыслящий). Оба языка используют сердце для обозначения эмоций и чувств. Например, в русском языке «сердце обливается кровью» (быть переполненным эмоциями), а в китайском «心疼» (сердечная боль).

Не менее любопытны случаи различных коннотаций фразеологизмов с антропологическим компонентом в русском и китайском языках. В китайском языке больше фразеологизмов, использующих руки и ноги

для передачи метафорических значений, в то время как в русском языке больше фразеологизмов, использующих внутренние органы, такие как печень и желудок («Ты у меня в печенках сидишь»).

В китайском языке больше наглядных и конкретных метафор, а в русском языке больше абстрактных и образных метафор. Русские фразеологизмы часто используют отрицательную коннотацию, а китайские фразеологизмы чаще используют положительную коннотацию. Например, в русском языке «хватать за горло» – отрицательное выражение, а в китайском – «**把握机会**» (воспользоваться возможностью) – положительное выражение.

Кроме того, можно привести и другие значения использования фразеологизмов с частями тела человека в обоих языках:

В русском языке:

"сердце на ладони" - описывает открытость и честность;

"рука об руку" - описывает совместную работу или сотрудничество;

"рука помощи" - описывает желание помочь или показать заботу о ком-то;

В китайском языке:

"**手到擒来**" (shǒu dào qín lái) - описывает легкость в достижении цели;

"**眼见为实**" (yǎn jiàn wéi shí) - описывает веру в то, что видишь;

"**一步一个脚印**" (yī bù yī gè jiǎo yìn) - описывает постепенное, но уверенное движение вперед;

"**心有余而力不足**" (xīn yǒu yú ér lì bù zú) - описывает нехватку сил или ресурсов для выполнения задачи, несмотря на желание и мотивацию.

"С ушами на макушке" - описывает сильное волнение и возбуждение.

"Держать руку на пульсе" - описывает умение контролировать что-то, находясь на связи со всеми событиями, происходящими вокруг.

Китайский язык:

"**眼观四方，耳听八方**" (yǎn guān sì fāng, ěr tīng bā fāng) - описывает осведомленность о всем, что происходит вокруг нас, будь то знаки или персонажи.

"**口不应心**" (kǒu bù yīng xīn) - описывает несоответствие между словами и мыслями, когда вы слышите одно, но думаете о другом.

"**心口不一**" (xīn kǒu bù yī) - описывает несоответствие между желаниями и действиями, когда ваше сердце говорит одно, но вы делаете другое. зуются части человеческого тела.

И русский, и китайский языки обладают богатым набором фразеологических единиц, отражающих их культуру, историю и социальный контекст. Однако, как и любой живой язык, и русский, и китайский подвержены изменениям и развитию, а их фразеологические единицы не защищены от современных проблем.

И российское, и китайское общества претерпевают значительные культурные сдвиги по мере перехода от традиционного общества к современному. В результате некоторые фразеологизмы, широко употреблявшиеся в прошлом, могут утратить свою актуальность или выйти из употребления. Например, в русском языке фраза «надувать щеки» раньше означала «хвастаться», но теперь потеряла свое значение в повседневной речи.

Растущая взаимосвязанность мира привела к принятию иностранных слов и выражений как в русском, так и в китайском языках. В результате некоторые фразеологические единицы могут быть заменены своими иностранными эквивалентами или утратить свое культурное значение. Например, в китайском языке фраза «吃不了兜着走» (буквально «не могу есть, так что унесите это») раньше означала «взять на себя больше, чем можно вынести», но была заменена английской фразой, заимствованным словом «перегрузка» в некоторых контекстах.

И российское, и китайское общество все больше осознают необходимость использования языка, который включает и уважительно относится ко всем людям. Это означает, что некоторые фразеологические единицы, воспринимаемые как уничижительные или дискриминационные, заменяются более нейтральными выражениями. Например, в русском языке фраза «китайская стена» раньше означала «высокий барьер», но теперь считается оскорбительной и была заменена на «высокая стена».

Быстрое развитие технологий привело к созданию новых слов и выражений, которые быстро внедряются как в русский, так и в китайский языки. Это означает, что некоторые фразеологические единицы могут быть заменены более новыми выражениями, которые лучше отражают современные реалии. Например, в китайском языке фраза «纸上谈兵» (буквально «обсуждать военную тактику на бумаге») раньше означала «обсуждать теоретические вопросы без практического опыта», но была заменена на «空谈» (буквально «пусто говорить») в некоторых контекстах.

Наконец, использование фразеологизмов с названием частей тела может вызвать этические и социальные проблемы, особенно в отношении того, как они изображают разные группы людей. Некоторые фразеологические единицы могут увековечивать негативные стереотипы или

предубеждения, которые могут способствовать социальному неравенству и дискриминации. Поэтому важно критически исследовать значения и использование фразеологизмов и продвигать язык, который является уважительным, инклюзивным и расширяющим возможности.

Понимание фразеологизмов, использующих части человеческого тела в русском языке, может быть затруднено для не носителей языка из-за их переносного характера и культурного контекста, в котором они используются. По мере того, как мир становится все более взаимосвязанным, люди из разных культур все больше взаимодействуют и общаются друг с другом. Однако значения и использование фразеологизмов могут сильно различаться между языками и культурами, что может привести к недопониманию или неправильному толкованию. Например, китайская фраза «揭人短处» (обнажить чей-то недостаток) может считаться грубой или невежливой в некоторых культурах, в то время как в китайской культуре она часто рассматривается как способ помочь кому-то улучшить себя. Мы выделили несколько возможных причин трудностей в верном понимании смысла фразеологизмов.

1. Отсутствие культурного контекста: многие фразеологические единицы в русском языке основаны на культурных отсылках и опыте, которые уникальны для русской культуры. Например, фраза «кровь из носа» означает делать что-то с большим усилием, что может не иметь смысла для человека, незнакомого с русской культурой.

2. Образный язык: Многие фразеологические единицы в русском языке являются образными и требуют определенного уровня творчества и воображения для понимания. Например, фраза «взять на себя всю ответственность» использует образ ношения тяжелого груза на своих плечах, чтобы передать идею о том, что нужно взять на себя трудную задачу.

3. Неоднозначность: некоторые фразеологические единицы в русском языке могут иметь несколько интерпретаций в зависимости от контекста, в котором они используются. Например, фраза «взять за сердце» может означать эмоционально растрогать кого-то или принять что-то близко к сердцу.

4. Одним из актуальных вопросов, связанных с фразеологизмами, обозначающими части тела человека в русском и китайском языках, является эволюция их значений и употребления в современном языке. Поскольку язык и культура со временем меняются, некоторые фразеологические единицы могут устареть или потерять свои первоначальные значения. Например, русская фраза «держаться на ухе» изначально означала внимательно что-то слушать, но в современном употреблении она

также может означать подслушивать кого-то или совать нос в чьи-то личные дела.

Чтобы преодолеть эти проблемы, изучающие русский язык могут извлечь пользу из знакомства с аутентичными материалами, такими как литература, фильмы и музыка, чтобы глубже понять культурный контекст и особенности использования фразеологических единиц. Кроме того, консультации с носителями языка или учителями языка могут дать ценную информацию и разъяснения о значениях и использовании фразеологизмов в русском языке.

Таким образом, фразеологизмы в русском и китайском языках подвержены тем же современным проблемам, что и любой живой язык. По мере развития культур, обществ и технологий развиваются и выражения и идиомы, которые их отражают. В целом и русские, и китайские фразеологизмы с названиями частей человеческого тела дают богатую информацию о культуре, ценностях и верованиях людей, их употребляющих.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Телия В.Н. Типы языковых значений. Связанное значение слова в языке. М., 1981.
2. Фразеологический словарь русского литературного языка. М., 2008 [Электронный ресурс]. URL: <https://phraseology.academic.ru/> (дата обращения: 20.10.2021).
3. 汉语成语词典. 于江平主编. 北京: 北京人民出版社. 2005 出版. 486 页. (Китайский фразеологический словарь / под ред. Юй Цзяньпин. Пекин: Изд-во Народа, 2005. 486 с.)

Дин Лань (Китай)

Народный университет Китая, г. Пекин

Научный руководитель: Чэнь Фан, д-р филол. наук,  
директор Института иностранных языков  
Народного университета Китая

#### **АНАЛИЗ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛЮБВИ АННЫ КАРЕНИНОЙ К ВРОНСКОМУ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ СОМАТИЗМА**

«Анна Каренина» – один из самых знаменитых романов Льва Толстого. Автор пытается обсуждать в романе вопросы нравственности как самые важные, вечные и общечеловеческие. Героиня Анна Каренина, как

один из наиболее популярных женских образов русской классической литературы, позволяет нам проникнуть во её внутренний мир. В данной статье анализируются примеры детального описания соматизма героини для раскрытия процесса возникновения любви Анны Карениной к Вронскому.

Ключевые слова: «Анна Каренина»; Л. Толстой; соматизм; любовь Анны Карениной

Лев Николаевич Толстой – классик мировой литературы, чьи произведения ещё при жизни переводились и печатались во многих странах мира. «Анна Каренина» – один из самых знаменитых романов Льва Толстого. По словам Ф.М. Достоевского, «Анна Каренина» поразила современников «не только вседневностью содержания, но и огромной психологической разработкой души человеческой, страшной глубиной и силой».

В романе «Анна Каренина» значительное место занимают эпизоды, где преобладает изображение внутреннего мира Анны Карениной по её соматизмам – взгляду, мимике, жестам и т.д. Внутренний мир человека и противоборство между чувствами и разумом, между мозгом и сердцем постоянно отражаются в поведении и на лице человека в форме мимических реакций. Анализ соматизма героини способствует глубочайшему проникновению в её внутренний мир, и тем самым раскрыть процесс возникновения любви Анны Карениной к Вронскому.

Анна Каренина и Алексей Вронский впервые встретились на Московском вокзале. Вронский пошёл за кондуктором в вагон и при входе в отделение остановился, чтобы дать дорогу Анне, но вдруг повернулся, чтобы ещё раз взглянуть на Анну, но это «не потому, что она была очень красива, не по тому изяществу и скромной грации, которые видны были во всей её фигуре, но потому, что в выражении миловидного лица, когда она прошла мимо его, было что-то особенно ласковое и нежное.» [1, с. 50]. Когда Вронский оглянулся, Анна тоже повернула голову: «Блестящие, казавшиеся темными от густых ресниц, серые глаза дружелюбно, внимательно остановились на его лице, как будто она признавала его, и тотчас же перенесли на подходившую толпу, как бы ища кого-то. В этом коротком взгляде Вронский успел заметить сдержанную оживлённость, которая играла в её лице и порхала между блестящими глазами и чуть заметной улыбкой, изгибавшею её румяные губы. Как будто избыток чего-то так переполнял её существо, что мимо её воли выражался то в блеске взгляда, то в улыбке. Она потушила умышленно свет в глазах, но он светился против её воли в чуть заметной улыбке.» [1, с. 51].

Это описание первой встречи Анны с Вронским, и изображение взгляда и мимики Анны. На лице Анны есть «сдержанная оживлённость»

и «блеск взгляда», которые показывают несчастье брака Анны и её подавленное стремление к любви.

Потом Л. Толстой познакомит нас с Анной через глаза Кити. По мнению Кити, «Анна непохожа была на светскую даму ... но скорее походила бы на двадцатилетнюю девушку по гибкости движений, свежести и установившемуся на её лице оживлению, выбивавшемуся то в улыбку, то во взгляд, если бы не серьёзное, иногда грустное выражение её глаз, которое поражало и притягивало к себе Кити.» [1, с. 58].

Через глаза Вронского и Кити мы узнаём, что несмотря на то, что она потушила умышленно свет в глазах, «оживлённость» всё равно течёт из её блестящих глаз и улыбки. Видно, что Анна, как простая и естественная женщина, всё ещё мечтает о любви и настоящем счастье, и это даёт Вронскому возможность соблазнить Анну.

На бале Кити увидела совсем «новую» Анну: «вдруг Кити увидела её опять совершенно новою и неожиданною. Она увидела в ней столь знакомую ей самой черту возбуждения от успеха. Она видела, что Анна пьяна вином возбуждаемого ею восхищения. Она знала это чувство и знала его признаки и видела их на Анне – видела дрожащий, вспыхивающий блеск в глазах и улыбку счастья и возбуждения, невольно изгибающую губы, и отчётливую грацию, верность и лёгкость движений.» [1, с. 66].

Через глаза Кити мы увидим черту возбуждения от успеха Анны, и узнаём, как Анна пьяна вином возбуждаемого ею восхищения по её соматизмам: «вспыхивающий блеск в глазах», «улыбку счастья и возбуждения», и «невольно изгибающую губы». На бале Анна как будто вновь «жива», и по-настоящему радостна особенно тогда, когда она вместе с Вронским.

«Каждый раз, как он говорил с Анной, в глазах её вспыхивал радостный блеск, и улыбка счастья изгибала её румяные губы. Она как будто делала усилие над собой, чтобы не выказывать этих признаков радости, но они сами собой выступали на её лице.» [1, с. 66]. Очевидно, что это не любование толпы опьянило Анны, а восхищение самого Вронского. Здесь мы узнаём по взгляду и мимике Анны, что она наслаждалась восхищением Вронского, и может быть, в глубине души Анны уже появились чувства к нему. В тот момент она не думала ни о своём браке, ни о муже, ни о сыне. Она просто испытывала радость как «настоящая женщина».

На следующий день после бала Анна Аркадьевна послала мужу телеграмму о своём выезде из Москвы в тот же день. «– Нет, мне надо, надо ехать, – объясняла она невестке перемену своего намерения таким тоном, как будто она вспомнила столько дел, что не перечесть, – нет, уж лучше

нынче!» [1, с. 78]. Анна сама знала, что ей надо ехать, и «лучше нынче», а то что-то неправильное случится. Она больше не могла наслаждаться восхищением другого мужчины, так как не хотела изменить своему мужу несмотря на то, что она мужа не любила.

Даже её невестка Долли отметила, что Анна сегодня «странная», «не в спокойном духе, а в том духе заботы». Анна начала страдать от своих чувств к Вронскому, от своей измены мужу, поэтому на её лице появилась «смешливая улыбка», когда Долли её хвалит: «Без тебя бог знает что бы было! Какая ты счастливая, Анна! – сказала Долли. – У тебя все в душе ясно и хорошо. – У каждого есть в душе свои skeletons, как говорят англичане. – Какие же у тебя skeletons? У тебя все так ясно. – Есть! – вдруг сказала Анна, и неожиданно после слез хитрая, смешливая улыбка сморщила её губы.» [1, с. 78]. Долли считала, что у Анны «всё в душе ясно и хорошо», а только сама Анна знала, что у неё свои секреты, так что она чувствовала волнение при мысли о Вронском и уезжала скорее, чем хотела, только для того чтобы больше не встречаться с ним. В это время Анну сковывают мораль и нравственность, и ей пришлось держать свои чувства под замком.

В поезде домой Анна мучилась своими чувствами к Вронскому: сначала она думала, что «пойдёт моя жизнь, хорошая и привычная, по-старому» [1, с. 79], и начинала читать английский роман, но скоро «она оставила книгу и откинулась на спинку кресла, крепко сжав в обеих руках разрезной ножик» [1, с. 80] уже решительно не могла понимать того, что читала, так что она перебрала все свои московские воспоминания. Все были хорошие, приятные. Вспомнила бал, вспомнила Вронского и его влюблённое покорное лицо, вспомнила все свои отношения с ним. А вдруг чувство стыда усиливалось. «Ну что же? – сказала она себе решительно, пересаживаясь в кресле. – Что же это значит? Разве я боюсь взглянуть прямо на это? Ну что же? Неужели между мной и этим офицером-мальчиком существуют и могут существовать какие-нибудь другие отношения, кроме тех, что бывают с каждым знакомым?» [1, с. 80]. Вспоминая Вронского, Анне уже не сиделось, и пересаживалась в кресле, и «провела разрезным ножом по стеклу, потом приложила его гладкую и холодную поверхность к щеке и чуть вслух не засмеялась от радости, вдруг беспричинно овладевшей ею. Она чувствовала, что нервы её, как струны, натягиваются все туже и туже на какие-то завинчивающиеся колышки. Она чувствовала, что глаза её раскрываются больше и больше, что пальцы на руках и ногах нервно движутся, что в груди что-то давит дыханье» [1, с. 80]. Из этого увидим, что Анна уже впала в забытие: половина Анны счастлива от чувств к Вронскому, а другая половина - стыдна

за эти чувства. Эти психологические противоречия ярко отражаются в её поведении и мимике.

В Петербургском высшем круге Анна часто встречала Вронского, который не переставал стремиться к Анне даже после своей встречи с мужем Анны. В доме княгини Бетси Вронский опять признался перед Анной в любви, а Анна ему сказала: « – Зачем вы говорите мне это? – сказала она, строго взглядывая на него.», но «взгляд её говорил, что она знает, что у него есть сердце, и от этого-то боится его.», «– Вы помните, что я запретила вам произносить это слово, это гадкое слово, – вздрогнув, сказала Анна ... – Я вам давно это хотела сказать, – продолжала она, решительно глядя ему в глаза и вся пылая жёгшим её лицо румянцем.» [1, с. 109]. Описанию взгляда и жестов Анны показывает, что Вронский сказал то самое, чего желала душа Анны, но чего она боялась рассудком. Слово «любовь» для Анны слишком много значит, больше гораздо, чем Вронский может понять. Анна знает, что влюбилась во Вронского, но ещё сомневается в любви Вронского.

Разговор Анны и Вронского показался неприличным мужу Анны, и Алексей Александрович решил переговорить с женою. Муж сказал Анне: «Я муж твой и люблю тебя.» [1, с. 115]. В ответ «лицо её опустилось, и потухла насмешливая искра во взгляде.» [1, с. 115] Слово «люблю» опять возмутило Анну. Она не верит в том, что муж может любить. По её мнению, муж совсем не знает, что такое любовь, и к тому же это уже поздно, она влюбилась в другого человека.

С этого разговора началась новая жизнь для Анны. Наконец они «по-настоящему» соединились друг с другом. Но Анна всегда считала себя виноватой и стыдной: «она опускала свою когда-то гордую, весёлую, теперь же постыдную голову, и она вся сгибалась и падала с дивана, на котором сидела, на пол, к его ногам; она упала бы на ковёр, если б он не держал её. – Боже мой! Прости меня! – всхлипывая, говорила она, прижимая к своей груди его руки.» [1, с. 115]. По этим соматизмам видно, что она чувствовала себя столь преступною и виноватою, что ей оставалось только унижаться и просить прощения. «Опускать голову» и «сгибалась» – символы уклонения и защиты. Стыд пред духовною наготою своей давил её. Она чувствовала, что в эту минуту не могла выразить словами того чувства стыда, радости и ужаса пред этим вступлением в новую жизнь. Так что ей пришлось не думать об их отношениях, о муже и сыне, о последствиях в религиозном, гражданском и семейном отношениях.

Вскоре любовь Анны и Вронского была известна всему городу. Общественное мнение, стоящее перед ними, всё больше и больше подавляет Анну. Наконец души Анны и Вронского слиты воедино. Анна больше не

отказывает Вронскому. Но они игнорировали важные факты, что у Анны ещё муж и семья; игнорировали последствия в религиозном, гражданском и семейном отношениях. Эти факты потом становятся препятствиями к их любви.

Из всего вышесказанного следует, что в глубине души Анны ещё живёт стремление к любви, а она просто подавляет это желание, что даёт Вронскому возможность приближаться к Анне. На бале Анна пьяна вином возбуждаемого ею восхищения Вронского. Когда она заметила, что может быть, влюбилась во Вронского, она будто впала в забытие и запутывалась в отношениях с Вронским. Через неустанные усилия Вронского Анна наконец признавалась ему в любви, но при том испытывала вину и стыд перед мужем и сыном, и также страдала от скандалов высшего круга. Анна решила не думать об этом, что оставило затаившуюся опасность в их отношениях. Одним словом, по анализу соматизмов Анны Карениной мы проникли во её внутренний мир, и раскрыли процесс возникновения любви Анны Карениной к Вронскому.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Толстой Л. Н. Анна Каренина. – М.: СЗКЭО, 2021.
2. Ужанков А. Н. Учение о прилоге как духовная основа художественного образа Анны Карениной // Новый филологический вестник. – 2017. – №2. – С. 41.

Е Юй Чиэнь (Тайвань)

Санкт-Петербургский государственный университет,  
г. Санкт-Петербург

Научный руководитель: Мущинская Виктория Владиславовна,  
канд. филол. наук, доцент

#### **ОСОБЕННОСТИ ЦЕННОСТНОЙ КАРТИНЫ МИРА, ОТРАЖЕННЫЕ В ПОСЛОВИЦАХ (НА ПРИМЕРЕ РУССКИХ И КИТАЙСКИХ ПОСЛОВИЦ)**

Язык – микрокосмос культуры страны или народа и это средство, с помощью которого люди ежедневно не только общаются, но и знакомятся с культурой других народов. Являясь важной частью языка, пословицы отражают как особенности языка, так и уникальные культурные характеристики страны или народа.

Пословица – меткое образное изречение, обобщающее различные явления жизни, и она представляет собой форму языкового выражения обычно с глубокими философскими и воспитательными смыслами. Пословицы являются результатом мудрости, накопленной с течением времени. Они могут лаконичным и понятным языком отражать представления членов нации о реальном мире.

По словам А. Вежбицкой идеи принадлежат духовному миру, у них есть названия, и они отражают восприятие человеком реального мира, обусловленное определенной культурой [1]. С другой стороны, Ю. С. Степанов считает, что у идей есть неизменные значения, которые выражаются в устойчиво и свободно сочетаемых формах языковых единиц, а основной формой, в которой они существуют, является слово или словосочетание [2].

Помимо лексики, идеи могут быть выражены на других языковых уровнях, включая пословицы, поговорки и так далее. Как русские, так и китайские пословицы отражают национальную систему ценностей и менталитет своих культур. Однако, есть некоторые различия в их культурных коннотациях, способах их выражения и лингвистических характеристиках. В докладе рассматриваются пословицы тематической группы «счастье – беда» в русском и китайском языках.

#### 1. Культурные коннотации.

В словаре русского языка слово «счастье» многозначное: 1) Состояние высшей удовлетворенности жизнью, чувство глубокого довольства и радости, испытываемое кем-либо; 2) Успех, удача; 3) Участь, дол, судьба [3].

В то же время счастье не очень стабильно, хотя очень ценно. Например, русская пословица Не было бы счастья, да несчастье помогло означает, что неудача послужила причиной успеха [4]. Можно сказать, что счастье – возможность в контексте судьбы, что счастье и беда часто идут рука об руку друг с другом, что счастье и беда могут трансформироваться друг в друга.

Русская пословица Счастье придет, и на печи найдет означает, что можно ничего не делать в поисках удачи, так как она будет у человека независимо от его воли, если это предопределено судьбой [4]. Это говорит о том, что в России считается, что у счастья нет правил, нет стандартной формы, что это случайность судьбы, которую нельзя навязать, и что люди не могут его найти, а могут получить только своим собственным бережным отношением и упорным трудом.

Китай имеет 5000-летнюю цивилизационную историю, и под влиянием этой долгой истории у него естественным образом сформировалось

уникальное национальное сознание. В китайском языке под счастьем понимается «совокупность всего хорошего, гармонии и одновременно реальность» [5]. Иными словами, счастье стало культурным инструментом, при помощи которого люди могут почувствовать опору в своем сердце и получить надежду в жизни.

Есть такие китайские пословицы, которые выражают пожелание процветания, крепкого здоровья и долголетия, например, Пять благословений мира, только долголетие стоит на первом месте (人間五福, 唯壽為先), и которые выражают надежду людей на гармонию, спокойствие и избавление от беды, например, Простая еда – это благословение (粗茶淡飯就是福).

По словам китайского ученого Бай Линьсяо, «в китайской культуре под влиянием интеллектуальной традиции самодостаточности и своекорыстия привыкают сокращать или даже устранять близкую дистанцию с обществом и людьми в глубине души. Только мощная национальная цивилизация, сильное сердце и широкая душа могут сформировать такую мысль благодарности у людей» [6].

Слово «беда» в русском языке тоже многозначное: 1) Несчастье, бедствие, горе, невзгода; 2) Плохо, нехорошо, горе; 3) Очень, чрезвычайно, много [3].

По мнению китайского русиста Дин Минсюэ, «в русском национальном сознании некоторые люди, пережив катастрофы или несчастья, приписывают свои беды судьбе, которая неподвластна человеческой воле, и даже считают, что бедам свойственна постоянность и будут следовать друг за другом» [7]. Например, русская пословица Беда никогда не приходит одна означает, что несчастье всегда влечет за собой и другие неприятности [4].

Под влиянием религиозной культуры у русского народа выработалась некая абсолютная покорность судьбе без сопротивления. Китайский русист Дин Минсюэ считает, что русские люди могут мужественно переносить страдания, и сознание терпеть страдания стало частью их особого национального менталитета [7]. Например, русская пословица Семь бед – один ответ означает, что когда неудачи (несчастья) следуют друг за другом, человек воспринимает их покорно и обреченно, как фатальную неизбежность [4].

В «Современном практическом словаре китайского языка» первоначальное значение слова «беда» – это катастрофа или бедствие, которое противоположное счастью, и она является причиной беспокойства, страдания или беспорядка [5]. Китайские пословицы воплощают разные концептуальные характеристики «беды».

В китайской культуре беда по своей природе неконтролируема человеком. Например, китайская пословица Жизнь непостоянна, а дела непредсказуемы (人生無常, 世事難料) очевидно и четко выражает такой концепт. В жизни люди неизбежно сталкиваются со многими трудностями, и в китайской культуре считают, что люди должны уметь извлекать уроки из этих трудностей, обогащать свой жизненный опыт и непрерывно расти, чтобы постепенно двигаться к счастью. Например, китайская пословица Без испытаний не обретешь мудрость (不經一事, 不長一智) подчёркивает важность опыта и то, что мы учимся именно на ошибках.

## 2. Способы выражения и лингвистические характеристики.

При сравнении русских пословиц с китайскими пословицами можно обнаружить три типа пословичных соотносительных связей между двумя языками: полные параллели – идентичные по структуре, и по значению; относительные эквиваленты – имеющие ту же метафорическую основу и то же значение, но разные по конструкции; аналоги – имеющие другие метафорические основы, но то же значение.

Рассмотрим разные примеры русско-китайских пословичных параллелей из каждого вида соответствий.

В качестве примера полных пословичных параллелей приведем следующий пример: Беда никогда не приходит одна – кит. 禍不單行/букв. Беда не приходит одна (禍: беда, 不: не, 單: один, 行: приходить). Её переносное значение означает, что несчастье всегда влечет за собой и другие неприятности [4]. Когда человек в жизни многократно находится в напряженном, печальном состоянии, постоянное столкновение с несчастьем служит возможным источником происхождения такой мрачной пословицы. В древней китайской литературе «Шо Юань» (說苑) написано: 福不重至, 禍必重來 (Счастье не снова придет, а беда обязательно снова придет) [8]. В то время произошла сильная засуха, у людей не было еды и они голодали, а Чжухоу строил высокие ворота. Некий древний чиновник тогда сказал, что Чжухоу не сможет выехать из ворот, затем использовал вышесказанную фразу. В итоге, как только ворота были построены, Чжухоу умер, и он действительно никогда не выезжал из ворот.

К относительным эквивалентам относится следующая русско-китайская пословичная параллель: Рыба ищет, где глубже, а человек – где лучше – кит. 水往低處流, 人往高處走/букв. Вода течет, куда ниже, а человек ходит, куда выше (人: человек). Её переносное значение означает, когда хотят объяснить стремление человека любыми путями найти свое счастье [4]. Если рыба, чтобы выжить, пытается поглубже нырнуть, то

человеку больше нравится идти прямо к наиболее выгодной для себя цели. Это может быть уютным местом для проживания, лучшим образованием и т.д. Вода течет вниз под действием силы тяжести – это естественный закон. В китайской культуре считают, что человеку надо сохранять позитивное отношение ко всему и стремиться подниматься вверх. Напротив, нельзя уподобляться воде, которая течет только вниз.

К числу аналогов принадлежит следующая русско-китайская параллель: Чужую беду руками разведу, а к своей и ума не приложу – кит. 當局者迷, 旁觀者清/букв. Заинтересованная сторона заблуждается, а сторонний наблюдатель видит ясно. Её переносное значение означает, что легко разобраться и найти выход в трудной ситуации чужих людей, но невозможно решить собственные проблемы [4]. В русской поговорке можно отметить, что через оппозицию «чужой» и «свой» образовывается яркое сравнение человека с другим человеком. А в китайской поговорке из китайского длинного произведения «Романтики династий Суй и Тан» (隋唐演義), иллюстрируются одинаковый смысл путём контрастных моделей мышления человека, играющего в шахматы, и стороннего наблюдателя.

Язык является не только зеркалом культуры, отражая ее, но и подвергается ее влиянию, и имеет свои специфические аспекты. А поговорки это суть человеческого языка и мудрости, концентрированная культура. Русские и китайские поговорки выявляют уникальные духовные и культурные особенности соответствующих народов, передают глубокую философию и жизненный опыт, а также служат важным целям образования, передачи культуры, эмоционального выражения, языковой эстетизации и тому подобное.

В целом, и русские, и китайские поговорки отражают национальную систему ценностей и менталитет своих культур. Сравнивая культурные коннотации русских и китайских поговорок, мы видим, что однородность мышления людей и сходство социально-исторического развития приводят к различиям между русскими и китайскими поговорками. Более важным является то, что культурный смысл, заложенный в русских и китайских поговорках, просвещает нас. При разумном и правильном использовании они могут привести нас к большому духовному, интеллектуальному и моральному вдохновению и просвещению.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вежбицкая А. «Язык Культура. Познание». 1996г.
2. Степанов Ю. С. «Константы: Словарь русской литературы». 2004г.

3. Академия наук СССР. Институт русского языка. «Малый академический словарь в четырех томах». 1985г.
4. Котова М. Ю. «Русско-славянский словарь пословиц с английскими соответствиями». 2000г.
5. Ван Цзихун, Чэнь Минь, Рен Лицин «Современный практический словарь китайского языка» «現代實用漢語詞典». 2001г.
6. Бай Линьсяо «Изучение различий между китайскими и русскими пословицами и поговорками в культурном контексте» «文化視域下中俄諺語俗語差別探討». 2023г.
7. Дин Минсюэ «Сопоставительное изучение концептов “счастье” и “несчастье” в русской и китайской лингвокультурах» «俄漢語言文化中“福”(счастье)“禍”(несчастье)觀念對比研究». 2016г.
8. Лю Сян «Шо Юань» «說苑». 333 до н. н.

Ли Хунсин (Китай), Штецберг Алёна Михайловна (Россия)

РАНХиГС, г. Москва

Научный руководитель: Штецберг Алёна Михайловна,  
заместитель директора Центра подготовки иностранных студентов  
ИОН РАНХиГС при Президенте РФ

## ЛИТЕРАТУРА КАК КЛЮЧ К ПРОБЛЕМЕ ПОНИМАНИЯ СХОЖЕСТИ РОССИЙСКОГО И КИТАЙСКОГО НАРОДОВ

В современном мире, нужно и важно искать точки соприкосновения между национальностями, культурами и менталитетами в изучении общей истории, литературоведении, ведь проблема непонимания друг друга зачастую кроется в неумении осознать, что люди имеют гораздо большего общего, чем кажется на первый взгляд. В данной статье мы рассмотрим несколько самых известных произведений китайской литературы и сопоставим их с творениями русских писателей, которые раскрывают в своей работе те же проблемы и ценности поколений.

Книга «Сон в красном тереме» – это всестороннее и глубокое отражение времени расцвета и упадка феодального общества. Это трагедия любви и брака в аристократических кругах. Цзя Баоюй, выходец из богатой китайской семьи, влюбляется в Линь Дайюй, девушку, которая не обладала достаточным социальным положением и приданным для главного героя. В развязке сюжета семья Цзя Баоюй устраивает его свадьбу с Сюэ Баочай, больше подходившей для роли невесты знатного аристократа.

Бедная Линь Дайюй, у которой отняли жениха, в буквальном смысле умирает от тоски и любви, а главный герой, не сумев спасти свое счастье, отправляется в странствия с бродячим монахом [1].

Большое социальное значение романа заключается в том, что он не изображает эту любовную трагедию изолированно, а использует ее как центр подъема и падения четырех представительных семей того времени - Цзя, Ван, Ши и Сюэ, центром которых является дом Цзя, обнажая мрак и зло позднефеодального общества, его непреодолимые внутренние противоречия, и делая мощную критику упадочного феодального правящего класса и разрушающейся феодальной системы. В истории китайской литературы ни один автор не писал о трагедии любви с таким волнением и силой, как Цао Сюэцин, ни один автор не раскрывал социальные корни любовных трагедий так полно и глубоко, предлагая тем самым самую глубокую и мощную критику феодального общества [1].

Эта работа Цао Сюэцин невероятно похожа на сентиментальную повесть Николая Михайловича Карамзина «Бедная Лиза». Лиза, вынуждена трудиться, чтобы после смерти отца прокормить себя и мать, встречает дворянина Эраста, в которого без памяти влюбляется. Между молодыми людьми начинаются отношения, которые прервутся из-за безнравственного поведения Эраста – добившись Лизу, он бросает девушку. Через некоторое время Лиза случайно встречает Эраста в Москве и выясняет, что тот помолвлен с богатой вдовой и сейчас вынужден жениться, потому что проиграл в карты все свое имение и капитал. Лиза не выносит этой вести и заканчивает жизнь самоубийством, бросившись в пруд, вокруг которого когда-то гуляли влюбленные [2].

Оба произведения показывают, как неправильно и безнравственно пренебрегать чувствами ради денег и положения. Примечательно то, что и «Сон в красном тереме» и «Бедная Лиза» были написаны примерно в одно время: 1763 и 1792 год соответственно, а значит, проблемы русского и китайского социумов были идентичными.

«Путешествие на Запад» автора У Чэньэнь - это фантастико-сатирический роман про Короля Обезьян, Сунь Укун, который отправляется по шелковому пути в Индию за священными писаниями. Роман основан на исторических событиях путешествия монаха Сюаньцзана, и благодаря художественной обработке автора, в нем глубоко показана социальная жизнь людей в эпоху династии Мин. Мир богов и демонов используется для отражения реальности общества и разоблачения темноты, несправедливости и коррупции китайского общества времен династии Мин. В русской литературе тема борьбы с властью раскрывается во многих произведениях, но в данном случае уместно сопоставить «Путешествие на за-

пад» со сказкой Юрия Олеши «Три толстяка», где рассказывается о революции бедняков против богачей в вымышленной стране. Положительных героев здесь несколько. Но основной – это храбрый оружейник Просперо, поднявший бунт против власти трех Толстяков и являющийся маяком для народа [3, 4].

Сравнив эти два произведения, мы видим, что во все времена народы России и Китая волновал и находил отклик вопрос несправедливости власти.

«Обыкновенный мир» – это роман китайского писателя Лу Яо. Действие книги происходит в Китае в десятилетие с середины 1970-х до середины 1980-х годов, и в ней изображены многие простые люди из всех слоев общества, проходящие через сложный клубок конфликтов, в центре которого находятся два брата, Сунь Шаоань и Сунь Шаопин. «Обыкновенный мир» - это литературное произведение, в котором с теплым реализмом воспеваются простые рабочие [5].

Произведение, сопоставляемое с «Обыкновенным миром» - это творение советского писателя Михаила Александровича Шолохова «Тихий Дон». Действие романа разворачивается в начале XX века и захватывает Первую мировую войну, революцию 1917 года и гражданскую войну в России. В центре сюжета – Григорий Мелехов с его любовью, лишениями, трудностями жизненного выбора и страданиями, а в его лице автор показывает жизнь всего донского казачества в переломное для России время [6].

Таким образом, мы видим, что ценности, которые воспевались в произведениях русской и китайской литературы, были одинаковыми, а значит, и воспитание народов этих стран зиждилось на идентичных принципах. Как только этот факт становится явным, возникает понимание, что и современные поколения России и Китая на самом деле имеют намного больше общего, чем кажется на первый взгляд. Они имеют общие проблемы, общие ориентиры, общие ценности и, часто, общие мечты.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цао Сюэцинь. Сон в красном тереме / Пер. с кит. В. А. Панасюка. – М.: Государственное издательство художественной литературы, 1958.
2. Карамзин Н. Бедная Лиза. - М.: Азбука, 2018.
3. У Чэньэнь. Путешествие на Запад. / Пер. с кит. А. Рогачева. М.: Наука, 2015.
4. Олеша Ю. Три толстяка. - М.: Речь, 2015.
5. Лу Яо. Обыкновенный мир. - М.: Шанс, 2023.
6. Шолохов М. Тихий Дон. – М.: Азбука, 2022.

Ло Цюно (Китай)

Санкт-Петербургский государственный университет,  
г. Санкт-Петербург

Научный руководитель: Тоичкина Александра Витальевна,  
канд. филол. наук, доцент

**РАБОТЫ К. В. МОЧУЛЬСКОГО О РОМАНЕ  
Ф. М. ДОСТОЕВСКОГО «ИДИОТ» (К ПРОБЛЕМЕ ИСТОРИИ  
БИОГРАФИЧЕСКОГО МЕТОДА)**

Литературовед Константин Васильевич Мочульский (1892–1948) считается одним из лучших критиков первой волны русской эмиграции, а также замечательным русским мыслителем и писателем, недооцененным читателями и исследователями творчества Ф.М.Достоевского. За публикациями, связанными с Достоевским, Мочульский следил, начиная с 1920 года. Его изучение творчества Достоевского происходит постепенно и все глубже.

До войны в Париже он опубликовал книгу "Великие русские писатели XIX века" ("Дом книги", 1939). В ней Мочульский связал произведения пяти авторов (среди них Достоевский) со своими христианскими взглядами. Он не скрывает направленности своего исследования, ясно выражая свое намерение в предисловии: "Русская литература идет по стопам Христа". Таким образом, он открыто заявляет читателям о цели своего исследования - найти христианскую веру в авторах, к которым он обращается. [1] Поэтому он открыто объявляет своим читателям о цели своего исследования - найти христианскую веру в авторах, к которым он обращается. В случае с "Идиотом", например, в разделе об "Идиоте" в этой книге есть только два фрагмента. В одном из них Достоевский описывает моменты жизни человека, приговоренного к смерти, что совпадает с опытом самого Достоевского, когда он был приговорен к смерти. С другой стороны, Достоевский ищет ясную и прямую веру, законченное религиозное мировоззрение, но его сердце полно противоречий. Пытаясь изобразить "положительного и прекрасного человека", он представляет "идеального русского" в образе князя Мышкина, который никого не спасает, а погибает в мире ненависти, ревности, злобы и преступлений. Таким образом, идея Достоевского оправдать историческое существование России и найти "примирение всех идей" заканчивается неудачей. [2] Из этой книги становится ясно, что исследовательский метод Мочульского нельзя отделить от изучения проекции собственного опыта автора в его изображении главного героя, что является прототипом метода Достоевского к истории биографии.

В том же году Мочульский опубликовал в журнале "Современные записки" статью "Положительно прекрасный человек" у Достоевского в качестве комментария к "Идиоту". Эта статья стала "прототипом" для нескольких глав будущей монографии Мочульского "Достоевский. Жизнь и творчество" (Париж: YMCA PRESS, 1947) [2]

Начиная с этого вышеуказанного текста, исследование "Идиота" Мочульски в значительной степени опирается на рукописи Достоевского, заметки и т.д. Исследование через корпус рукописных заметок писем и т.д. является результатом эмиграции писателей 1920-1940-х годов (в том числе Комарович, Гроссман, участники Пражского семинария по Достоевскому (А.Л. Бем, Р.В. Плетнев, И.И. Лапшин), К.В. Мочульский.) осуществляются в рамках телеогенетического метода, рассматриваемого как новый инструмент изучения творчества Достоевского. Телеогенетический метод утверждал, что произведение не может быть "целиком и полностью понято вне его творческой истории", то есть от первой композиции, размышлений автора, его замысла, до конца, когда в текст вносится последний штрих. Творческая личность Достоевского постигается через понимание конечного смысла произведения". [3] В "Идиоте", например, Достоевский посвящает себя "христианскому роману", чтобы раскрыть эту "благородную идею человека". "В центре романа – "положительно прекрасный человек", тот, в чьей чистой душе отражается лик Христа. Именно этот текст показывает, что Мочульский начал использовать метод исторической биографии, чтобы на основе рукописей Достоевского и других фактов разработать восемь проектов, которые Достоевский предпринял по вертикали, чтобы изобразить "Положительно прекрасное". По горизонтали - дуализм выбора. Динамическая концепция постепенно формирующейся ""прекрасный человек"" и статическая концепция "активно прекрасного человека" не становятся, а уже существуют. Взаимодействие этих двух перспектив приводит к изображению "теории" того, как главная героиня воплощает поиск спасения новой России через обращение к Христу.

А в монографии "Достоевский: жизнь и творчество" метод Мочульского к исторической биографии расширяется еще больше. Метод Мочульского смещается в сторону литературного портрета и от чисто кодифицированного анализа с точки зрения исторического развития. Связующим звеном между автором и произведением, по мнению Мочульского, является стиль как видимая форма личности. Таким образом, от первого до последнего слова критик следит за исполнением "я" писателя" [4]. В этой монографии, в частности, читатель имеет возможность пройти через различные этапы создания "Идиота", сочетая религиозные, философские

и эстетические аспекты оценки на примере преступлений нового поколения, показывая кризис русского сознания в XIX веке, затрагивая понимание Достоевским природы человека, его духовные проекции, заблуждения и прозрения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Великие русские писатели XIX в. / К. В. Мочульский; Предисл. Луиджи Магаротто. -- М. : Алетейя, 2000. -- 158 с.
2. Богданова Ольга Алимовна Поэтика и текстология роман Ф.М. Достоевского «подросток» в исследованиях русских авторов 1920-1940-Х гг. // ДМКФ. 2021. №4 (16).
3. Пиксанов, 1923 – Пиксанов Н.К. Новый путь литературной науки (Принципы и методы) // Искусство. 1923. № 1. С. 94-113.
4. Рачкова Екатерина Евгеньевна Проблема возвращения к личности и творчеству в литературных портретах К. В. Мочульского // Известия ВГПУ. 2015. №5 (100).
5. Мочульский К. В. Кризис воображения: статьи, эссе, портреты / под ред. Л. М. Суриса – М.; Берлин: Директ-Медиа, 2017
6. Мочульский К. В. Гоголь. Соловьев. Достоевский. / Составление и послесловие В. М. Толмачева; Примечания К. А. Александровой–М.: Республика, 1995

Лю Я (Китай), Бохонная Марина Евгеньевна (Россия)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Бохонная Марина Евгеньевна,  
канд. филол. наук, доцент

#### **СИМВОЛИКА ЦВЕТА В КИТАЙСКОЙ И РУССКОЙ ЯЗЫКОВОЙ КАРТИНЕ МИРА**

Связь языка и культуры уже много десятилетий привлекает внимание ученых в области лингвистики и культурологии. Настоящее исследование вписывается в парадигму работ, которые анализируют значимые фрагменты языковой картины мира разных народов. Его актуальность обусловлена недостаточной изученностью языковой картины мира носителей китайской и русской культуры и необходимостью дальнейшего исследования ее отдельных фрагментов, в частности цветообозначений.

Цель работы – проанализировать символику цвета в китайской и русской языковой картине мира, выявить общее и различное.

Человек воспринимает окружающий мир в цветовом наполнении. И это восприятие во многом зависит от национально-культурной специфики миромоделирования. Символическое содержание колористической лексики складывалось у народов на протяжении веков и зависело от исторического развития, культурных и природных особенностей, социальных условий. Интересно, что в Древнем Китае значение слова «цвет» отличалось от современного понимания и было «выражение лица». Так, в 《说文解字》: "颜, 眉之间也; 色, 颜气也。", где «янь» 颜 – это место между бровями и глазами, а «сэ» 色 – «энергия», которая проникает в тело, проходит через сердце и проявляется в поведении. Китайский филолог Дуань Юйцай писал: «Стыд, сожаление, радость и беспокойство обозначаются словом «янь сэ», потому что сердце человека получает «сэ», которая достигает бровей». Во времена династии Тан (618 – 907 гг.) «янь сэ» приняло значение «цвет». Поэт Ду Фу отмечал в своем стихотворении 《花底》 («Цветочное дно»): «深知好颜色, 莫作委泥沙 (Если вы хорошо знаете цвет, не делайте его грязным и песчаным.)». После правления Хуан Ди (Желтого императора) в Китае цвета начали соотносить с пятью первоэлементами, первоисточником всего в природе, и наделять соответствующим символическим значением. Вода – это черный цвет, огонь – красный, дерево – сине-зеленый, золото – белый и земля – желтый.

В России цвету также всегда придавали важное значение. Большое количество исследований в области цветообозначения является одним из подтверждений этого.

Рассмотрим символическое наполнение трех универсальных цветообозначений в китайской и русской языковой картине мира.

Красный – один из любимых цветов китайцев. Это цвет, соответствующий огню в пяти стихиях. Он имеет значение «праздничный, оживленный и мирный». Каждый китайский праздник и значимое событие (например, сбор родственников) принято украшать красным. Даже платье невесты обязательно должно быть именно таким цветом. Наряду с этим красный цвет выполняет функцию изгнания зла. Например, в Древнем Китае стены многих дворцов и храмов были красными. Красный цвет также символизирует новое китайское правительство: красный режим, национальный и партийный флаги, печать, которая символизирует власть, – все красного цвета.

В России красный цвет также имеет значение «торжественность», «праздник», «красота». Неслучайно в народе говорят: «красный день календаря», «красна девица», «не всякий умен, кто в красное наряжен». Кроме того, данный цвет обозначает силу и власть, почёт. Так, например, одежда высокопоставленных лиц часто была красного цвета, а важных гостей всегда сажали в красный угол.

В китайской культуре белый цвет противоположен красному и часто имеет негативное символическое наполнение – «материальное и духовное неприятие». Китайское учение о пяти стихиях говорит, что белый олицетворяет чужой для нас Запад и белого тигра, который стережет границу между миром живых и мертвых. Также белый цвет – это истощение, бескровность, символ смерти. Поэтому в Китае он считается несчастливый, траурным. Белую одежду надевают на похороны, чтобы выразить скорбь по умершему.

Русские люди ассоциируют белый цвет с чистотой и непорочностью, красотой, божественным светом. Так, платье у невесты традиционно должно быть белым. В устойчивых выражениях также прослеживается это значение: «белый свет», «начнем с белого листа». В некоторых контекстах «белый» символизирует «высокое происхождение», например, «белая кость», «белоручка».

Черный цвет в Китае является символом воды. А вода может победить огонь. В связи с этим здания часто красят в черный цвет, который защищает от пожара.

Поскольку черный схож с цветом металла, китайцы с древних времен использовали его для обозначения силы духа, упорства и самоотверженности. Кроме того, черный цвет связан с древней китайской практикой пыток чернилами. Еще во времена династий Чжоу и Цинь иероглифы рисовались на лице заключенного черными чернилами, которые навсегда оставляли у преступника след позора.

Как уже было отмечено, в Китае белое противопоставляется красному: «**紅白事**»: «красно-белое событие», или «свадьба и похороны»; «**白包**» значит «белый конверт», который традиционно преподносится семье умершего, «**紅包**» – «красный конверт» с деньгами в подарок молодоженам или детям. В России антиподом белому цвету выступает черный. Вспомните устойчивые выражения: «полюбите нас черненькими, а беленькими нас всякий полюбит», «белое – венчальное, черное – печальное». Черный цвет ассоциируется со скорбью, трауром и злом. Отношение людей к этому цвету выражено, например, в таких фразах: «лицо от злости почернело», «черная зависть» или «стал черным от горя».

В Китае черный цвет тоже может взаимодействовать с белым, но больше не как противоположность, а дополнение. Ведь сочетание черного и белого – это основа каллиграфической эстетики, визитной карточки Китая.

Таким образом, восприятие цвета у китайского и русского народов специфично и культурно обусловлено. Символика красного цвета в обоих культурах схожа – «торжественность», «праздник», «красота». Белый в Китае ассоциируется с трауром, а в России – с невинностью и чистотой. О трауре в России говорит черный цвет, а в Китае он преимущественно связан с защитой, силой и упорством.

Ляшенко Дмитрий (Казахстан)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Мишанкина Наталья Александровна,  
д-р филол.наук, профессор

## **ФИЗИЧЕСКИЙ ТЕРМИН В АСПЕКТЕ МЕТАФОРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

Актуальность темы определяется ее включенностью в когнитивное направление современных лингвистических исследований. Изучение терминосистем в когнитивном аспекте открывает новые возможности для выявления когнитивных механизмов формирования научных и профессиональных знаний [1-3]. Семантические процессы и, в частности, метафоризация языка науки рассматривалась многими исследователями, в т.ч. исследовалась специфика метафорических терминов [4-11]. Попадала в поле исследовательского внимания и терминосистема физики [12], но полноценного исследования метафорических терминов физической науки еще не было предпринято. Нам удалось выявить, что в указанной работе в пул эмпирического материала попали термины сопредельных терминосистем, термины междисциплинарные, относящиеся к нескольким предметным областям естественно-научного направления. В этой связи была решена задача дифференциации собственно и несобственно физических терминов в рамках исследуемой терминосистемы.

Цель настоящей работы – описание метафорического фрагмента терминосистемы физики в аспекте функционирующих в ней метафорических моделей.

В качестве основной методологической модели исследования были избраны: теория концептуальной метафоры [14], метафорическое моделирование [15]. Процедура анализа выстраивалась по модели, представленной в работе [13]. Исходное значение производящих лексем уточнялось в соответствии с [16].

Материалом послужил корпус терминов (80), извлечённый методом сплошной выборки из терминологических словарей.

Результаты исследования.

Анализ показал следующее распределение терминов по моделям (на рис. 1.)

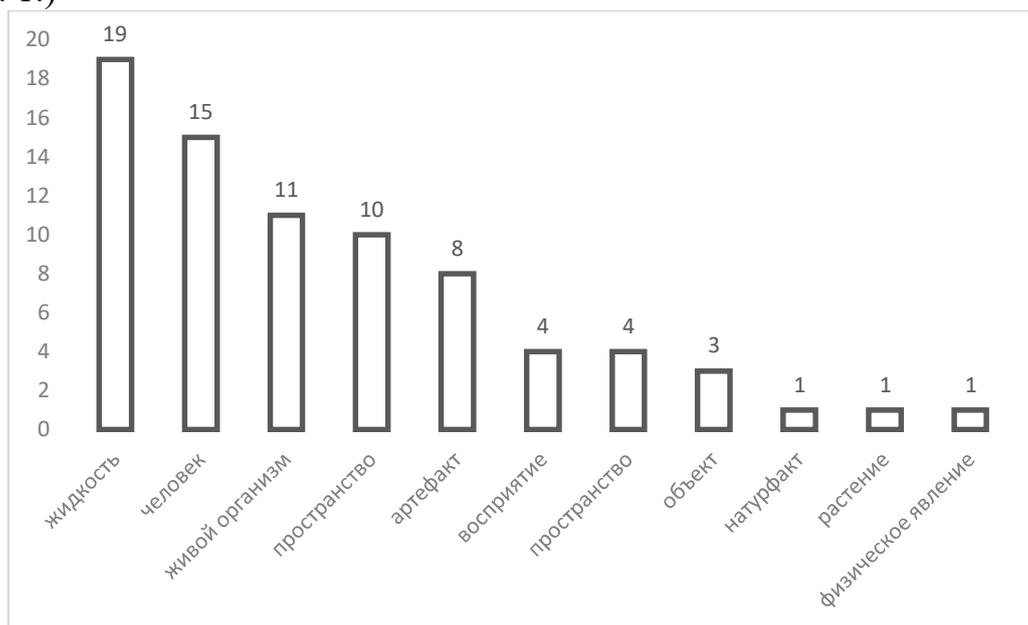


Рис. 1. Распределение терминов по моделям

Диаграмма показывает, что при анализе выборки метафорических терминов области физики, в терминообразовании чаще всего используется исходная понятийная область **жидкость** на ее основе образовано 19 терминов (*взрывная волна, внутренние волны, волновой коллапс, гравитационные волны, гравитационный коллапс, магнитный поток, молекулярное течение, нормальные волны, обратная волна, околосвуковое течение, плоская волна, поперечная волна, продольная волна, простая волна, сверхдлинные волны, сверхзвуковое течение, сдвиговая волна, уединенная волна, адронная струя*). Самая частотная фреймовая структура в этом случае – представление о движении жидкости - волна.

Второй по значимости, частоте использования является исходная модель **человек**, она задействована в образовании 15 терминов (*аморфное состояние, вращающий момент, обращение времени, магические*

*ядра, очарование частицы, вынужденные колебания, дефект массы, диффузное отражение, отражение звука, отражение света, носители заряда, открытая система, пара сил, плечо силы, запирающий слой).*

Третьей по частоте использования исходной моделью является **живой организм** (11 терминов) (*солнечная активность, бегущая волна, вырождение вакуума, вырожденные полупроводники, выход люминесценции, квантовый переход, магнитная пленка, магнитное старение, магнитное насыщение, сила звука, сила тока*).

Практически в равной степени используется исходная модель **пространство** (10 терминов) (*высота звука, гравитационное поле, длина волны, электрическая дуга, звуковое поле, магнитное поле, молекулярное поле, потенциальная яма, световое поле, электронное поле*).

Далее по частоте встречаемости (8) идет исходная модель **артефакт** (*волновой пакет, дифракционная решетка, доменная стенка, интегрирующая цепь, маскировка звука, потенциальный барьер, электронные зеркала*).

Следом идут намного более редко встречающиеся исходные модели, такие как **восприятие** (*белый шум, ближний порядок, дальний порядок, колебательный контур*), **физический объект** (*вакуумный пробой, встречные ячейки, деление ядер, катодное падение*), **объект** (*волновой пучок, ионный пучок, световой пучок*), **натуфакт** (*лавина электрическая*), **растение** (*атомное ядро*) и **физическое явление** (*затухание колебаний*).

Таким образом, можно сделать предварительные выводы о том, что чаще всего при образовании метафорического термина в области физики привлекается исходная модель агрегатного состояния (*жидкость*), прямо за ней идут такие часто встречающиеся исходные модели, как *человек* и далее на третьем месте *живой организм*.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Володина М.В. Когнитивно-информационная природа термина и терминологическая номинация: Дис. ... д-ра. филол. наук: 10.02.04. Москва, 1998. 345 с.
2. Голованова Е.И. Когнитивное терминоведение: проблематика, инструментарий, направления и перспективы развития. Вестник Челябинского государственного университета. 2013. № 24 (315). Филология. Искусствоведение. Вып. 82. С. 13–18
3. Хижняк С.П. Когнитивная проблематика в общей теории термина. Саратов: ИЦ «Наука», 2016. 172 с.
4. Алексеева Л.М. Термин и метафора. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1998. 250 с.

5. Мишланова С.Л. Когнитивный аспект метафоризации в медицинском дискурсе // Научно-техническая терминология. Вып. 1. М., 2003. С. 35-45.
6. Резанова З.И. Метафора в лингвистическом тексте: типы функционирования // Вестник Томского государственного университета. Филология. 2007. № 1. С. 18–29.
7. Мишанкина Н.А. Метафора в науке: Парадокс или норма? Томск: Изд-во Томского университета, 2010. 282с.
8. Мишанкина Н.А. Метафора в терминологических системах: функции и модели // Вестник Томского государственного университета Филология. 2012. №4 (20). С. 32–45
9. Мишанкина Н.А. Семантико-прагматический потенциал термина в гносеологическом аспекте // Вопросы когнитивной лингвистики. 2017. № 1. С. 123-130. DOI: 10.20916/1812-3228-2017-1-123-130
10. Mishankina N A., Deeva A. I. Lingvocognitive Specificity of Metaphorical Modeling in Russian Oil and Gas Terminology // Procedia - Social and Behavioral Sciences. Volume 215, 8 December 2015, Pages 293-300. DOI: 10.1016/j.sbspro.2015.11.637.
11. Панасенко Е.А. Метафорическое моделирование понятия "технология" в научном дискурсе (на материале текстов в сфере IT, био- и нанотехнологий): автореф. дис... к. филол. наук: 10.02.01. Новосибирск, 2016.
12. Краевская И.О., Мишанкина Н.А. Терминообразование в аспекте гносеологической прозрачности (на материале русскоязычной терминосистемы «нефтегазопереработка») // Вестник Томского государственного университета. 2020. № 456. С. 36-49. DOI: 10.17223/15617793/456/4
13. Мишанкина Н.А., Панасенко Е.А., Рахимова А.Р., Рожнева Ж.А. Русские терминосистемы в аспекте семантической избирательности: на материале базы данных метафорической терминологии естественных, технических и гуманитарных терминосистем: коллективная монография. Москва: Флинта, 2018. 271 с.
14. Лакофф Д., Джонсон М. Метафоры, которыми мы живем/ Пер. с англ. / Под ред. и с предисл. А. Н. Баранова. М., Едиториал УРСС, 2004. 256 с.
15. Чудинов А.П. Россия в метафорическом зеркале: Когнитивное исследование политической метафоры (1991-2000): Монография / Урал. гос. пед. ун-т. Екатеринбург, 2001. 238 с.
16. Большой толковый словарь русского языка. Ред. Кузнецов С.А. СПб.: Норинт, 2000. 1536 с.

Мухторов Акмалжон Дилшод угли (Узбекистан),  
Мацкевич Нина Александровна (Россия)

Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Щитова Ольга Григорьевна,  
д-р филол. наук, профессор

## **РЕПРЕЗЕНТАЦИЯ ФРЕЙМА «ЦВЕТОДИЗАЙН» В РУССКОЙ АРХИТЕКТУРНО-ДИЗАЙНЕРСКОЙ ТЕРМИНОЛОГИИ**

В современной лингвистике особой актуальностью отличается когнитивный подход к изучению терминологии конкретного научного знания или области деятельности. Под когнитивным подходом понимают «убеждение, что языковая форма в конечном счете является отражением когнитивных структур, то есть структур человеческого сознания, мышления и познания» [1, с. 126]. Универсальным методом представления знаний о любом виде деятельности является метод фреймового моделирования [2, с. 22]. Фрейм – это «сложное образование, упорядоченный способ хранения и переработки информации, обеспечивающий легкость операций с ней...» [3, с. 43].

Дизайн архитектурной среды – молодое и активно развивающееся направление деятельности, лексические единицы которого требуют структурирования для наиболее ясного представления знания о данном виде деятельности. Особенная значимость упорядочения терминов усматривается в формировании системного представления знаний у студентов и профессионалов.

Цветодизайн – одна из областей знаний, являющаяся составляющей дизайна архитектурной среды и, следовательно, терминологические единицы, относящиеся к данной сфере, также требуют анализа и упорядочивания: «Для студента-дизайнера существенно важно ориентироваться в сложной номенклатуре ассоциаций, уметь верно воспринимать смысл цвета, и точно изображать цвет с заданным смыслом» [4, с. 118].

*Объектом* исследования являются терминологические единицы области цветодизайна.

*Цель* работы – построение когнитивно-фреймовой модели терминологии «Цветодизайн» и выявление ее вербальной репрезентации в профессиональном архитектурно-дизайнерском дискурсе.

*Материалом* для исследования послужило более 90 терминов, выявленных методом сплошной выборки из словарей архитектурно-строительной терминологии, толковых словарей русского языка, учебно-науч-

ной литературы по цветодизайну, колористике, а также профессиональные интернет-источники (блоги, коммерческие каталоги, порталы, статьи).

В работе применены метод фреймового анализа, приемы описательного и сравнительно-сопоставительного методов лингвистики, прием сплошной выборки материала из профессиональных текстов, а также классификационный, дефиниционный и дистрибутивный анализы.

*Научная новизна* исследования состоит во фреймовом моделировании терминологии предметной области «Цветодизайн».

Для проведения фреймового анализа необходимо прояснить основные понятия, связанные с когнитивным моделированием. Фрейм является каркасом для представления знаний и состоит из единиц разных иерархических уровней: субфреймов (далее – Сф), слотов и микрослотов (далее – Мкс.). Под субфреймом мы понимаем «понятия в ассоциативном ряду конкретной области» [5, с. 177], слоты и микрослоты представляют характеристики вышестоящих по уровню понятий.

В составе фрейма «Цветодизайн» выделяются два субфрейма: Сф 1 «Цвет» и Сф 2 «Цветовое решение». Термины, репрезентирующие Сф 4.1 «Цвет», описывают характеристики цвета и представлены в 4 слотах: слот 1.1 «Тип цвета», слот 4.1.2 «Вид цвета», слот 1.3 «Свойства цвета», слот 1.4 «Цветовые модели».

Репрезентантами слота 4.1.1 «Тип цвета» являются *дополнительный цвет, комплементарный цвет, раздельно-комплементарный цвет, первичный цвет, третичный цвет* и др., составляющие 10 % от общего количества терминов цветодизайна.

**ПЕРВИЧНЫЙ ЦВЕТ** – один из трех основных цветов, обладающих волнами различной частоты: красный, желтый, синий: *В самом центре в треугольнике даны 3 первичных цвета, это те цвета, которые при смешивании субтрактивным способом дают нам все остальные цвета, кроме белого* [6].

**КОМПЛЕМЕНТАРНЫЙ ЦВЕТ** – цвет, расположенный на цветовом круге противоположно другому цвету: *Используя комплементарные (противоположные) цвета, вы легко можете визуальным выделить элемент* [7].

Слот 4.1.2 «Вид цвета» представлен терминами согласно степени выраженности (11 % терминологических единиц (далее – ТЕ), например: *ахроматический цвет, выступающий цвет, контрастный цвет, спектральный цвет* и др. В данном слоте ряд терминов вступает в антонимические отношения, например: *хроматический цвет – ахроматический цвет, выступающий цвет – отступающий цвет*.

**ВЫСТУПАЮЩИЙ ЦВЕТ** – цвет, обычно теплый, воспринимаемый глазом человека как выступающий на контрасте с другим, отступающим, цветом: *Рабочие, конечно, или к «ближнему», т. е. окрашенному в выступающий цвет* [экрану – прим. автора], *хотя в действительности расстояние до обоих экранов было одинаковым* [8].

Слот 4.1.3 «Свойства цвета» состоит из двух микрослотов – Мкс 4.1.3.1 «Качественная характеристика цвета» и Мкс 4.1.3.2 «Эмоциональная характеристика цвета».

Мкс 4.1.3.1 «Качественная характеристика цвета» выражен терминами (20 % ТЕ), определяющими качество цвета, например: *глубина, насыщенность, теплота, чистота, Clash* и т. д.

CLASH/ КЛЭШ – несовместимость, несочетаемость цветов и фактур в интерьере. *В теории цвета есть еще одно очень интересное понятие. Такое, как clash – несоответствие или несовместимость цветов. ... Наиболее ярким примером цветового клэша в архитектуре является Храм Христа Спасителя, совмещающий в себе сразу несколько цветов золота, и создающий тем самым абсолютно неприемлемый в интерьере предметный орнамент* [9].

**НАСЫЩЕННОСТЬ** – «степень отличия хроматического цвета от равного ему по светлоте (яркости) ахроматического (серого)» [10].

Термины, вербализующие Мкс 4.1.3.2 «Эмоциональная характеристика цвета» (15,5 % ТЕ), отражают влияние цвета на чувства человека, например: *пастельный цвет, статичный цвет ‘успокаивающий цвет’, стимулирующий цвет ‘раздражающий цвет’, угнетающий цвет* и др.

Слот 4.1.4 «Цветовые модели» репрезентирован терминами, объединенными по способу образования цвета (4,5 % ТЕ): *СМУ (= англ. cyan, magenta, yellow ‘голубой, фиолетовый, желтый’), СМΥК (= англ. ‘cyan, magenta, yellow, black ‘голубой, фиолетовый, желтый, черный’), RGB (= англ. red, green, blue ‘красный, зеленый, синий’), RYB (англ. red, yellow, blue ‘красный, желтый, синий’).*

Сф. 4.2 «Цветовое решение» представлен терминами, характеризующими взаимодействие цветов друг с другом и пространством. Термины классифицированы на два слота: слот 4.2.1 «Виды цветовых гармоний» и слот 4.2.2 «Композиционное решение».

Слот 4.2.1 «Виды цветовых гармоний» вербализируют терминологические единицы, объединенные семантикой сочетаемости цветов для восприятия глаз человека (22,2 % ТЕ), например: *ахроматическая гармония, гармония триады, монохроматическая гармония, нюансная гармония, родственная гармония* и др.

**РОДСТВЕННАЯ ГАРМОНИЯ** – сочетание различных оттенков одного цвета либо несколько цветов, находящихся рядом на цветовом круге

за исключением отрезка от желтого до красно-фиолетового: *При подборе воспользуйтесь правилом родственной гармонии. Выберите 4 близких друг к другу оттенка и чередуйте их при заполнении комнаты деталями* [11].

Слот 4.2.2 «Цветовая композиция» выражен терминами (16,7 % ТЕ), обозначающими идею цветового оформления по признаку эстетического впечатления: *аналогичная триада, нюансная композиция, полярная композиция, (цветовая) суперграфика* и др.

**ЦВЕТОВАЯ КОМПОЗИЦИЯ** – «совокупность отдельных цветowych пятен или цветowych множественных пятен (на плоскости, объемной форме или в пространстве) организованных по какой-либо закономерности, образующих органическое целое и рассчитанных на эстетическое впечатление» [12, с. 48].

В результате исследования определены границы терминологии «Цветодизайн» в терминосистеме «Дизайн архитектурной среды», предложена когнитивно-фреймовая модель данной терминологии, имеющая иерархическую организацию с 10 сегментами разных уровней: двумя субфреймами, шестью слотами и двумя микрослотами (см. рисунок 1). Всего выявлено более 90 терминов, репрезентирующих данный фрейм, наибольшее количество терминов вербализует слот 4.2.1 «Виды цветowych гармоний».

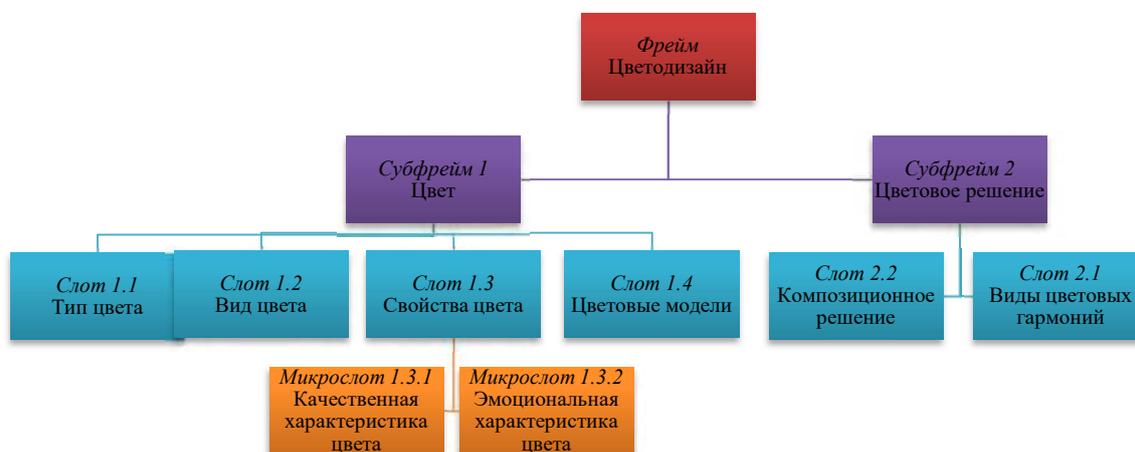


Рис. 1. Фреймовая модель «Цветодизайн»

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кибрик А.А. Когнитивные исследования по дискурсу // Вопросы языкознания. – 1994. – № 5. – С. 126–139.

2. Мацкевич Н.А. Когнитивное моделирование терминосистемы «дизайн открытого архитектурного пространства» // Вестник Том. гос. пед. ун-та (TSPU Bulletin). – 2023. – Вып. 1 (225). – С. 19–31.
3. Волосухина Н.В. К вопросу о трактовке понятий «концепт» и «фрейм» в современной лингвистике // Университетские чтения – 2010: материалы науч.-методич. чтений ПГЛУ, Пятигорск, 14–15 января 2010 г. Пятигорск: Пятигор. гос. лингв. ун-т, 2010. Т. 3. С. 41–46.
4. Кравченко И.А. Язык цвета в пространстве // Вестник ОГУ. – 2001. – № 1. – С. 115–118.
5. Мацкевич Н.А. Терминология светодизайна открытого архитектурного пространства: когнитивный аспект // Актуальные проблемы лингвистики и литературоведения: сб. материалов IX (XXIII) Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых, Томск, 14–16 апреля 2022 г. Томск: Изд-во Том. гос. ун-та. 2022. С. 175–181.
6. Природа цвета и цвета природы. LiveJournal // <https://natural-colours.livejournal.com/4841.html> (дата обращения: 27.02.2023).
7. Красный, белый, голубой: восемь правил подбора цветовой палитры, которые должны знать все. Хабр // URL: [https://habr.com/ru/company/productivity\\_inside/blog/332956/](https://habr.com/ru/company/productivity_inside/blog/332956/) (дата обращения: 27.02.2023).
8. Полшков И.С. Выступающие и отступающие цвета // [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://design.wikireading.ru/hOBvpVmdNl> (дата обращения: 27.02.2023).
9. Лекция 1: Архитектор и интерьер-дизайнер в России // URL: <https://lektsia.info/1/lekcija-1-arhitektor-i-intererdizaiiner-v-rossii> (дата обращения: 11.03.2023).
10. Тема 3. Свойства цвета. Цветовые системы. Цветовые гармонии // URL: [https://portal.tpu.ru/SHARED/d/DAVYDOVA/academic/cvetoved/Tab4/tema\\_3.pdf](https://portal.tpu.ru/SHARED/d/DAVYDOVA/academic/cvetoved/Tab4/tema_3.pdf) (дата обращения: 27.02.2023).
11. Цветовые сочетания в интерьере: секреты гармонии. Хозяйке на заметку // URL: <https://wisto.ru/tips/3-prostyh-sposoba-vybrat-idealnyj-cvet-dla-interera.html> (дата обращения: 27.02.2023).
12. Поплевина В.А. Цветоведение. Комплекс практических работ: учебно-методическое пособие. – Тамбов: Изд-во ООО Орион, 2017. – 144 с.

Рю Гисок (Корея), Бохонная Марина Евгеньевна (Россия)

Томский политехнический университет, г. Томск

Бохонная Марина Евгеньевна, канд. филол. наук, доцент

## **ЖИВОТНЫЕ В КОРЕЙСКИХ И РУССКИХ НАРОДНЫХ СКАЗКАХ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ**

Диалог культур в фольклоре разных стран привлекает большое внимание языковедов, лингвофольклористов, культурологов и других исследователей. В центре внимания научных изысканий в данной области – сходства и различия символически значимых образов. Одним из таких образов являются животные.

**Целью** данной работы является сравнение образов животных в корейских и русских народных сказках, выявление общего и различного.

**Материалом** для исследования послужили тексты корейских и русских народных сказок, всего было проанализировано 15 сказок (7 русских и 8 корейских).

Животные в сказках олицетворяют характер человека. Среди рассмотренных зоосимволов выделяются такие, которые встречаются как в русских, так и в корейских народных сказках и имеют схожие характеристики (это лиса, медведь). Также выделяются такие, которые есть в сказках обеих культур, но символически прочитываются по-разному (это заяц). Кроме того, есть такие зоосимволы, которые встречаются только в корейских или русских народных сказках (например, в Корее – это тигр, в России – журавль).

Рассмотрим образ животного, символическое значение которого близко в обеих культурах. Это образ лисы.

В русской и корейской культуре лиса – это хитрое и ловкое животное. В русских сказках она часто представляется красавицей. Если лиса и совершает плохие поступки, например, отправляет волка к проруби, чтоб его хвост примерз, а бабы потом избивали, в сказках не подчеркивается жестокость ее характера. Да, волку очень больно, но мы не виним лису, а смеемся над глупостью волка. Русская лисичка любит есть рыбу и кур. Несмотря на ее коварство, народ любит этот образ и ласково по-родственному называет «лисичка-сестричка», «кумушка» или уважительно с отчеством «Лиса Патрикеевна».

В корейских сказках лиса не только хитрая, но часто жестокая и опасная. У нее нет никаких прозвищ, люди ее не любят. Наверное, потому, что раньше дикие лисы приходили в села и ели домашних живот-

ных, а еще они вырывали гробницы и ели трупы людей. Нередко в сказках лиса превращается в коварную женщину, чтобы соблазнить мужчин, а затем съест их сердце или печень.

Обратимся к образу животного, которое встречается и в корейской, и русской сказке, но его символическое значение разное. Это образ зайца.

Заяц в русских сказках – слаб, труслив и беззащитен. Часто описывается, как он сидит и дрожит от страха или его обидели (обычно это делает лиса), он идет и плачет. Или убегает от опасности в лес, только его и видели.

В корейских сказках заяц хитер и ловок, как русская лиса. Так, в известной корейской сказке «Заяц и черепаха» описывается, что для выздоровления правителя нужно было достать печень зайца, которая считалась целебной. Черепаха заманила зайца в подводный дворец, чтоб достать его печень. Но он понял ее коварный замысел и обманул, сказав, что свою печень зайцы хранят дома и его нужно отвезти обратно на землю, чтобы он за ней вернулся.

Обратимся к животным, которые встречаются только в сказках одной культуры: корейской либо русской. Это корейский тигр и русский журавль.

Тигр в корейских сказках представляет дух народа, это царь зверей. С давних времен Корея была горной страной и люди относились к тигру как к своему близкому соседу. Тигр символизирует силу, храбрость, мудрость и долголетие. В сказках он обычно строгий, сильный и страшный, поэтому люди и другие животные его боятся. Но иногда хитрый заяц его может обмануть. Или тигр сам может сглупить, испугаться и убежать, как в сказке о тигре и хурме («Зверь пострашнее тигра»). Ребенок плакал, а мать не знала, как его успокоить, пугала шакалом и тигром. Но ребенок не умолкал. И тогда мать предложила ему хурмы: «Не плачь, сынок, я тебе хурмы дам». Замолчал малыш, а тигр стоит и думает: «Кто такой хурма этот? Никогда я о нем не слышал. Наверное, пострашнее меня зверь будет. Испугался и убежал в горы.

В русских сказках тигр не встречается, зато там живет журавль. С одной стороны, он простой и безобидный, но с другой – способен отомстить, если его обидели, как в сказке «Лиса и журавль» или «Журавль и цапля». Однако эта месть беззлобна, она подчеркивается пословицей «как аукнется, так и откликнется».

Таким образом, зоосимволы в корейской и русской фразеологии имеют как общие черты, так и различные. Несоответствия объяснимы, так как народная сказка репрезентирует специфичное национально-культурное мировосприятие и самобытность каждого народа. Например, лиса

и в России, и в Корее хитрая. Но в русских сказках ее хитрость – это самозащита, способ выживания, наказание за глупость. А в корейских сказках – это агрессия, нажива и смертельная опасность для окружающих.

Садури Хасанет (Тунис)

Российский университет дружбы народов, г. Москва

Научный руководитель: Микова Светлана Станиславовна,  
доцент, канд. филол. наук

### **СЛОВА-РЕАЛИИ В КНИГЕ А. В. ЕЛИСЕЕВА «ПО БЕЛУ СВЕТУ. ПУТЕШЕСТВИЕ ПО ТРЁМ ЧАСТЯМ СТАРОГО СВЕТА»**

Текст художественного произведения, как известно, воспринимается читателем как единство и сложное взаимодействие языковых явлений и фоновых знаний. Данный феномен имеет особое значение, когда читатель знакомится с литературой на иностранном языке и в её контексте так или иначе взаимодействует с автором как представителем иной языковой среды и культуры. Отмечая данную особенность восприятия текста, А.Д. Рахштейн пишет, что «в национально-культурном аспекте текста... могут быть выделены универсальные (общечеловеческие), региональные (ограниченные в рамках национальных культур) и национально-специфические элементы» [4, с. 10]. Ведущую роль среди средств выражения национально-специфических элементов играют, прежде всего, слова, обозначающие реалии национальной культуры.

В современной науке существует несколько определений понятия «слова-реалии». Рассмотрим некоторые из них.

Так, С. Влахов и С. Флорин считают, что слова-реалии - это «слова (и словосочетания), называющие объекты, характерные для жизни (быта, культуры, социального и исторического развития) одного народа и чуждые другому; будучи носителями национального и/или исторического колорита, они, как правило, не имеют точных соответствий (эквивалентов) в других языках, а, следовательно, не поддаются переводу «на общем основании», требуя особого подхода» [2, с.55]. Входя в безэквивалентную лексику, они образуют в ней отдельную, вполне самостоятельную группу, куда входят, в том числе, и отступления от литературной нормы, и обращения, и экзотизмы, и имена собственные, а также междометия и звукоподражания.

Л. Н. Соболев под понятием «реалия» предполагает «бытовые и специфически национальные слова и обороты, не имеющие эквивалентов в

быту, а, следовательно, и в языках других стран». К этому он добавляет ещё «слова из национального быта, которых нет в других языках, потому что нет этих предметов и явлений в других странах» [6, с. 290].

В. Россельс рассматривает реалии как «иноязычные слова, которые обозначают понятия, предметы, явления, не бытующие в обиходе того народа, на язык которого произведение переводится» [5, с.169].

Л. С. Бархударов считает, что под термином «реалии» нужно понимать «слова, обозначающие предметы, понятия и ситуации, не существующие в практическом опыте людей, говорящих на другом языке» [1, с.95].

Как видим, некоторые из указанных исследователей воспринимают реалию как предмет, которому в языке имеется соответствие в виде слова. Нет в другой культуре этого предмета, понятия, явления – значит, нет и слова, его называющего.

Другие же учёные в понятие «слова-реалии» вкладывают представления о «словах, обозначающих национально-специфические реалии» [7, с.146]. Иначе говоря, их представления о словах-реалиях значительно расширяются до границ всей безэквивалентной лексики.

Мы в нашей работе будем придерживаться определения слов-реалий, данного С. Влаховым и С. Флориным, так как оно представляется нам наиболее полным, и будем понимать под термином «слова-реалии» этнокультуроведческую лексику, которая содержит в себе наибольшее число компонентов, характеризующих данную историко-этническую общность людей.

Эти же исследователи указывают и на различия между безэквивалентной лексикой и словами-реалиями: слово-реалия, считают они, является реалией без какой-либо соотнесённости с тем или иным языком, безэквивалентность же устанавливается в рамках переводимого и переводящего языков, то есть слова-реалии остаются таковыми для всех языков, тогда как словарь безэквивалентной лексики зависит от конкретного переводящего языка.

С. Влахов и С. Флорин, исходя из данного ими определения, относят к реалиям слова, которые называют элементы быта и культуры, исторических эпох и социального строя, государственного устройства и фольклора, то есть специфических особенностей данного народа, страны.

Исходя из данного определения, мы выявили слова-реалии в автобиографическом повествовании А.В. Елисеева «По белу свету. Путешествие по трём частям Старого Света» и сделали попытку определения их функционального назначения в тексте.

Текст А.В. Елисеева в жанровом отношении представляет собой путевые заметки. Они написаны русским человеком, оказавшимся в Тунисе.

Именно его глазами читатель видит нравы, обычаи, природу, жизнь этой страны, от него узнаёт её историю – так возникает геокультурный образ Туниса, в создании которого немаловажную роль играют слова-реалии, используемые автором.

К ним можно отнести слова, обозначающие этнографические реалии - названия типов жилых построек, используемые только в Тунисе, к примеру. Так, вместе с автором мы видим жилище, используемое людьми в этой жаркой африканской стране: *«Перед нами новый тип человеческих жилищ, составляющий переходную ступень от пещерных обиталищ троглодитов к наземным постройкам, известный под названием «ксуро» и не встречающийся ни в Сирии, ни в Палестине, хотя и похожий несколько на пещерный город в уади Хаммам, недалеко от Тавериады»* [3, с.284].

Кроме слова-реалии «ксуро», обозначающего, как сказано в тексте, вид жилищ, который не встречается нигде, кроме Туниса, мы видим здесь и название народности, которое также является словом-реалией, – *«троглодиты»*. В контексте произведения для указания на народности, проживающие в Тунисе, автор использует и другие слова-реалии: омады, ургама, хрумарты, нефзауи, тунси, морфа. Их упоминания позволяет автору представить читателю многонациональную страну, населённую народностями, с древности приспособившимися к её неблагоприятным климатическим условиям.

Автор повествования прибегает и к использованию большого количества имён собственных, среди которых значительное место занимают топонимы – названия природных объектов. Именно они способствуют формированию в читательском восприятии ранее неизвестного ему пространства. Так, вместе с автором читатель видит, как путешественники *«бросили якорь перед островом Джербой – одним из любопытнейших уголков побережья Туниса. Здесь ещё во времена Гомера произрастал такой чудный лотос, что спутники Улисса, очарованные его вкусом, забыли родную Итаку, своих прекрасных жён и детей и остались навеки наслаждаться божественной пищей»* [Там же, с.279]. Джерба, как известно, большой остров у восточного побережья Туниса - именно с него начинается знакомство героя и читателя с особенностями культуры описываемой североафриканской страны. Являясь географическим названием, «Джерба» представляет собой слово-реалию.

В полном соответствии с выбранным жанром путешествия В. Елисеев представляет в повествовании меняющуюся панораму городов. Перед читателем возникают города: Гобес, Сфакс, Мехдиа, Суза, Кайруан. Данные слова-реалии способствуют созданию картины уникального места в Северной Африке, посещённого путешественником.

Создавая лингвокультурный образ Туниса, автор стремится подчеркнуть его единство с образом всего мусульманского мира и поэтому включает не только топонимику этой страны, но и слова-реалии, относящиеся к топонимике близких ей стран. Так, с первых страниц повествования можно заметить упоминания параллелей и сравнений с Триполи (столица и один из крупнейших городов Ливии). *«В садах Триполи мы не видали такой массы пернатых, какую встретили в оазисе Габеса, и не мудрено...»* [Там же, с. 281]. *От Джербы до Габеса не более трех-четырёх часов хода, и мы еще около полудня были перед этим городом или, лучше сказать, оазисом, напоминающим по своему общему виду пригород Мешу под Триполи* [Там же, с.279].

Говоря о Тунисе, история и культура которого уходят в глубокую древность, автор прибегает к словам-реалиям, так или иначе отражающим историческое прошлое этой страны. Так, в тексте упоминается царица Дидона: *«... здесь возвышались в древности дворец прекрасной Дидоны – основательницы Карфагена, замененный впоследствии храмом в честь первой царицы Карфагена...»* [Там же, с.296]. Используются и слова-реалии, называющие мифологических или исторических лиц, которые, обладая общекультурным мировым значением, отправляют читательскую мысль к определённым пластам мировой истории, связанным с Тунисом. Упоминание древнеримской богини Юноны, к примеру, или древнегреческих и древнеримских богов Аполлона и Сатурна способствует созданию образа древнего Карфагена как колыбели общечеловеческой культуры.

Рассказ о Тунисе был бы неполным, если бы писатель не коснулся духовной жизни жителей этой страны. Она, в основном, сосредоточена в мечетях, которые хранят мировые религиозные традиции, составляют духовные центры отдельных городов и страны в целом. В описании этой жизни автор активно прибегает к словам-реалиям, являющимся названиями различных культовых сооружений. Так на страницах повествования *«По белу свету...»* мы читаем: *«Пройдя ряд базаров, мы приходим к подножию стен массивной касбы, занятой ныне французами, и, идя вдоль стен, достигаем дзауйн Сидх-Абдель Кадор – одной из наиболее украшенных мечетей Кайруана»* [Там же, с.292] Ещё один пример: *«Отсюда уже недалеко и знаменитая большая мечеть Джамии-Кебир, величественный минарет которой царит над всем Кайруаном»* [Там же с.293].

Слова-реалии, как показало проведённое исследование, использованные А.В. Елисеевым, можно сгруппировать следующим образом: географические названия, названия народностей, их жилищ и бытовых деталей, исторические названия и названия, связанные с религией.

Таким образом, приведённые нами примеры использования А.В. Елисеевым в повествовании «По белу свету. Путешествие по трём частям Старого Света» слов-реалий, как видим, способствуют созданию на страницах произведения исторически достоверного, яркого образа Туниса – самобытной страны, обладающей уникальным своеобразием развития собственного исторического пути и связанной с ним культуры.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бархударов Л. С. Язык и перевод. - М.: URSS, 2021. – 237 с.
2. Влахов С., Флорин С. Непереводимое в переводе. - Изд.4-е- М.: «Р.Валент», 2009. - 360 с.
3. Елисеев А. В. «По белу свету. Путешествие по трём частям Старого Света». – М.: Издательство «Э», 2017. – 448 с.
4. Райхштейн А. Д. Национально-культурный аспект интеркоммуникации // Ин. языки в школе. - 1986. - № 5. – С. 10–14.
5. Россельс В. М. Перевод и национальное своеобразие подлинника // Вопросы художественного перевода. - М.: Сов. писатель, 1955. – С. 165 -212.
6. Соболев Л. Н. О переводе образа образом // Вопросы художественного перевода. – М.: Сов.писатель, 1955. – С. 290–295.
7. Федоров А. В. Основы общей теории перевода. - М.: Локид Премиум, 2017. – 416 с.

Саито Кота (Япония)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Параева Анастасия Евгеньевна,  
канд. филол. наук, доцент

#### **МОТИВ ПРЕВРАЩЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА В ЖИВОТНОЕ В РУССКИХ СКАЗКАХ**

Целью данной статьи является выявление особенностей отношения русских людей к природе через рассмотрение мотива превращения человека в животное в русских сказках.

Актуальность исследования обусловлена тем, что в последние годы глобальные экологические проблемы приобрели серьезный характер. Пе-

ред нами стоят важные философские вопросы: может ли человек управлять природой и животными как частью природы? что такое животное для человека? Движение за благополучие животных набирает обороты.

Материалом исследования послужили русские сказки из сборника народных сказок А. Н. Афанасьева (250 сказок) [1]. Этот сборник включает сказки только из европейской части России. С целью сопоставления с русским фольклором, аналогичный анализ проводился по немецкому сборнику народных сказок «Сказки братьев Гримм» (244 сказки) [2]. В этой статье мы трактуем «Сказки братьев Гримм» как произведения западноевропейского фольклора.

Фольклор – это анонимные произведения народного творчества, которые передавались из уст уста, из поколения в поколение внутри этнической группы. По этой причине фольклор является «живой книгой», отражающей культуру народа на протяжении длительного периода времени. Поэтому в фольклоре есть свое мировоззрение (ответ на вопрос о том, что такое мир, кто создал мир и что такое человек) и этика (как жить человеку в обществе, в природе). Изучая фольклор, мы можем узнать о традиционном мировоззрении и этике того или иного народа.

В качестве часто встречающегося сюжетобразующего мотива в фольклоре часто выступает мотив превращения. Под превращением понимается «метаморфоза, при которой человек или другое существо обращается в животное, растение, предмет и, наоборот, предмет – в живое существо, т. е. изменяет свой облик и ипостась» [3]. Анализируя превращения людей и животных в сказках, мы рассматриваем отношения между животными и людьми.

Всего сборнике русских народных сказок превращение людей и животных встречается 108 раз. 107 из 108 раз люди превращаются в животных (превращение «человек → животное»). И только один из 108 раз, наоборот, животное превращается в человека (превращение «животное → человек»).

В сборнике сказок братьев Гримм превращение людей и животных встречается 68 раз. Среди них 67 превращений «человек → животное». Противоположное превращение «животное → человек» случается только один раз, как и в сборнике А. Н. Афанасьева.

Итак, мы можем сделать вывод, что превращение «человек → животное» чрезвычайно распространено как в русских, так и в западноевропейских сказках. Однако, сам по себе этот результат ни о чем нам не говорит. Интересно, что когда аналогичным образом был проанализирован японский фольклор, то получился противоположный результат: наблюдалось много превращений из животных в людей.

Поскольку в русских и западноевропейских сказках превращение «животное → человек» встречается редко, то в дальнейшем будем рассматривать только превращение «человек → животное».

Рассмотрим причины превращения. Почему в сказках люди превращаются в животных? Самая распространенная причина в сказках братьев Гримм – превращение как наказание (43 превращения из 67). В этом виде превращений обычно действуют злоба и грех. Например, человек, совершивший преступление, в наказание превращается в зверя, или злая ведьма превращает людей в животных. Важно то, что в подобных сказках превращение в животное воспринимается как «низкое».

Теперь рассмотрим русский фольклор. В русском фольклоре больше распространены превращения по другой причине. Мы называем этот вид превращений «превращение для удобства» (63 раза из 107).

Например, есть такие сказки, где человек превращается в птицу и улетает в небо, чтобы спастись от врага или превращается в кошку, чтобы спрятаться от врага. В таких сказках превращение в животное признается удобным и полезным для людей. Поэтому в русском фольклоре во многих случаях люди добровольно превращаются в животных. Быть животным не считается чем-то низким.

В сказках братьев Гримм превращение в животное обычно происходит как несчастный случай или наказание. В русском фольклоре люди не против превратиться в животных. Другими словами, они не смотрят на животных свысока.

Ещё одним доказательством этой мысли является то, что в русском фольклоре способностью превращаться в животных часто наделён «священный» герой, такой как царевич или царевна. Примеры подобных метаморфоз редко встречаются в западноевропейском фольклоре. Потому что в западноевропейском фольклоре «низко» превращаться в животное, «священный» герой не должен превращаться в животное.

Почему существует такая разница между Россией и Западной Европой во взглядах на животных? Есть много причин, одной из которых, возможно, является воздействие природной среды. Русская природа суровее западноевропейской. В целом, в районах с суровыми природными условиями легко выработать взгляд на природу, стремящийся жить в гармонии с ней. Также необходимо учитывать быт, традиции, наличие или отсутствие культуры мясоедения, религиозные влияния. «Животные ниже человека» – типичный западноевропейский взгляд на животных, но, как мы выяснили в ходе данного исследования, в русском фольклоре представлена другая точка зрения.

Таким образом, сравнительный анализ русских и западноевропейских сказок выявил особенности превращения человека в животное в

фольклоре европейской части России. Полученные результаты позволили уточнить «русский взгляд» на животных, специфику взаимоотношений человека и природы в русском фольклоре.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Народные русские сказки А. Н. Афанасьева: В 3 т. – М.: Наука, 1984 – 1985.
2. Гримм Я. и В. Сказки / пер. с нем. Г. Петникова. М.: Государственное издательство художественной литературы, 1949. – 720 с.
3. Виноградова Т.Л. Превращение // Словарь славянские древности: В 5 т. – М.: Международные отношения, 2009. – Т. 4. – С. 243.
4. White L.T. *Machina ex deo*;: Essays in the dynamism of Western culture. – MIT Press, 1968. – 168 с.

Тан Цзинлинь (Китай)

Восточно-Сибирский государственный институт культуры, г. Улан-Удэ

Научный руководитель: Дементьева Виктория Викторовна,  
канд. культурологии, доцент

#### **ПЕКИНСКАЯ ОПЕРА КАК КУЛЬТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ КИТАЯ**

Пекинская опера является одним из основных видов оперы в Китае и имеет почти двухсотлетнюю историю. Она основана на хуэйчжоуской и ханьской операх и постепенно развивалась, впитывая достоинства и особенности некоторых оперных жанров, таких как куньцю и цинцян. Аньхуйская опера появилась в Пекине в 1790 году (55-й год правления Цяньлуна в династии Цин). Самой ранней Аньхуйской оперной труппой, прибывшей в Пекин, была знаменитая «Саньцинская труппа», за которой последовали «Сиси», «Хечунь» и «Чунтай». Все труппы приехали в Пекин, известные под общим названием «Четыре труппы хуйбана». После приезда в Пекин "Четыре хуйбана" сотрудничали с исполнителями ханьских мелодий из Хубэя, переняли некоторые репертуары, мелодии и методы исполнения из Куньцюй и Цинь, а также усвоили некоторые местные народные мелодии, которые превратились в Пекинскую оперу в результате непрерывного обмена [1, с. 79].

Дальнейшее развитие Пекинской оперы связано с взаимодействием между придворной и народной операми, популярностью в среде королевской аристократии, признательностью и поддержкой императорского

двора. Пекинская опера быстро распространяется внутри страны и становится одним из ведущих жанров.

Следующий период расцвета Пекинской оперы относят к 1920-1940-м годам, ознаменовавшимся созданием множества школ, наиболее важными из которых были четыре основные школы: Мэй (Мэй Ланфан 1894-1961), Шан (Шан Сяюнь 1900-1975), Чэн (Чэн Яньцю 1904-1958) и Сюнь (Сюнь Хуэйчжоу 1900-1968) [2, с. 143]. Различные школы Пекинской оперы имели большое количество актеров, которые активно выступали на сценах Шанхая, Пекина и других крупных городов, где процветало искусство Пекинской оперы.

Конечно, были и другие выдающиеся актеры, которые внесли большой вклад в развитие всех аспектов Пекинской оперы, такие как Лао Шень: Тан Синьпэй, Ван Гуйфэн и Сунь Цзюсянь; У Шень: Юй Жуншэн, Ли Чуньлай и Хуан Юэшань; Хао Шень: Чэн Цзисянь, Де Ру и Цзян Мяосян; роль Дань: Чэн Дэлин и Ван Яоцин; Лао Дань: Гун Юньфу и Ли Дуокуй; роль Цзинь: Хэ Гуйшань, Цзинь Сюшань, Цю Гуйсянь и Цзинь Шаошань; роль Чжоу: Сяо Чанхуа и Фу Сяошань [3, с. 94-97].

Пекинская опера представляет собой синтетическое искусство, в котором органично сочетаются литература, песня, танец, актерское мастерство, акробатика, сценическая речь, владение боевыми искусствами. Главными особенностями Пекинской оперы являются комплексность и совокупность разных видов искусств, которые постепенно достигли гармонии и единства.

Большое внимание в Пекинской опере уделяется амплу актеров, которые изначально были представлены: Шэн, Дан, Цзин, Мо, Чжоу, У Хан, Лон Тао, а позже осталось четыре роли: Шэн, Дан, Цзин и Чжоу. В каждой из этих ролей существует дальнейшая дифференциация. "Шэн" - общий термин для мужских персонажей, кроме ролей Чжоу; "Дань" - общий термин для женских персонажей; "Цзин" обычно известен как цветочное лицо, в основном представлен мужскими персонажами с некоторыми особенностями в характере или внешности; "Чжоу" играет комедийную роль.

Немаловажное значение в Пекинской опере придается костюму и гриму, так как они помогают сформировать определенный художественный образ и раскрыть характер персонажа. Сценические костюмы, также известные как «синтоу», являются настоящими произведениями искусства, создают ощущение роскоши и великолепия благодаря изысканной вышивке, уникальным узорам, ярким цветам.

В зависимости от типа персонажа (Цзюнь Бан или Гоу Лянь) используется определенная палитра цвета и техника наложения грима, что позволяет раскрыть черты характера героя, особенности его поведения, судьбу и социальное положение.

Одной из важных особенностей костюма и грима Пекинской оперы является использование богатой символической системы, прочтение которой даёт нам дополнительную информацию об амплу актера и делает его образ узнаваемым для зрителя. Например, фигура дракона, вышитая на театральном костюме говорила о принадлежности героя к императорскому двору. Дракон является символом имперской власти, также представляет национальную территорию, символизирует дух китайской нации и имеет значение изгнания нечистой силы и отражения злых духов.

В основу представлений Пекинской оперы положены известные традиционные классические сюжеты китайской нации. Пекинская опера познакомила многих людей с историческими событиями и известными историческими личностями Китая, начиная с древних времен и до наших дней, выполняя, таким образом, не только развлекательную, но и образовательную, культурную функции.

В Пекинской опере наиболее ярко представлены многие основные элементы традиционной культуры Китая, отражающие ее ценностные основания. В связи с этим в мае 2006 года Пекинская опера была одобрена Государственным советом Китая для включения в первую партию национального списка нематериального культурного наследия, а в 2010 году Пекинская опера была включена в Список нематериального культурного наследия ЮНЕСКО.

В настоящее время Пекинская опера, известная как «национальная опера» является одним из основных оперных жанров в Китае, визитной карточкой Поднебесной и получила известность во многих странах, благодаря гастрольной деятельности выдающихся актеров.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юй Цию История китайской драматической культуры. – Чанша : Хунаньское народное издательство, 1985. – 250 с.
2. Чжоу Ибай Длинный сборник истории китайской оперы. – Пекин : Издательство народной литературы, 1960. – 386 с.
3. Лю Вейна Вхождение в искусство пекинской оперы // Исследования и обзор образования. – 2010 – № 5. – С. 94-97.

Таштемиров Баэл Абдулхакимович (Кыргызстан),  
Банщикова Дмитрий Сергеевич (Россия)

Томский государственный архитектурно-строительный университет,  
Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Щитова Ольга Григорьевна,  
д-р филол. наук, профессор

## НОВЕЙШАЯ ЗАИМСТВОВАННАЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНАЯ ТЕРМИНОЛОГИЯ

Заимствование слов – это естественный, важный и обязательный процесс для развития языка. В современном мире в настоящее время люди говорят без каких-либо преград на множестве десятков языков, что способствует созданию условий для проникновения заимствованной лексики в различные сферы деятельности. Одной из наиболее активно пополняющихся иноязычной лексикой областей является строительство, в частности одно из самых молодых ответвлений – градостроительство, где термины многообразны, многочисленны и постоянно обновляются. За последние годы, начиная с конца XX века и до настоящего времени, сфера градостроительства очень интенсивно пополнялась иноязычными терминами.

*Актуальность* работы заключается в том, что иноязычная градостроительная лексика, появившаяся и функционирующая в последние десятилетия недостаточно отражена в терминологических словарях, требует изучения в целях гармоничной профессиональной коммуникации.

*Цель работы* – выявление и описание новейших иноязычных номинаций в русском градостроительном дискурсе. В качестве *материала* исследования послужили иноязычные термины, которые появились в русском языке в XXI веке, выделенные методом сплошной выборки из таких источников, как академические градостроительные словари, учебные пособия, строительные нормы и правила, ГОСТы, научные статьи и тексты профессиональных сайтов. Фиксация времени заимствования достигается путём использования сведений Национального корпуса русского языка (далее – НКРЯ) и др. *Методология* исследования основана на теоретических трудах Д.С. Лотте, В.П. Даниленко, В.М. Лейчика, С.В. Гринёва-Гриневича, Д.С. Шелова. Используются приемы описательного и сравнительно-сопоставительного методов исследования: лингвистического наблюдения, дефиниционного, контекстного, типологического анализа.

Методика исследования заимствований в терминосистеме включает следующие этапы: 1) поиск и фиксирование иноязычных номинаций методом сплошной выборки из текстов градостроительного дискурса; 2) квалификация заимствования; 3) определение времени вхождения слова в русский язык согласно данным НКРЯ и других источников; 4) дефинирование терминологической единицы; 5) подбор контекста из профессионального дискурса.

Существуют множество классификаций заимствований, которые опираются на различные аспекты изучения терминов. Классификация иноязычных терминов, принятая в работе, базируется на характере заимствованного материала и представлена вслед за С.В. Гриневым-Гриневи-чем следующим образом:

материальное заимствование – заимствование формы термина языка-источника, которое делится на три категории (лексическое, формальное, морфологическое);

калькирование – заимствование структуры и/или значения иностранного слова/словосочетания, разделяющееся на словообразовательное, семантическое, фразеологическое калькирование;

смешанное заимствование, при котором один элемент заимствуется материально, а другой переводится или функционирует в языке. Данная группа представлена двумя разновидностями: гибридным заимствованием и полузаимствованием [1, с. 154–155].

К новейшим заимствованиям относятся лексические единицы иноязычного происхождения, которые функционируют в русском языке с конца XX века по настоящее время [2, с. 279]. При рассмотрении материала исследования обнаружены следующие типы заимствования:

материальное (лексическое и морфологическое), калькирование (словообразовательное и фразеологическое), смешанное. В соответствии с этим новейшие иноязычные термины квалифицируются как лексические заимствования, морфологические заимствования, кальки, смешанные заимствования.

К лексическим заимствованиям, сохранившим форму и значение иностранного эквивалента, относятся термины *браунфилд*, *грейфилд*, *гринфилд*, *зонинг*, *субурбия*, *субурбанизация* и др.

**СУБУРБИЯ** – «территория на границе города, (в которой расположены только жилые дома) где есть жилые дома, но нет больших магазинов, мест работы и развлекательных центров» [3]; термин зафиксирован в НКРЯ с 2014 г., заимствован из англ. *suburbia* ‘пригород, загород’. *Исследование вопросов концентрации объектов недвижимости (продажа)*

*свидетельствует о том, что именно рынок жилой недвижимости ... является современным индикатором развития зоны субурбий в крупных городах Юга России [3, 2022, с. 222].*

БРАУНФИЛД – «не используемые промышленные территории, которые возможно повторно использовать, вернуть их в экономический оборот; экологически неблагоприятные промышленные зоны или объекты промышленности, обладающие потенциалом для повторного использования» [4] (в НКРЯ с 2014 г.). *Причем гринфилд в проекте Стандарта подразумевает незастроенный земельный участок, а браунфилд – существующие производственные, складские и административные здания, строения и сооружения инфраструктуры.* Перечень примеров можно продолжить [5, с. 6].

Морфологическое заимствование – «это транспонирование в язык-реципиент иностранных словообразовательных морфем» для создания новых слов [6, с. 51]. Данный тип представлен терминами *топооснова, топоподоснова* и др.

ТОПОПОДОСНОВА – «карта, предназначенная для нанесения графического изображения градостроительных предложений, проектов и схем. [7, с. 130]. Для образования данного термина использована иноязычная морфема *топ-* (греч. τόπος ‘место’) + *подоснова* (рус.). *По истечении этого срока проектная документация ежегодно пересогласовывается в установленном порядке, а топоподоснова корректируется в соответствии с изменениями [8].*

К фразеологическим калькам относятся термины *общественное пространство, рекреационная нагрузка, умный город* и др.

УМНЫЙ ГОРОД – концепция города, при котором обеспечивается высокий уровень жизни жителей назеленённого пункта, эффективный менеджмент за счёт использования инновационных технологий (ср. [9]) (в НКРЯ с 2009 г.). В данном случае происходит заимствование структуры и семантики словосочетания иностранного языка – англ. *smart city* ‘умный город’. *В последние 10 лет большое распространение получило высказывание «Будущее – за умными городами». Особенно часто его слышно из уст людей, имеющих отношение к городскому строительству и обустройству [10, с. 130].*

К смешанным заимствованиям относятся термины-гибриды, у которых «одна часть материально заимствована, а другая калькируется» [1, с. 155].

ДЕПРЕССИВНАЯ ТЕРРИТОРИЯ – «административная единица (район, город) или совокупность сопредельных административных единиц в границах одного или нескольких субъектов Российской Федерации ... оказавшаяся в результате кризиса в основных отраслях экономики в

состоянии существенного экономического упадка» [11, с. 65] (в НКРЯ с 2007 г.). Термин соотносится с англ. *depressed area* ‘депрессивная зона, территория, район’. Его первый элемент (*депрессивный*) заимствован из англ. *depressed* ‘подавленный’ (от франц. *depression* ‘упадок’, восходящего к лат. *depressio* ‘придавливать, топить’), а второй (*территория*) переведен с англ. *area* ‘зона, территория’. Термин не зафиксирован в словарях, но функционирует в профессиональном, в том числе научном дискурсе.

Итак, в ходе исследования рассмотрено 110 иноязычных терминологических единиц, среди которых 35 являются новейшими и 10 не зафиксированы в терминологических словарях. Лексическое заимствование и калькирование являются наиболее распространёнными способами появления новейших иноязычных терминологических единиц. Это обусловлено тем, что русский подъязык профессиональной сферы градостроительства регулярно пополняется терминами иноязычного происхождения в результате кросскультурной профессиональной коммуникации в сфере градостроительства.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гринев-Гриневиц С.В. Терминоведение: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Академия, 2008. – 303 с.
2. Щитова О.Г. Новейшая ксенолексика в русской речи XXI века: к определению объема понятия // Вестник науки Сибири. – 2012. – № 1 (2). – С. 278–286.
3. Городской конструктор в Томске. Словарный запас: геймификация, субурбия и человеческий капитал // URL: <https://obzor.city/article/471907> (дата обращения: 07.03.2023).
4. Андреева Ю.В. Территориальное развитие субурбий южнороссийских агломераций // Architecture and Modern Information Technologies. – 2022. – №1 (58). С. 212-226.
5. Пешина Э.В. Разумный рост городов: greenfield (гринфилд), brownfield (браунфилд), greyfield (грейфилд) // Управленец. – 2013. – № 5 (45) – С. 4–12.
6. Трофимова Н.А., Щитова О.Г. Новейшие заимствования в русской строительной терминологии XXI в. // Вестник Томского государственного университета. – 2021. – № 470. – С. 50–61.
7. Смоляр И. М. Терминологический словарь по градостроительству // М.: РОХОС, 2004. – 160 с.

8. Об утверждении Правил застройки территорий Пензенской области // URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&prevDoc=154012025&backlink=1&&nd=154004346> (дата обращения: 10.03.2023).
9. Ганин О.Б. «Умный город»: перспективы и тенденции развития – ARS Administrandi. 2014. – № 1. – С. 124–135.
10. Умный город: концепция, технологии, примеры // URL: <https://trasscom.ru/blog/umnyj-gorod> (дата обращения: 12.03.2023).
11. Мансурова Г.Н. Депрессивные регионы: основные понятия и причины перехода в депрессивное состояние // Вестник Ульяновского государственного технического университета. – 2015. – № 1. – С. 65–68.

Тотпал Шарольта Кристина (Венгрия)

Университет им. Лоранда Этвеша, г. Будапешт

Научный руководитель: Дьёндьёши Мария, доктор наук, доцент

## **ИТАЛЬЯНСКИЕ ВЛИЯНИЯ В ТВОРЧЕСТВЕ АННЫ АХМАТОВОЙ И НИКОЛАЯ ГУМИЛЕВА<sup>1</sup>**

### 1. Введение

Для творчества поэтов Анны Ахматовой и Николая Гумилева большое значение имело посещение Италии. В качестве супружеской пары они совершили поездку в Италию в 1912-ом году, во второй раз Ахматова побывала в Италии в конце жизни, в 1964-ом году. Цель данной работы посвящена заключается в изучении влияния итальянских впечатлений и глубокого знакомства с итальянской литературой на конкретные произведения Ахматовой и Гумилева. В этой связи мы можем привести в пример стихотворение Ахматовой «Венеция», стихотворения, написанные во Флоренции, и ее дневниковые записки. В творчестве Гумилева это путешествие оставило значительный след, так как он написал большой цикл итальянских стихов. Основой для создания этих стихотворений послужили личные впечатления от итальянских городов, таких как: Генуя, Рим, Неаполь, Болонья, Флоренция, а также впечатления от творчества Леонардо да Винчи и Фра Беато Анджелико, знакомство с поэзией Данте и Габриеле д'Аннунцио. В центре моего исследования – влияния «Божественной Комедии» Данте на их творчество. На эту тему уже существуют

---

<sup>1</sup> „Supported by the ÚNKP-22-3 New National Excellence Program of the Ministry for Innovation and Technology from the source of the National Research, Development and Innovation Fund.”

разные исследования, в том числе следующие работы: М. Гребнева: Флорентийский мир Н. С. Гумилёва и А. А. Ахматовой [1]; И. Ф. Головченко: «Итальянский цикл» стихотворений Николая Гумилева [2].

## 2. Отношение Ахматовой и Гумилева к творчеству Данте

Знакомство Ахматовой с дантовским текстом подтверждают различные источники. В своих воспоминаниях об Ахматовой Лидия Чуковская пишет о дружбе поэтессы с переводчиком «Божественной Комедии» М. Л. Лозинским. От М. Л. Лозинского Ахматова получила текст «Божественной Комедии» на русском языке. Ахматова по поводу этого перевода пишет: «Перевод замечательный, – говорит она. – Я читаю с наслаждением. Есть места натянутые, но их мало. Я сижу и сверяю» [3, с. 25]. На вопрос Чуковской, знает ли Ахматова итальянский язык, она отвечает: «Я всю жизнь читаю Данта» [4, с. 26]. Подтверждение того, что Данте был одним из самых любимых поэтов Ахматовой, мы находим в мемуарах академика В. М. Жирмунского [5]. Известный литературовед Р. И. Хлодовский делился воспоминаниями о том, что Ахматова читала наизусть отрывки из «Божественной Комедии» [6, с. 75]. Великий современник Осип Мандельштам разделял с Ахматовой ее особое отношение к Данте. Об их долгих беседах на эту тему Ахматова пишет в своих дневниковых записках. Подтверждение того факта, что Ахматова была глубоко знакома с творчеством Данте, мы находим в ее «Беседе о Данте», прочитанной в Сицилии, в Таормине в 1965-ом году в связи с празднованием 700-летнего юбилея великого итальянского поэта [7, с. 7–10].

В отличие от Ахматовой, которая прожила долгую жизнь и о которой осталось множество воспоминаний ее современников, влияние Данте на Гумилева мы можем подтвердить, только изучая его творчество, так как каких-либо документальных источников история нам не оставила. Это связано еще и тем, что группа акмеистов, которой принадлежали Ахматова и Гумилев, не включали Данте в поэтический канон, как поэта, которого следует изучать.

## 3. Гумилев: *Флоренция*

В итальянском цикле Гумилева особо выделяется стихотворение «Флоренция», включающее в себя дантовские мотивы. Мотив времени и его осмысление проявляется в начале каждого стихотворения итальянского цикла [8, с. 28]. Однако композиция стихотворения «Флоренция» является исключением. Автор начинает повествование с показа городских видов, за этим следуют части, повествующие об исторических событиях и об «Аде». По мнению литературоведа Е. Ю. Раскиной в этом стихотворении топонимика превращается в культуронимику, так как наше восприятие города определяется его культурой и историей [9]. Для стихотворения характерен прием противопоставления, например, старый

– новый, вечный – преходящий, настоящее – прошедшее. Стихотворение начинается в настоящем. Лирический герой раскрывает тему города не сразу. В самом начале лирический герой обращается к своему неблагодарному сердцу. Затем следует описание красивого пейзажа: «Тебе – и розовый миндаль, [...]» [10, с. 139]. Упоминание реки Арно указывает на то, что мы во Флоренции: «И горы, вставшие над Арно, / И запах трав, и в блесках даль» [11, там же]. Во второй строфе мы узнаем, что герой сквозь красивую реальность видит уродливые тени прошлого: «Твой взор мучительно следит / Ряды в бездонном потонувших, [...]» [12, там же].

Затем происходит резкая смена настроения. Мы читаем: «Тебе нужны слова иные. / Иная, страшная пора» [13, там же]. Эта строфа погружает читателя в прошлое. Перед глазами читателя возникает образ Синьория, символизирующий политическую власть [14]. Перед Синьорией два символических костра, которые символизируют сожжение прежней власти. В следующей строке мы встречаемся с дантовским мотивом, с леопардом. В научных комментариях к «Аду» обращается внимание на символику животных. Согласно средневековым толкованиям Библии, образы трех животных символизируют три человеческих греха, о которых написано в Первом Послании Иоанна [15, с. 22]. Изображение леопарда соответствует похоти. Данте представляет структуру грехов в Аде в тройственном разделении: леопард символизирует похоть, волчица – злость, лев – жестокость [16]. Огонь Ада символизирует вечность: «Разнообразьем вечно нов» [17, с. 139]. В авторских комментариях к стихотворению Гумилева «Флоренция» упоминается картина Леонардо да Винчи «Леда», которая была утрачена. Эта картина изображала любовный акт Зевса с Ледой. Картина была уничтожена по приказу французского короля Людовика XIV, который считал этот сюжет непристойным [18, с. 292]. Мотив похоти и соблазнения соединяет сюжет картины с изображением леопарда в стихотворении.

Второй костер, – тяжелый и трагический, – лирический герой сравнивает с шипящим драконом: «Вотще Савонароллою / Мой дом державный потрясён» [19, с. 139]. Упоминание в стихотворении имени Савонаролло, сожженного на костре в 1498-ом году за антиклерикальные проповеди, поднимает тему несправедливой жизни служителей католической церкви. Далее в стихотворении мы встречаемся с фигурой Данте, нисходящего в Ад. Шипящий дракон Гумилева – это один из образов «Божественной Комедии», символизирующий раскол в христианстве [20]. В «Божественной Комедии» Данте критикует католическую церковь, например: «Тот, кто, как вор, воссел на мой престол, / На мой престол, на мой престол, который / Пуст перед сыном Божиим, возвел / На кладбище

моем сплошные горы / Кровавой грязи; сверженный с высот, / Любуясь этим, утешает взоры"» [21].

В последней части стихотворения мы видим пример дихотомии: «Они ликут, эти звери, [...]» [22, с. 139]. Как указано выше, животные символизируют отрицательные качества в человеке, такие, как злобное ликование. В этой части стихотворения упоминается и имя Данте: «Изгнанник бедный, Алигьери, / Стопой неспешной сходит в Ад» [23, там же]. Данте был изгнан из Флоренции в 1302-ом году в ходе конфликта между белыми и черными гвельфами [24, там же]. Лирический герой описывает Ад, в котором мучатся грешники. В стихотворение Гумилева не вошла последняя часть, изображающую современную Флоренцию. Эта часть осталась в черновике поэта, о котором мы узнаем из архива М. Л. Лозинского: «Как Пленников Буонаротти, / Через века он видит нас» [25, там же]. В последней, неопубликованной части стихотворения мы видим влияние стихотворения «Равенна» Александра Блока: «Лишь по ночам, склонясь к долинам, Ведя векам грядущим счет, [...]» [26, с. 68]. Возможно, по этой причине, Гумилев не включил эту часть в окончательный вариант своего стихотворения.

#### 4. Ахматова: *Данте*

Что касается дантовских мотивов в поэзии Ахматовой, выделяется ее стихотворение с названием «Данте». Эпиграфом (Il mio bel San Giovanni. Dante) для данного стихотворения Ахматова выбрала мотив часовни, в которой был крещен Данте: крещение, которое является самым важным событием в жизни христианина, соединяется здесь с любовью к родному городу. Литературовед М. Гребнева в своей работе пишет о Флоренции как о городе контрастов [27]. Этот контраст является основой конструкции стихотворения Ахматовой. Стихотворение включает в себя три четверостишия. В первом четверостишии изображается Флоренция как город смерти, кроме этого, на его фоне выделяется фигура Данте, и мы видим мотив реальности: «Он и после смерти не вернулся / В старую Флоренцию свою. / Этот, уходя, не оглянулся, / Этому я эту песнь пою» [28, с. 431].

Основной смысл стихотворения заключен во втором четверостишии, в котором мы видим пример смысловой оппозиции: первые две строки продолжают тему смерти первого четверостишия, так как здесь мы видим тему похорон. Красота композиции стихотворения заключена в строгой симметрии двух частей текста, которые встречаются точно по середине. По нашему мнению, смысл произведения складывается из того факта, что в первой части речь идет о смерти, а во второй – о жизни. По мнению Гребневой, в заключительных двух строках рядом с фигурой

Данте выходит на первый план тема Флоренции [29]: «Факел, ночь, последнее объятие, / За порогом дикий вопль судьбы. / Он из ада ей послал проклятье / И в раю не мог ее забыть, – «[30, с. 431].

В третьей строфе Ахматова говорит о жизни: «Но босой, в рубахе покаянной, / Со свечой зажженной не прошел / По своей Флоренции желанной, / Вероломной, низкой, долгожданной... [31, там же]

Мы здесь встречаемся с приемом лексического повтора для усиления впечатления от решения Данте не возвращаться в родной город: „не вернулся”, „не оглянулся”, „не прошел” [32, с. 210]. Английский ахматовед Дэвидсон считает, что стихотворение можно разделить на три части, а именно пролог и две неравномерные по объему части. Во второй части заключена мысль о том, что Данте, потеряв родной город, обрел его вновь в своей поэзии. В третьей части, заключенной в последней строфе, мы узнаем о том, что у Данте была возможность вернуться во Флоренцию, но он ею не воспользовался [33, там же]. В стихотворении отражается субъективный взгляд Ахматовой на творчество Данте, который не совпадает с общепринятыми представлениями у исследователей Данте. К этому мнению отсылает следующая строка: «Этот, уходя, не оглянулся, [...]» [34, с. 431]. Однако, мы знаем из текста «Божественной комедии», что Данте тосковал по Флоренции<sup>2</sup>. Стихотворение Ахматовой заканчивается тем, что Данте сожалеет о своих грехах [35, там же]. Согласно тексту «Божественной комедии», Данте не хотел вернуться, потому что не считал себя грешником. Данте, выражая свое мнение о согражданах, жалуется на них: «Но этот злой народ неблагородный, [...]» [36]. Злобная молва жителей Флоренции преследует поэта, хотя он прославил город своим творчеством [37, с. 226]. В 16-ой песне «Ада» мы видим этому подтверждение: «Ты предалась беспутству и гордыне, / Пришельцев и наживу обласкав, / Флоренция, тоскующая ныне!» [38] Цитата указывает на прибывших извне во Флоренцию (например, из города Фьезоле). Безродность, отсутствие корней и, как следствие, – потеря культурных традиций, – имеет негативное влияние на общее состояние флорентийского социума, членами которого они стали, быстро и незаслуженно разбогатев. Кроме того, они уничтожают традиции общества [39, с. 243]. В произведении Данте «[...] упадок Флоренции и Коммуны в некотором смысле проецируется на все человечество» [40, с. 140].

## 5. Заключение

---

<sup>2</sup> На это указывает «Ад» XXIII. 94–96., в котором Данте переживает ностальгию: «Я молвил: "Я родился и возрос / В великом городе на ясном Арно, / И это тело я и прежде нес».

Конечно, итальянской теме у Ахматовой и у Гумилева стоит посвятить не одну работу, и я планирую развить эту тему в будущих исследованиях. В рамках этой работы я проследила возможные дантовские влияния в двух стихотворениях поэтов-супругов, а именно в стихотворении «Данте» Ахматовой и в стихотворении «Флоренция» Гумилева. Проанализированные стихотворения указывают на то, как эти поэты толковали Данте в своем творчестве. Стихи объединяют несколько лиц и эпох одновременно: например, в стихотворении Гумилева «Флоренция» мы можем увидеть соседство Данте Алигьери, Джироламо Савонаролы, Леонардо да Винчи и мифологической Леды. В стихотворении Ахматовой «Данте» такое явление мы не находим. Изучая дантовские мотивы в упомянутых стихотворениях Гумилева и Ахматовой, и итальянские влияния являются более понятными.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гребнева, Марина: Флорентийский мир Н. С. Гумилёва и А. А. Ахматовой. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://gumilev.ru/about/313/> (дата обращения: 21.04.2023)
2. Головченко И. Ф.: «Итальянский цикл» стихотворений Николая Гумилева // *Journal of Studies in Literature and Journalism*. – 2017. № 1. – С. 28–35.
3. Чуковская Л. К.: Записки об Анне Ахматовой. 1938–1941. Т. 1. – М.: Согласие, 1997. – 544 с.
4. Там же.
5. Жирмунский В. М.: Анна Ахматова и Александр Блок. 1977. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://ahmatova.niv.ru/ahmatova/kritika/zhirmunskij-ahmatova-i-blok.htm> (дата обращения: 10.04.2023)
6. Хлодовский Р. И.: Анна Ахматова и Данте. Тайны ремесла // Ахматовские чтения. – 1992 – № 2. – С. 75–92. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://ricolor.org/europe/italia/ir/cul/ah/> (дата обращения: 13.04.2023)
7. Ахматова А.: Собрание сочинений в шести томах. Т. 6. Данте, Пушкинские штудии, Лермонтов. – М.: Эллис Лак, 2002. – 672. с.
8. Головченко И. Ф.: «Итальянский цикл» стихотворений Николая Гумилева // *Journal of Studies in Literature and Journalism*. – 2017. № 1. – С. 28–35.

9. Раскина Е. Ю. Геософские аспекты творчества Н.С. Гумилёва: автореф. диссертации на соискание ученой степени доктора филологических наук. М.: 2009. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://gumilev.ru/about/157/> (дата обращения: 08.04.2023)
10. Гумилев, Н. С.: Полное собрание сочинений в десяти томах. Т. 2. Стихотворения. Поэмы. 1910–1913. – М.: Воскресенье, 1998. – 335 с.
11. Там же.
12. Там же.
13. Там же.
14. Treccani: Signoria. [Электронный ресурс]. – режим доступа: [https://www.treccani.it/enciclopedia/signoria\\_%28Enciclopedia-Dantesca%29/](https://www.treccani.it/enciclopedia/signoria_%28Enciclopedia-Dantesca%29/) (дата обращения: 16.04.2023)
15. Komédia I. Pokol [Комедия I. Ад] / Под ред. Kelemen János, Nagy József. – ELTE Eötvös Kiadó, 2019. – 550 с.
16. Ад XI. 82–84.
17. Гумилев Н. С.: Полное собрание сочинений в десяти томах. Т. 2. Стихотворения. Поэмы. 1910–1913. – М.: Воскресенье, 1998. – 335 с.
18. Там же.
19. Там же.
20. Treccani: Drago. [Электронный ресурс]. – режим доступа: [https://www.treccani.it/enciclopedia/drago\\_%28Enciclopedia-Dantesca%29/](https://www.treccani.it/enciclopedia/drago_%28Enciclopedia-Dantesca%29/) (дата обращения: 16.04.2023)
21. Рай XXVII. 22–27.
22. Гумилев Н. С.: Полное собрание сочинений в десяти томах. Т. 2. Стихотворения. Поэмы. 1910–1913. – М.: Воскресенье, 1998. – 335 с.
23. Там же.
24. Там же.
25. Там же.
26. Блок, А. А. Полное собрание сочинений и писем в двадцати томах. Т.3. Стихотворения. Книга третья (1907–1916). – М.: Наука. 1997. – 989 с.
27. Гребнева, Марина: Флорентийский мир Н. С. Гумилёва и А. А. Ахматовой. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://gumilev.ru/about/313/> (дата обращения: 21.04.2023)
28. Ахматова, Анна: Собрание сочинений в шести томах. Т. 1. Стихотворения. 1904–1941. – М.: Эллис Лак, 1998. – 968 с.

29. Гребнева, Марина: Флорентийский мир Н. С. Гумилёва и А. А. Ахматовой. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://gumilev.ru/about/313/> (дата обращения: 21.04.2023)
30. Ахматова, Анна: Собрание сочинений в шести томах. Т. 1. Стихотворения. 1904–1941. – М.: Эллис Лак, 1998. – 968 с.
31. Там же.
32. The Speech of Unknown Eyes. Akhmatova's Readers on her Poetry / Под ред. Rosslyn, W. – Nottingham: Astra Press, 1990. – 345 с.
33. Там же.
34. Ахматова, Анна: Собрание сочинений в шести томах. Т. 1. Стихотворения. 1904–1941. – М.: Эллис Лак, 1998. – 968 с.
35. Там же.
36. Ад XV. 61.
37. Komédia I. Pokol [Комедия I. Ад] / Под ред. Kelemen János, Nagy József. – ELTE Eötvös Kiadó, 2019. – 550 с.
38. Ад XVI. 73-75.
39. Komédia I. Pokol [Комедия I. Ад] / Под ред. Kelemen János, Nagy József. – ELTE Eötvös Kiadó, 2019. – 550 с.
40. Nagy József. Dante és Vico. Dante politikai teológiája. Fejezetek a Dante-recepció történetéből. [Данте и Вико. Политическая теология Данте. Главы из истории рецепции Данте]– Budapest, Hungarovoxx Kiadó, 2017. – 371 с.

Тянь Фан (Китай)

Российский университет дружбы народов, г. Москва

Научный руководитель: Жучкова Анна Владимировна,  
канд. филол. наук, доцент

## **СЮРРЕАЛИСТИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ В ТВОРЧЕСТВЕ ЛЮДМИЛЫ ПЕТРУШЕВСКОЙ**

Сюрреализм как направление в авангардном искусстве сформировался к началу 1920-х во Франции. Основателем и идеологом этого направления считается писатель и поэт Андре Бретон. Основные идеи были изложены в его первом (1924 г.) и втором (1929 г.) «Манифестах сюрреализма».

Пользуемся словами Бретона, под «сюрреализмом» понимается «чистый психический автоматизм, имеющий целью выразить, или устно, или письменно, или другим способом, реальное функционирование мысли.

Диктовка мысли вне всякого контроля со стороны разума, вне каких бы то ни было эстетических или нравственных соображений» [1, с. 56]. Абсурдность, интуиция, фантазия, иррациональность, алогизм составляют основные ценности сюрреализма.

Влияние сюрреалистического движения распространялось по почти всем сферам искусства во многих странах, в том числе и русской современной литературе.

Обращаясь к русской литературе, заметим, что творческая деятельность женщин-писательниц в 80–90 годах стала одним из примечательных явлений второй половины XX века. Здесь стоит отметить родоначальницу женской прозы – Людмилу Петрушевскую, и вспомнить, насколько трудно определить направленности ее творчества (неореализм, соционатурализм, постмодернизм, гиперреализм и др.), и насколько неоднозначны дискуссии вокруг ее произведений. Однако, нельзя отрицать, что Петрушевская насыщает повествование фантастическими и иррационалистическими подробностями, которые ассоциируются с сюрреализмом.

Сюрреализм сложилось под большим влиянием теории психоанализа Фрейда, подчеркивая важное место снов. Поэтому основной концепцией этого течения является переплетение реальности и иллюзии. Бретон в первом «Манифесте сюрреализма» выразил интерес к применению приема сновидений в искусстве: «Я верю, что в будущем сон и реальность – эти два столь различных, по видимости, состояния – сольются в некую абсолютную реальность, в сюрреальность» [1, с. 48]. Примечательно, что этот метод находит отражение во многих произведениях Петрушевской.

В ее сюрреалистических сочинениях размываются границы между сном и явью, персонажи могут по своему желанию перемещаться во времени. Так что иногда сложно понять, писательница обрисовывает реальную картину происходящего, или все происходит во сне и иллюзии героев.

К примеру, в рассказе «Черное пальто» появляются перед нами два противоположных места: реальное и загробное. Даже героиня сама не знает, где она. Во сне или в реальности? Она уже умерла, или еще жива?

«Я хочу проснуться, – сказала девушка. – Давайте кончим этот страшный сон.

<...>

Где мы? – спросила девушка.

На этот вопрос не бывает ответа, скоро увидишь сама» [2, с. 37].

В конце оказалось, что героиня из-за самоубийства находится в промежуточном состоянии между жизнью и смертью, действие разворачивается в состоянии «ни жива, ни мертва». Потусторонний мир в рассказе Петрушевской по-прежнему описывается сумрачным и опасным, грозящим злом и гибелью.

Интересно, что в рассказе спички выступают в роли «чудесного», согласно словам Бретона, «чудесное всегда прекрасно <...> В области литературы одно только чудесное способно оплодотворять произведения» [1, с. 48]. По его мнению, чудесное «смутным образом обнаруживает свою причастность к общему откровению данного века, откровению, от которого до нас доходит лишь одна какая-нибудь деталь». Это «символ, способный волновать человеческую душу в ту или иную эпоху» [1, с. 49].

В рассказе девушка зажигает одну за другую спичку, при мерцающем свете она видит маму и дедушку, и ощущает, что ее любят. Рассказ ассоциируется с святочной сказкой Х.К. Андерсена «Девочка со спичками». В сказке «Сказка о часах» служат «чудесным» часы, которые могут принести несчастье и одновременно научить любить.

Другой важный элемент сюрреализма представляет собой автописьмо (автоматическое письмо), считавшееся сюрреалистами основным способом к высшей реальности. Первый «Манифест сюрреализма» призывает художников стать «глухими приемниками множества звуков» и превратиться в «скромные регистрирующие аппараты» [1, с. 58]. В литературе автописьмо практикуется сюрреализмом как записывание спонтанных, неконтролируемых ассоциаций, образов, мыслей. А путем этого метода абсурдность бытия изображается в полной мере.

В интервью сама Петрушевская заявила о реализации техники автоматизма в ее литературной деятельности, отметив, что тексты к ней приходят, а она ощущает их после этого своими. «Это ведь я рождаю у себя в мозгу текст, никто не повинен. Конечно, частенько возникало впечатление, что его мне присылают» [3].

Для произведений, написанных техникой автоматического письма, как правило, характерен алогизм в планах и содержательном, и языковом. Это проявляется особенно отчетливо в пьесах Петрушевской.

В своей работе исследователи Е.В. Сидорова и Н.И. Подшивалова отметили ряд случаев нарушения логики диалога в драматических произведениях писательницы, и установили основные причины возникновения алогизмов: спонтанность, неподготовленность и стремительность разговорной речи [4, с. 154].

Итак, мы можем заключить, что несмотря на нестрогое следование принципам эстетики сюрреализма и трудности при определении направ-

ленности творчества Петрушевской, изображенный автором абсурд, алогизм и мистический мир, частое употребление техники сновидений, «чуждого» и автописма при осуществлении этих идей во многом свидетельствуют о наличии сюрреалистических элементов в ее творчестве.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бретон А. Манифест сюрреализма // Называть вещи своими именами: Программные выступления мастеров западноевропейской литературы XX века. – М.: Прогресс, 1986. – С. 40–73.
2. Петрушевская Л.С. Черное пальто // Черное пальто: сборник. – М.: Вагриус, 2002. – С. 27–43.
3. Зоркий В. Людмила Петрушевская: «Люди любого возраста очень любят страшные истории»: [интервью] / [беседовал] В. Зоркий [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://daily.afisha.ru/brain/15706-lyudmila-petrushevskaya-lyudi-lyubogo-vozrasta-ochen-lyubyat-strashnye-istorii/>. (дата обращения: 25.02.2023)
4. Сидорова Е.В., Подшивалова Н.И. Алогизмы в разговорной речи (на материале сценических диалогов драматических произведений) // Филологические науки. Вопросы теории и практики. – 2022. №. 1. – С. 151–154.

Фань Шо (Китай)

Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань

Научный руководитель: Лукоянова Марина Александровна,  
канд.пед.наук, доцент

### **РОЛЬ И МЕСТО ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННОМ ПОДХОДЕ К ОБУЧЕНИЮ РУССКОМУ ЯЗЫКУ КАК ИНОСТРАННОМУ**

Цель данного исследования - проанализировать роль и место цифровых технологий в обучении русскому языку как иностранному и выявить их влияние на качество образования в этой области. Цифровые технологии играют важную роль в обучении русскому языку как иностранному. Они позволяют сделать процесс обучения более интерактивным, эффективным и доступным для студентов из разных стран и культур. Одной из главных ролей цифровых технологий в обучении русскому языку как

иностранному является создание условий для коммуникации на языке. Онлайн-классы, видеоконференции, чаты и другие средства коммуникации, основанные на цифровых технологиях, позволяют студентам общаться на русском языке с преподавателем и другими студентами в режиме реального времени, что способствует развитию навыков общения и понимания на языке [1].

Цифровые технологии также предоставляют широкий спектр возможностей для индивидуализации обучения и развития навыков русского языка. Программные обеспечения, приложения и онлайн-ресурсы, направленные на обучение языку, позволяют студентам изучать русский язык в своем темпе, выбирать темы и уровни сложности в соответствии с их потребностями и интересами.

Кроме того, цифровые технологии могут использоваться для организации виртуальных экскурсий и практических занятий, что дает возможность студентам погрузиться в русскую культуру и историю, а также получить практические навыки в реальных условиях. Таким образом, цифровые технологии играют важную роль в обучении русскому языку как иностранному, предоставляя широкий спектр возможностей для коммуникации, индивидуализации обучения и погружения в культуру языка.

Несколько примеров применения цифровых технологий в обучении русскому языку как иностранному:

Приложения и онлайн-ресурсы для изучения русского языка, такие как Duolingo, Memrise, Babbel, Russian for Everyone и Russian Language Mentor. Они содержат различные уроки и задания, которые помогают улучшить понимание грамматики, словарный запас и произношение русского языка.

Онлайн-словари, такие как Multitran, Lingvo и АБВУ Lingvo, которые предоставляют быстрый и удобный доступ к переводам слов и фраз с русского языка на другие языки и наоборот.

Программы для обмена языковыми навыками, такие как iTalki, Tandem и HelloTalk, которые позволяют студентам общаться с носителями языка и улучшать свои навыки общения на русском языке.

Видеоуроки и онлайн-курсы на YouTube и других платформах, такие как RussianPod101, Easy Russian и Real Russian Club, которые предлагают интерактивные уроки с носителями языка, охватывающие различные темы и аспекты русского языка.

Образовательные приложения и игры, такие как Russian Alphabet Mastery и Russian Bubble Bath, которые помогают студентам изучать алфавит и базовые навыки русского языка с помощью игр и упражнений.

Средства для дистанционного обучения, такие как Zoom, Skype и Google Meet, которые позволяют студентам и преподавателям из разных частей мира взаимодействовать и учиться в режиме реального времени.

В целом, цифровые технологии могут значительно расширить возможности для изучения русского языка как иностранного, сделать его более доступным и удобным для студентов, и способствовать более эффективному и интерактивному обучению. Цифровые технологии в настоящее время играют важную роль в обучении русскому языку как иностранному и занимают центральное место в современном подходе к обучению. Они могут помочь студентам улучшить понимание языка, расширить словарный запас, улучшить произношение и ускорить процесс обучения. В современном подходе к обучению цифровые технологии используются в качестве дополнительного инструмента для повышения эффективности обучения и привлечения интереса студентов [2].

Место цифровых технологий в современном подходе к обучению русскому языку как иностранному является очень важным и неотъемлемым элементом, который помогает учащимся быстрее и легче усваивать материал, повышать мотивацию и интерес к обучению, а также дает возможность более эффективно использовать время и ресурсы для достижения желаемых результатов. Цифровые технологии играют важную роль в современных подходах к обучению русскому языку как иностранному [3]. Они позволяют студентам учиться более эффективно, быстрее и интереснее. Один из примеров применения цифровых технологий в обучении - это использование специализированных приложений и программ для изучения русского языка. Существуют приложения, которые помогают учиться новым словам, грамматике и произношению. Некоторые приложения содержат интерактивные упражнения, которые помогают студентам отработать свои навыки. Но ещё есть много проблем, связанные с использованием цифровых технологий в обучении русскому языку как иностранному, могут включать в себя следующие:

Недостаточное знание цифровых технологий у преподавателей и учащихся, что затрудняет их использование в обучении.

Несоответствие цифровых технологий потребностям учащихся, так как каждый студент имеет индивидуальный подход к обучению и использованию технологий.

Ограниченный доступ к цифровым технологиям в некоторых регионах, что создает неравенство в возможностях обучения.

Опасность зависимости от цифровых технологий, которая может отвлекать учащихся от основных целей обучения [4].

Тем не менее, использование цифровых технологий в обучении русскому языку как иностранному имеет большие перспективы в будущем.

Например, это позволяет создать интерактивные и индивидуальные учебные программы, которые могут быть адаптированы к уникальным потребностям каждого учащегося. Это также может снизить затраты на обучение и расширить доступ к образованию, особенно в удаленных и труднодоступных регионах. Более того, использование цифровых технологий может повысить мотивацию учащихся и улучшить качество обучения.

Таким образом, несмотря на ряд проблем, связанных с использованием цифровых технологий в обучении русскому языку как иностранному, их перспективы в будущем остаются высокими. Однако, для того чтобы использование цифровых технологий действительно стало эффективным, необходимо развивать знания и навыки преподавателей и учащихся, создавать более доступные и адаптированные учебные программы, а также учитывать особенности и потребности каждого учащегося в использовании цифровых технологий. Однако, возникают проблемы, связанные с качеством контента, доступностью технологий и необходимостью обучения иностранных студентов, как ими пользоваться. Кроме того, есть риск избытка информации, что может привести к перегрузке учащихся и их потере интереса к учебному материалу.

Перспективы использования цифровых технологий в обучении русскому языку как иностранному включают развитие более интеллектуальных и адаптивных систем, а также улучшение качества контента и более широкое распространение доступных технологий. Рекомендации по использованию цифровых технологий в обучении русскому языку как иностранному:

Обеспечить качественный контент: выбрать учебные материалы, которые соответствуют уровню студента и обладают высокой степенью информативности.

Использовать разнообразные технологии: выбрать технологии, которые подходят для конкретных учебных задач и позволяют учащимся получать информацию в удобной и доступной форме.

Давать возможность самостоятельно исследовать: предоставить студентам возможность самостоятельно исследовать и использовать цифровые технологии.

Адаптировать под уровень: убедиться, что цифровые технологии адаптированы под уровень студентов, и они понимают, как ими пользоваться.

Направления для дальнейших исследований в данной области: Разработка более эффективных и интеллектуальных систем для обучения русскому языку как иностранному. Развитие методов и подходов, которые помогут учащимся получать более глубокое понимание [5].

несмотря на все преимущества использования цифровых технологий в обучении русскому языку как иностранному, возникают и проблемы. Некоторые учащиеся могут испытывать трудности в работе с компьютером или программами, а также могут терять мотивацию к обучению в случае отсутствия личного контакта с учителем. Кроме того, не всегда возможно обеспечить доступ к необходимому оборудованию и программному обеспечению.

В целом, использование цифровых технологий в обучении русскому языку как иностранному имеет большие перспективы, цифровые технологии становятся все более важными в обучении русскому языку как иностранному. Они позволяют создавать новые возможности для обучения и повышения эффективности образовательного процесса.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азимов Э.Г. К типологии веб-ресурсов на русском языке // Проблемы описания и преподавания русского языка как иностранного в третьем тысячелетии: состояние и перспективы развития // Материалы Международного регионального форума ученых и преподавателей русистов по проблемам функционирования и преподавания русского языка в странах Европы, 15-17 апреля 2007. Сб. докладов. - М. Изд-во ЦМО МГУ, 2007. - С.60-65.
2. Азимов Э.Г. Методика организации дистанционного обучения русскому языку как иностранному. - М. 2006. - 148 с.
3. Багиева М.Г. Становление современных информационных технологий в образовании. - Владикавказ, 2003. -152 с.
4. Бердичевский А.Л., Колларова Э. Проблемы подготовки и повышения квалификации учителей и преподавателей РКИ в изменившихся условиях // Русское слово в мировой культуре. Материалы X Конгресса МАПРЯЛ. СПб., 30 июня - 5 июля 2003. - СПб.: Политехника, 2003.- С. 105-129.
5. Богомоллов А.Н. О разработке виртуальной среды для дистанционного обучения иностранному языку // Дистанционные образовательные технологии: проблемы, опыт, перспективы развития. М.: Издательский отдел ФГУ ФИРО, 2008. - С.209-216.

Фу Цзиньюй (Китай), Бохонная Марина Евгеньевна (Россия)

Томский политехнический университет, г. Томск

Бохонная Марина Евгеньевна, канд. филол. наук, доцент

## ОБРАЗ ПТИЦЫ В КИТАЙСКОЙ И РУССКОЙ ФРАЗЕОЛОГИИ

Образ птицы является одним из важных элементов национально-культурного пласта русской и китайской языковой картины мира. Исследование этого образа представляется актуальным в связи с тем, что это позволит лучшим образом понять особенности народного характера, духовного опыта и менталитета носителей двух языков.

Цель работы – выявить национально-специфические особенности символики наименований птиц в русской и китайской фразеологии.

Материалом для исследования послужило 150 русских и китайских фразеологизмов, где встречаются наименования птиц.

Обратимся к образу птицы, символическое наполнение которого схоже в обеих культурах.

Как в русской, так и в китайской фразеологии сорока – это источник новостей и слухов: «сорока на хвосте принесла», «у сороки на хвосте больше тысячи вестей». В русских пословицах сорока имеет чаще всего отрицательную коннотацию: «трещит, как сорока», «сорока-воровка», о болтливом человеке говорят: «у него сорочий язык».

В отличие от русской, в китайской культуре сорока символизирует удачу и приносит только хорошие новости, например, что скоро придут гости или встречу любимых людей. Так, согласно известному мифологическому сюжету, сороки помогают влюбленным встретиться. Это отражено в таком выражении, как 鹊桥会 *que qiao hui* «встреча на сорочьем мосту», что означает «свидание двух любящих людей после долгой разлуки».

Рассмотрим образ птицы, который встречается и в китайской, и русской фразеологии, но его символическое наполнение различается.

В русских фразеологизмах журавль является символом недостижимой цели, счастья, ради которых человек не всегда готов жертвовать привычным благом. Так, русские говорят: «лучше синица в руках, чем журавль в небе» или «хоть тресни синица, а не быть журавлем». Также журавль в России – это предвестник тепла, весны: «Журавушка курлычет – о тепле весть подает», «Ранний прилет журавлей – ранняя весна», «Журавль прилетел и теплынь принес». Весеннее пробуждение природы сопровождалось прилетом журавлей, и люди ассоциировали этих птиц с праздником и наступлением тепла.

В китайском языке слово «журавль» созвучно со словами «мир», «согласие» и «гармония». В пословицах журавль часто символизирует долголетие: 龟年鹤寿 (guī nián hè shòu) «возраст черепахи, долголетие журавля». В Древнем Китае журавль олицетворял бессмертие, китайцы верили, что журавли переносят по воздуху души умерших. 驾鹤成仙 (jiàhèchéngxiān) «лететь на журавле», то есть стать бессмертным – скончаться. 驾鹤西行 (jiàhèxīxíng) «на журавле отправиться к западному раю» – тоже скончаться. Есть древнее китайское стихотворение: 昔人已乘黄鹤去，此地空余黄鹤楼。黄鹤一去不复返，白云千载空悠悠。 Смысл его в том, что люди в прошлом уже улетели на желтом журавле, оставив здесь только пустую башню желтого журавля. Хуан Хэ ушел и никогда не возвратится. В течение тысячелетий он видел только длинные белые облака. Журавль привел наших дорогих стариков в лучший мир.

Также разнится по своему символическому наполнению и образ кукушки. В русской культуре эта птица связана с женским началом и называется одиноких девушек, которые остались без любимого или которые бросили своих детей: «кукушка своего гнезда не вьет», «кукует в одиночестве», «бросила детей, как кукушка», «Не диво, что кукушка по чужим гнездам летает, а вот бы диво, кабы свое завела. Считается, что кукушка может предсказывать человеку, сколько ему времени жить осталось: «Много лет кукушка бабе накуковала, да обманула», «кукушка-кукушка, сколько мне жить осталось».

В Китае кукушка символизирует весну и надежду, поэтому ее называют счастливой птицей. Ее крик очень уникален и похож на «бугубугу». По-китайски она говорит, что собирается полететь в разные места, поэтому китайцы называют его птицей «бугу».

Обратимся к номинациям птиц, которые используются в составе фразеологизмов только одной культуры и почти не используются в другой.

Только в русских фразеологизмах встречается такая птица, как соловей. В устойчивых выражениях Китая она не зафиксирована. У русских соловей отождествляется с мелодичным песнопением или красноречием. В народе говорят о талантливом певце: «он поет, как соловей», «мал соловей, да голос велик», «соловей – птичка невеличка, а заголосит – лес дрожит». А об искусном ораторе скажут: «соловьем заливается».

Интересно, что в материале, который был взят для анализа, не встретилось такой птицы, которая была бы в составе китайских фразеологизмов и отсутствовала бы в русских.

Итак, в русской и китайской фразеологии образ птицы занимает особое место. Птица может олицетворять определенную черту характера человека (например, болтливость) или его способность что-то делать (например, красиво петь либо говорить). Кроме того, птица может являться его помощником: приносить новости, предвещать весну, провожать в иной мир. Символическое наполнение образа птицы у русских и китайцев свидетельствует об особом национально-культурном восприятии окружающего мира и демонстрирует общее и национально-специфическое в менталитетах наших дружественных народов.

Ху Яньпин (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Мишанкина Наталья Александровна,  
д-р филол.наук, профессор

### **«ВОЛОСЫ» В ЗЕРКАЛЕ ПУБЛИЦИСТИЧЕСКОГО ДИСКУРСА (НА МАТЕРИАЛЕ НАЦИОНАЛЬНОГО КОРПУСА РУССКОГО ЯЗЫКА)**

В исследованиях, посвященных соматической символике что волосы представляют собой символы разных уровней: растущие на голове - «верхушке» человеческого тела – связаны с духовными силами и сопоставляются с символикой вод, «Верхним Океаном». Волосы же на теле равнозначны «Нижнему Океану» и связываются с «нижним», потусторонним, миром, низшими силами, но случается и так, что эти два значения иногда совпадают. В целом, волосы воплощают высшие силы, энергию, означают также плодородие. [1, 124-125].

В античной культуре волосы, включая и те, что на теле – считаются знаком родства с животной природой; они – символ и вместилище жизненной энергии и жизненной силы человека; что волосы были символом связи верхнего, среднего и нижнего миров, символ универсума. В них, как и в ногтях, заключены священная сила и мудрость; сосредоточены добродетели, смелость и другие свойства человеческой природы. В мифах полное облысение было воплощением бесплодности материи, лишенной божественных воспроизводящих сил [2, 58-59].

Человеческие волосы уподобляются стихии огня как первоначальной созидательной силы, ср. огненный – эпитет и волос, и бороды, ср.: в кабардинской паремии: «Рыжий как огонь» [3, 105]; они знаменуют плодородие, множество, изобилие, богатство и счастье; считается также, что

волосы с невероятной точностью хранят информацию о генетическом коде человека.

В российском литературоведении портретное описание исследовалось достаточно подробно на материале самых разных литературных произведений. Однако и портрет литературных героев, относящихся к одной и той же общественной среде, может быть разным как у одного писателя, так и у разных авторов, из-за различного отношения к данной среде. Анализ источников показывает, что под портретом в тексте понимается описание внешности персонажа, совокупность мимических движений и жестов, при этом все ученые отмечают, что портретное описание помогает понять не только природу самого персонажа, показать его характер, но и охарактеризовать социальную среду [4-5]. Например, портрет Рахметова из романа «Что делать?» подчёркивает силу и мужество борца за «дело народное», а портрет Губарева в произведении Тургенева «Дым» выражает резко-отрицательные отношения автора-либерала к вождю революционной эмиграции.

Волосы – значимый элемент портретного описания в художественном тексте. Например, в произведении Гейнца «Князь Тавриды» читаем портретное описание: «Орлиный нос, высокий лоб, красиво вытянутые брови, голубые, блестящие глаза, прекрасный цвет лица, оттененный нежным румянцем, **мягкие светло-русые, вьющиеся волосы**, ровные, белые как слоновая кость зубы – таков был обольстительный портрет князя в цветущие годы» [4].

Но, несмотря на значимость описания волос для моделирования образа человека, его особенности за пределами художественного дискурса практически не исследованы. Цель нашей работы - выявить особенности описания волос человека в публицистических текстах. Материалом послужили данные газетного подкорпуса Национального корпуса русского языка [7]. На настоящем этапе исследования мы попытались выявить, как именно характеризуются волосы в публицистическом тексте. В исследовании был использован метод количественного и контекстуального анализа.

Результаты исследования. На первом этапе был проведен количественный анализ непосредственного вхождения лексемы в газетном подкорпусе. Ниже в Таб.1. представлено количество вхождений без снятой омонимии.

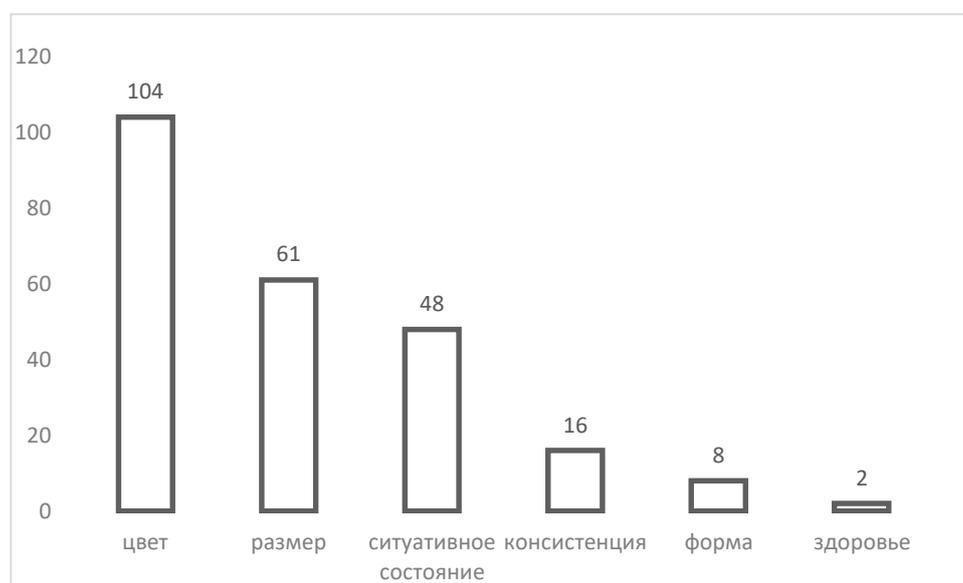
Таблица 1

*Количество вхождений в НКРЯ*

Лексема	Газетный подкорпус	
	Кол-во документов	Кол-во вхождений
<i>Волос (ы)</i>	4844	<b>7569</b>

Контексты, связанные с портретным описанием лица встречаются крайне редко. Однако нам удалось отобрать 244 контекста. На следующем этапе был проведен контекстуальный анализ выявленных фрагментов для определения функции лексемы «волос(ы)» в портретном описании.

Анализ сочетаемости лексемы волос (волосы) с различными единицами, реализующими атрибутивную функцию показал следующее распределение признаков, представленное на рис. 1.



*Рис.1. Распределение признаков, характеризующих волосы*

Диаграмма показывает, что чаще всего (104 контекста) в публицистическом тексте используются характеристики, связанные с цветом волос и чаще всего с **светлыми** волосами (40 контекстов): *У нее были соломенно-желтые волосы, светлые глаза и смуглая кожа*. Заметим, что данная форма цветообозначения прочитывается, как описание цвета через отождествление с предметом - соломой, в результате чего формируется более образное описание. Опора на образ «... предполагает параллелизм впечатлений, их сравнение» [8, 75]. Полагаем, что можно проинтерпретировать такое количественное преобладание тем, что в русской куль-

туре светлые волосы воспринимаются как более красивые: *Типичный идеал красоты, недостижимый по объективным причинам для многих, – белая кожа, светлые, прямые волосы, узкий нос и светлые глаза.* К светлым были отнесены также русые волосы.

Указание на темные волосы содержат 35 контекстов: *Девочка среднего телосложения, у нее карие глаза и темно-коричневые волосы, короткая стрижка; Черные волосы, красное пальто... я полюбила ее с самого начала, – описывает Юлия Малку.*

Втрое реже, но практически в равной степени, описываются волосы не натурального цвета (13) – розовые, зеленые, синие, фиолетовые – и седые (12). В 4 контекстах цвет не конкретизирован: *Петру Верзилову пришлось сделать уставную стрижку, чтобы стать похожим на полицейского, а часть девушек использовали парики, чтобы прикрыть яркий цвет волос», – рассказали друзья активистов.*

Вторая по значимости характеристика размер, он реализован в 61 контексте. В данном случае имеется в виду длина волос: *Длинные волосы ребенка были выпрямлены и уложены в конский хвост – популярную прическу в стиле актрисы и певицы Арины Гранде.* Длинные волосы упоминаются гораздо чаще – в 53 контекстах, и только в 8 – короткие.

Третья – ситуативное состояние, он реализован в 48 контекстах (*жирные, растрепанные, мокрые, грязные, чистые ломкие волосы* и т.д.). В 16 контекстах характеризуется консистенция: *В школе его волосы были густыми и черными.* Только в 8 контекстах характеризуются форма: 6 – кудрявые, 1 – прямые волосы.

Редко, в 2 контекстах привлекаются характеристики здоровья: *больные, здоровые* волосы.

Еще один аспект описания – функциональный. Описание волос всегда привлекается для характеристики внешности героя публицистического текста. Отметим, однако, что ситуативная характеристика связана в большей степени и с ситуативным состоянием внешности.

Таким образом, можно сделать предварительные выводы о том, что волосы – это значимая часть портретного описания в публицистическом тексте. Как правило, описание волоса привлекается для того, чтобы охарактеризовать внешность героя текста.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Керлот Х.Э. Словарь символов. Мифология. Магия. Психоанализ. М. REFL-book. 1994 г. 608 с.
2. Кагаров Е. Г. Культ фетишей растений и животных в Древней Греции. СПб.: Сенатская типография 1913. 326 с.

3. Балова И.М., Кремшокалова М.Ч. Философские и нравственные концепты в русских и кабардинских поговорках. Нальчик, 2009.
4. Малетина О. А. Типологии портрета в художественном дискурсе с точки зрения различных подходов // Актуальные проблемы коммуникации и культуры. - М.; Пятигорск, 2008. - С. 289.
5. Овчинникова С.В. Положительная эстетическая характеристика внешности человека в русской художественной литературе XIX века // Вестник ВЭГУ. 2014. № 5 (73). С. 108-116.
6. Гейнце Н. Э., Князь Тавриды. М., 1895
7. Национальный корпус русского языка // <https://ruscorpora.ru> (дата обращения 20.03.2021).
8. Веселовский А. Н. Историческая поэтика. Л., 1940.

Чжан И (Китай)

Российский университет Дружбы Народов, г. Москва

Научный руководитель: Микова Светлана Станиславовна,  
канд. филол. наук, доцент

### **СЕМАНТИЧЕСКИЙ ОБЪЕМ ЛЕКСЕМЫ «АЛКОГОЛЬ» В РУССКОМ И КИТАЙСКОМ ЯЗЫКАХ (НА ПРИМЕРЕ ТОЛКОВЫХ СЛОВАРЕЙ)**

Языковой знак представляет собой материальную единицу, которая обладает двумя важными особенностями: материальной и идеальной. Ф. де Соссюр отмечал, что материальный аспект знака является означающим, в то время как идеальный – означаемым. Ввиду того, что язык наделен коммуникативной функцией, языковой знак обладает связью устойчивого характера между означаемым и означающим аспектом. Ее основой является общественная традиция конкретного народа, которая обеспечивает понимание того или иного слова или высказывания.

При этом необходимо отметить, что каждый языковой знак обладает сложной структурой семантического характера, так как в ее рамках происходит взаимодействие четырех языковых элементов:

Категории объективного мира;

Категории, которые присущи процессу человеческого познания, равно как и его логике и психологии;

Взаимосвязь между единицами системы языка;

Факторы прагматического характера, которые обеспечивают целенаправленное использование языка [3, с. 158].

Исходя из информации, указанной выше, можно сделать предположение о том, что в языковом знаке содержится следующая информация:

- О конкретном фрагменте объективного мира;
- О форме выражения данного фрагмента в человеческом сознании;
- О форме, в которой языковой знак может быть использован;
- О взаимосвязи языковых знаков в рамках языковой системы.

Именно поэтому семантический объем лексемы, которая активно используется в языке, можно определить посредством выявления соотношения вышеуказанных типов информации.

Следует отметить, что в настоящее время в рамках лингвистики активно используется многоаспектный подход к изучению того или иного языкового знака. Он включает в себя следующие аспекты анализа: когнитивный, семантический, прагматический и функциональный [4, с. 19]. Данный подход предоставляет возможность определить отличительные особенности конкретной лексемы, которое характерно для семантического пространства конкретного языка. Одной из таковых является лексема «алкоголь», причем не только в русском, но и китайском языке ввиду своей универсальности. В связи с этим необходимо рассмотреть данную лексему, а также ее дериваты, которые активно используются не только в русском, но и китайском языке на материале толковых словарей.

Так, спиртные напитки являются одними из самых распространенных в мире. В соответствии с «Большим толковым словарем русского языка» С. А. Кузнецова алкоголь имеет два значения:

- Одноатомный спирт (специальный термин);
- Вино, спиртные и опьяняющие напитки [1, с. 121].

В «Толковом словаре живого великорусского языка» алкоголь определяется следующим образом:

- Мельчайшая очищенная пыль, порошок, бус;
- Чистый винный спирт, безводный спирт (хлебный или плодовый);
- Виноспирт, извинь [5, с. 64].

Необходимо отметить, что данная лексема закрепляется не только в толковых, но и семантических словарях. Так, алкогольный напиток может быть выражен следующими понятиями: «спиртное», «хмельное» и «выпивка».

Что касается китайского языка, то в «Китайском толковом словаре “Цыхай”» слово алкоголь (酒精) оно рассматривается с точки зрения значения каждого иероглифа:

- 酒 (цзю) – вино, винный; ликер; алкогольный напиток, выпивка;
- 精 (цзин) – чистый, рафинированный, без примеси; отборный; лучший, совершенный; эссенция; экстракт [2, с. 79].

Исходя из особенностей китайского языка, которые заключаются в использовании нескольких иероглифов, имеющих несколько значений, актуально использовать термин «спиртные напитки» – напитки, которые получают посредством спиртового брожения гаоляня, риса, ячменя, винограда и иных фруктов [2, с. 164].

Как видно, в китайском языке слово «алкоголь» описывается более подробно в связи с вышеуказанной особенностью языка. Уточняется не только состав (гаолянь, рис, ячмень, виноград) алкогольного напитка, но и его описание (чистый, рафинированный, без примеси, отборный, лучший и т. д.). Однако общим среди значений лексем «алкоголь» в русском и китайском языке является «вино», что связано с историческим значением данного напитка и его распространением по всему миру.

Необходимо отметить, что семантический объем лексемы со временем может сужаться и расширяться, поэтому в русском и китайском языках лексема «алкоголь» может обладать несколькими значениями, что отражается в представленных выше словарных статьях. В данном случае необходимо также понимать, что такие значения имеют культурную коннотацию, так как несмотря на то, что «алкоголь» является универсальной категорией с широкой точки зрения (напитки, содержащие спирт), с узкой точки зрения обозначения рассматриваемой лексемы имеют разные смыслы. Так, в русском языке культурными наименованиями являются «ерш» (смесь водки с пивом или вином), «сивуха» (напиток, который представляет собой побочный, маслянистый продукт перегонки спирта), «чихирь» (кавказское вино домашнего производства), «сливянка» (напиток, настоянный на сливках), «рябиновка» (напиток, получаемый смешиванием спирта и ягод рябины) и т. д. В то же время семантический объем лексемы алкоголь также представлен сугубо культурными обозначениями: «лекарственная водка» (药酒 – алкоголь, который готовится посредством вымачивания в травах), «дацюй» (大曲 – алкоголь, приготавливаемый из кукурузы, сорго, картофеля и других фруктов), «маотай» (茅台酒 – алкогольный напиток, который производится в городе Маотай), «эрго-тоу» (二锅头 – чистая водка), «фэньцзю» (汾酒 – алкогольный напиток, который производится в городе Фэньян) и т. д.

Из этого можно сделать вывод, что в обеих странах присутствуют сходства в спиртных напитках, содержащие алкоголь. В России и Китае существуют крепкие спиртные напитки, а также слабоалкогольные напитки, такие, например, как пиво. Однако в настоящее время с точки зрения семантического объема рассматриваемой лексемы наблюдается

тенденция глобализации, которая выражается в понимании в двух странах таких европейских напитков, как бренди, коньяк, виски, портвейн и вермут как «алкоголя». Именно поэтому их номинации одинаковы не только в России и Китае, но и во всем мире.

Что касается использования других значений слова «алкоголь» на примере других спиртных напитков, то в данном случае необходимо отметить, что содержание конкретного языкового знака нельзя определить без рассмотрения его функционирование не только в человеческой повседневной речи, но и культуре в целом. Это связано с тем, что значение, которое представлено в словаре, отражает только некоторую часть элементов смыслового характера, которые содержатся в семантической структуре знака. Дело в том, что каждый носитель языка при использовании лексемы основывается на собственной когнитивной области, где каждый смысл связан с личным опытом, событиями, переживаниями и т. д.

Именно поэтому в процессе рассмотрения предметов объективного мира, т. е. не самого алкоголя, а алкогольных напитков, необходимо принимать во внимание сознание носителей русского и китайского языков, которое обуславливает формирование ассоциативных связей соотнесения предмета по двум признакам: квалифицирующим и предикативным. Из этого можно сделать вывод, что семантический объем лексемы «алкоголь» сужается или расширяется на основе когнитивной памяти носителей языка, которое осуществляет свое функционирование как в языке и речи, а также раскрывает семантическую структуру лексемы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Большой толковый словарь русского языка / Под ред. С. А. Кузнецова. – М.: Норинт, 2008. 1536 с.
2. Китайский толковый словарь «Цыхай» / Под ред. К. Луфэя. Шанхай: Шанхай цышу чубаньшэ, 2009. 636 с.
3. Кобозева И. М. Лингвистическая семантика. – М.: Ленанд, 2021. – 360 с.
4. Предет В. А. Подходы к определению семантического поля в современной лингвистической науке // Достижения науки и образования. – 2021. – №1 (73). – С. 17–21.
5. Толковый словарь живого великорусского языка / Под ред. В. И. Даля. – М.: АСТ, 2023. 560 с.

Чжан Сьюань (Китай)

Российский университет дружбы народов, Москва

Научный руководитель: Стрельчук Елена Николаевна;  
д-р пед.наук, доцент

## **СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И АНАЛИЗ ПРЕПОДАВАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ ПО РУССКОГО ЯЗЫКУ В СЕВЕРО- ЗАПАДНОМ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ КИТАЯ**

В Китае в общей сложности насчитывается 168 высших учебных заведений, предлагающих русскоязычные специальности, 52 из которых являются ключевыми общенациональными университетами («Университеты мирового класса и первоклассные специальности»). В Северо-Западном регионе же насчитывается 22 высших учебных заведения, которые предоставляют специальности на русском языке. Северо-Западный общеобразовательный университет Китая, изучаемый в данном исследовании, начал прием студентов бакалавриата по специальности русский язык в сентябре 2015 года, и он также относится к числу ключевых национальных университетов. Специальность по русскому языку в данном учебном заведении направлена на обучение будущих специалистов высокой гуманистической грамотности, блестящим лингвистическим навыкам, профессиональным знаниям в области русского языка и литературы, а также другим профессиональным знаниям, которые могли бы использоваться в соответствующих отделах и областях, занимающиеся переводами, международными отношениями, внешней торговлей, образованием, менеджментом, исследованиями и так далее.

В период с октября 2022 г. по март 2023 г. автор прошел стажировку на факультете иностранных языков вышеуказанного Университета, чтобы посредством знакомства с положением в нём учебного процесса, проанализировать его модель обучения.

Так, ситуация с преподаванием русского языка в данном учебном заведении представлена следующим образом.

### ***Организация специальности***

Специальность русского языка в университете рассчитана на четыре года: на первом и втором курсах преподаются базовые дисциплины, включающие базовый русский язык, грамматику, чтение, русскую культуру и общество, а также курсы углубленного изучения русского языка; для студентов же третьего курса, в том числе преподаётся русский язык высокого уровня, более сложная грамматика, теория и практика русского

перевода, а также аудирование. Студенты четвертого курса должны выполнить задачи, связанные с прохождением практики, а также подготовить дипломную работу. Следует отметить, что, поскольку данная специальность является относительно небольшой, а количество набираемых студентов сравнительно мало, то метод преподавания предполагает обучение в небольших группах, количество учащихся, в которых не превышает пятнадцати человек.

### ***Организация курса***

Дисциплины базового и углубленного изучения русского языка находятся в центре внимания преподавания и являются профилирующими для студентов русскоязычных специальностей, которые помогают студентам начать изучение языка, улучшить владение им с точки зрения произношения, правописания, отдельных слов и фраз. Увеличение словарного запаса и запаса фраз – главная цель занятий.

На базе этого, создаются курсы по чтению, письму, теории и переводу, основной целью которых является интенсивное чтение текстов, овладение логическими связями для осуществления написания текстов, перевод с китайского на русский, проверка словарного запаса студентов, а также их переводческих способностей.

Что касается русской грамматики, то она фокусирует своё внимание на грамматических связях, а также изменениях в склонениях в зависимости от женского, мужского и среднего родов и так далее. Аудиовизуальный курс объединяет уроки аудирования, говорения и коммуникации, а занятия проводятся в отдельном классе для аудирования. Дисциплины «Российское общество и культура» посвящены истории, экономике, культуре и искусству России и призваны помочь учащимся понять Россию с точки зрения человеческой культуры.

### ***Методы обучения и текущее положение***

Цель обучения точно определена, содержание плана целесообразно. Отправной точкой цели обучения является преподавательская деятельность, предварительно устанавливаются результаты обучения. Преподаватели специальностей по русскому языку обладают чёткими руководящими принципами и целями преподавания, а студенты каждого курса имеют соответствующие ожидания в отношении аттестации. Преподавание же направлено на достижение этих ожиданий. Раздел с чтением курса отчётлив, он заканчивается в течение чётко установленного времени, так что учащиеся могут изучать русский язык организованно.

2. Существуют различные формы обучения. В дополнение к классическому обучению и выполнению домашних заданий в режиме оффлайн, студенты также могут выбирать учебный контент посредством онлайн-

мультимедия на сайте учебного заведения в соответствии со своими потребностями. Таким образом, можно достичь наилучшего эффекта.

3. Логика преподавания отчётливо ясна. Преподаватели русского языка каждого курса имеют довольно чёткую логику преподавания. Например, на базовом курсе русского языка преподаватель предлагает учащимся предварительно ознакомиться с незнакомой лексикой по тексту, и начинает читать текст во время урока только после подробных объяснений. Это помогает углубить представления учащихся о тексте, более четко понять его содержание и задать вопросы по нему. На каждом уроке выбирается одно грамматическое склонение для проведения специальных упражнений, так что учащиеся могут овладеть всеми видами грамматики в процессе непрерывной практики.

4. В уровне обучения среди преподавателей существует разрыв. Преподаватели составляют основную часть преподавательского учебного процесса, и их знание русского языка напрямую влияет на качество обучения. Например, у учителей, преподающих курс «теории и практики перевода» 1 курса 20-го года, доля русского языка, используемого во время уроков, составляет около 25%, а в процессе обучения отмечаются случаи ошибок в ударениях. Помимо использования русского языка при объяснении из учебника тем, слов и предложений, в также использовании во время урока таких простых предложений, как «хорошая работа», «хорошо, давайте посмотрим на следующий вопрос», остальная 75% часть учебного времени объясняется на китайском языке, что не способствует улучшению владения учащимися русским языком.

5. Использование учебных материалов оторвано от современных реалий и не соответствует приложениям, существующих сегодня. Основным учебником для специалистов по русскому языку является «Русский язык для университетов 1-8», на основе которого должны быть основаны базовый русский язык, углубленный курс русского языка и русская грамматика. Учебник был издан и используется с 2009 года. Содержание текстов практически не изменилось, из-за чего оно уже не соответствует национальным условиям и культуре России, что негативно сказывается на изучении учащимися русского языка.

В качестве учебника по дисциплине «теории и практике перевода» выбран «Курс русско-китайского перевода – осмысление современного Китая». Основное содержание перевода – «мысли Си Цзиньпина о социализме с китайской спецификой в новую эпоху», в котором рассматриваются самые большие его преимущества, общие задачи, идеи развития, цели реформ и так далее.

Так, использование этого учебника для перевода вышеуказанного материала на уроке русского языка, может привести к тому, что учащиеся

потеряют интерес к курсу перевода, а атмосфера в группе станет довольно скучной. Выбор этого учебника на уроке теории и практики перевода в основном связан с выполнением политических задач, и меньше внимания уделяется получению у студентов, изучающих русский, реального опыта.

Разговорные и коммуникативные навыки студентов нуждаются в улучшении. На уроке русского языка при ответе учащихся на вопросы учителя, большая часть ответов носит неуверенный характер, а после заданного учителем вопроса, ни один из студентов не проявляет инициативы, а голос при ответе очень низкий. Ответы же обычно принимают вид отдельных слов или словосочетаний, и нечасто кто-то может самостоятельно составить полные предложения. Причина вышеуказанных проблем заключается в том, что студенты не уверены в ответах, которые они произносят, и у них нет чёткого понимания базовых знаний русского языка. При выражении на вышеуказанном языке, учащиеся часто демонстрируют состояние напряженности. Периодически происходит неправильное произношение или ударений в простых словах. Им трудно общаться с преподавателем на русском, что означает – навыки общения нуждаются в улучшении.

#### **Предложения для будущего профессионального развития**

Таким образом, являясь одним из 137 ключевых университетов Китая, этот Общеобразовательный ВУЗ также является одним из тех немногих мест в пяти западных провинциях Китая, являющихся центром «экспорта» русскоговорящих квалифицированных кадров. Уровень преподавания специальностей на русском языке все еще нуждается в преобразовании, а языковые навыки студентов - в улучшении.

Прежде всего, следует улучшить формирование преподавательского состава, регулярно наблюдать за их уроками, оценивать лекции, указывать на недостатки в учебной программе и улучшать их. В то же время, немаловажно и обновление учебного плана, поскольку разумный учебный план может на постоянной основе устранять недостатки в преподавании. Языковое образование постоянно развивается, и выбор метода преподавания, который следует использовать в конкретной учебной среде, требует всестороннего рассмотрения многих факторов, таких как преподаватели, учащиеся и учебные материалы.[3, стр. 2-9]

Самое важное - это необходимость усилить подготовку студентов в области разговорного русского языка и коммуникативных навыков. Необходимо как можно больше общаться с учащимися, используя русский язык, организовывать коммуникативные домашние задания между ними. Иными словами – использовать все средства для увеличения частоты использования языка в китайской языковой среде. [1, с. 47-52]

Согласно учебному плану, практики говорения, аудирования и коммуникативных навыков, объединены единый аудиовизуальный урок. Так что в каждой группе в неделю проводится от одного до двух аудиовизуальных уроков по русскому языку. Плотность учебной программы явно недостаточна, поэтому необходимо увеличить количество аудиовизуальных занятий. В то же время поощрение студентов к участию в соответствующих научных конференциях для представления научных результатов и написания академических работ на языке, который они выучили, также помогает укрепить языковые навыки студентов [2, стр. 60-64]

На занятиях по «теории перевода» целью преподавания должен являться не только перевод предложений, необходимо дать возможность студентам в процессе перевода лучше понять Россию и стимулировать интерес студентов к самому процессу. Рекомендуется заменить учебные материалы курсов «теории и практики перевода», чтобы они соответствовали самой специальности "Русский язык".

Специальность бакалавриата по русскому языку в данном ВУЗе не основывалась в течение длительного времени, методы обучения были новаторскими. Но несмотря на это, содержание преподавания и уровень владения русским языком студентами по-прежнему недостаточны. Однако, учитывая сильную учебную атмосферу среди студентов и стремление преподавателей к постоянному совершенствованию содержания обучения, считается, что эта специальность получит хорошее развитие в данном учебном заведении.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авраменко А. П. Индивидуальный подход к формированию иноязычной коммуникативной компетенции // Научные исследования и разработки. Современная коммуникативистика. 2022. №. 6. С. 47-52.
2. Костикова Л. П., Чернявская Е. С., Балаховская Ю. И. Профессиональная языковая подготовка адъюнктов военного вуза : формирование научного дискурса // Научные исследования и разработки. Современная коммуникативистика. 2019. №. 4. С. 60-64.
3. Ли Гуаннань. 2015. Обучение японскому языку. Обучение навыкам языковой коммуникации и применение модели обучения, основанной на задачах. С. 2-9.

Чжао Линьлинь (Китай)

Петрозаводский государственный университет, г. Петрозаводск

Научный руководитель: Борзова Елена Васильевна,  
д-р пед. наук, проф.

## **ПРИМЕНИМОСТЬ ИНТЕГРИРОВАННОГО ПОДХОДА В ОБУЧЕНИИ ГОВОРЕНИЮ КИТАЙСКИХ СТУДЕНТОВ НА РУССКОМ ЯЗЫКЕ КАК ИНОСТРАННОМ**

С расширением сотрудничества в разных сферах между Китаем и Россией растет интерес китайских учащихся к изучению русского языка. В связи с этим постепенно встает вопрос осуществления иноязычной коммуникации. Говорение как важный компонент устно-речевого общения занимает важное место в системе обучения.

Сегодня интеграция является одним из приоритетных методов в методике обучения иностранному языку. Например, была разработана методика предметно-языкового интегрированного обучения (Content and language integrated learning, CLIL), которая акцентирует внимание на внешнюю, межпредметную интеграцию и подчеркивает объединение знаний разных наук и установление междисциплинарных связей.

Цель нашей статьи – рассмотреть понятие интегрированного подхода и его применимость к обучению говорению китайских студентов на русском языке.

Существуют различные определения понятия «интегрированного подхода». Э. Г. Азимов и А. Н. Щукин понимают его как подход, который «воплощается в органическом соединении сознательных и подсознательных компонентов структуры обучения». При том отмечается, что при интегрированном подходе доминирует направленность учебного процесса – от усвоения знаний об аспектах системы изучаемого языка к речевым автоматизмам или параллельное овладение знаниями и речевыми автоматизмами с некоторым упреждением последних [1, с. 80–81].

Говоря об интегрированном подходе в обучении говорению китайских студентов на русском языке, мы подразумеваем внутреннюю, внутрипредметную интеграцию (т.е. интеграцию разных компонентов внутри одного вида деятельности). В то же время, мы подчеркиваем использование когнитивно-коммуникативного или коммуникативно-когнитивного методов, которые ориентируют на интеграцию грамматико-переводного и коммуникативного способов обучения иностранным языкам [2].

Анализ проблем обучения русскому языку в Китае (организационных и методических, профессиональных, психологических и др.) [3], сви-

детельствует о необходимости поиска эффективных подходов. При определении актуальности использования интегрированного подхода в обучении иноязычному говорению китайских студентов учитывались следующие факторы:

1. Особенности методики обучения иностранным языкам в Китае. Доминирующее место в обучении иностранному языку в Китае занимает грамматико-переводный метод, который предполагает изучение и усвоение в основном грамматических правил и ставит прежде всего письменную речь. Однако превалирование грамматико-переводного метода в обучении не обеспечивает практического использования языков в различных ситуациях общения. Так, под его влиянием у китайских студентов формируется некоммуникативный стиль изучения иностранных языков: «они легко выполняют подстановочные упражнения, но с трудом овладевают речевыми навыками...» [4, с. 289].

2. Требования и цель обучения иностранному языку. Сегодня одной из главных целей обучения иностранному языку является формирование коммуникативной компетенции обучающихся. В «Общеввропейских компетенциях владения иностранным языком: изучение, преподавание, оценка» (The Common European Framework of Reference for Languages: Learning, Teaching, Assessment, CEFR) указывается, что основная цель обучения – это овладение языком как средством общения [5, с. 30]. В государственных образовательных стандартах КНР высшего образования по обучению русскому языку (уровень общего владения для студентов неязыковой специальности) также отмечается, что изучение языка должно обеспечить формирование коммуникативной иноязычной компетенции, необходимой для эффективного общения в повседневной жизни, в учебной и профессиональной деятельности [6, с.4-5]. Так, говорение является целью и средством коммуникативного общения. Вместе с тем, согласно Е. И. Пассову, в обучении говорению особенно должно соблюдать принцип коммуникативности [7, с. 33].

3. Учёт национально-психологических особенностей китайских студентов. Данному вопросу посвящено множество исследований (Н. Н. Сергеева, Т. М. Балыхина, Чжан Сяохуэй, Чжао Юйцзян и т.д.). Отметим, что была разработана этнометодика или этноориентированная методика, которая сегодня является одним из перспективных направлений преподавания русского языка как иностранного.

Так, можно отметить у китайских студентов слабую мотивацию к овладению иноязычным речевым общением и низкий уровень коммуникативной компетентности. Учет этих особенностей предполагает развитие универсальных коммуникативных действий обучающихся на практических занятиях по иностранному языку.

4. Учет характеристик русского языка как иностранного. В отличие от китайского русский язык характеризуется сложной грамматической системой (род, падеж, вид, спряжение и др.). При обучении говорению на русском языке должно сформировать у студентов прочную основу теоретических знаний. По утверждению Б. В. Беляева, в результате практического использования языка в речи вырабатываются соответствующие речевые навыки и умения. Поэтому он предлагает сочетание теоретического изучения языка и иноязычно-речевой практики [8, с. 27]. С. Ф. Шатилов также указывает целесообразность сочетания сознательного и имитативно-практического пути [9, с. 28]. Так, в интегрированном подходе можно заметить комбинирование грамматико-переводного и коммуникативного методов.

5. Недостатки учебных материалов по русскому языку. Так, в наиболее популярном в Китае учебнике «Русский язык (Восток)» отметим отсутствие связей между разными частями (фонетика, грамматика и развитие речи). В этом случае лексико-грамматические навыки и элементарные умения говорения приходится отрабатывать отдельно. Трудно закреплять полученные лексико-грамматические знания в ходе последующего обучения и обеспечить формирование адекватных навыков и умений иноязычного говорения. Кроме того, отметим, что учебник содержит недостаточное количество упражнений. При том в учебнике слишком велика доля языковых упражнений, и почти нет условно-речевых упражнений.

Интегрированный подход предлагает объединение разных частей материалов (фонетика, лексика, грамматика, речевые образцы и тексты) в целое и использование взаимосвязанных языковых, условно-речевых и речевых упражнений. Таким образом, интеграция обучения создает единую систему знаний, умений и навыков.

Подводя итог, мы полагаем, что интегрированный подход является более подходящим методом при обучении говорению китайских студентов на русском языке. Выбор данного подхода может обеспечить комплексное развитие языковых навыков и речевых умений, что позволяет достичь оптимальных результатов обучения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Азимов Э.Г. Новый словарь методических терминов и понятий: (теория и практика обучения языкам)/ Э.Г. Азимов, А.Н. Щукин. – М.: ИКАР, 2010. – 446 с.

2. Чжао Линьлинь. Интегрированное развитие умений говорения у китайских студентов, начинающих изучать русский язык как иностранный // Непрерывное образование: XXI век. 2022. Вып. 4 (40). С. 1–10.
3. Чжао Линьлинь. Проблемные аспекты обучения говорению на русском языке как иностранном в Китае // Вопросы методики преподавания в вузе. 2022. Т. 11. № 2. С. 83–90.
4. Тань Яньцзе. Этнопсихологические особенности обучения китайских учащихся // Молодой ученый. 2017. № 17 (151). С. 288–291.
5. Common European Framework of Reference for Languages: Learning, teaching, assessment. Companion volume. Council of Europe Publishing, Strasbourg, 274 p.
6. 教育部高等学校大学外语教学指导委员会俄语组. 大学俄语教学指南 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2021.
7. Пассов Е.И. Коммуникативный метод обучения иноязычному говорению. – М.: Просвещение, 1991. – 223 с.
8. Беляев Б.В. Очерки по психологии обучения иностранным языкам. – М.: Просвещение, 1965. – 227 с.
9. Шатилов С.Ф. Методика обучения немецкому языку в средней школе. – М.: Просвещение, 1986. – 221 с.

Чжоу Сяньюй (Китай)

Народный университет Китая, г. Пекин

Научный руководитель: Чэнь Фан,  
д-р филол.наук, директор Института иностранных языков

## **АНТРОПОМОРФНАЯ И ЗООМОРФНАЯ МОДЕЛИ МИРА В РОМАНЕ Д. РУБИНОЙ «СИНДРОМ ПЕТРУШКИ» И ИХ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ В ПЕРЕВОДЕ НА КИТАЙСКИЙ ЯЗЫК**

Дина Рубина – одна из наиболее ярких представительниц современной женской прозы на русском языке. Она получила широкую известность не только в России, но и во многих странах мира, в том числе и в Китае. Особенности ее творчества является «русскость», хотя писательница проживает в Израиле и имеет еврейские корни [1], метафоричность [2], символизм [3] и др. В настоящее время на китайский язык переведены четыре рассказа, две повести и два романа. Первая повесть «Во вратах твоих», переведенная Конг Мэйлин, была опубликована в

1999 году. Спустя 10 лет рассказ «Голос в метро», переведенный Го Шуси, был опубликован в известном журнале «Новый взгляд на мировую литературу» (№ 10), и в том же году «Бессонница», переведенная Конг Сявэй, вошла в сборник «Роман: избранные зарубежные рассказы последних лет» (Издательство народной литературы). В четвертый номер журнала «Всемирная литература» за 2017 год вошли отрывки повести «Высокая вода венецианцев» в переводе Юй Сяна и два рассказа «Душегубица» и «Мастер-тарабука» в переводе Сюй И. В 2020 году была опубликована книга «Синдром Петрушки» в переводе Ли Нуань, а в 2022 году – «Почерк Леонардо» в переводе Юй Сяна в Шандунском издательстве литературы и искусства.

В данной статье исследуются метафорические модели романа «Синдром Петрушки», сопоставляющие объекты и явления неживого мира с человеком, его качествами, свойствами, действиями, а также с различными живыми существами (реальными и вымышленными). Интерес к данному роману в этом смысле неслучаен. Ученые называют это произведение «романом-метафорой» [4], а также отмечают наличие языковых единиц с двойственной семантикой, способных порождать метафорические модели [5]. Кроме того, перевод этого произведения на китайский язык был сделан недавно (2020), нет ни одной научной работы, посвященной анализу метафорических моделей в данном произведении в сравнении с китайским переводом. В этом заключается новизна статьи. Устанавливаются китайско-русские соответствия антропоморфных и зооморфных метафорических моделей, определяется степень их структурной и смысловой эквивалентности.

При анализе степени переводимости модели обычно учитывают соотношение модели в исходном языке и языке перевода: 1) модель полностью сохраняется, 2) модель частично сохраняется, 3) модель полностью теряется. Рассмотрим конкретные примеры.

### **Первая группа**

*На руках нес невесомую душу, спящую девочку [куклу], завернутую в покрывало.* 他的手里托着一个轻飘飘的魂灵，一个披着殓衣的睡美人。

Данная метафорическая модель *кукла – человек* является наиболее продуктивной в романе «Синдром Петрушки». Главный герой, кукольник Петр, наделяет всех своих кукол человеческими качествами, свойствами. Кукла Эллис, о которой идет речь в этом контексте, является вершиной его творчества, она похожа на его жену Лизу, и в этом заключается трагизм семейных отношений. В китайском переводе эта метафорическая модель полностью сохраняется.

*Чайник уже пыхтел и горячо сердился.*

茶壶里的水已经烧的滚开，像发了怒似的。

В оригинальном тексте чайник закипел, и автор сравнивает его с сердитым человеком, употребляя такие слова, как *пыхтел, сердился*. Таким образом Дина Рубина дает жизнь чайнику. И в китайском контексте также присутствуют и образное описание чайника, и метафорический элемент, и здесь образ в основном сохранен.

*В паузах всхлипывала с набережной плаксивая восточная мелодия.* 吵闹声间或停息，此时便能听到滨海路上飘来的如泣如诉的东方小调。

В оригинале автор уподобляет мелодию женщине, склонной к слезам, используются такие слова, как *всхлипывала, плаксивая*. Данная метафорическая модель сохраняется также и в китайском языке.

### **Вторая группа**

*Машина стояла, как валамова ослица, хотя уже выпал зеленый.* 绿灯亮了，汽车却一动不动，像一头倔驴。

В китайском переводе понятно, что переводчик сравнивает машину с упрямым ослем, которые не хочет двигаться с места, но культурные коннотации теряются. Они связаны с библейской притчей о Валааме и его животном. В русском языке образное выражение употребляется в значении «покорный, смиренный человек». В целом основной образ сохраняется, но специфические культурные коннотации теряются.

Вдруг вспомнил, что **летающий снег** он называл «**прощенными душами**». Вон, говорил, **прощенные души летят...** В детстве мне казалось, что он различает в устройстве мироздания что-то такое, чего не различают остальные.

我忽然记起，他把飞舞的雪花叫做“被宽恕的灵魂”。他说，瞧，那些被宽恕的灵魂在飞呢。孩提时代的我便觉得，大千世界，旁人分辨不出的东西，他却能够发现。

В китайском контексте можно увидеть, что автор сравнивает снежинки с душами, но опять же религиозный подтекст, характерный для оригинального текста, теряется. В русском контексте это связано с православным христианством, и образная единица имеет религиозные коннотации, связанные с человеческими грехами и их прощением.

*И две живые, длинные пурпурные пряди, словно отбившись от медного стада волос, весело струились в весеннем ручейке вдоль тротуара...*

两绺紫红的长发像活了一般，似乎逃离了那团红铜色的发辫，在人行道旁边春水潺潺的“小河”中，顺着水流快活地摇曳...

В оригинале на русском языке мы видим, что автор сравнивает все волосы с большим стадом, а часть непослушных волос сопоставляется с небольшим количеством животных, которые отбились от этого стада. Но в китайском переводе автор только отмечает, что волосы похожи на живые существа. Полный образ не сохраняется. Это связано с тем, что в китайском языке такое сравнение не является типичным.

### **Третья группа**

*Тот полет на шумящей «вертушке» (это был «старичок» Ми-8) я часто вижу во сне. 后来，我常在梦中看见这家螺旋桨轰隆旋转的直升机 (这一架“米-8”，是个老古董。 (Досл.: этот Ми-8 очень старый.)*

В оригинале автор сравнивает вертолет со стариком, то есть наделяет неживой предмет человеческими качествами, происходит олицетворение, переход неживого в живое, тогда как в китайском языке такого выражения нет, прямо говорится, что вертолет очень старый.

*Я втягиваю носом воздух, чтобы **приманить воспоминания** о запахе парадной нашего дома. 我都会深吸一口气，以便唤起童年的回忆. (Досл.: я всегда делаю глубокий вдох, чтобы вызвать воспоминания о своем детстве.)*

Воспоминания так же, как и в примерах выше, олицетворяются, получают качества живого существа. Об этом свидетельствует использование слова *приманить* (подозвать, привлечь кого-л. чем-л.). Но в китайском тексте дается перевод, лишенный образности.

### **Церквушка там красавица.**

*沙皇庄园有座小教堂，可漂亮啦. (Досл.: В царской усадьбе есть маленькая красивая церковь.)*

В русском тексте для описания церкви также используется антропоморфная модель, церковь сравнивается с красивой девушкой, но в китайском тексте, в отличие от оригинала, метафорическая модель полностью утрачена.

Обобщая наблюдения, можно оценить передачу авторских метафорических моделей в переводе. Всего было сопоставлено 154 примера, из них 90 полностью переведенных контекстов (58%) и 54 полностью отсутствующих (35%). В переводе передаются основные концептуальные смыслы, составляющие авторскую модель мира. Несмотря на расхождения в деталях, текст перевода близок к оригиналу по степени образности

и выразительности за счёт большой доли средств с высокой степенью эквивалентности передачи ключевых образов русской культуры. Однако при переводе художественных произведений на другой язык (особенно неродственный) часто возникают проблемы адекватной передачи авторских образов, выраженных в тексте средствами родного языка, как с точки зрения точности передачи понятийного содержания, так и с точки зрения характера образных и символических культурных ассоциаций. Проблема передачи образности художественного произведения с одного языка на другой язык остается одной из самых сложных и важных задач переводчика.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чэнь Ф. Рубина: Израильский русский писатель // *Мировая литература*. – 2017. – № 4. – С. 115–123.
2. Ли Н. Бродячая кукла: марионеточные знаки и метафоры пространства в романе «Синдром Петрушки» // *Новое в зарубежной литературе*. – 2018. – № 5. – С. 22–29.
3. Сун С. Сатирическая карикатура на еврейское общество: обзор романа Дины Рубины «Синдикат» // *Новое в зарубежной литературе*. – 2010. – № 1. – С. 21–23.
4. Мазанаев Ш.А., Бабаева А.М. «Синдром Петрушки» Дины Рубиной как роман-метафора // *Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 2. Гуманитарные науки*. – 2018. – Том 33. – Вып. 1. – С. 45–51.
5. Пустовалова В.Ю. Сквозные обратимые метафорические модели как одно из средств создания когнитивно-языкового единства в романном цикле Д. Рубиной «Люди воздуха» // *Язык и культура: сборник статей XXVII Международной научной конференции (26–28 октября 2016 г.)*. – Томск, 2017. – С. 58–61.

Чжу Цзинжу (Китай)

Санкт-Петербургский государственный университет,  
г. Санкт-Петербург

Научный руководитель: Тоичкина Александра Витальевна,  
канд. филол наук, доцент

## **ТЕОРИЯ «СНОТВОРЧЕСТВА» А.Л. БЕМА И ЕЕ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ В ПОВЕСТИ «ХОЗЯЙКА» ДОСТОЕВСКОГО**

Цель данной работы заключается в том, чтобы описать теорию «снотворчества» А.Л. Бема и в ее контексте рассмотреть поэтику образов снов в ранней повести Ф.М. Достоевского – «Хозяйка». В круг задач также входит изучение источников «теории снотворчества».

Поэтика образов снов у Достоевского всегда была и остается популярной темой исследований многих достоевсковедов, например, М.М. Бахтина, С.В. Белова, Ю.Ф. Карякина, Г.К. Щенникова и др. А в 1930-х годах среди филологов популярным стало учение З. Фрейда. Н.Е. Осипова в Праге опубликовал свою статью "«Двойник. Петербургская поэма» Ф.М. Достоевского (Заметки психиатра)" в первом томе сборника «О Достоевском», редактором которого был А.Л. Бем.

А.Л.Бем в период эмиграции, то есть, в 20-40-е годы XX века внес выдающийся вклад в достоевсковедение и в распространение произведений Достоевского в Чехословакии. Под его руководством с 1925 г. по 1929 г. при Русском народном университете в Праге проводился Семинарий по изучению Достоевского. В Семинарий вошли такие ученые, как В.В. Зеньковский, И.И. Лапшин, Н.Е. Осипов, Д.И. Чижевский, сам А.Л. Бем и др. Таким образом, Прага уже стала центром достоевсковедения вне России. Но Бем и его работы не получили заслуженного внимания, и в настоящее время требуют научного изучения и теоретического осмысления.

Бем в своих исследованиях Достоевского активно использовал психоанализ и выдвинул теорию «снотворчества» в статье «Тайна личности Достоевского», опубликованной в 1923 г. Он пытался через эту теорию раскрыть отношения между творчеством и личностью Достоевского и притом найти ключ к пониманию его личности. Можно так сказать, что новаторство Бема именно в том, что он впервые использовал психоаналитический метод не только в плане изучения психологии личности автора, но и в плане описания эстетического феномена как такового.

Что такое «теория снотворчества»? Бем выдвинул тезис: «Не объяснение творчества через познание жизни, а воссоздание жизни через раскрытие творчества – вот путь к познанию тайны личности Достоевского»

[1, с. 185]. Прочитав ранние письма писателя своему брату, ученый заметил, что в Достоевском рано проявилось психическое «неравновесие» между внешней и внутренней жизнью. Достоевский сам в письме брату так излагает это неравновесие: «вечное думанье и только одно думанье, без всяких внешних впечатлений, чтобы возродить и поддерживать душу». То есть, у Достоевского внутреннее не находится в балансировании с внешним, его (в виде фантазии, нервов) слишком много, в результате чего писатель был не раз на грани сумасшествия. Необходимо для этого «внутреннего» найти выход. Бем отметил, что писателя от душевного заболевания «спасла не “кошачья живучесть”, как он думал, а его необычайная творческая сила» [Там же]. В творчестве писатель объективировал свои внутренние переживания. Этот процесс ученый понимает как «сон» – «Достоевскому снилась иная жизнь, и эти сны, почти галлюцинации, облекались в плоть и кровь его произведений» [Там же].

Очевидно, что на теорию «снотворчества» оказал влияние метод психоанализа Фрейда, разработанная им теория сновидений. Фрейд принимает сновидение как попытка человека исполнения того или иного желания, а такое желание не показывается в прямом виде, а в искаженном, чтобы пройти цензуру сверх-Я. Соответственно, Бем пытался раскрыть психический мир Достоевского путем анализа его творчества. Он подчеркивал, что «в конкретно данном произведении психический мир автора предстает не в чистом виде, а в уже переработанном, согласно законам творчества... Поэтому всякое заключение от психологии автора к произведению, равно как и обратно – от произведения к авторской психологии, без учета деформирующей силы творчества, ошибочно» [2, с. 251].

Бем отметил: «Я полагаю, что Достоевский в своем раннем творчестве использовал – сознательно или бессознательно – механизм снотворчества и галлюцинативного состояния» [2, с. 254]. То есть, он считал Достоевского раннего периода «снотворцем», жанровую специфику его произведений определял как «произведения-сны».

Бем при анализе повести «Хозяйка» применил свою теорию «снотворчества» в двух аспектах. Во-первых, герой Ордынов из-за долгой замкнутой, уединенной жизни и чрезмерного увлечения своей «наукой», накопил внутри себя столько переживаний, что этим переживаниям необходимо дать выход наружу. Поэтому, когда Ордынов вынужден искать и снимать новую квартиру, он пользуется всеми доступными ему возможностями, следит за прохожими в Петербурге. Но его не удовлетворяет только наблюдение, он тоже хочет влиться в эту шумную, вечно волнующуюся, вечно меняющуюся и чуждую для него жизнь. Он предается мечтаниям после встречи с Катериной и странным стариком Мурином,

он страдает от любви к Катерине и домысливает целую историю про нее и Мурина. В галлюцинациях он осмысляет свои внутренние душевные переживания. То есть, Ордынов из «Хозяйки» – снотворец. Во-вторых, Достоевский, тоже испытывал страдания в период создания данной повести, как его герой – две неудачи: неудача с «Двойником» по сравнению с головокружительным успехом первой повести «Бедные люди», еще и любовная неудача с А.Я. Панаевой [2, с. 301]. Легко обнаружить связь между данной повестью и личностью писателя. Кроме того, Бем еще нашел в биографии писателя следы его инфантильного характера и «эдипова комплекса», которые являются важными элементами повести. "«Уход в творчество» – вот путь, который спас Достоевского от душевного заболевания" [2, с. 300]. Свидетельство таких изменений в духовной жизни Достоевского можно найти в его переписках с братом.

Зачем Бем так стремился расшифровать личность Достоевского? Почему он начал использовать психоаналитические методы? Кто вдохновлял и влиял на него?

Бем вошел в круг литературоведения как пушкинист, а потом участвовал в составлении библиографии Л.Н. Толстого, когда он работал в рукописном отделении Библиотеки АН с 1910 г.. А эта работа дала ему возможность обнаружить материал, который положил начало его исследованиям о Достоевском – дневник Аполлинаруии Сусловой. Хотя из-за отъезда в эмиграцию он больше не имел доступа к дневнику, он написал о нем статью по памяти, и с этого начался его интерес к личности Достоевского. В Варшаве Бем написал две статьи: «Жизнь и творчество» в 1920-м году и «Жизнь в творчестве» в 1921-м году, первая - к 10-летию со дня смерти Толстого, вторая - к 100-летию со дня рождения Достоевского. Названия этих двух статей показывают, что Бем рассматривает отношения между жизнью и творчеством двух писателей под влиянием Д.С. Мережковского, который в своей книге «Л. Толстой и Достоевский» писал: «Он (Толстой), кажется, сказал нам о себе все, что только имел сказать, и мы о нем знаем все, что он сам знает о себе» [5, с. 14] и «В противоположность Л. Толстому, Достоевский не любит говорить о себе» [5, с. 56]. Таким образом, к столетнему юбилею Достоевского все еще трудно составить полное и точное представление о личности писателя, глядя на его биографию. Поэтому Бем сделал акцент в своей работе о Достоевском на раскрытии тайны личности писателя.

"Публикация статьи «Тайна личности Достоевского» была инициирована редактором и составителем сборника «О Достоевском» В.В. Зеньковским, который предположительно был главным консультантом Бема по вопросам современной психологии в период его первых подступов к теме «Достоевский»" [4, с. 33]. А в вопросах применения психоанализа в

литературоведении Бему оказывал помощь врач-психиатр Н.Е. Осипов. В выше упомянутой статье "«Двойник. Петербургская поэма» Ф.М. Достоевского (Заметки психиатра)" он писал, что «методы работы психиатра, психолога и поэта различны, но есть один основной метод, общий всем трем работникам: самонаблюдение и наблюдение других людей. Конечные цели всех трех различны, но есть одна общая цель: постижение душевных процессов человека в их закономерной взаимозависимости, разыскивание движущих сил в душе человеческой; коротко говоря, попытка найти ключ к пониманию личности» [3, с. 79]. Его подходы частично совпадают с теорией «снотворчества» Бема.

Специфика подхода Бема состоит в том, что он использует методы психологической школы и психоанализа Фрейда для исследования поэтики образов в творчестве Достоевского, т.е. для описания специфики собственно эстетических явлений, законов эстетики как таковой. Именно поэтому его работы строятся на тонком анализе поэтики образов в произведениях Достоевского. Так, в известной своей работе «Драматизация бреда ("Хозяйка" Достоевского)» он анализирует тему мечтательства у Достоевского через поэтику образа Ордынова. Он рассматривает стилистическую двуплановость повести как художественное воплощение важного для писателя сюжета: «Повесть развивается как бы в двух плоскостях, и в каждом – свой язык, свои приемы, своя особая манера» [2, с. 270]. «Налет фантастичности», «сумеречные тона», «отсутствие строгой грани между фантазией и действительностью», по мысли Бема, основаны «на особом приеме реализации явлений внутреннего мира вовне как реально происходящих событий» [Там же]. Этот прием Бем и характеризует как «драматизацию бреда», т.е. «развертывание явлений галлюцинаций и бреда вовне как реального события, но окрашенного в тона, выдающие его происхождение» [Там же]. Бем предлагает в «Психоаналитических этюдах», фактически, свою интерпретацию эстетики русского реализма в творчестве Достоевского, используя арсенал методов психоанализа для характеристики художественных приемов. Так стилистическую двуплановость повести он трактует как воплощение психологического сюжета разрыва между живой жизнью и замкнутой в себе личностью, а художественное целое рассматривает как попытку их соединения творческими усилиями. Разработка поэтики образа сна в «Хозяйке» позволяет А.Л.Бему последовательно показать чрезвычайную сложность воздействия фактов биографии автора, литературных влияний (в частности, «Страшной мести» Гоголя) на принципы художественного построения повести Достоевского.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бем А.Л. Тайна личности Достоевского // Православие и культура. Берлин: Русская книга, 1923. – С. 181–196.
2. Бем А.Л. Исследования. Письма о литературе // Сост. С.Г. Бочарова; предисл. и коммент. С.Г. Бочарова и И.З. Сурат. – М.: Языки славянской культуры, 2001. – 448 с.
3. Осипов Н.Е. Двойник. Петербургская поэма Ф.М. Достоевского (Заметки психиатра) // Вокруг Достоевского: В 2 т. М., 2007. Т. 1: О Достоевском: сб. ст. / Под ред. А.Л. Бема; сост., вступ. ст. и коммент. М. Магитовой.
4. М. Магидова. Пражские сборники «О Достоевском» // Вокруг Достоевского: В 2 т. М., 2007. Т. 1: О Достоевском: сб. ст. / Под ред. А.Л. Бема; сост., вступ. ст. и коммент. М. Магитовой.
5. Мерезковский Д.С. Л. Толстой и Достоевский // Изд. подгот. Е. А. Андрущенко. – Москва : Наука, 2000. - 587 с.
6. Чэнь Линь (Китай)

Чэнь Линь (Китай)

Санкт-Петербургский государственный университет,  
г. Санкт-Петербург

Научный руководитель: Тоичкина Александра Витальевна,  
канд.филол.наук, доцент

### **КОНЦЕПЦИЯ СРАВНИТЕЛЬНОГО ЛИТЕРАТУРОВЕДЕНИЯ В.М. ЖИРМУНСКОГО**

В.М. Жирмунский был основателем школы советского исторического сравнительного литературоведения и сыграл важную роль в развитии отечественного сравнительного литературоведения. Унаследовав историческую поэтику А.Н. Веселовского, он придерживался марксистского диалектико-материалистического взгляда на историю. Сосредоточил внимание на сравнительных литературных традициях русской литературы и литератур Европы и Америки, выявил общность законов литературного развития в социально-историческом контексте и специфику литератур каждой национальности, выдвинул методологию исторической типологии, построил основную теоретическую систему советского исторического сравнительного литературоведения. Он внес важный

вклад в создание российско-советской исторической сравнительной литературы и дисциплины мировой сравнительной литературы.

Большинство трактатов Жирмунского являются классикой «сравнительной литературы», их научное качество и контекст, в котором они были созданы, представляют для нас большой интерес в оценке эффективности советской «сравнительной литературы» в практическом плане. «В разработке научной методологии этой области советского литературоведения его труды сыграли важнейшую, если не решающую роль.» [1]

В целом основное суждение Жирмунского о «сравнительной литературе» заключается в следующем. Сравнительное литературоведение – это исследование национальных литератур в рамках мировой литературы, решение вопроса о единстве исторических процессов и высококультурных взаимодействий разных народов в культурном развитии и историческом прогрессе, в основном не отходя от исследований исторической поэтики. Жирмунский считает, что фундаментальной концепцией сравнительного литературоведения является идея последовательности и закономерности общих процессов социально-исторического развития человечества. Из этого он развил идею исторической типологии, мысль о естественности литературного влияния и рецепции, замысел построения закономерности и единства литературы в целом и истории мировой литературы, а так же обоснованность сравнительного литературоведения в межкультурном и междисциплинарном ключе.

### **I. Рассмотрение национальных литератур в рамках мировой литературы**

Хотя первоначальной целью Жирмунского в изучении сравнительного литературоведения было построение всеобщей истории литературы, и изначально он не был согласен с термином "сравнительное литературоведение", его научная практика в итоге привела к построению теоретической системы советского исторического сравнительного литературоведения. "Целью сравнительного литературоведения" является изучение межнациональных связей и отношений литературы, сходства и различия литературных явлений народов мира, типологических сходств и различий литературных процессов, возникающих при высококультурном развитии обществ и народов, связей и влияний, в результате развитых межнациональных культурных контактов. Эти два аспекта взаимно полезны. Приверженность марксистскому единству и закономерности исторического развития человеческого общества. Что является необходимым условием сравнительного изучения литератур различных национальностей.

Эта традиция раскрытия уникальной ценности русской культуры через практическое изучение отношений между русской и западной лите-

ратурой, повышения космополитического значения российского сравнительного литературоведения и выражения национальных устремлений в академических эмпирических показателях превратилась в идеологический акт академического исследования в советскую эпоху. Он показывает, как Советский Союз настороженно и критически относился к вторжению западной культуры в русскую литературу или антагонистически интерпретировал позитивное значение западной культуры для развития русской литературы, подчеркивая независимость русского литературного развития. Однако после распада Советского Союза его постоянное вовлечение в процесс глобализации привело к изменению этого подхода «сильного дискурса» к отношениям между русской и западной литературой. И таким образом, подняло изучение отношений между русской и западной литературой на уровень исследования влияния, сделав его наиболее творческой областью изучения в российской сравнительной литературной практике.

## **II. Разработка исторической типологии в контексте исторической поэтики**

Не ограничиваясь демонстрацией методологической значимости различных исследовательских практик, российское сравнительное литературоведение также создало научную историческую поэтику как теоретическую основу сравнительного литературоведения. «Задача советского литературоведения, – указывал В. М. Жирмунский, – поднять знамя, выпавшее из рук великого ученого, и продолжить начатую им работу на основе марксистско-ленинского понимания исторического процесса в целом и специфики литературного творчества». [2] Жирмунский, на основе исторической поэтики А.Н. Веселовского, применяет марксистский диалектико-материалистический взгляд на историю. Выдвигает основную идею нераздельности и естественности литературного развития в контексте единства и закономерности общественно-исторического развития, осуществляет смену критической парадигмы от формализма к историзму, расширяет теоретический горизонт советского сравнительного литературоведения и придает ему более широкое научное видение, и духовное измерение.

В эпоху, когда идея тотальной литературы и идея кросс-культурного сравнительного исследования все чаще становятся основой сравнительного литературоведения, следует отметить, что сравнительное литературоведение Жирмунского построено на научном социально-историческом взгляде на единство социальной истории человечества во всем ее многообразии. И посвящено работе кросс-культурного сравнительного исследования в системе историко-культурного развития мира. Наконец, тема сравнительного литературоведения стала основой для широкого спектра

социальных и гуманитарных исследований. Так что междисциплинарные исследования больше не характеризуются искусственной, случайной или произвольной внешней связью; они становятся способом более фундаментального и глубокого видения литературно-культурного феномена. Междисциплинарное исследование раскрывает более существенные и глубокие связи между литературно-художественными и культурными явлениями.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жирмунский В.М. Сравнительное литературоведение: Восток и Запад: Избранные труды / Виктор Максимович Жирмунский. Л.: Наука, Ленинградское отделение, 1979. 493 с.
2. Жирмунский В. М. Жизнь и творчество Гердера. – В кн.: Гердер И. Г. Избранные соч. М.–Д., 1959, с. LVII. 18. См. наст, изд., с. 136.

Чэнь Юйлинь (Китай)

Волгоградский государственный  
социально-педагогический университет, г. Волгоград

#### **ЛИНГВОКУЛЬТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛИСТИКЛА (НА МАТЕРИАЛАХ КИТАЙСКОГО И РУССКОГО ЯЗЫКОВ)**

##### **Аннотация**

В данной статье изучается листикл – популярный вид статьи в Интернете. Автор анализировал заголовки и содержания листикла на материалах китайского и русского языков и классифицировал его по характеристике содержания статьи: ранжированный, тематический, листикл с производным порядком и листикл программы обучения. Тем не менее, в статье также производил сравнение листикла с кликбейтом, выводом является листикл не всегда кликбейт, но они используют одинаковые лингвистические методы и стратегии привлечения внимания аудитории.

**Ключевые слова:** листикл, кликбейт, лингвистика, Интернет, русский язык, китайский язык.

На сегодняшний день человек перед лицом информационного взрыва, читателям приходится находить информацию, которая им нужна, из большого количества новостей. В условиях переизбытка информации

внимание становится ценным ресурсом, поэтому для повышения количества пользователей и получения прибыли от рекламы компаниям необходимо дополнительное привлечение методов, опирающихся на когнитивную психологию, привлекающих внимание пользователей и создающих эмоции. [2, с. 204] В таком случае, журналисты и пользователи в соцсети разработали свои статьи и заголовки, чтобы привлечь более внимание читателя. И так появились новые жанры в Интернете – кликбейт и листикл.

Листикл, это заимствование из английского языка listicle, состоит из слов list (лист) и article (статья). Это новый жанр информационно-развлекательной журналистики, использующий в качестве композиционного принципа организации текста нумерованный список, что почти обязательно отражается в заголовке. [1, с. 8] По этому поводу листикл также называется статьей-список. А на китайском языке листикл называется «清单体» (стиль списка), определением на китайском является “一种新兴的社交网络文体，其特点是以数字标注或者分行罗列的清单作为主要形式”。(Это развивающийся стиль социальной сети, который характеризуется цифровыми аннотациями или списками, перечисленными в строках в качестве основной формы.) [3] Листикл широко используются в интернет-журналистике, модной и глянцевой журналистике, а также в рекламных и прикладных информационных текстах.

С целью выяснения лингвокультурных характеристик листикла, который является языковым феноменом современной коммуникации, мы приведем анализ листикла по структуре и содержанию. Материалами служат статьи-список в китайской и русской соцсети, количество материала около 100. Проанализировав материалы, можно подытожить, что структура листикла устойчивая: 1) цифра, выясняющие количество элементов в статье, 2) элементы, которые будут перечислять в статье, 3) словосочетания или фразы, которые показывают характеристики или свойства элементы, 4) подстрекательские, манипулятивные фразы с целью влияния эмоции и выбора читателя и привлечения его внимание. А по содержанию статьи, можно выделяться листикл по 4 типам.

#### Ранжированный листикл

Порядок перечисления пунктов в таком листикле иконически отражает иерархию включенных в него пунктов и предполагает оценочную шкалу. Принцип подачи объектов в списке обычно восходящим, с расположением самого значительного или важного пункта в самом конце списка с целью привлечь читателя дочитать до конца. Например: «Топ 10 диет для похудения на 10 кг за месяц», «Топ-10 самых быстрых машин», «俄罗斯 10 大最美城市排行榜，第一名竟不是莫斯科！(Топ 10 самых красивых городов России, 1-ый не Москва!)», «不服来辩！盘点国内最有

影响力的十支摇滚乐队! (Топ 10 самых влиятельных рок-групп Китая, если не согласишься, возражайте мне!)» Но нужно отметить, что такая классификация отсутствует достаточного доказательства и объективного оценочного критерии, поэтому такая статья часто с субъективной позицией автора. А вот именно субъективность разрешает статью получить достаточно широкие кликабельность и обсуждение в Интернете, поскольку читатель имеет желание и способность, чтобы выражать свое мнение.

#### Тематический листикл

В тематическом листикле порядок не играет значительной роли, однако пункты внутри списка могут быть тематически упорядочены, например, в листикле «15 мест, которые надо посетить в Риме» в тематические микрогруппы могут быть объединены музеи, архитектурные объекты, кафе и рестораны и проч.

#### Листикл с произвольным порядком

В данной статье порядок списка не имеет очевидной логики, просто по желанию автора, все элементы обладают примерно равной значимостью. Например: «8 мудрых еврейских пословиц, которые объясняют, почему большинство евреев богаты», «6 финансовых привычек, которые кажутся плохими, но принесут пользу», «比熬夜更伤肝的 3 件事, 你可能每天都在做 (Эти 3 поведения приносит вред печени дольше, чем бодрствовать, наверно ты делаешь каждый день)», «90%的人都不知道的 90 个秘密 (90 секретов, которые 90% людей не знают)». Можно видеть, что в таком типе статьи, количество элементы не стабильный, с 3 до более 90, но объем содержания статьи в принципе стабильный: если количество элементы меньше, то значит авторам нужно объяснять подробнее по элементам; а если количество элементы больше, то всем элементам нужно достаточно очевидно, легко понимать, поскольку читатель не желает тратить больше время на одной статье.

#### Листикл программы обучения

Такие статьи покажут читателям, как делать что-то. Например: «7 простых шагов, которые помогут написать лучшую статью-список», «养成良好学习习惯的 3 个步骤 (3 шагов вырабатывать хорошие привычки обучения)». В данных статьях порядок элементов устойчивый, поскольку между элементами строгая логика.

Листикл характеризуется большой оперативностей, быстрой сменяемостей, возможностей получать информацию из разных изданий. [1, с. 5] А именно эти характеристики очень важны для современной журналистики. Кроме этого, очевидность и легкость понимания дает читателям

чувство, что они могут получать полезные информации легко, это позволит листикл привлечь внимание читателя. По теории Р. Сапольски, допамин – не в удовольствии, а в ожидании удовольствия. Речь идёт о стремлении к счастью, а не о самом счастье. [2, с. 206] А именно допамин влияет на наше эмоции, что делает нас чувствует радость. Можно считать, что ожидание выгоды в процессе чтения листикла стимулирует выделению допамина, что приведет к продолжению читать и сделать клик ссылкой.

Кроме этого, на выбор темы листикла и стратегии тоже стоит обращать внимание. По нашему мнению, темы листикл также соответствует тому, как кликбейт воздействует на мотив читателя – на основе пирамида Маслоу, представляющая все человеческие потребности, от наиболее простых до возвышенных. По результату анализа можно видим, что в Интернет большинство тем листикла о здоровье и безопасности, что совпадает с пирамидом Маслоу на первый и второй уровень: физиологические потребности и потребности в безопасности и защите. Например: «Полезные продукты: топ-10 главных героев ежедневного меню», «топ-10 продуктов для здорового питания», “如果突然出现这5种现象, 您的手机多半被监视了! 被人监视怎么办?” (Если такие 5 явления появляются внезапно, ваш мобильный телефон, вероятно, находится под наблюдением! Что надо делать, если за Вами наблюдают?) Еще популярная тема – как быть богатым или успешным, которая соответствует 5-ому уровню пирамида Маслоу: самоактуализация. Например: «9 способов быстро разбогатеть», “改变命运的3个方法” (3 способа изменять судьбу). А в соцсети автор активно создает мотив читателя на 3-ем и 4-ом уровне пирамида: социальные потребности и потребности в самоуважении и признании, поскольку в соцсети читателя имеет способ, чтобы выражать свое мнение к статье прямо. В таком случае, автор намерено создать заголовок, который противоречит факту, с целью получить комментарий и критики читателя. Например: “5个大多数人都做不到的事情, 你能做到几个?” (Эти 5 движений большинство не можно выполнять. Сколько Вы можете делать?). «90 секретов, которые 90% людей не знают». Можно сказать, что на уровне создания мотива, листикл использует одинаковые способы, как кликбейт. По мнению ученых, особенно велика роль заголовка в интернет-изданиях, где заголовочный анонс принципиально влияет на пользовательский выбор и служит отправной навигационной точкой для дальнейшего чтения. Добиться эффективного речевого воздействия на адресата посредством элементов заголовка – значит не только отразить основное содержание текста (информативная функция), но и побудить читателя откликнуться действием, совершить поступок в русле

идей автора или разделить его эмоции (коммуникативная функция). [3, с. 153] Тем не менее, лингвистические характеристики листикла также совпадают с характеристиками кликбейта: активное использование указательных местоимений «этот», «эта», «эти»; преобладание обращения «ты»; несоответствие обыденного и удивительного; злоупотребление знаков препинания (многоточий, вопросительных и восклицательных знаков); гиперболизация; неполные предложения, передающие удивление или восторг. [4, с. 45]

Хотя листикл имеет много сходства с кликбейтом, листикл не всегда является символом кликбейта, поскольку его содержание все-таки представляет полезные информации и немножко соответствует ожиданию читателя в определенной степени. Но нужно отметить, что автор преувеличивает эффект информации или представляет ложную или пустую информацию намеренно, чтобы получить кликабельность. Тем не менее, существует листикл, содержащий субъективные мнения автора, которые не соответствуют ожиданием читателя, в таком случае, читатель будет чувствовать себя обманутый. Такая эмоция сделать читателя считать такие статьи – кликбет. Неизбежно, листикл также использует одинаковые обманный метод и стратегии стимулирования мотива читателя, как кликбейт.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дементьев В. В. Заголовки с цифрами в интернет-медиа: лингвистические и прагматические характеристики // Вестник Томского государственного университета. Филология. 2020. №63. С. 5-27.
2. Богданова Д. А. Кликбейты и листиклы – современные приемы подачи информации онлайн-медиа // Народное образование. 2019. №4 (1475). С. 203-210.
3. Агеева Г.А., Смышляева В.А. Кликбейт: этимология, семантика, средства выражения // Молодежный вестник ИрГТУ. 2019. №1(9). С. 153-158.
4. Николаева А.В. Кликбейт в СМИ / А.В. Николаева//Русская речь. 2018. № 3. С.43-47

Шао Сыцзя (Китай)

Российский университет дружбы народов, г. Москва

Научный руководитель: Коренкова Татьяна Викторовна, доцент

## **СВЯЗЬ МЕЖДУ ОБРАЗОМ «ЧУДИКА» И АРХЕТИПОМ ЮРОДСТВА**

В этой статье рассматривается связь между образом «чудиком» в произведениях В. Шукшина и архетипом юродства. «Чудик» является самым заметным образом у В. Шукшина. Нам кажется, у «чудиков» и юродства тесная связь. В. Шукшин выразил свои важные мысли через «чудики». В таких «чудиках» В. Шукшин достаточно обращал внимание к феномену юродства.

Юродство, прежде всего, национальное явление. Н. Бердяев считает, что в русской религиозной духовной культуре преобладает не героизм, – а жертвенность: «Подвиг непротivления –русский подвиг. Оproщение и уничтожение –русские черты. Также характерно для русской религиозности юродство –принятие поношения от людей, посмеяние миру, вызов миру» [1. С.47]. Это качество можно увидеть в рассказах В. Шукшина «Штрихи к портрету», «Упорный», «Психопат» и т. д.

Согласно американскому учёному Томпсону, закон юродства состоит из пяти групп антиномических понятий: мудрость – глупость, чистота – грязь, традиция – беспочвенности, кроткий – наглый, насмешка – уважения. [2. С.26]. У «чудиков» Шукшина есть такие противоречивые особенности. В этой части мы считаем, что традиция – беспочвенности, кроткий – наглый, насмешка – уважения принадлежат к категории образа жизни, а мудрость – глупость, чистота – грязь принадлежат к категории духовной специфики. Мы предполагаем исследовать связь между образами произведения Шукшина и юродством со стороны духовной специфики и образа жизни.

### **1. Образ жизни**

Судя по внешним поведенческим характеристикам юродством и «чудиком», они имеют что –то общее сходство. Юродство сумасшедшие, глупые и ведут себя странно и безумно. «Чудик» тоже вели себя странно, часто делают то, что «нормальные люди» выглядели ненормально. Из следующих трех аспектов мы можем увидеть сходство между «чудиком» и юродством.

Традиция – беспочвенность

Юродство имеет свой язык, систему жестов, форму поведения, привязано к определённым сферам пространства. У него есть строгий ритуал и ясно только «посвящённым».

Беспочвенности юродства показывалось в образе «чудике» Шукшина. В «Залётный», у героя – Сани есть черты юродства, «Саня – человек очень странный, весь больной, весь изрезанный» [3. С.421]. Он живёт на краю деревни. Его характер юродства также отражён в его отношениях с миром – у него есть родные, но его близкие оставили его, и только брат его посылает ему немного денег. Кажется, ему нет места в этом мире. Думаем, что он на грани заброшенности. Маргинальность показывает бескомпромиссное предательство этого невежества в отношении ценности этого мира. Его зовут «залётный», это соответствует с принципами «беспочвенности» и «странствование», которые сказал Вань Чжигэн. «Беспочвенности» обозначает бежать из личности и гнаться за смысл. [4. С.79]. Стремиться к само существованию через изгнание добровольный. «странствование» – это представление о ментальном состоянии человеческого существования, это побег и трансцендентность светского порядка, растаптывание – трансцендентность всех светских отношений. [5. С.84]. У него нет семьи, всегда скитаться. Его поведение, как и поведение юродства, является добровольным изгнанием.

Кроткий –наглый

В рассказе «Штрихи к портрету, «чудик» Князев пригласил спортсменов посетить его дом с улыбкой, мирно. Когда муж требовательно посмотрел его, он чуть струсил, оставил весёлость, и Князев просто, кротко посмотрел на хозяина, и простил. Но когда он услышал чутким слухом, он сразу сердился. Когда он рассказывает с пареной о свободное время, молодой человек бил его, и он закричал, вырвался. Когда он закончил свой труд, он собрал тетради и пошёл на почту – отсылать в центр. Но знакомая женщина смотрела его с противном жалостливым участием, всё взорвалось в Князеве злым протестом, всё вскипело волной гнева. Он закричал неприлично, и с мстительным злорадным чувством, он хотел собрать свои тетради, но Сергей Николаич крепко положил на них ладонь, он закричал громче и толкнул Сергея в грудь.

Насмешка – уважения

«Люди уважают и боятся юродства с одной стороны, а и смеются с другой» [6. С.35] – сказал Томпсон. В рассказе «Залётный», он был добрый человек. Женщины любят его. Но, бабы замужние возненавидели Саню с того самого дня, как он только появился в деревне. И его даже побаивались.

Хотя люди иногда восхищаются юродством, но они часто пренебрегают и игнорируют их основные потребности. Поэтому Томпсон сказал: «Под покровом восхищения Русского общества юродством, конечно, есть слезы». [7. С.15]. «Чудик», созданный Шукшиным, несомненно,

также отражает цвет трагедии и комедии: во – первых, какое – то необоснованное поведение «чудика» также смешно и заставляет людей смеяться: во – вторых, их исследование и погоня благородны. Но это было неэффективно, с самого начала суждено было провалиться, и оно должно было закончиться трагедией.

## 2. Духовная специфика

Судя по духовной сущности, юродство и «чудик» имеют внутренние сходства.

### Мудрость – глупость

Юродство – странность, уродство по сравнению с нормой поведения, принятой в обществе. Создание этого образа в литературе нового времени опиралось на длительную национальную демократическую традицию. Юродство воплотил диалектику глупость и мудрости. Юродство хорошо отразил категорию странности, человек «не от мира сего».

Отдельные черты юродства широко встречаются уже в раннем творчестве Шукшина, но эти черты не имеют системного характера. Пишет Шукшин в статье «Нравственность её правда»: «Есть на Руси, ещё тип человека, в котором время, правда времени вопиет так же неистово, как в гении, так терпеливо, как в талантливом, так же потаённо и неистребимо, как в мыслящем умном... Человек – этот – дурачок. Это давно заметили ( юродивые, кликуши, странники и не от мира сего – много их было в русской литературе, в преданиях народных, венчиках... [8. С.403]. Но явление юродство не только связано с глупостью, но и связано с мудростью. Они обычно предсказывают правду, они знают больше, чем других.

В рассказе «Штрихи к портрету» он потратил семь лет, чтобы завершить своё видение о государстве. Мелочи жизни могут заставить его задуматься, и он использует очень яркие метафоры, объясняя свои идеи, эти показали его мудрость. Глупость в том, что не умеет пригласить людей в гости, заставляет людей чувствовать себя некомфортно, и он быть слишком правдивыми в жизни, добавляет в свою жизнь много неприятностей и боли.

### Чистота – грязь

В «Залётный», его болезнь – это относительно его грязь, всевозможные болезни и его алкоголизм. Вот где его грязь, но его духовный мир чист. Его близкие оставили его, но он не жаловался. Ни самым даже скрытым образом не жаловался, он слишком добрый, считает, что он мешает других. Его чистота также связана с его странствованием, как сказал Томпсон: «Вполне вероятно, что странствование находится в гармонии с духовной чистотой и глубиной». [9. С.206].

Хотя между «чудиком» и юродством есть много общего, но различия между ними также очевидны. У «чудиков» нет таких функций, например, священного невежества, чтобы разоблачить этот мир, и они не умеют пророчество, и они никогда не мучают себя. В то же время им не хватает амбивалентности типичного юродства, у «чудиков» нет высокомерии, они не насмешат по отношению к окружающим людям. Истинное юродство – это человек, который разорвал все социальные отношения и не может иметь постоянную работу. У большинства «чудиков» в произведениях Шукшина есть работа. Персонажи в произведениях Шукшина нельзя назвать юродством в прямом смысле, главная причина в том, что они не проявляют никакого религиозного сознания или испытывают недостаток в религиозных мотивах. У истинного юродства должны быть глубокие религиозные призывы, ради Христа. Это одна из важнейших характеристик юродства. И светский образ «чудиков» вполне очевиден.

Глядя на юродивые образы в русской литературе, большинство из них соответствуют закону юродства, предложенному Томпсоном. Эти характеристики образуют основной образ юродства в русской литературе. Они отражены во всех аспектах русской культуры, от национального характера до литературного творчества. Понимание этих характеристик, несомненно, поможет нам углубить наше понимание о России. Влияние культуры юродства на русский характер и русский дух проникло в литературные произведения и установило некоторые ценности для человечества. Эти стандарты поведения и духовные характеры получены в уникальной группе персонажей «чудиков», фигурирующих в творении Шукшина. При полном отображении изображение «чудика» является типичным литературным примером явления юродства.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бердяев Н. А. Русская идея. Основные проблемы русской мысли 19 века и начала 20 века, о России и русской философской культуре. М., 1990. С.47
2. 汤普逊. 理解俄国: 俄国文化中的圣愚 [M]. 杨德友译. 北京: 生活·读书·新知三联书店/牛津大学出版社, 1998: 26.
3. Малое собрание сочинений/ Василий Шукшин. –СПБ. Азбука, Азбука –Аттикус, 2017.С 421.
4. 王志耕.圣愚之维: 俄罗斯文学经典的一种文化阐释[M]. 北京: 北京大学出版社.2013: 79.
5. 王志耕.圣愚之维: 俄罗斯文学经典的一种文化阐释[M]. 北京: 北京大学出版社.2013: 84.

6. 汤普逊. 理解俄国: 俄国文化中的圣愚 [M]. 杨德友译. 北京: 生活·读书·新知三联书店/牛津大学出版社, 1998: 35.
7. 汤普逊. 理解俄国: 俄国文化中的圣愚 [M]. 杨德友译. 北京: 生活·读书·新知三联书店/牛津大学出版社, 1998: 15.
8. Шукшин В. М. Нравственность есть Правда // Шукшин В. М. Собрание сочинений в пяти томах. – Б.: «Венда», 1992. – Переиздание – Е.: ИПП «Уральский рабочий». Т. 5. Рассказы, публицистика – С. 403.
9. 汤普逊. 理解俄国: 俄国文化中的圣愚 [M]. 杨德友译. 北京: 生活·读书·新知三联书店/牛津大学出版社, 1998: 206.

Ши Линь (Китай)

Казанский (Приволжский) федеральный университет; Казань

Научный руководитель; Урунова Раиса Джавхаровна,  
д-р филол. наук, профессор

### **ГУМАНИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ПРОЦЕССЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ЛИНГВИСТИКИ**

Лингвистика является обязательным курсом для изучающих язык и литературу и играет незаменимую роль в улучшении способностей студентов к научным исследованиям и инновациям. Согласно опросам студентов о характеристиках языковых курсов, многие преподаватели проводят полезные обсуждения с разных точек зрения таких вопросов, как позиционирование курса, выбор и организация содержания курса, улучшение методов обучения и другие. Эти обсуждения достигают определенных успешных результатов. Чтобы действительно улучшить качество преподавания лингвистического курса и добиться всестороннего улучшения качества и развития студентов, в дополнение к постоянной корректировке режима и методов обучения, следует реформировать сам курс и придать ему гуманистическое качество. Общий гуманистический подход образования должен быть внедрен и в преподавание курса лингвистики. Благодаря этому студенты унаследуют богатые и прекрасные культурные традиции, что улучшит их учебную инициативу и значительно повысит их творческий потенциал. Приобщая студентов колледжей к профессиональным знаниям на курсах лингвистики, мы можем добиться повышения гуманистического качества образования, если подойдем к этому с двух сторон.

Во время занятий необходимо правильно представлять достижения известных ученых-лингвистов и освещать их личностные качества, чтобы влиять на гуманистические взгляды студентов.

В мире много мастеров лингвистики, имеющих строгий академический подход к своим исследованиям, и нашего изучения достойны не только их способы преподавания, но и их отношение ко всем людям, дух уважения к учителям. Говоря о лингвистических теориях, точках зрения, методах и трудах, преподаватель может так представить дела некоторых известных людей, что учащиеся смогут правильно понять их академический дух, академические методы и жизненные установки, что окажет тонкое влияние на гуманистическое мышление студентов. Например, говоря об истории исследования китайской грамматики, можно использовать первую работу этого направления в Китае – «Новая книга грамматики Гоюй», в которой в качестве объекта исследования выступает местный китайский язык. Автор этого труда Ли Цзиньси обладает одной очень характерной чертой в методике обучения, которая характеризует его как настойчивого в делах человека. Этот дух Ли Цзиньси пронес через всю свою жизнь. Что бы он ни делал – неважно большое или маленькое – в его делах всегда есть начало и обязательно есть конец. Независимо от того, с какой жизненной ситуацией он сталкивается, он может настойчиво исследовать, многократно практиковать и продолжать думать об исследовании. Руководствуясь именно этим академическим подходом, он написал свою «Новую книгу грамматики Гоюй», которая занимает важное место в истории китайской лингвистики и в свое время эффективно способствовала стандартизации современного китайского языка. В процессе обучения языкам можно использовать поступки ученых для воспитания у студентов гуманистических качеств. При этом преподавателю следует обращать внимание на то, чтобы поступки ученых для примера были типичными и уместными. Конечно, надо помнить, что знакомство с замечательными учеными не должно занимать слишком много времени на занятиях, так как это помешает усвоению профессиональных знаний и отработке профессиональных навыков. В то же время учащимся следует внушить, что предмет нашего изучения является духом ученых, и что мы должны не слепо подражать им, а действовать подобно им шаг за шагом в соответствии с реальной ситуацией.

2. «Заветы и дела» лектора – самый прямой способ воспитания у студентов гуманистических качеств.

Собственное поведение учителя также играет важную роль в гуманистическом воспитании учащихся. Слова и поступки преподавателей курсов языкознания будут иметь непосредственное влияние на студентов. Профессиональные лекторы курсов языкознания сами должны иметь

высокий уровень гуманистических качеств. И в этом плане необходимо учесть, что слова и поступки преподавателей будут иметь непосредственное влияние на студентов, поэтому они должны иметь высокий уровень не только профессионализма, но и человеческих качеств. Профессиональные преподаватели языкознания в первую очередь должны обладать следующими гуманистическими качествами:

1. Понимать и принимать всю степень важности воспитательной миссии и иметь чувство ответственности.

2. Испытывать постоянное стремление к идеалам гуманистического воспитания.

3. Активно осуществлять образование и поддерживать стремление к гуманизму у своих учащихся.

4. Относиться к учащимся с терпимостью.

5. Регулярно внедрять гуманистическое воспитание в процесс преподавания профессиональных лингвистических курсов.

Помимо обучения профессиональным знаниям, преподаватель также оказывает на своих студентов разностороннее в том числе и человеческое влияние.

Курсы лингвистики имеют очень богатые гуманистические коннотации и это делает их очень важным ресурсом гуманистического образования. Преподаватели должны не только «учить», но и «воспитывать учеников», поэтому у них есть возможность и хорошие условия, чтобы осуществлять гуманистическое образование на курсах языкознания.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гао Фэн: Предварительное исследование принципов преподавания курса «Введение в лингвистику». Китайское исследование высшего образования, 2006.8.
2. Цзун Шоуюнь: Использование интересного корпуса в преподавании современного китайского языка, Журнал Хуайбэйского угольного педагогического университета (издание социальных наук), 2003.3.
3. Чжан Шилин: Уроки прошлого М. В Пекине: Издательство Чжаохуа, 2000.
4. Сюй Хуньянь: история лингвиста. М.Пекин: China Economic Publishing.Общество, 2005.9.
5. Цинь\_Цзяньхун, И Цинсонг: О значении, ценности и пути развития гуманистического духа, Журнал Университета Ичуня (издание социальных наук), 2007.3.

6. Чжан Айминь и др.: Люди легкие, как хризантемы – лингвист М.Ляо Сюйдун, Нанкин: Издательство Нанкинского университета, 2002.

# **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ** **СОЦИАЛЬНО-ГУМАНИТАРНЫХ НАУК**

Агнимел Мемел Алекс Паул Артур (Кот Д'Ивуар)

Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград

Научный руководитель: Огаркова Елена Владимировна,  
канд. ист. наук, доцент

## **ВОЛГОГРАД – ЦЕНТР ОБЩЕСТВЕННОЙ ДИПЛОМАТИИ В РОССИИ**

Сфера моих профессиональных интересов, как студента второго курса магистратуры международного публичного права из республики Кот Дивуар – дипломатические отношения. Дипломатия – это наука и практика дипломатических отношений, это организация политических обменов между государствами и правительствами в целях обеспечения мирного сотрудничества или восстановления мира после этапа конфликта. Дипломатия имеет миссии, принципы и классификацию. Как основную миссию дипломатии я выделяю цель объединить волонтеров, государства и правительства через каналы обмена мнениями и равноправный диалог. Дипломатия защищает глобальное политическое равновесие, как основу глобальной стабильности. Она должна защищать международную правовую основу от любых односторонних международных правовых действий. Среди принципов дипломатии наиболее актуальными являются принцип коллективной ответственности государств за сохранение мира и предотвращение войны, и принцип международного сотрудничества в деле продвижения социального и экономического прогресса.

В рамках моих исследований международного публичного права у меня была возможность получить уроки геополитики на политическом факультете университета Кокоди Абиджана. Курс по геополитике позволил мне сделать три вывода:

1. Мир все больше сталкивается с глобальными проблемами.
2. Для решения этих проблем необходима совместная координация своих действий всех стран мира.
3. Наиболее эффективный инструмент для достижения этого сотрудничества – дипломатия.

С пониманием этих выводов мой интерес к изучению дипломатии усилился. После поступления на факультет подготовки иностранных специалистов Волгоградского государственного технического университета и знакомства с историей города Волгограда, я заинтересовался феноменом городов-побратимов, как одним из проявлений международной общественной дипломатии.

В сфере международных отношений выражение «общественная дипломатия» появилось в середине 1960-х годов для описания проведения внешней политики, обращенной к иностранным гражданам.

В широком аспекте общественная дипломатия обозначает отношения государства с гражданами других стран, в узком аспекте, это процесс общения правительства с иностранной аудиторией с целью достижения понимания идей и идеалов собственной страны, её институтов и культуры, а также её международных целей и её текущей политической ориентации.

Формы общественной дипломатии.

По мнению Сигнатуера по состоянию на 1995 год существовало две формы общественной дипломатии, зависящие от их основных функций:

1. «Ecole dur» (жесткая школа)

Определяет общественную дипломатию, которая применяется для объяснения или защиты конкретной позиции или поведения правительства в краткосрочной перспективе

2. «Ecole souple» (гибкая школа)

Определяет общественную дипломатию, которая применяется для создания долгосрочных отношений взаимопонимания, основанных на восприятии общества.

Можно сформулировать три вида целей общественной дипломатии: политические, экономические, культурные, включающие в себя и образовательные.

1. Политическая цель – создание хорошей репутации за рубежом для достижения целей внешней политики.
2. Экономическая цель – увеличение экономического роста через силу притяжения, туризма, инвестиций.
3. Культурные и образовательные цели – стимулирование интеллектуальных и культурных обменов.

Одним из способов реализации целей общественной дипломатии является движение городов-побратимов. Побратимство – это механизм обмена, партнерства между двумя городами, которые обычно не расположены в одной стране. В более ограниченном аспекте, города-побратимы объединяются в целях создания формы кооперации в области культуры, наследия, туризма или образования.

Движение городов-побратимов начинается ещё в XIX, но оно сильно расширилось после II-й Мировой войны.

Город Волгоград имеет обширные побратимские связи со многими городами мира. Это 21 город в Европе, Азии, Африке. Город Сталинград (современное название – Волгоград) является символом борьбы с фашизмом и символом способности человечества к возрождению. Имя «Сталинград» широко известно. Поэтому российский город Волгоград привлекал и привлекает интерес общественности зарубежных городов, стремящихся к миру и прогрессу.

Однако мотивация установления побратимских связей изменялась на протяжении более 80 лет со времени II мировой войны. Если сгруппировать города-побратимы Волгограда по хронологии установления связей, то мы увидим, что:

- в 1940-е – 1950-е были установлены официально побратимские связи с Ковентри (Великобритания, 1944г.); Кеки (Финляндия, 1953г.); Льежем (Бельгия, 1959г.); Дижоном (Франция, 1959г.)
- в 1960-е – 1980-е годы – с Турином (Италия, 1961); Порт-Саидом (Египет, 1961г.); Хиросимой (Япония, 1972).
- в постсоветский период с конца 1980-х до современности установлено наибольшее число побратимских связей Волгограда: Ченнаи (Индия, 1996); Кёльн (Германия, 1988); Хемнитц (Германия, 1988); Кливленд (США, 1990); Цзилинь (Китай, 1994); Ереван (Армения, 1998); Крушевиц (Сербия, 1999г.); Русе (Болгария, 2001); Плоньск (Польша, 2008); Олевано-Романо (Италия, 2011); Измир (Турция, 2011) Чэнду (Китай, 2011); Ортона (Италия, 2014); Цуйсузин (Китай, 2020) [1].

Если проанализировать мотивации зарубежных городов, установивших побратимские связи с известным российским городом, то можно выделить несколько аспектов.

Базой для закрепления взаимопомощи и моральной поддержки между городами стали события II Мировой войны. Мэр английского Ковентри в октябре 1942 года прислал в Сталинград телеграмму. Там были слова: «Жители Ковентри никогда не забудут жертв, принесенных Сталинградом, и выражают вам, сталинградцам, чувство своей симпатии и восхищения вашим мужеством...» [2]. Человечеству потребовалось противопоставить что-то тотальному военному разрушению и уничтожению. Помощь Сталинграду в период с 1942 по 1950-е годы, стала образцом для создания многих международных организаций, например, ВФПГ, Всемирного союза городов-героев и жертв войны, городов мира [3, с. 359].

То, что имя Сталинград было широко известно в мире, способствовало поддержке таких инициатив Советского Союза, выдвинутых от имени Сталинграда, как идея запрета использовать ядерное и водородное оружие, поддержанная в ООН [4, с. 126].

В послевоенные годы в общении между городами был сделан акцент на экономическое партнерство. Не случайно было много обменов делегациями рабочих предприятий, близких по своему профилю.

Развитие побратимских связей Волгограда обрело новый импульс в начале XXI века. Это было обусловлено несколькими причинами. Во-первых, активной внешнеполитической деятельностью регионов России в поиске новых экономических партнёров за рубежом. Культурное сотрудничество предшествует или следует за торговыми сделками.

Во-вторых, переосмысление истории II Мировой войны в европейских странах (была очень популярна идея «примирение над могилами»). Это вызвало всплеск интенсивности общественных и научных контактов с Волгоградом. Это касается таких стран, как Германия, Италия, Венгрия, Румыния. Бывшие противники СССР стремились изменить негативный имидж в России.

Третье, в XXI веке гуманитарная миссия «народной дипломатии» приобрела новое звучание. Из-за конфликтов в «горячих точках» планеты снова появились города-жертвы. Как когда-то, в далёкие 1940-е годы, Сталинграду протянули руку помощи, так теперь Волгоград оказывает материальную помощь и духовную поддержку городам-жертвам войны и политических конфликтов: Севастополь, Донецк, Луганск, Алеппо. Многие страны, которые ищут поддержку у РФ, используют авторитет движения побратимства, например, оказавшийся в изоляции Иран.

В-четвёртых, усиление восточного вектора внешней политики России, перспективы азиатского, ближневосточного, и африканского экономического партнерства, привели к увеличению контактов с деятелями науки и культуры, студенческой молодежью и предпринимателями из Китая, Ирана, Сирии, Южной Кореи, Египта, Турции и других стран.

В настоящее время партнёрские связи, перерастающие в юридически оформленные договора о побратимстве, находятся в постоянном изменении. Как и ранее бывают периоды оживления и периоды «охлаждения» побратимских связей. Это живой, динамичный процесс актуальной международной деятельности Волгоградского региона.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Администрация города Волгограда [Электронный ресурс] // URL: <https://volgadmin.ru/> (дата обращения: 20.03.2023)
1. Ковалева Е.А. Сталинград – Волгоград в движении породненных городов во второй половине XX века [Электронный ресурс] // Электронный научно-образовательный журнал ВГСПУ «Грани познания». – №03(37). – Апрель 2015. // URL: [www.grani.vspu.ru](http://www.grani.vspu.ru) (дата обращения: 20.03.2023)
2. Непомнящий Т., М. Песляк. В дружбе с городами. – М.: «Юридическая литература», 1987. – 368 с.
3. Максимов В.Б. Образование Всемирной Федерации породненных городов и начало её деятельности // Вестник Волгоградского государственного университета. – Сер. 4. История. – 2011. – №1 (19). – С. 120-127.

Богдановска Александра (Македония)

Высшая школа экономики, г. Москва

Научный руководитель: Иваненко Анастасия Андреевна, преподаватель

### **ЭТНОЦЕНТРИЗМ В УСЛОВИЯХ (НЕ)ПРИНЯТИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ОГРИДСКОГО РАМОЧНОГО СОГЛАШЕНИЯ СРЕДИ МАКЕДОНСКИХ СТУДЕНТОВ РАЗНОЙ ЭТНИЧЕСКОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ**

Требования некоторых этнических сообществ по продвижению своих прав не всегда находят возможности для мирного проявления. Примером такого прецедента является военный конфликт между албанцами и македонцами в Македонии в 2001 г. Его результатом стало усиление этнических прав албанцев по итогам принятия Огридского рамочного соглашения 13 августа 2001 г. Целью данного соглашения являлось «содействие мирному и гармоничному развитию гражданского общества при уважении этнической самобытности и интересов всех граждан Македонии» [1].

В начале 2001 года Народно-освободительная армия (ОНА, или известная также как УЧК) осуществила вооруженное нападение на северо-западные районы Македонии. Эта организация возникла из Армии освобождения Косово (ОАК), которая проводила военные действия на территории Сербии с целью предоставить независимость

Косово. Еще одним катализатором военного конфликта стали 250 000 косовских мигрантов, релоцировавшихся из-за сербско-косовской войны 1999 г. Из-за экономического спада, а также паники в СМИ в обществе сложилось общее мнение, что македонцы не способны защитить себя. Мнения о возможности самообороны среди представителей власти разделились. Однако через два месяца в марте 2001 г. македонские власти предприняли серьезные военно-оборонительные меры. В последующие несколько месяцев македонцам удалось самостоятельно отстоять значительную часть атакованных территорий, но по неизвестным причинам для разрешения военного конфликта была запрошена помощь НАТО [2]. Именно тогда, при их посредничестве, было составлено Охридское рамочное соглашение.

Что на самом деле было достигнуто этим соглашением? Для начала отметим, что усилилась ответственность местного самоуправления. В частности, в каждом муниципалитете, где число граждан из албанской этнической общины достигало не менее 20%, вторым официальным языком муниципалитета должен был стать албанский. Занятость в государственном управлении становилась «недискриминационной» за счет «обеспечения справедливого представительства сообществ во всех центральных и местных государственных органах и на всех уровнях занятости в этих органах». Соглашение также предусматривало двойное большинство при принятии законов о местном самоуправлении и конституционных поправок. В отношении образования были предоставлены следующие привилегии: преподавание на албанском языке в начальных, средних и высших учебных заведениях, а также позитивная дискриминация этнических меньшинств при приеме в государственные университеты.

Хотя среди этнических албанцев была выявлена тенденция считать быстрое выполнение Охридского рамочного соглашения благоприятным [3], этнические македонцы восприняли это как «серьезную потерю безопасности» [4]. В целом восприятие соглашения свелось к тому, что этнические албанцы стали победителями, а этнические македонцы – проигравшими. Особенно недовольны были македонцы, которые в целом воспринимают соглашение как недемократический документ, который, вместо того, чтобы интегрировать их в сосуществование, разжигает негативные отношения между общинами [5].

Охридское рамочное соглашение было заключено всего через десять лет после обретения Македонией независимости, что объясняет массовое возмущение со стороны этнических македонцев, которые в этот период еще не построили свою гражданскую идентичность. Они заявляли, что

боятся потерять государство, ставшее независимым после огромных усилий на протяжении всей национальной истории. В обществе доминировали сообщения «мы против них», газеты охарактеризовали Рамочное соглашение как «роковую уступку терроризму». Общее впечатление заключалось в том, что реальными целями этнических албанцев было приобретение территорий, а не прав [6].

В данном исследовании будет рассмотрен этноцентризм между двумя этническими общностями студентов, т.е. между албанцами и македонцами. Этноцентризм в работе мы определяем как представление о собственной этнической общности, которая является высшей, наилучшей, общиной, заслуживающей благополучия, иногда даже за счет угнетение других сообществ. Объяснить этноцентризм можно с помощью трех теорий:

1. Теория самокатегоризации [7], объясняющая мотив категоризации, т.е. определение себя как члена группы. Самоотнесение к определенной категории объясняется боязнью обезличивания из-за ощущения, что «я как личность» – легко заменяемый субъект внутри группы. Именно поэтому большее значение придается группе как носителю «таких, как я» [8].

2. Теория социальной идентичности [9], которая объясняет самокатегоризацию существованием других групп и использованием собственной группы в качестве ориентира. Согласно этой теории, этноцентризм рождается из потребности сравнивать свою собственную группу с другими, к которым он не принадлежит, и потребности приписывать превосходство своей группе из-за постоянного взаимодействия с «другой» группой [8], [5].

3. Теория конфликта реальности Шерифа [10], которая утверждает, что определенные эмоциональные события могут влиять на людей так, что они начинают воспринимать свою собственную группу как более важную. Это усиливает межгрупповой этноцентризм и межгрупповые предубеждения [8]. Для этого должна существовать реальная общая угроза или нехватка ресурсов, что и имело место в ситуации упомянутого военного конфликта в 2001 г. В то время наблюдалась нехватка государственного бюджета в размере -4,5% [11]; [12], высокий уровень безработицы в 30,5% [13] и другие социально-экономические факторы, затрудняющие готовность делиться ресурсами с другими социальными группами. Обычно данной теорией объясняются предрассудки, но некоторые авторы считают, что этноцентризм тоже можно объяснить с помощью этой теории [8], [14].

Исследования показывают, что модераторной переменной в прогнозировании этноцентрических установок является статус большинства/меньшинства группы, а также, что этнические албанцы более этноцентричны, чем этнические македонцы [5]. Кроме того, этнические меньшинства более этноцентричны, чем этническое большинство [15]. Другое исследование показало, что исторические события могут опосредовать различия в уровнях этноцентризма [16], [17]. Согласно [18], этнические меньшинства в независимых государствах после распада бывшей Югославии больше привязаны к тем странам, в которых их этническая группа является доминирующей, чем к стране, в которой они живут.

Цель данного исследования - изучить взаимосвязь между этноцентризмом и предполагаемыми последствиями вооруженных конфликтов, произошедших среди двух этнических общностей. Гипотеза 1 утверждает, что албанские студенты более этноцентричны, чем македонские. Гипотеза 2 утверждает, что албанские студенты более этноцентричны в условиях принятия последствий Охридского рамочного соглашения, а македонские студенты более этноцентричны в условиях неприятия его последствий.

В исследовании использовалась целевая выборка, состоящая из студентов в возрасте от 20 до 23 лет факультета информационных наук и вычислительной техники (ФИНКИ) Университета «Святых Кирилла и Мефодия» (УКИМ) в Скопье, а также студентов в возрасте от 19 до 23 лет (и один респондент в возрасте 40 лет) с факультета информационных наук Тетовского университета в Тетове. Все студенты заполняли опросник в Google Forms.

Для измерения уровня этноцентризма использовался опросник Бизумича [19] «The Ethnocentrism Scale». Эта анкета содержит двенадцать утверждений, и согласие с которыми выражается ответами по шкале Лайкерта от 1 (совсем не согласен/на) до 9 (полностью согласен/на). Более высокий балл по каждому пункту означает более высокое согласие с утверждением, а более высокий суммарный балл в опроснике указывает на более высокий этноцентризм. Также, помимо этого, для целей исследования был построен инструмент самоотчета, который подсчитывал семь утверждений, согласие с которыми выражалось ответами по шкале от 1 (совсем не согласен/на) до 4 (полностью согласен/на). Более высокий суммарный балл по инструменту свидетельствует о более позитивном отношении к исходу конфликта 2001 г. и наоборот. Общий балл по обоим инструментам рассчитывается как сумма баллов по всем пунктам. Инструменты были подготовлены в двух языковых версиях (на македонском и албанском) и выдавались на том языке, на котором велось обуче-

ние. Чтобы провести сравнение этноцентризма среди людей с более позитивным и более негативным отношением к исходу военного конфликта 2001 г., внутри как македонской, так и албанской групп мы провели еще одно подразделение: позитивное/негативное отношение к исходу конфликта. Так были сформированы четыре группы.

Македонские учащиеся ( $n=89$ ) набрали средний балл  $M=13.97$ ;  $SD=4.16$  по шкале, оценивающей отношение участников к исходу конфликта. Албанские студенты ( $n=54$ ) набрали средний балл  $M=17.75$ ;  $SD=3.38$ . Последние можно увидеть в *Таблице 1*. Для сравнения между албанской группой ( $M = 71.63$ ;  $SD = 14.20$ ) и македонской группой ( $M = 57.51$ ;  $SD = 15.30$ ) с точки зрения этноцентризма был применен t-тест для независимых групп. Оказалось, что албанские студенты статистически значимо более этноцентричны, чем македонские  $t(53)=37.07$ ;  $p < .001$ , что отражено в *Таблице 2*.

Таблица 1.

*Результаты отношения к исходу конфликта в 2001 г.*

	<b>n</b>	<b>min</b>	<b>max</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>
Македонцы	89	7	24	13.97	4.16
Албанцы	54	111	24	17.75	3.38

Таблица 2.

*Результаты шкалы этноцентризма (Bizumic, 2021)*

	<b>N</b>	<b>Min</b>	<b>max</b>	<b>M</b>	<b>SD</b>	<b>t(53)</b>	<b>P</b>
Македонцы	89	23	106	57.51	15.3	37.07	0.00
Албанцы	54	35	100	71.63	14.2		

Как в албанской, так и в македонской выборке студентов применялся t-тест для независимых групп для сравнения этноцентризма между участниками с более позитивным и более негативным отношением к исходу конфликта. В обеих группах не оказалось статистически значимой разницы. Более наглядно данные можно увидеть в *Таблице 3*.

Таблица 3.

*T-тест для независимых групп*

	<b>Положительные отношения</b>	<b>Отрицательные отношения</b>		
	<b>N</b>		<b>T</b>	<b>p</b>
Македонцы	42	47	4.64	0.79
Албанцы	25	26	3.91	0.29

Гипотеза исследования о том, что албанские студенты более этноцентричны, чем македонские, подтвердилась. Гипотеза о том, что албанские студенты более этноцентричны с точки зрения их положительного отношения к исходу конфликта 2011 года не подтвердилась. Помимо этого, не подтвердилась и гипотеза о том, что македонские студенты более этноцентричны с точки зрения их отрицательного отношения к исходу конфликта.

Результаты этой работы согласуются с результатами предыдущего исследования, которое показало, что этнические албанцы более этноцентричны, чем этнические македонцы [5], а также что этнические меньшинства более этноцентричны, чем этнические македонцы. В соответствии с теорией реальных конфликтов, исходы побед-проигрышей после политико-исторических изменений могут влиять на восприятие социальных групп. Однако результаты этого исследования не согласуются с теорией конфликта реальности, и разница в восприятии исхода конфликта не сопровождалась разницей в этноцентризме среди студентов.

Гипотеза 2 не подтвердилась, но это не означает, что исследование опровергло гипотезу. Количество участников в обеих выборках в настоящий момент невелико (всего 143 человека). Кроме того, в исследовании участвовали студенты, изучающие информатику. И на наш взгляд, такие респонденты могут отличаться от типичного студенческого контингента.

В дальнейших исследованиях планируется проверить нашу вторую гипотезу на более крупной и менее однородной выборке. В нашем исследовании использовался статистический анализ с использованием t-критерия независимых групп, но помимо него, будет оправданно в будущих выборках использовать двусторонний дисперсионный анализ, чтобы также получить представление об эффекте взаимодействия между этноцентризмом и восприятием исхода военного конфликта 2001 года.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рамковен Договор. (2001, август 13). Република Македонија.
2. Петровски, П. (2006). Сведоштва - 2001. АД печатница „Киро Дандаро“ Битола. P. 11-23; P. 121–139.
3. Ringdal, K., Simkus, A., & Listhaug, O. (2007). Disaggregating Public Opinion on the Ethnic Conflict in Macedonia. *International Journal of Sociology*, 37(3), P. 75–95. <http://www.jstor.org/stable/20628303> (28.03.2022)
4. Brunnbauer, U. (2002). The implementation of the Ohrid agreement: ethnic Macedonian resentments. *JEMIE – Journal on ethnopolitics and*

- minority issues in Europe, 1, P. 1-23 <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0168-ssoar-62155> (28.03.2022)
5. Petroska –Beshka V., Kenig, N., & Blazhevaska-Stoilkovska, B. (2017). Collectivism and right-wing authoritarianism as predictors of ethnocentric attitudes: the moderating role of majority/minority status. *Security Dialogues*, vol.8, 1-2, P. 519–532.
  6. Engström, J. (2002). The Power of Perception: The Impact of the Macedonian Question on Inter-ethnic Relations in the Republic of Macedonia. *The Global Review of Ethnopolitics*. P. 3–17.
  7. Turner, J. C., Hogg, M. A., Oakes, P. J., Reicher, S. D., & Wetherell, M. S. (1987). Rediscovering the social group: A self-categorization theory. *basil Blackwell*. P. 3–14 <https://doi.org/10.1111/j.2044-8309.1987.tb00799.x> (29.03.2022)
  8. Bizumic, B., & Duckitt, J. (2012). What is and is not ethnocentrism? A conceptual analysis and political implications. *Political Psychology*, 33(6), P. 887–909. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9221.2012.00907.x> (29.03.2022)
  9. Tajfel, H. and Turner, J.C. (1986) The Social Identity Theory of Intergroup Behavior. In: Worchel, S. and Austin, W.G., Eds., *Psychology of Intergroup Relation*, Hall Publishers, Chicago, P. 7-24.
  10. Sherif, M. (1966). In *common predicament: Social psychology of intergroup conflict and cooperation*. Houghton Mifflin, p. 63–95
  11. Бруто-домашен производ на Република Македонија. (2012, октомври 10). Државен завод за статистик.
  12. Ревидирана програма за реформи во вработувањето и социјалната политика 2022. (2019, декември). Министерство за труд и социјална политика.
  13. Ibraimi, A., Sadiku, L., & Sadiku, M. (2015). Econometric Estimation of the Relationship between Unemployment Rate and Economic Growth of FYR of Macedonia. *Procedia Economics and Finance*, Volume 19, P. 69-81, [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(15\)00009-X](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(15)00009-X).
  14. Crandall, C. S., Schaller, M., & Pettigrew, T. F. (2005). *Social Psychology of prejudice: Historical and contemporary issues*. Lewinian Press. P. 79-93.
  15. Bizumic, B., Monaghan, C., & Priest, D. (2020). The return of ethnocentrism. *Political Psychology*, 42(S1), P. 29–73. <https://doi.org/10.1111/pops.12710> (28.03.2022)
  16. Lin, Y., Rancer, A. S., & Trimbitas, O. (2005). Ethnocentrism and intercultural-willingness-to-communicate: A cross-cultural comparison between Romanian and US American college students. *Journal of intercultural Communication*, 34(2), P. 138-151.

17. Biro, M., Mihic, V., Milin, P. & Logar, S. (2002). Did socio-political changes in Serbia change the level of authoritarianism and ethnocentrism of citizens? *Psihologija*, 2002, Vol. 35 (1-2), P. 37-47.
18. Pratto, F., Žeželj, I., Maloku, E., Turjačanin, V., & Branković, M. (Eds.). (2017). *Shaping social identities after violent conflict: Youth in the Western Balkans*. Springer. DOI 10.1007/978-3-319-62021-3
19. Bizumic, B. (2021). *The Ethnocentrism Scale*. Research School Psychology, the Australian National University. [https://www.academia.edu/47756627/The\\_Ethnocentrism\\_Scale](https://www.academia.edu/47756627/The_Ethnocentrism_Scale) (04.04.2022)

Гао Аоцзе (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КИТАЙСКИХ И РОССИЙСКИХ КУЛЬТУРНЫХ ОЧКОВ**

Культурные очки подразумевают, что культурные традиции, ценности и представления, которых придерживаются люди, в определенной степени влияют на их восприятие и понимание мира. Влияние культурных очков на людей в современном обществе настолько глубоко, что людям необходимо обратить на это внимание и сосредоточиться на этом, попытаться избавиться от своих собственных культурных очков и расширить свое восприятие и горизонты.

Существуют значительные различия в культурных зрелищах китайцев и русских, и эти различия в основном обусловлены различиями в истории и культурных традициях двух стран, их социальных системах и ценностях, а также в принятии внешних культур и влиянии на них. Однако с развитием глобализации культурные очки двух стран постепенно сближаются и смешиваются.

### **1. Влияние истории и культурных традиций**

И Китай, и Россия – страны с многовековой историей и великолепными культурными традициями, которые оказали глубокое влияние на образ мышления, ценности и поведение их народов. Различные особенности истории и культурных традиций двух стран также привели к различиям в культурных очках двух народов. В то время как китайцы сосредоточены на наследовании и продвижении традиционной культуры, такой как конфуцианство и пути Конфуция и Менция, русские уделяют больше внимания передаче и продвижению истории страны и культурного наследия, такого как православная культура и русская литература.

В китайской культуре люди склонны уважать авторитеты и традиционную культуру и придают большое значение этикету и нормам, а также уважению к пожилым людям и сыновней почтительности. В российской культуре, с другой стороны, больше внимания уделяется свободе личности и самовыражению, а отношение к авторитетам и традиционной культуре, как правило, более открытое и либеральное.

## 2. Влияние социальных систем и ценностей

Социальные системы и ценности Китая и России сильно отличаются. Китай - социалистическая страна, в которой на первом месте стоят интересы народа и социальная справедливость, а Россия - демократическая капиталистическая страна, в которой на первом месте стоит свобода личности и рыночная экономика. Эта разница в социальных системах и ценностях привела к значительным различиям в культурных очках двух народов. Например, русские более открыты и либеральны, чем китайцы, когда речь идет об индивидуализме и либерализме, в то время как китайцы делают больший акцент на коллективизме и социальной стабильности.

### 2.1 Семейная культура

В то время как китайские культурные очки сосредоточены на коллективизме и семейных ценностях, российские культурные очки делают больший акцент на ценностях индивидуализма и свободы. Во время учебы и жизни в России я обнаружил, что русские больше сосредоточены на индивидуальной независимости и свободе и на защите своих личных интересов. В глазах россиян свобода и права личности очень важны, в то время как в китайской культуре свобода и права личности, как правило, больше ставятся на место коллективных и семейных интересов.

### 2.2 Коммуникация

Китайский язык – это иероглифическая письменность с упором на смысл и метафору, в то время как русский язык - это слоговая письменность с большим упором на фонетические и интонационные выражения. В общении и обмене мнениями между русским и китайским языками также существуют значительные различия в выражениях и языковых привычках. Например, в русском языке люди склонны выражать свои мысли более прямо и откровенно, в то время как в китайской культуре люди склонны к эвфемизму и косвенным выражениям. Такие культурные различия также могут создать множество проблем в межкультурной коммуникации и требуют постоянного изучения и понимания, чтобы способствовать развитию культурного обмена и сотрудничества.

### 2.3 Образование и мир труда

В Китае люди обычно придерживаются традиционных норм и ценностей, таких как уважение к старшим и авторитетам, сосредоточенность

на учебе и работе, в то время как в России люди могут быть более озабочены свободой и индивидуальным самовыражением. Что касается образования, то китайская система образования делает упор на учебу и результаты экзаменов, в то время как в России больше внимания уделяется самовыражению и творческому мышлению учащихся. Это культурное различие может также привести к разным результатам на рабочем месте, где китайцы могут больше сосредоточиться на серьезной и тяжелой работе, в то время как русские могут больше сосредоточиться на собственном мышлении и самоутверждении.

#### 2.4 Гастрономия, развлечения, досуг

В Китае культура питания очень красочна и сосредоточена на балансе цвета, формы и вкуса пищи. В России, напротив, люди сосредоточены на питательности и энергии пищи, а не на вкусе и оформлении. Что касается развлечений и отдыха, то китайцы предпочитают групповые занятия и социальные развлечения, такие как шопинг, просмотр фильмов, игра в карты и т.д., в то время как россияне предпочитают одиночные занятия и отдых на природе, такие как походы, рыбалка, катание на лыжах и т.д.

#### 3. Принятие и влияние на внешние культуры

Китай и Россия также различаются в принятии и влиянии на внешнюю культуру. Китай - открытая страна и активно впитывает иностранные культуры, такие как ханьюй пиньинь, западная экономика и современная наука и техника, которые оказали большое влияние на китайский образ мышления, стиль жизни и культурные очки. Россия, с другой стороны, относительно консервативна и отвергает иностранные культуры, например, в религии и искусстве, и россияне больше сосредоточены на своей традиционной культуре.

В целом, существуют значительные различия в культурных представлениях китайцев и россиян, и эти различия в основном обусловлены различиями в истории и культурных традициях двух стран, их социальных системах и ценностях, а также в принятии и влиянии на них внешних культур. Однако с развитием глобализации культурные очки двух стран постепенно сближаются и смешиваются.

Ду Бэньюй (Китай)

Российский государственный педагогический университет  
им. А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург

Научный руководитель: Владимирова Светлана Семеновна,  
канд. ист. наук, доцент

## **ОСОБЕННОСТИ КИТАЙСКОГО ДЕЛОВОГО ЭТИКЕТА (РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ)**

Деловая этика – это совокупность нравственных и моральных принципов и правил, которые должны быть присущи деловому человеку [2]. Они должны обязательно соблюдаться. Деловой этикет включает в себя, этикет беседы, переписку, телефонное общение, этикет костюма, офисный этикет, банкетный этикет, этикет визитки и так далее. Соблюдение этикетных правил способствует установлению между партнерами отношения дружелюбности, улучшает имидж делового персонала и предприятий, а также повышает чувство доверия между двумя сторонами общения. Таким образом, стандартный деловой этикет играет положительную роль в успешности коммуникации.

Под влиянием стремительного развития экономики глобального мира деловые обмены между странами становятся все теснее, что привело к постепенному формированию универсального международного делового этикета. Вместе с тем различные культуры оказывают взаимное влияние друг на друга и проникают в деловой этикет, что постоянно наполняет деловой этикет новым содержанием. Хотя деловой этикет в разных странах имеет много сходств и общих характеристик, он одновременно всегда имел множество этнических и региональных особенностей в силу разнообразия культур народов мира. Знание и учет особенностей делового этикета разных стран и народов в профессиональной деятельности является основой делового общения. Это поможет избежать недопонимания и даже конфликтов в деловой коммуникации.

Китай – страна с 5000-летней историей, и она очень традиционна. Страна имеет свою собственную церемониальную культуру, истоки которой берут свое начало у императорской династии. Во многом приверженность традициям сохраняется в Китае и сегодня. Поэтому ведение бизнеса с Китаем также требует знания «правил китайского этикета». Россиянам, которые планируют деловое общение с представителями китайской культуры, надо знать о правилах поведения в самых необходимых коммуникативных ситуациях: в ситуации знакомства, в ситуации дарения сувениров, а также об этикетных табу.

**Коммуникативная ситуация знакомства и приветствия.** При первой встрече для приветствия в китайской культуре принято просто обмениваться рукопожатиями, что соответствует европейской традиции. Следует обратить внимание на порядок рукопожатия: приоритет основывается на социальной иерархии и возрастном принципе. При приеме гостя, независимо от пола, женщина, принимающая гостя, должна проявить инициативу и пожать руку в знак приветствия гостя. Рукопожатие как жест приветствия в Китае характерен и для женщин, и для мужчины. Чтобы показать твердость женщины, ей достаточно сжать кончики пальцев мужчины. Похлопывания по плечу, крепкие объятия и тем более поцелуи с точки зрения китайского делового этикета неприемлемы. Не принято с незнакомыми или малознакомыми людьми целоваться и обниматься. В Китае принято называть друг друга по фамилии с обязательным указанием должности или профессионального звания. Это делается с целью персонифицировать обращение и продемонстрировать максимальное уважение.

**Деловые приемы.** Деловые приемы в Китае считаются самым важным событием в деловой жизни. В Китае обычно на деловых приемах все сидят за круглым столом, в центре которого находится еда, создавая атмосферу единства и благожелательности.

Порядок подачи блюд китайской кухни, как правило, состоит из холодных закусок, основных блюд, где обязательно присутствует рис и суп. В конце подаются фрукты и десерты. Гостям предлагаются различные напитки, в том числе алкогольные. Китайская кухня имеет много традиций и символов. Например, на деловом приеме обязательно должна быть рыба, и голова рыбы должна быть обращена к самому важному гостю. Это является выражением глубочайшего уважения и самых добрых пожеланий всем гостям.

В Китае не принято втыкать палочки в любое блюдо и оставлять их в таком положении. Китайцы считают, что в таком положении палочки похожи на благовония, которых используются при поминовении умерших предков. Также при использовании палочек в процессе еды нельзя стучать ими по посуде. Китайцы считают это невежливым и полагают, что так поступают только бедняки. В старые времена только нищие стучали палочками во время еды, чтобы получить милостыню.

**Вручение сувениров.** Китайские и иностранные бизнесмены часто с целью укрепления партнерских отношений и дружбы обмениваются сувенирами и подарками. В этом случае действуют международные правила этикета, но есть и некоторые особенности. В Китае нельзя в качестве сувениров людям старшего возраста вручать часы, так считается, что они

указывают конец жизни. Женщинам в качестве подарка можно преподнести губную помаду, духи и цветы. Китайцы считают, что четные числа являются благоприятными числами, но к ним не относится число «4», потому что название «4» произносится так же, как слово «смерть». Количество цветов, которое обычно дарят, может быть 6 (Это означает гладкие отношения), 8 (Пожелание стать богатым) и 9 (Символизирует долгую дружба). Цветы в букете могут быть любыми, но исключение составляют хризантемы. В Китае хризантемы используются для оплакивания умерших. Подарки и сувениры нельзя упаковывать в черную или белую бумагу.

Рассмотренные примеры показывают, что, несмотря на существующие этикетные универсалии, все-таки в разных культурных контекстах деловой этикет людей будет отличаться. Эти особенности обусловлены особенностями национальной культуры и, несмотря на сближение культур, тем не менее эти особенности сохраняются. Знание национальной специфики деловой коммуникации, в том числе и на уровне делового этикета, позволяют преодолевать коммуникативные барьеры и способствует установлению добрых отношений с партнерами из разных стран.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бянь Хаоюй, Гао Юнчен О различиях между китайской и западной культурой питания // Журнал Нанкинского лесного университета: Издание по гуманитарным и социальным наукам - 2016 - №4 - С.2.
2. Деловая этика: понятия и принципы // URL: <https://wlooks.ru/obshchenie/delovoe/etika/>.

Зайнулин Рашид Шамильевич (Кыргызстан),  
Никушкина Анна Алексеевна (Россия)

Кыргызско-Российский Славянский университет, г.Бишкек,  
Московский городской педагогический университет (МГПУ) г.Москва  
Научный руководитель: Козлова Юлия Владиславовна, канд. психол. наук, доцент

#### **НАРУЖНАЯ РЕКЛАМА ГОРОДА БИШКЕК: ИСТОКИ, ТЕНДЕНЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ**

В рекламной деятельности сформировался широкий видовой ряд рекламы, используемой в городской среде, – наружная реклама. Ее широкое распространение объяснимо относительно невысокой стоимостью и

широтой охвата. Для размещения наружной рекламы существенными моментами оказываются как содержание рекламы, так и место ее размещения. В материальной среде города с ее объемно-пространственными и художественно-образными особенностями есть места результативные для рекламы, т. е. позволяющие охватить максимальное число жителей, а есть места, в которых размещение рекламы просто нецелесообразно. Таким образом объясняется перегруженность наружной рекламой отдельных городских локаций, как правило, городских центров и магистралей [1].

«Наружная реклама стала существенно влиять на организацию пространственной составляющей городской среды посредством своих носителей – специализированных рекламных конструкций (статичных, динамичных, цифровых), архитектурных объектов, транспорта, городской мебели, объектов благоустройства и пр. Разнообразие носителей способствовало формированию свода требований к наружной рекламе – правовых, административных, технических, эксплуатационных, этических и эстетических. Отвечая им, объекты наружной рекламы не замыкаются сами в себе, а находятся во взаимосвязи со средой, в которой существуют. Сформировалось особое направление проектной деятельности – рекламный дизайн, который в индустрии рекламы осуществляет визуальное воплощение рекламной информации. Образность, эстетика, красота информативное содержание наружной рекламы становятся существенным фактором восприятия городской среды. Таким образом, сфера рекламного дизайна является частью средового дизайна, архитектуры, ландшафтного дизайна. Возникает вопрос, насколько органичен этот тандем? Концепция взаимодействия этих сфер деятельности – важная часть социокультурного процесса» [1].

Современный город Бишкек буквально напичкан рекламой. Ежедневно на горожан обрушиваются потоки, водопады информации – предложений, призывов, увещаний, уведомлений. Очевидно, что в таких условиях мы подсознательно стараемся защититься от этого огромного количества информации, не замечать рекламу и не реагировать на нее.

В представленном исследовании описаны позиции разных социальных групп, их возможные реакции на различные рекламные приемы. Мы анализируем контент наружной рекламы: текст, дизайн, информационную подачу, маркетинговое воздействие. В ходе оценки рекламы города Бишкек применялся метод фокус-группового исследования.

«Реклама является коммуникацией, то есть способом общения рекламодателя с потенциальным потребителем. И специфика массирован-

ного воздействия рекламы заставляет исследователя при ее анализе обращаться ко всем коммуникативным уровням – к пластам языковых, семиотических, риторических и этических норм» [2].

В современном обществе резко возросла роль информации. Огромная масса ежедневно потребляемой горожанином информации – рекламная. Ее объем действительно большой. Если от рекламы в СМИ можно тем или иным образом защититься – выключить телевизор или радио, закрыть газету, то спрятаться от наружной рекламы сложнее – рано или поздно каждый из нас выходит на улицу и оказывается в городском информационном пространстве. Современного горожанина на улицах окружают баннерные щиты, вывески, плакаты, указатели, растяжки, наклейки, рекламные витрины, цифровые Led-экраны. Защититься от них не представляется невозможным. В этом состоит и огромный плюс рекламного воздействия, с точки зрения маркетинга и огромный минус, с точки зрения эстетического и психологического восприятия города. Изменившиеся экономические условия вызвали появление рекламы на свет и ее бурное развитие. Причем количество рекламных объявлений и объем затрат на наружную рекламу постоянно растут. Именно поэтому в настоящий момент возникла потребность в анализе и изучении городской рекламной среды как целостной системы.

Современная реклама нередко не учитывает ситуации восприятия, а также окружения, состоящего из других рекламных текстов и прочих элементов городского ландшафта. В результате этого ее эффективность снижается.

Современная рекламно-информационная городская среда находится в сильной зависимости от исторически сложившегося образа города, точнее, от образов, которые существовали в разное время. Если можно так выразиться, брендообразующая совокупность ассоциаций, которая формирует имидж города, складывается на протяжении всей истории его существования [2].

В разные исторические периоды у ряда городов был определенный устоявшийся образ, или, говоря современным языком, имидж, который выражался в эпитетах: «Северная Пальмира», «Северная Семиамида», «Северная столица» (Санкт-Петербург), «Колыбель революции» (Ленинград), «Город контрастов» (Нью-Йорк), «Фабрика грез» (Голливуд), «Город любви» (Париж) и т.д. [2].

В Советский период г. Фрунзе среди всех городов СССР считался «Зелёным городом» благодаря высокому коэффициенту насаждений, которые были в столице Киргизии.

Количество щитовой рекламы на окраине, по сравнению с центром, значительно ниже. На билбордах в микрорайонах рекламируются, как

правило, товары повседневного спроса; реклама дорогих товарных категорий (автомобилей, ювелирных изделий и т. д.) встречается редко.

Кроме того, на окраине отсутствует необходимость согласовывать архитектурные стили строящихся зданий с существующим культурно-историческим обликом – условие, которое является обязательным при застройке центра города. Застройщики свободны в выборе архитектурного стиля, этажности, размера здания. Поэтому на окраинах Бишкек возводится большое число жилых и нежилых комплексов.

Используя термины «карнавал», «карнавальная стихия», мы подразумеваем эффект «карнавализации» городской среды, который создают рекламные тексты, размещенные на улицах Бишкека. Создание второй реальности – отличительная особенность рекламной деятельности. Реклама формирует свой мир, в котором живут в целом счастливые, но чем-то озабоченные люди, решающие свои более или менее значительные проблемы с помощью рекламируемых продуктов [2].

М.М. Бахтин, один из основных исследователей феномена карнавальная стихии, писал, что «в карнавале сама жизнь играет, разыгрывая, – без сценической площадки, без рампы, без актеров, без зрителей, т. е. без всякой художественно-театральной специфики – другую свободную (вольную) форму своего осуществления, свое возрождение и обновление на лучших началах. Реальная форма жизни является здесь одновременно и ее возрожденной идеальной формой» [3].

В карнавальная жизни участвуют все. В нее вовлечены независимо от желания все, кто проживает на территории карнавала. По мнению В.Г. Костомарова, «смех ради смеха... приобретает особое значение в фактически отсутствовавшей в языке советской эпохи, а сейчас бурно развивающейся сфере рекламы. Здесь главное – любой ценой обратить на себя внимание, заставить запомнить» [4].

В определенных случаях реклама может игнорироваться в городской среде. Например, в столице Франции строгий подход к размещению наружной рекламы, поскольку считается, что она способна отрицательно влиять на восприятие ее столетиями сформировавшегося вида. В городах других европейских стран также строго следят за проникновением рекламы в историческое пространство [1].

В Бишкеке реклама заняла свое особое место. Развиваясь по своим законам, она оперирует специфическими средствами, формирует особый материальный и визуальный слой, отличный от архитектуры, и в городской среде демонстрирует определённую независимость. Гости столицы Бишкека часто подчёркивают наличие большого количества наружной рекламы.

В контексте представленного исследования были проведены 4 фокус-группы. В фокус групповых исследованиях приняли участие студенты 2 и 3 курсов, которые обучаются по специальности «Реклама и связи с общественностью» КРСУ (01.04.2023, 13.04.2023). Участникам исследования задавались следующие вопросы: Основные проблемы наружной рекламы города Бишкек, перспективы развития рекламы, контент рекламы, какие бренды наиболее представлены в городе, что можно изменить, чтобы улучшить современный вид города. Ниже мы представили краткую интерпретацию транскриптов фокус-групп.

***Специфика рекламы города Бишкек:***

Основная специфика, которую можно заметить сразу – это то, что все баннеры в городе на двух языках (государственный – кыргызский язык и официальный – русский язык), остановки полностью завешаны рекламой, некоторые компании брендируют остановки под свои фирменные цвета, размещают логотипы. В городе можно часто встретить брендированный транспорт. Вечером можно встретить световые баннеры (пример реклама компания «Авангард» и сотовый оператор «Билайн»), в последнее время часто можно встретить 3D рекламу. Рекламные баннеры в городе часто делают под праздники, например, компания «Coca-Cola» к месяцу Рамадан часть баннеров приурочили к священному посту.

***Плюсы рекламы, то что запоминается:***

Реклама строительной компании (их баннер в ночное время подсвечивает окна здания), стали появляются 3D баннеры, рекламные баннеры «навылет». Стало меньше рекламного шума, часто можно встретить в городе профессиональные и креативные баннеры, которые впечатляются и запоминаются. К примеру «Aviasales» (интересная реклама с юмористическим посылом), спортивные клубы.

***Основные проблемы наружной рекламы в городе Бишкек:***

Графический дизайн не очень качественный, визуальная составляющая рекламы очень сильно отстает от современных стран, перенасыщенность, реклама не адаптирована под городскую среду, часто не вписывается в архитектуру, используется старомодное оформление, часто на баннерах висит устаревшая информация. В самой рекламе часто делают ошибки, опечатки, иногда визуально текст сливается с картиной и таким образом текст сложно прочитать, не соблюдается пунктуация. Законом Кыргызской Республики реклама должна дублироваться на двух языках, на государственном – кыргызском и официальном – русском, однако зачастую встречаются проблемы с переводами рекламных сообщений (неточные, либо некорректные). Некоторые рекламные сообщения непродуманные, к примеру, на баннере по магистрали предлагается QR-код, водитель не сможет его успеть отсканировать.

***Какая реклама чаще всего встречается:***

Много наружной рекламы у компании «Nitro», «Абдыш-Ата», «Шоро», «Куликовский» (мало баннеров, однако много брендированных машины, их фирменные упаковки), обувного магазина «Lione». Реклама колбасных изделий: «Риха», «Тойбос», «Салих». Реклама воды: «Тянь-Шань», «Легенда». Снаружи ЦУМа часто размещается реклама «Самсунг». Очень много наружной рекламы у банков. У обувного магазина «Lione» много наружной рекламы.

***Рейтинг по представленности брендов в городе:***

- 1 место – различные строительные компании
- 2 место – мобильные операторы: «О», «Билайн», «Мегаком».
- 3 место – фастфуд «KFS»
- 4 место – компания «Шоро»
- 5 место – кондитерский дом «Куликовский»
- 6 место – компания «Абдыш-Ата»

***Какие лица в рекламе вы видели в последнее время?***

Валентина Шевченко, Бабасюк Антонина, историческая личность Курманджан Датка, Хэбилэй, Айсулу Тыныбекова, Акжол Махмудов, Адилет Бекбалаев

***Листовки на улицах***

В последнее время наблюдается меньше листовок в городе. Чаще всего в городе можно встретить листовки ювелирного магазина «Алтын», традиционно напротив самого магазина, на протяжении последних 20 лет, исполнены в традиционном стиле. Так же листовки «Империи Пиццы» и различных Интернет-провайдеров.

***Традиции в наружной рекламе***

Участникам исследования был задан о традициях, которые возможно есть в наружной рекламе.

Практически все участники на первое место по традиционности ставят рекламный баннер обувного магазина «Светоч». Данный баннер в своём неизменном стиле радует горожан на протяжении 15-20 лет и располагается в одном и том же месте на улице Киевской.

На второе место участники исследования поставили рекламу ювелирного магазина «Алтын» (фирменный стиль, листовки).

И третье место в плане традиционности выходит компания «Шоро». Практически на каждом шагу в городе можно наблюдать небольшой столик с бочками национальных напитков, украшены в фирменный стиль. Среди горожан есть даже такое поверье, что если «Шоро-эжешки» появились, то весна безусловно наступила!

***Социальная реклама***

Чаще всего, по мнению респондентов социальную рекламу встречают в маршрутках (против насилия), так же была реклама держи дистанцию, про терроризм, на остановках реклама против СПИДа, про ментальное здоровье, соблюдай ПДД. Социальная реклама построена более лаконично и грамотна нежели, чем коммерческая. Социальная реклама про борьбу с насилием есть в троллейбусах, рядом с дорогой есть баннер (обращай внимание, когда переходишь дорогу), социальная реклама против загрязнения воздуха в Бишкеке.

***Какие изменения в наружной рекламе вы бы хотели видеть?***

Убрать большие плакаты на зданиях, ограничиться наружной рекламе остановками, убрать рекламный мусор, улучшить дизайн (сделать чтоб цвета сочетались, принять закон о дизайне), сделать более современную, цифровую рекламу.

По мнению респондентов для того, чтобы разгрузить город от рекламы необходимо убрать от 30 до 70%. Есть обратная сторона, баннеры еще несут функцию – скрывают дырки, плохую штукатурку у здания и перекрывают фасад. Желательно, чтобы реклама вписывалась в ландшафт/архитектуру города. Информативную часть наружной рекламы нужно привести к единому стилю (шрифты), граффити как часть рекламы не везде будет вписываться (нужно найти локацию, где граффити будет выглядеть уместно). Часто хаотично навешана реклама на зданиях, очень часто все логотипы, слоганы, цвета перемешиваются.

На сегодняшний день наблюдаются тенденции развития, реклама всё больше проявляется в дигитал-формате. Баннеры давно устарели, как носители рекламной информации, тем более их нужно периодически менять, чтобы они всегда были чистыми и не выцветшими. Партизанская и несанкционированная реклама так же развита в городе.

По мнению участников исследования, можно создать комиссию дизайнеров, которые могли бы создать определённые рекомендации по созданию дизайна для баннеров города. Возможно, вывести какие-то стандарты и принципы.

Таким образом, перспективным направлением сохранения целостности визуального восприятия города Бишкека, исходя из нашего исследования, является использование инновационных технологичных средств производства наружной рекламы. В результате наружная реклама предполагает многомерный подход к различным сферам деятельности, непосредственно с ней сопряженным. Мы выделили некоторые ее особенности в плане традиций и инноваций, а также перспектив развития. Однако, как целостное явление человеческой цивилизации реклама имеет уникальный характер, и ее отдельные аспекты в совокупности составляют неотъемлемую часть культуры Кыргызстана.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Паллотта В.И., Сичкарь Т.В. Наружная реклама как элемент социокультурного пространства современного города // Мир науки. Социология, филология, культурология, 2020 №1, <https://sfk-mn.ru/PDF/05KLSK120.pdf>
2. Кнорре К. Наружная реклама. – М.: Бератор-Пресс, 2002. С. 15-93
3. Бахтин М.М. Творчество Франсуа Рабле и народная культура средневековья и Ренессанса. М., 1990. С. 12.
4. Костомаров В.Г. Языковой вкус эпохи: Из наблюдений за речевой практикой масс-медиа. СПб., 1999. С. 51.

Койчубаева Диана Сергеевна (Республика Казахстан)

Университет «Туран», г. Алматы

Научный руководитель: Файзуллина Галия Шаукетовна,  
канд. ист. наук

### **АНАЛИЗ ПОТРЕБИТЕЛЬСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ ТУРИСТОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ПРОГРАММЫ «ФЕСТИВАЛЯ ЯБЛОНИ СИВЕРСА» В Г.АЛМАТЫ**

Аннотация. В статье на основе социологического опроса (онлайн-анкетирования) рассматриваются потребительские предпочтения въездных туристов для составления программы «Фестиваля яблони Сиверса». Проанализировано 75 анкет, в которых были вопросы, направленные на выяснение фестивалей, уже известных туристам, предпочитаемые масштаб и формат фестиваля. Сделан вывод о том, что в программе фестиваля должны культурно-развлекательные мероприятия, конкурсы и мастер-классы. Музыкальное сопровождение должно включать в себя сочетание произведений национальных и современных исполнителей. Участники готовы не только насладиться отдыхом, обрести духовные и культурные ценности, но и стать частью фестиваля, участвуя в сборе яблочного урожая, что может стать отличной традицией для гостей г Алматы.

Важность проведения анализа потребительских предпочтений в настоящее время не подвергается сомнению. Помимо очевидной зависимости коммерческой успешности бизнеса от точного знания потребностей целевой группы, существуют и другие направления, где необходимы сведения о потребительских приоритетах, например, сегментация целе-

вой группы по предпочтениям. Для того чтобы выяснить что именно интересно туристам при посещении Алматинского региона, нами был проведен социологический опрос среди приезжих туристов. В организации социологического опроса была оказана помощь со стороны туристского агентства «Mosean travel». Социологическое исследование имело цель определить потенциал проведения яблочного фестиваля в городе Алматы. Было опрошено 75 респондентов. Опрос проводился путем онлайн-анкетирования. Анкета состояла из 15 вопросов, в некоторых из вопросов нужно было выбрать варианты ответов из предложенных, в других предлагалось написать свой вариант ответа [1].

Задачи анкетирования.

1. Узнать целевую аудиторию фестивалей, проводимых на территории Казахстана.

2. Узнать какие мероприятия фестиваля наиболее привлекательны для туристов.

В результате анализа ответов респондентов были получены следующие сведения, послужившие для заключения выводов и предложений по созданию программы фестиваля. Среди 100% респондентов, 68% опрошенных являются в основном молодежью, их возраст находится между 22-29 годами, количество респондентов в возрасте от 16 до 21 года составляет 14,7%, респондентов в возрасте от 30 до 40 лет – 12%, респондентов в возрасте 41-60 лет составило 4,8% (Рисунок 1). Следовательно, наиболее заинтересованной в фестивалях группой среди опрошенных респондентов является молодежь в возрасте от 16 до 29 лет. Это объясняется тем, что самыми активными участниками фестивалей являются молодые люди данного возраста [2].

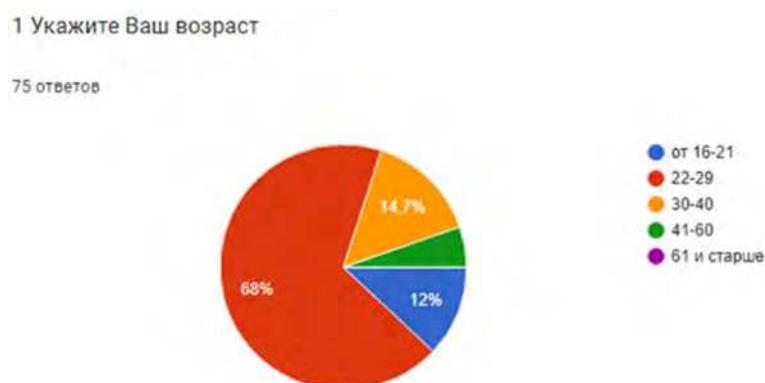


Рис. 1. Возраст респондентов

На рисунке 2 можно увидеть само-заполняемую форму, где респондентам предлагалось самостоятельно написать из какой они страны, для

того, чтобы узнать из каких стран приезжает больше всего туристов в Алматы. Таким образом, нами было выявлено, что из опрошенных туристов 50% являются респондентами из России, 23% респондентов являются гражданами Казахстана, путешествующими внутри страны, 7% респондентов представители из Республики Беларусь, 6% респонденты из Узбекистана, 4% представители Кыргызстана, 3% являются представителями из Германии и остальные 7% составляют представители других стран, таких как: Испания, Грузия, Азербайджан, Турция, Литва, Украина. Исходя из этого, можно сказать, что большой процент опрошенных туристов составляют респонденты из России и наибольшая часть опрошенных соответственно является русскоговорящей, отсюда следует, что программу фестиваля удобней для гостей туристов составлять на русском языке.

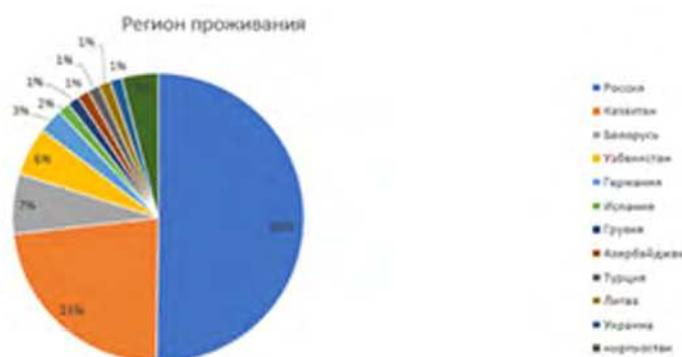
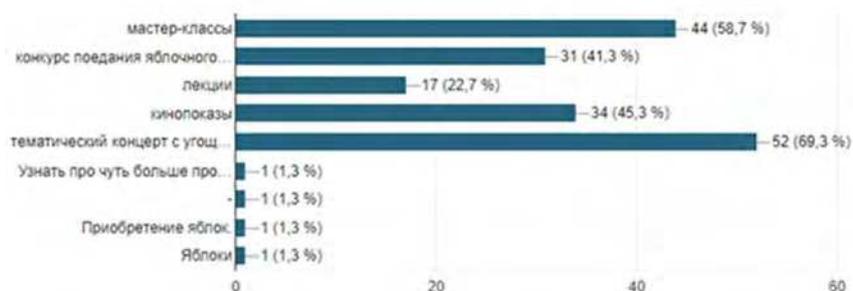


Рис. 2. Страна проживания респондентов

Следующий вопрос «Какие мероприятия яблочного фестиваля для Вас представляют наибольший интерес?» был включен в опросник для того, чтобы узнать, какие элементы активной деятельности данного события необходимо включить в программу. Как видно на рисунке 3, в вопросе также были варианты ответов, предложенные самими респондентами.



*Рис. 3. Какие мероприятия яблочного фестиваля для Вас представляют наибольший интерес? (несколько вариантов ответа)*

В предложенном вопросе респонденты могли выбрать несколько вариантов ответов, поэтому мнения по поводу активностей разделились. Наибольшее количество голосов набрал вариант включения тематического концерта с угощениями – 52 респондента из 75 проголосовали за данный вариант. Мастер-классы, как возможность оставить что-то на память, – это неотъемлемая часть культурного фестиваля и заинтересовавшихся в мастер-классах оказалось 44 человека из 75. Кинопоказы, как возможная часть фестиваля, стала интересна для 34 респондентов, что составляет практически половину опрошенных. Кинопоказ может оказаться отличной возможностью для знакомства туристов с культурой края и ее природными богатствами через развлекательный и познавательный контент. Каждый фестиваль известен своими особенностями как, например, поедание пирожных канноли на фестивале Сан-Геннаро в Маленькой Италии или скоростное поедание черничных кнедликов на фестивале черники Borůvkobraní в чешском городе Борованы. Вариант о проведении конкурса поедания яблочного пирога на фестивале яблок заинтересовал 31 респондента из 75 и именно поэтому необходимо включить его в программу, так как среди туристов уже есть желающие участвовать. Достаточно малое количество опрашиваемых, 17 респондентов из 75, проголосовало за проведение лекций. Остальные 1,3% респондентов представили свои варианты того, что бы они хотели увидеть в программе. Среди которых это возможность узнать больше об алматинских яблоках и возможность их приобрести [3].

Каждый турист преследует определенные цели, посещая ивенты и праздники, именно поэтому нам необходимо было выяснить какие цели преследуют туристы в Казахстане, посещающие фестивали. В данном вопросе была предоставлена возможность выбрать несколько вариантов ответов. На рисунке 4 мы видим, что узнать что-то новое для себя выбирают 62 респондента из 75. За новыми знакомствами на фестивали отправляются 47 респондентов из 75. На фестивалях лекции и мастер-классы проводят люди, имеющие определенный опыт в своей сфере и целью «прослушать интересных спикеров» заинтересован 31 респондент из 75. Неотъемлемой частью фестиваля является развлекательная программа, которую выбирает 38 респондентов из 75. Также респондентам была представлена возможность предложить свои варианты ответов, где среди целей посещения фестивалей одним респондентом было отмечено – интересно провести время, получить позитивные эмоции, а для другого

важно получить бесплатные угощения. Все ответы из данного опросника будут учтены при составлении программы фестиваля яблок [4].

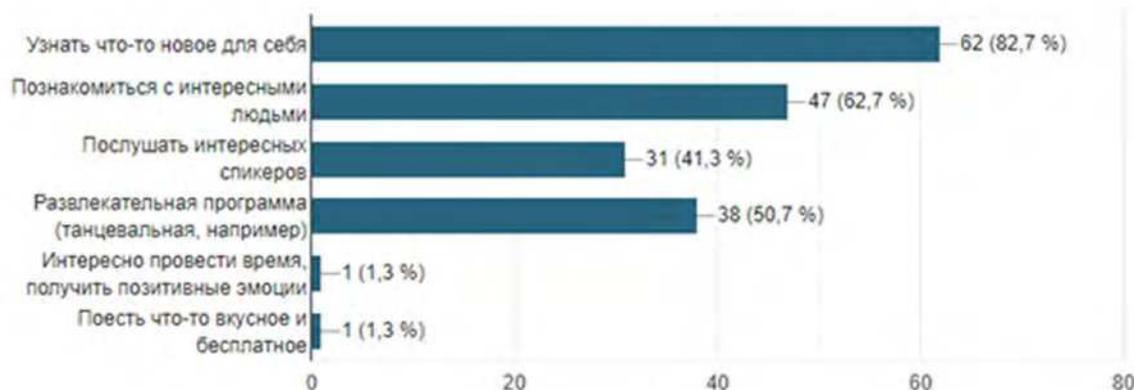


Рис. 4. Какие цели Вы преследуете, посещая фестивали?  
(несколько вариантов ответа)

Для того, чтобы организовать мастер-классы на фестивале яблок, необходимо знать, насколько участники активны и готовы принимать участие в различных активностях. Последний вопрос звучит следующим образом: «Готовы ли Вы участвовать сами в мастер-классах, экспериментировать?». Результаты опроса представлены на рисунке 5.

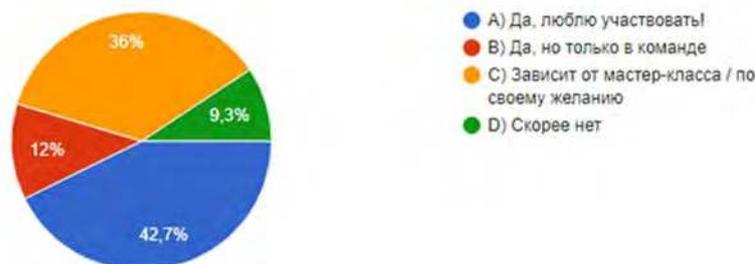


Рис. 5. Готовы ли Вы участвовать сами в мастер-классах, экспериментировать?

Активную позицию участия в мастер-классах занимают 42,7% опрошенных респондентов, 36% опрашиваемых принимают участие по желанию и смотрят на то, какого рода мастер-класс. 12% респондентов готовы участвовать только в команде и всего 9,3% не готовы принимать участие в мастер-классах.

Делая выводы на основе ответов на вопросы, можно сказать, что следует проводить фестиваль с множеством культурно-развлекательных мероприятий, конкурсов и мастер-классов. Участники готовы не только

насладиться отдыхом, обрести духовные и культурные ценности, но и стать частью фестиваля, участвуя в сборе яблочного урожая. Это станет отличной традицией для каждого приезжего гостя в Алматы. Музыкальное сопровождение замечательно дополнит развлекательную программу мероприятия. Сочетание произведений национальных и современных исполнителей поможет погрузиться гостям в чудесную атмосферу праздника, передать только положительные эмоции и настроить на позитивный лад, который будет сопровождать их до конца мероприятия.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурин, В. Маркетинговые исследования потребительского рынка / В. Анурин, Е. Евтушенко, И. Муромкина. - М.: СПб: Питер, 2021. - 272 с.
2. Коротков, А.В. Маркетинговые исследования: Учеб. пособие для вузов / А.В. Коротков. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2005. - 304 с.
3. Воробьева Т. А. PR-сопровождение: понятие и концепция // Журнал Научные ведомости Белгородского государственного университета. Сер. Гуманитарные науки. 2014. № 26. С. 75 - 79.
4. Дурович, А. П. Организация туризма: учебное пособие / А. П. Дурович. – Минск: РИПО, 2020. – 295 с.

Ли Линь (Китай)

Томский государственный университет, г. Томск

Научный руководитель: Шерстова Людмила Ивановна,  
д-р ист. наук, профессор

#### **СПЕЦИФИКА И ЭВОЛЮЦИЯ ОБЫЧАЕВ КОРЕННЫХ НАРОДОВ СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО КИТАЯ**

Географическое положение и природные условия Северо-Востока Китая придали региону особый характер и сформировали самобытную региональную культуру. В то же время многочисленные этнические меньшинства Северо-Востока, такие как маньчжуры, монголы, корейцы и орочены, привнесли богатство и разнообразие содержания и форм выражения народных нравов и обычаев. Народные нравы и обычаи Северо-Востока сформировались четверью основными этническими группами региона: маньчжурами (обычай рыболовов и охотников), монголами

(обычай кочевников) и ханьцами (обычай земледельцев) [1], которые существуют и по сей день, а также народностью вэймо, которая, хотя и не сохранилась, но оказала влияние на другие этнические группы на Северо-Востоке.

Стремясь раскрыть глубинные особенности народных нравов Северо-Востока, важно исследовать различия в социальной психологии и культурной идентичности, а не поверхностную неоднородность языка, костюмов и обычаев. Именно историческое наследие, этническая интеграция, социальные изменения и географические особенности формируют особые черты северо-восточной народной культуры.

Изначальные свойства народной культуры сформировались культурой коренных народов, и были обусловлены местными условиями жизни и способами ведения хозяйства; основные особенности северо-восточной культуры и народных нравов и обычаев региона можно в общих чертах свести к следующим трем пунктам: разнообразие; новаторство и инклюзивность; изменчивость традиций.

### **1. Разнообразие нравов и обычаев**

От восточных варваров до Бохайского царства, от миграции людей во времена династий Цинь и Хань до двух вторжений киданей и чжурчженей в Центральную равнину, от династий Мин и Цин, когда переселенцы из Шаньдуна и Хэбэя прорвались в Гуаньдун, до влияния русской и японской колониальной культуры в период Маньчжоу-го, рыболовно-охотничья культура, кочевая, земледельческая и промышленная сталкивались и смешивались на разных уровнях, что привело к сложности и своеобразию исторических истоков культуры Северо-Восточного Китая [2]. Различные этнические группы, процветающие на этой богатой земле, имели свои отличительные обычаи в плане производства, традиционных костюмов, пищевых обычаев, а также ритуалов и праздников, которые многочисленны и красочны. Приведем несколько примеров.

**Пищевые привычки.** У маньчжуров есть пословица: 狗见家贫死也守, 人见人贫亲也疏 – «если собака увидит, что семья голодает, все равно будет ее охранять, а если человек увидит – то и родственники станут чужими». Для маньчжуров собака – почитаемое животное. Собаки – незаменимые помощники предков маньчжуров на охоте и их верные защитники. Отказ от собачьего мяса стал важным отличительным обычаем маньчжуров, он возник не только потому, что согласно легенде однажды собака спасла жизнь Нурхаци (основателя династии Цин), но и как благодарность охотников собакам – своим спутникам. В тоже время корейцы, тоже проживающие на Северо-Востоке, едят собачье мясо. Есть

корейская пословица: «Перед трижды проваренным собачим мясом и святой не устоит».

**Традиционная одежда.** Маньчжурское платье изысканное, элегантное и красочное, а женская одежда маньчжуров стала основой и сегодня популярного платья ципао; корейское же платье свободное, белое и простое, демонстрирующее характерную черту корейцев - любовь к чистоте и простоте, за что корейцы даже получили прозвище 白衣民族 - «нация в белом». Наряды монголов, сибо и орочонон – это длинные свободные халаты, украшенные каймой, с высокими воротниками и длинными рукавами. Обычно они носили одежду из простой ткани, но по праздникам и торжествам, как правило, надевали шелковые одежды с парчовой отделкой. Для них свойственно использование контрастных ярких и привлекающих внимание цветов, таких как красный, зеленый и синий, демонстрирующих смелость и дерзость этих народов.

**Народные обряды и праздники.** Например, монгольский праздник Надом - состязание, которое также называют «тремя мужскими играми» (скачки, борьба, стрельба из лука). 13 числа 10 месяца по лунному календарю проходит самый важный праздник маньчжурского народа 颁金节 – «баньцзинь», что на маньчжурском языке означает «рождение», это «рождение маньчжуров» - день провозглашения маньчжурской народности. «Ужигун» на нанайском языке означает «счастливый благоприятный день» - это фестиваль нанайцев, который представляет собой сочетание народной культуры и спортивных соревнований. Все эти соревнования связаны с рыболовством и охотой, которыми исторически занимался этот народ. 18-го числа 4-го лунного месяца у сибо проводится 西迁节 – «Праздник переселения на запад» - годовщина миграции этнической группы сибо на запад, еще этот день называют 怀亲节 – «Праздник воспоминаний о близких», поскольку также означает день памяти предков; люди в этот день собираются вместе, чтобы пообедать на пикнике и исполнить песни и танцы, продолжая древнее поклонение природе [3]; у орочононов есть праздник 古伦木沓祭 – «Гулунмуда» - в честь бога огня, в этот день люди брали вино и мясо, шатры и другие вещи, и ехали на лошадях в заранее определенное место для участия в мероприятии. Днем проводились различные культурные и спортивные состязания: скачки, стрельба из лука, борьба, пение, танцы и другие; ночью разжигались костры, шаманы проводили «пляски духов» - народный обычай, танец в масках для защиты от злых духов и болезней, приносили жертвы богам и предкам, возжигали благовония и просили благословения у бога огня. На протяжении многих лет различные этнические группы формировали свои

народные обычаи, которые передаются из поколения в поколение, демонстрируя свою самобытность и очарование.

## **2. Новаторство и инклюзивность**

Китайская культура уникальна своей инклюзивностью. В то время как почти все другие цивилизации мира приходили в упадок после вторжения иноземцев, китайская цивилизация продолжала двигаться вперед, будь то сяньби или монголы, все после завоевания Среднего царства были ассимилированы. После того как Китаем стали править маньчжуры, они начали использовать китайские иероглифы и так далее. Среди региональных культурных систем Северо-Востока народная культура, представленная культурой мигрантов, является наиболее типичной и основной. Будь то культура коренных народов сушень, сяньби, кидани, чжурчжени, маньчжуры или монголы, китайская культура, принесенная непрерывной волной мигрантов из Центральной равнины Китая, или колониальная культура, насаждаемая Россией и Японией на Северо-Востоке, все они добавляли новое к народным нравам и обычаям региона, однако основным стержнем стала именно культура мигрантов.

Продолжающаяся волна миграции на Северо-Восток способствовала трансформации местной народной культуры и ее передаче из поколения в поколение. Этот процесс взрастил и проявил отличительную культурную черту региона – терпимость и инклюзивность. Культурная инклюзивность означает поиск точек соприкосновения и принятие различий, а также заимствование элементов чужих культур. Искать точки соприкосновения, сохраняя различия, значит уметь жить в гармонии с культурами других этнических групп; быть инклюзивным - значит уметь впитывать положительные элементы других этнических культур и учиться у них в процессе культурного обмена. Это также отражается в мирном взаимодействии с культурами иных этнических групп и в осуществлении постоянного обмена с ними, тем самым укрепляется самобытность собственной культуры и понимание культур других этнических групп. Способность сформировать эту новую культурную форму привел Северо-Восток от кочевой к сельскохозяйственной, а затем и к индустриальной цивилизации. Таким образом, непрерывный процесс миграции расширил широту и глубину инклюзивности, и в результате здесь совместились особенности ханьской культуры и культуры малых народов, аграрная и индустриальная культура, культура Центральной равнины и культура пограничных территорий, китайская и зарубежные культуры [4].

### **3. Изменчивость традиций**

Народная культура изменчива и постоянно эволюционирует, она мутирует на каждом этапе развития общества. С течением времени, с изменением объективных материальных и субъективных духовных условий жизни людей, народные обычаи и традиции незаметно и постепенно меняются. Поскольку ханьские мигранты и местные этнические меньшинства жили вместе в смешанных сообществах, их культуры сталкивались и сливались друг с другом.

Наследование и изменение народных обычаев происходят одновременно. Будь то верования, этикет, бытовые обычаи или традиции, все эти составляющие народной культуры Северо-Востока претерпели явные и глубокие изменения под воздействием массовых волн миграции ханьцев, влияния иностранных колониальных вторжений и импульса современного промышленного строительства. Первоначальную культурную специфику Северо-Востока можно назвать в основном «этнической», но в результате вышеперечисленных факторов и интеграции культурных характеристик, эту специфика стала скорее «местной» или «локальной», то есть на основе культур коренных народов в результате сознательного интегрирования с пришлыми культурами, здесь сформировались особые народные обычаи и привычки, которые значительно отличаются и от начальных обычаев коренных народов и от обычаев Центральной равнины Китая [5]. Важно отметить, что народная культура коренных жителей региона не пассивно принимала чужие обычаи целиком, а активно их усваивала, трансформировала и привносила новое. Например, в традиционных северо-восточных свадьбах существовал обычай «перешагивания через седло» - невеста, входя в дом жениха, должна была перешагнуть через разложенные на порогах седла, тем самым прося о спокойствии и благополучии в будущем браке, сегодня этот обычай практически исчез. Или возьмем к примеру верования маньчжуров, под влиянием Центральной равнины шаманизм перестал быть основой их верований, маньчжуры приняли у ханьцев буддизм, даосизм, стали также поклоняться Будде Шакьямуни, бодхисатве Авалокитешваре - Гуаньинь, бодхисатве Кшитигарбхе и т.д., маньчжурская структура веры перешла от единой к множественной. Раньше в сельской местности люди обогревали свои дома большим каном – печкой-лежанкой из кирпича и глины - он был одним из символов региона, кан быстро нагревался, и мог в течении долгого времени обогревать большую площадь, но с развитием урбанизации почти каждая семья живет в доме, где есть центральное отопление - это чисто и удобно, кан и связанные с ним традиции постепенно уходят в прошлое. На основе этих непрерывных изменений культуры, создавались и развивались своеобразные народные обычаи и нравы региона.

Подводя итог, можно сказать, что сильная сплоченность нации берет начало из традиционной культуры народа, а сплоченность нации определяет ее силу и конкурентоспособность. Народные нравы и обычаи, народная культура имеют огромное значение для страны и региона, они обогащают жизнь людей и укрепляют национальную сплоченность, обладают материальной, духовной и социальной ценностью. Поэтому особенно важно укрепить признание и осведомленность людей о культуре Северо-Востока, защитить и сохранить эту культуру, чтобы больше людей смогли оценить ее очарование.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Луань Ф., Народная культура северо-востока // Фронт социальных наук.-2009.- № 5.-С.115.
2. Чжан Ф. Оживление старой промышленной базы северо-восточного Китая и отсутствие современной культурной личности в северо-восточном Китае // Серия социальных наук.-2004.-№ 6.-С.17.
3. Цзи Г. Народная культура в Северо-Восточном Китае: духовная динамика региональной социальной трансформации // Журнал Ляонинского университета.-2007.-т. 35, № 5-С. 86.
4. Ян Т. О духе северо-восточной народной культуры // Журнал Ляонинского университета.-2007.-т. 35, № 5-С.79.
5. Вэй Ц. Культура питания уезда Хуа // China Culture Press.-2013.- № 7-С. 92.

Ли Чэньси, Ма Фэйсян (Китай)

РАНХиГС, г. Москва

Научный руководитель: Штецберг Алёна Михайловна,  
заместитель директора Центра подготовки иностранных студентов  
РАНХиГС при Президенте РФ

### **ПРОБЛЕМА ЛИЧНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЛИДЕРОВ ГОСУДАРСТВ, КАК ГЛАВНОГО ФАКТОРА, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕГО МЕЖДУНАРОДНЫЕ ОТНОШЕНИЯ РОССИИ И КИТАЯ**

Китай и Россия - две важные мировые державы, и их международные отношения оказывают важное влияние на мир и его стабильность. Мы считаем, что отношения между национальными лидерами влияют на

отношения между странами. Конечно, неверно утверждать, что отношения между двумя странами полностью зависят от изменений в личных отношениях. Поэтому мы обсудим влияние личного взаимодействия национальных лидеров на китайско-российские отношения с момента образования Китайской Народной Республики в 1949 году по 2023 год и проанализируем его роль в развитии китайско-российских отношений. Роль, сыгранная в развитии китайско-российских отношений.

Отношения между Китаем и Советским Союзом были полны ухабов и перипетий. Советско-китайское взаимодействие можно условно разделить на четыре этапа. В Китае первый этап (1949-1960 гг.) называется периодом медового месяца между Китаем и Советским Союзом и отношения между двумя странами были очень близки. В исторических условиях того времени Новый Китай только что образовался, что можно назвать внутренними и внешними неурядицами. С началом холодной войны между Соединенными Штатами и Советским Союзом две сверхдержавы начали ожесточенно конкурировать в различных аспектах, таких как политика, военное дело и экономика. В то время Китай принял «одностороннюю» дипломатическую стратегию в отношении Советского Союза.

На фоне того времени Китай и Советский Союз подписали «Китайско-советский договор о дружбе, союзе и взаимной помощи» в 1950 году.

С помощью Советского Союза первая пятилетка Китая и вторая пятилетка достигли замечательных успехов и заложили начальную основу для индустриализации Китая. После войны инфраструктура Китая была очень скудной, но с помощью Советского Союза инфраструктура также была значительно улучшена. Важнейшей задачей являются 156 ключевых проектов, импортированных из Советского Союза и стран Восточной Европы, которые длились около десяти лет, заложив основу для первоначальной индустриализации Китая и позволив Китаю построить полную индустриальную экономическую систему. В Советском Союзе более было 20 опытно-конструкторских бригад, а в Китай для помощи прибыли более 200 специалистов.

Кроме того, влияние Советского Союза на Китай в сфере образования также весьма далеко идущее. Соглашения (1951 и 1953 гг.), заключенные между СССР и КНР о «братской помощи» Китаю в областях поставки техники и осуществления технического образования, предусматривали помощь по подготовке китайских студентов и китайских аспирантов в различных технических вузах СССР, а также в различных китайских институтах, в том числе и в Харбинском политехническом. С этой целью в КНР направлялись большие группы советских специалистов и

преподавателей. За период с 1951 по 1957 гг. в высшие учебные заведения Китая было откомандировано 626 советских специалистов, которые оказали большую помощь КНР в проведении реформы высшего образования, в создании кафедр и лабораторий в высших учебных заведениях КНР. Одновременно с этим более 30 тысяч китайских ученых, техников, учителей, студентов отправились на учебу в СССР. Это в значительной степени способствовало развитию высшего образования в Китае и взрастило больше талантов для последующего развития Китая [1].

Кроме того, большое развитие получили сельское хозяйство, торговля и ремесла. По статистике, в то время в Китае находилось более 1300 советских специалистов, и они были распределены по хозяйственным, оборонным, культурно-просветительским, научно-исследовательским предприятиям и ведомствам.

В 1956 году в Советском Союзе началась волна противостояния культу личности, что крайне негативно сказалось на отношении к личности Сталина и породило конфликт с Китаем. Китай считал неуместным полностью отрицать историю руководящей деятельности Сталина в Советском Союзе. Это также подготовило почву для китайско-советского раскола.

Мао Цзэдун всего дважды в жизни был в Советском Союзе. Первый визит был во время правления Сталина, когда он пробыл в Советском Союзе почти два месяца и жил на даче Сталина. Отношения между ними были очень дружескими. Они доверяли друг другу и ценят друг друга.

Второй этап: с приходом к власти в СССР Н.С. Хрущева отношения между двумя странами претерпевают застой. (1960-1982 гг.) 1960 год стал решающим для перемен в китайско-советских отношениях. В июле этого года Советский Союз потребовал отозвать всех экспертов в период с 28 июля по 3 сентября. Различные научно-технические проекты и экспериментальное производство Китая были вынуждены остановиться, в результате чего экономика Китая в свое время попала в трясину.

Хотя между Китаем и Советским Союзом были конфликты, открытого противостояния не было. В 1966 году китайско-советские отношения были приостановлены. Вооруженные конфликты произошли также на китайских островах Чжэньбао и Тиректи, но ситуация не ухудшилась, и после визита президента США Никсона в Китай между Китаем, Советским Союзом и Соединенными Штатами сложились трехсторонние отношения.

В это время отношения между Мао Цзэдуном и Хрущевым не были хорошими. Резкая критика Сталина Хрущевым внутри партии не нравилась Мао. Мао Цзэдун считал, что достоинства и недостатки Сталина не были правильно оценены.

Третий этап – нормализация отношений между СССР (Россией) и Китаем (1982-2001 гг.)

24 марта 1982 года Брежнев выразил готовность улучшить отношения с Китаем до визита Горбачева в Китай в мае 1989 года, что стало началом разрядки в китайско-советских отношениях.

К концу 1991 года, когда Советский Союз распался и стал главным преемником СССР, на смену китайско-советским отношениям пришли китайско-российские отношения. Две страны решили исторические проблемы, оставшиеся от Советского Союза, и начали новые отношения сотрудничества, а в 2001 году Китай и Россия подписали китайско-российский Договор о добрососедстве, дружбе и сотрудничестве. (С тех пор Россия и Китай сотрудничают на различных уровнях, таких как политический и культурный, экономический и торговый, энергетический и ресурсный, образовательный и т.д.).

Отношения между лидерами двух стран Дэн Сяопином и Михаилом Горбачевым были средними, их беседы способствовали нормализации китайско-советских (российских) отношений и развивались в хорошем направлении.

Четвертый этап заключается в том, что отношения между двумя странами становятся все теснее и теснее. (с 2001 по настоящее время)

Экономические и торговые отношения.

В мае 2015 года Китай и Россия подписали совместную декларацию о сопряжении строительства Экономического пояса Шелкового пути и Евразийского экономического союза. Помимо официальной торговли, российско-китайская частная торговля также набирает обороты в рамках стратегии "Пояс и путь". Цифры 2019 года показывают, что десятки китайских компаний уже обосновались в российской Дальневосточной высококонтинентальной зоне и Свободном порту Владивосток. С изменением международной политической обстановки поставки этих потребительских товаров в Россию начинают в большей степени осуществляться из Китая. Статистика двусторонней торговли между Россией и Китаем показывает, что российский экспорт в Китай осуществляется в основном в области энергетики, ресурсов и сельского хозяйства, а китайский экспорт в Россию - в основном в области оборудования, электроники, бытовой техники и так далее.

Сотрудничество в области энергетики.

В 1994 году президент России Борис Ельцин посетил Китай, и правительства двух стран подписали Соглашение о совместном сотрудничестве в области энергетики. В 2016 году Россия стала главным источником

импорта сырой нефти в Китай, главным источником импорта электроэнергии и пятым по величине источником импорта угля. В 2023 году Россия снова станет крупнейшим поставщиком нефти в Китай.

Уровень образования.

В мае 2001 года в рамках масштабного образовательного и культурного обмена между двумя странами, согласованного министерствами образования России и Китая, в Пекинском университете иностранных языков, Шанхайском университете иностранных языков и Хэйлунцзянском университете были созданы три центра русского языка.

Благодаря инициативе "Один пояс, один путь" все больше россиян интересуются китайской культурой и китайским языком. Согласно статистике 2018 года, в России 179 университетов и более 90 начальных и средних школ предлагают курсы китайского языка. В настоящее время между российскими и китайскими университетами подписано почти 1000 соглашений о сотрудничестве, создано более 100 проектов совместных институтов. Кроме того, в России действует 18 Институтов Конфуция. Среди них Институт Конфуция при Московском университете, созданный Пекинским университетом в сотрудничестве с Московским университетом, предлагает курсы китайского языка, каллиграфии, китайской медицины, боевых искусств и т.д. В 2019 году число студентов по обмену всех видов между двумя странами превысило 90 000 человек [2].

Отношения между Россией и Китаем всегда менялись в соответствии с веяниями времени и последующей международной ситуацией. Две страны прошли через испытание историей, и их отношения становятся все более тесными, причем сферы и глубина сотрудничества по мере этого расширяются и углубляются.

У Цзян Цзэминя, Ху Цзиньтао, Си Цзиньпина и Путина очень дружеские отношения, особенно у Си Цзиньпина. Во время своего избрания китайским лидером он посетил Россию восемь раз за десять лет. Когда Си Цзиньпина переизбрали президентом Китая, первой страной, которую он посетил, была Россия. Этого достаточно, чтобы представить отношения между двумя странами и близость отношений между Си Цзиньпином и Путиным. У них также есть частые «неформальные» обмены.

В целом, с 1949 по 2023 год китайско-российские отношения пережили множество перипетий, взлетов и падений, но личное взаимодействие между лидерами всегда было одним из важных факторов в китайско-российских отношениях. Особенно после того, как отношения между двумя странами вступили в новый период, личные взаимодействия между лидерами стали более частыми и дружественными, что сыграло позитивную роль в содействии развитию отношений между двумя стра-

нами. В то же время в ходе своих бесед они также осознали, что сотрудничество и обмены между двумя сторонами важны для поддержания регионального мира и стабильности и содействия общему развитию, и будут продолжать поддерживать тесные отношения сотрудничества.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ху Мин, Карнаух Надежда Валентиновна. История развития форм организации учебного процесса в высшей школе Китая (с начала XX в. до 19) [Электронные-ресурсы] Студенческие реферативные статьи и материалы URL: [https://studref.com/670661/pedagogika/razvitie\\_kitayskogo\\_vysshego\\_obrazovaniya\\_sovetskoy\\_modeli\\_gody\\_veka](https://studref.com/670661/pedagogika/razvitie_kitayskogo_vysshego_obrazovaniya_sovetskoy_modeli_gody_veka) (дата обращения: 15.03.2023)
2. Цао Кунь (ред.); Лю Сюй; Цюй Хайци. Институт Конфуция Московского университета проводит успешный российско-китайский молодежный форум. Жэньминь жибао онлайн.2014-05-19 [Электронные-ресурсы] URL: <http://world.people.com.cn/n/2014/0519/c1002-25037329.html> (дата обращения: 17.03.2023)

Линь Сяоя (Китай)

Дальневосточный государственный университет путей сообщения,  
г. Хабаровск

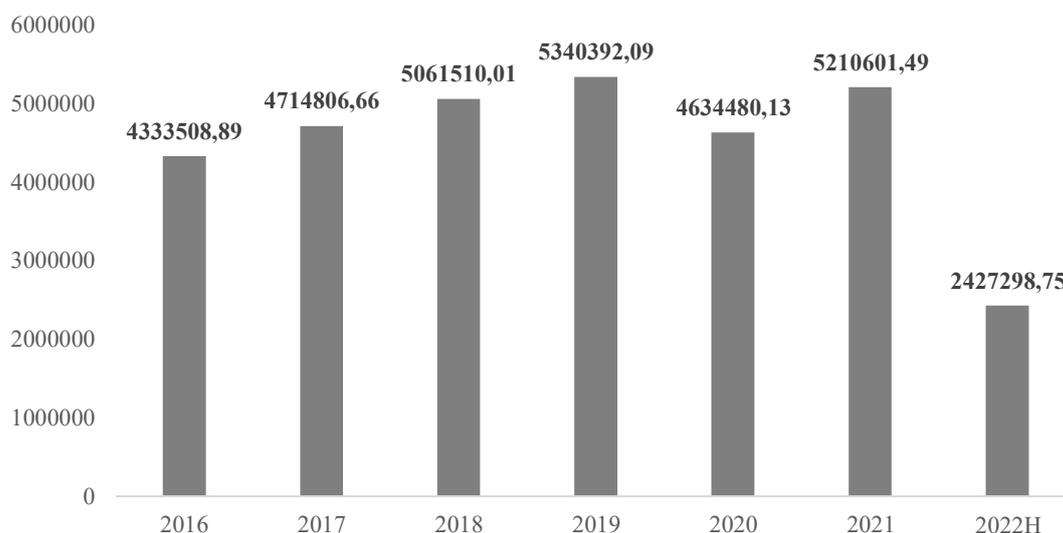
Научный руководитель: Некрасова Олеся Игоревна,  
канд. экон. наук, доцент

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ЗАТРАТАМИ ЛОГИСТИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ КИТАЯ**

Стремительное развитие логистической сферы Китая опережает темпы развития логистики крупных мировых экономических держав. За 30 лет, прошедших с момента возникновения логистической отрасли Китая, превратили ее в центр развития китайской экономики и современную индустрию обслуживания.

Тем не менее, логистическая отрасль в Китае находится на начальной стадии развития, организация операционной деятельности в сфере логистики низкого уровня. Статистика свидетельствует о том, что отношение затрат на логистику к ВВП в Китае держится на уровне около 18%,

в то время как в США и развитых странах Европы этот показатель составляет всего 8%-10%, в РФ превышает 16% [1]. В Китае каждый процентный пункт снижения доли логистических затрат в ВВП приносит экономический эффект в размере 300 млрд. юаней. Это говорит о том, что логистика в Китае работает менее эффективно, а логистическая отрасль имеет большое пространство для развития. На рисунке 1 покажем объем грузооборота в Китае.



*Рис. 1. Объем грузооборота в Китае, тонн  
Источник: информация взята с сайта [www.chyx.com](http://www.chyx.com)*

Общий объем грузоперевозок в Китае в 2018 и 2019 годах достиг более 500 миллиардов тонн. Из-за COVID-19 объем логистических грузоперевозок снизился, однако китайская логистическая отрасль испытывает многочисленные нагрузки и стремится обеспечить бесперебойную работу.

С ростом интернет-покупок логистика стала одной из базовых услуг, необходимых в новую эпоху, в Китае очень много курьерских компаний, которые быстро выросли, что объясняется большим спросом на рынке. В связи с ростом электронной коммерции и огромным количеством покупок, совершаемых людьми в Интернете, необходимы большие логистические и транспортные силы. Это главная причина, которая приводит к развитию логистики. В транспортной логистике все больше внимания уделяется времени и услугам, поэтому все больше и больше мощных китайских логистических предприятий начинают проявлять себя [1].

К крупнейшим компаниям Китая относятся:

1. China Ocean Shipping Group Company (COSCO Group) - морские перевозки и стивидорные работы.

2. Sinotrans Limited – морские, наземные, воздушные перевозки, складские операции. Годовой оборот является одним из самых высоких в отрасли.
3. SF Holding Company Limited (объединяет SF Express, SF Airlines и другие компании) – автомобильные, авиационные и морские перевозки грузов. В настоящее время самая быстрая курьерская компания Китая
4. Yuan Cheng Logistics Co – развитие складских сооружений и универсальных услуг грузовых перевозок по дорогам.
5. JZEG – крупнейшая логистическая компания провинции Хэбэй.
6. И другие.

Одной из основных проблем развития логистики в Китае – это высокие логистические затраты компаний.

Причины высокого уровня затрат на логистику в Китае показаны на рисунке 2.

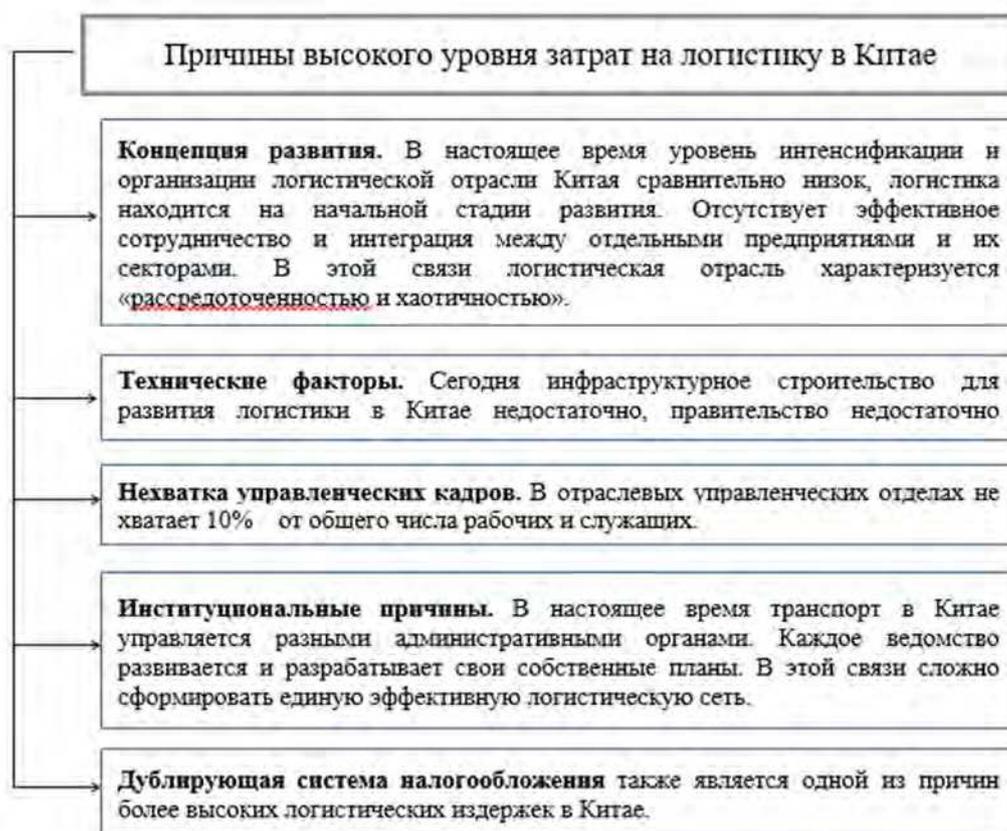


Рис.2. Причины высокого уровня затрат на логистику в Китае

Направления дальнейшего развития системы управления затратами логистических компаний Китая [2.3].

1. Управление логистикой путем стандартизации логистики.

Стандартизация логистики заключается в разработке технических стандартов для различных подсистем, таких как внутренние сооружения, механическое оборудование, специальные инструменты и т.д., используя логистику в качестве большой системы. Необходимо разрабатывать стандарты работы в различных подобластях системы, таких как упаковка, обработка, транспортировка и т.д., использовать систему в качестве отправной точки, изучать совместимость технических и рабочих стандартов в различных подсистемах и подобластях, унифицировать стандарты всей логистической системы.

2. Снижение издержек за счет управления производственно-сбытовой цепочкой и совершенствования управления логистическими услугами для клиентов.

Для управления цепочкой поставок требуется не только эффективность логистической системы предприятия, но и координация его отношений с другими предприятиями, клиентами и транспортными компаниями в целях повышения эффективности всей цепочки поставок. Повышение качества логистических услуг для клиентов обеспечит выгоду для предприятий и будет являться эффективным способом снижения логистических издержек для компаний.

3. Снижение логистических издержек за счет создания современных информационных систем.

Эффективные деловые отношения между предприятиями и другими торговыми предприятиями должны быть реализованы путем координации, контроля и управления всеми логистическими процессами, начиная с интерфейса сети и заканчивая самыми конечными клиентами, с помощью создания современных информационных систем и, в частности, использования новых высоких технологий. Это позволит:

- правильно и быстро осуществлять логистические операции;
- создать стратегические логистические системы;
- адекватно и быстро реагировать на различные потребности;
- корректировать планы различных предприятий, а также обеспечивать координацию и сотрудничество между ними;
- точно определять расходы на логистическую деятельность.

4. Усиление управления логистическими издержками с точки зрения всего процесса обращения.

Для предприятия контроль за логистическими издержками – это задача повышения эффективности управления логистическими издержками на протяжении всего потока, начиная с производства продукции и

заканчивая конечным потребителем, т.е. инвестиции или расширение логистических объектов зависят от развития и потребностей всего потока. Таким образом, первоначальные инвестиции могут быть более стабильными в таких условиях, что требует создания новых логистических центров или автоматизированного оборудования, отвечающего современным требованиям развития логистики. Совершенно очевидно, что эти инвестиции, несмотря на увеличение логистических издержек с точки зрения предприятий, значительно улучшили логистические показатели с точки зрения всего процесса обращения [2].

5. Сокращение затрат за счет эффективного распределения.

Объективным требованием к развитию логистики предприятия является максимально короткое время и правильная система поступления товаров для заказа потребителя. Эффективная информационная система планирования распределения позволит увязывать разработку планов распределения с производителями и их производственными планами, а также позволяет оптовым торговцам увязывать свои планы распределения или закупки, что повышает эффективность распределения и снизит расходы на транспортировку и закупку.

6. Снижение логистических издержек за счет сокращения возвратов.

Затраты на возврат товаров также являются важной составляющей логистических затрат предприятия. Таким образом, сокращение расходов на возврат товаров является вопросом, требующим особого внимания в деятельности по контролю за логистическими расходами.

Чрезмерные затраты на логистику в Китае напрямую влияют на экономическое развитие Китая – компании платят больше за пополнение запасов, а потребители тратят больше за приобретение предметов первой необходимости. Чрезмерные издержки на логистику снижают потребительскую и покупательскую способность населения, поскольку они непосредственно определяют объем спроса на вторичном рынке. Высокая себестоимость обращения увеличивает давление на китайские предприятия, что не способствует их развитию и росту совокупной конкурентоспособности [4].

Таким образом повышение эффективности управления затратами в логистических компаниях Китая, и в целом стандартизация процесса управления в логистической отрасли приведут к более быстрому и эффективному развитию логистической отрасли в Китае, и снижению доли логистических затрат в ВВП страны.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. У Се Лин. Обсуждение стратегических вопросов развития современных логистических предприятий // Экономическое исследование бизнеса. – 2022. – № 20 – С. 125-127.
2. Управление затратами на логистику // URL: <https://www.wenmi.com/article/pt90kc059kmo.html> (дата обращения 20.03.2023).
3. Лю Юнхуэй. Исследование по оптимизации управления людскими ресурсами на крупных логистических предприятиях Китая // Инжиниринг и управление логистикой. – 2022. – № 4. – С. 149-151.
4. Шуфань Линь. Проблемы и стратегии управления расходами логистических предприятий // Современный бухгалтерский учет. – 2021. №4. – С.37-39.

Лоренцо Труфоло (Италия)

Высшая школа экономики, г. Москва

Научный руководитель: Иваненко Анастасия Андреевна, преподаватель

### **ЕС И ЕАЭС: КОНКУРЕНЦИЯ В ЕВРАЗИИ ЧЕРЕЗ РЕГИОНАЛЬНУЮ ИНТЕГРАЦИЮ**

В последние десятилетия мировая политика характеризуется общей тенденцией развития деятельности международных организаций. Целью их работы является гармонизация национальных интересов, разрешение многоуровневых конфликтов, а также активизации сотрудничества или конкуренции. По итогам окончания Второй мировой войны в условиях глобальных изменений общественного мнения были созданы Организация Объединенных Наций и Совет Безопасности. В целях содействия развитию общемировых институтов, многосторонности и благосостояния создавалось множество и других различных организаций.

В данной исследовательской работе основной акцент сделан на недавнем росте международных организаций (МО) в Западной Евразии и на постсоветском пространстве. В фокусе находится исследование причин и последствий резкого перехода от порядка МО, основанных на национальных государствах, к порядку МО, основанных на нескольких региональных и многосторонних организациях. Их специфика заключается в

том, что они состоят из национальных государств, которые превращаются в конфронтационные блоки для региональной конкуренции, как это видно на западе.

Данное исследование посвящено двум основным экономическим невоенным организациям геополитического пространства Западной Евразии, а именно Европейскому союзу и Евразийскому Экономическому Союзу (ЕЭС). Сопоставление моделей их работы позволит описать важность деятельности организаций для региональной интеграции, создания общего пространства распределения власти внутри региональных организаций, для процессов конкуренции ведущих держав в постоднопольном мире.

Методология, используемая в данной работе, основывается на сравнительной модели, которая часто используется в сравнительном конституционном праве [1]: 1) анализ правовых основ ЕС и ЕЭС с акцентом на важность юридического аспекта в создании регионального права; 2) сравнение политических и парламентских структур, характеризующих каждую из этих организаций в общих политических целях; 3) сопоставление экономических и финансовых целей ЕС и ЕЭС, оказывающих влияние на региональное внутриблоковое противостояние в современной системе МО.

С политической стороны институциональные рамки ЕЭС напоминают ЕС по нескольким аспектам. В частности, после многих неудачных интеграций экономического правительства в конце 90-х годов (деятельность Таможенного союза 1995 г., Договора о Евразийском экономическом союзе 2015 г.). ЕЭС опирается на различные институциональные органы [2]. Первым является Евразийская экономическая комиссия [3], состоящая из коллегии из 10 членов. Вторым является Совет Комиссии, напоминающий Совет ЕЭС в том, что он может отменять или изменять решения коллегии. Третьим органом является Евразийский межправительственный совет (премьер-министры государств-членов), который является организацией, в которую могут быть переданы решения Комиссии. Четвёртым органом является Высший Евразийский экономический совет (главы государств), который не только определяет общие направления интеграций в ходе саммитов, но и выбирает членов коллегии Комиссии. Пятым органом является Суд Евразийского экономического союза, работающий по образцу Европейского суда и обеспечивающий надлежащую реализацию Договора и законодательства о ЕЭС. Шестым является Евразийский банк развития, отвечающий за финансирование проектов развития в сфере энергетики и инфраструктуры в пяти государствах-членах, а также в Таджикистане. Примечательно, что до сих пор

ЕЭС не имеет единого парламента, несмотря на то, что предложения по его созданию были зарегистрированы ранее.

Для описания основных направлений политики ЕЭС необходимо отметить значимость Единого внутреннего рынка, поощряющего свободное передвижение товаров и капиталов внутри ЕС. Помимо него, важной является и макроэкономическая координация ЕЭС, то есть взаимная координация в макроэкономической политике, связанной с дефицитом и государственным долгом. Также значимой является конкуренция на внутреннем рынке, которая регулируется Экономической комиссией ЕЭС по линии Европейской комиссии. Кроме того, ЕЭС имеет общий рынок электроэнергии, а также единую политику в сельском хозяйстве (сельскохозяйственные субсидии и меры поддержки рынка).

С другой стороны, ЕЭС далек от того, чтобы быть более централизованным союзом, таким как ЕС. Действительно, ЕС как политический и экономический союз, основан на наборе институтов [4], которые обладают и валютным суверенитетом: Европейский Центральный Банк (ЕЦБ), Европейский Парламент (ЕП). Сам ЕС гарантирует единую систему законов и внутренний рынок в рамках общей ситуации постепенного уменьшения национальных суверенитетов. Среди европейских институтов в данном контексте необходимо упомянуть:

- Европейский совет, который объединяет главы государств или правительств любой страны ЕС и придерживается политического направления ЕС;
- Совет Европейского союза, который состоит из одного государственного министра от любого государства-члена и принимает участие в законотворческом процессе в рамках ЕС;
- Европейскую комиссию, которая является исполнительным органом ЕС;
- Европейский парламент, который является одним из законотворческих институтов ЕС;
- ЕЦБ, центральный банк 19 стран ЕС, которые приняли евро;
- Европейский суд, который обеспечивает надлежащее толкование и применение европейского права в каждом государстве-члене.

Таким образом, подводя итог описанию всех институтов ЕЭС-ЕС, следует отметить, что основное различие между этими моделями региональной интеграции выражается не столько в элементах геополитических стратегий, сколько в терминах институциональных рамок, общих качественных ценностей, распределения сил и внутренних балансов, внутренней ценности «суверенитета».

Несмотря на то, что некоторые политические дебаты в рамках ЕЭС, казалось, были посвящены больше, чем «рыночному союзу» [5], государства-члены ЕЭС по-прежнему держат общий уровень суверенитета выше, чем члены ЕС. Именно поэтому нецелесообразно полностью сравнивать ЕЭС с ЕС, хотя Договор о ЕЭС 2014 г. и последующие инициативы отражают многие влияния из истории европейской интеграции с момента создания Европейского Объединения Угля и Стали (ЕОУС) в 1951 г. - краеугольного камня европейского наднационализма и формальной интеграции. Точно так же нельзя отрицать, что между ними есть и несколько сходств: во-первых, существование геополитической державы, которая выступает в качестве влиятельного стержня внутри Союза (т.е. Германии и России); во-вторых, наличие достаточно схожих институтов, наряду с параллельным составом и задачами (например, в случае Евразийской экономической комиссии и Совета Комиссии вместе с европейскими коллегами), коммунитарной политики (т.е. единого рынка, аграрной политики и стремления к единому энергетическому рынку); в-третьих, поиск региональной интеграции в едином географическом пространстве.

Переходя к экономической стороне вопроса, нужно отметить еще одно системное различие, которое заключается в роли институциональных банков. Прежде всего, в то время как ЕЦБ является собственным институтом ЕС, Евразийский банк развития является многосторонним институтом, который действует совместно и в рамках ЕЭС вместе с государствами-членами [6]. Этот статус приводит к задачам и полномочиям, которые принципиально различны для каждого члена. В частности, ЕЦБ более глубоко работает над поддержанием стабильных цен в зоне евро и способствует безопасности всей европейской банковской системы. С другой стороны, Евразийский Банк Развития (ЕАБР) стремится содействовать развитию рыночной экономики и инфраструктуры стран-членов, а также обеспечивать экономический рост в дополнение к финансированию проектов, оказывающих сильное влияние на интеграцию и национальное развитие. Таким образом, очевидно, что подходы и миссии каждого банка противоположны по своей природе: с одной стороны, ЕЦБ обладает монетарным суверенитетом и ведет макроэкономическую финансовую политику в зоне евро и не несет ответственности за инфраструктурные проекты с политическим измерением; с другой стороны, ЕАБР не обладает ни одной из этих технических полномочий [7] при отсутствии единой валюты Союза и, таким образом, действует независимо от финансовых рынков и макроэкономических национальных структур. Вместе с тем, ЕАБР принимает практические меры в отношении национальной экономики. Действительно, на долю ЕАБР приходятся огромные

инвестиции с помощью Евразийского Фонда Стабилизации и Развития (ЕФСР) [8] в сфере инфраструктуры с прямыми последствиями для производственных систем. В связи с этим, ЕАБР обещает в ближайшее время активизировать свои усилия в сферах энергетики, металлургии, горнодобывающей промышленности, финансового сектора и агропромышленного комплекса, нефтегазовой отрасли. ЕАБР, помимо уже завершенных проектов в шести государствах-членах, намерен завершить другие инвестиционные проекты с помощью Антикризисного фонда ЕФСР с целью предотвращения негативных последствий кризиса, обеспечения долгосрочной стабильности и содействия экономической интеграции.

Таким образом, еще одним ключевым фактором региональной интеграции как для ЕС, так и для ЕЭС, является применение учредительных договоров каждым государством-членом для сохранения неизменной системы стандартизированных законов в рамках сообщества. Эту важнейшую роль играют, соответственно, Европейский суд и Суд Евразийского экономического союза. Для Суда ЕЭС [9], базирующегося в Минске, принципиально важно указать источник законов внутри Союза и миссии самого Суда. Во-первых, первичный закон формируется тремя моделями международных договоров: договором о ЕЭС, который является учредительным договором, устанавливающим принципы Союза и учреждающими государственные органы; международными договорами в рамках ЕЭС; договорами между ЕЭС и третьими лицами. Затем подзаконные акты принимаются решениями и распоряжениями органов ЕЭС, таких как Евразийский межправительственный совет и Экономическая комиссия ЕЭС. Кроме того, Суд ЕЭС призван предпринять следующие конкретные меры: действия «в части соблюдения международного договора в рамках Союза и в частности в отношении положений Договора о ЕЭС [9]; действия «по соблюдению решения комиссии и в частности в отношении Договора о ЕЭС и международных договоров в рамках Союза» [10]; действия в связи с неисполнением обязательств; меры в связи с общей просьбой о разъяснении.

Важнейшей миссией суда ЕЭС является устранение препятствий на внутреннем рынке Союза и разрешение споров между национальными институтами и органами ЕЭС. Однако стоит уточнить, что Суд ЕЭС не обладает юрисдикцией давать предварительную ориентацию в отношении применения Договора о ЕЭС или международных договоров в рамках Союза или решений Комиссии. Несмотря на это, указанный факт не исключает последствий, которые Суд рано или поздно может отправить на юрисдикцию национальных судов. Этот последний пункт будет зависеть от будущего развития ЕЭС с точки зрения институционального и

желаемого роста нынешних общих рамок. С другой стороны, в ЕС Европейский суд, базирующийся в Люксембурге, играет ведущую роль в: «толковании закона» [11]. Это связано с тем, что национальные суды членов ЕС обязаны обеспечивать надлежащее применение законодательства ЕС.

На первый взгляд, очевидно, что Европейский суд имеет гораздо больше полномочий, чем Суд Евразийского Экономического Союза (СЕЭС), и что он действует в гораздо большем количестве областей. Действительно, Европейский суд отражает сложный характер ЕС и вопрос о важности суверенитетов государств-членов в рамках ЕС, в отличие от институциональной структуры ЕЭС. Из этого следует, что Европейский суд не просто решает споры между государствами-членами, как в случае с ЕЭС - и его конкретная ценность больше, чем у национальных законов. Это обусловлено тем, что он устраняет барьеры на пути к единому внутреннему рынку, поскольку этому уже препятствует существование евровалюты и Соглашение о Европейской экономической зоне.

В заключение, дав обобщение основным функциям ЕС и ЕЭС, перечислим наши основные выводы. Первое наблюдение заключается в том, что в последние десятилетия отмечается драматическая тенденция к рождению и росту наднациональных организаций, оказывающих конкретное влияние на определение национального суверенитета, отношения между институтами. Новое распределение экономической и политической власти в мире ведёт к новой системе МО и системе конкурирующих блоков. Этот аспект в конечном итоге приводит к ослаблению аппарата национальных государств в международном сотрудничестве в пост-однополярном мире.

Второе наблюдение заключается в том, что ослабление классических национальных институтов привело к созданию мягких международных организаций, таких как ЕЭС, либо *hard law*-международной организации, такой как ЕС.

В-третьих, функциональные и структурные различия ЕЭС и ЕС отражают очевидные различия в политическом споре национальных государств, внутриполитических целях и внутреннем распределении власти среди каждого из региональных блоков. Это несёт последствия как для международной арены, так и для системы региональной конкуренции.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Pegoraro, L. (2017). *Sistemi Costituzionali Comparati*, Giappichelli Editore, P. 763

2. Vinokurov, E.. (2018). Introduction to the Eurasian Economic Union, Palgrave Macmillan, P. 238
3. Founding treaties and official documents of the EAEU, <http://www.eaeunion.org/?lang=en#info>, <https://docs.eaeunion.org/en-us>, 25.03.2023
4. Brunazzo M., Della Sala B. (2019). Politica dell'Unione Europea, Mondadori Università, P. 400
5. Mukhametdinov M., (2020). The Eurasian Economic Union and Integration Theory, Palgrave Macmillan, P. 224
6. Piskulova, N., (2021). The Economic Dimension of Eurasian Integration, Palgrave Macmillan, P. 263
7. Documents and information concerning the Eurasian Development Bank, <https://eabr.org/en/>, 25.03.2023
8. Treaties and official documents concerning the ЕФСР, <https://efsd.org/about/documents/>, 25.03.2023
9. Treaties and official documents concerning the CEEU, [https://courteurasian.org/en/official\\_documents/international\\_treaties/](https://courteurasian.org/en/official_documents/international_treaties/), 25.03.2023
10. Diyachenko, E., & Entin, K. (2017). The Court of the Eurasian economic Union: challenges and perspectives. Russian Law Journal, 5(2), P. 53-74.
11. Adam, R., Tizzano, A., (2020). Manuale di Diritto dell'Unione Europea, Giappichelli Editore, P. 1088
12. Angela, D.G., Angeli A. (2016). The Eurasian Economic Union and the European Union: Moving toward a Greater Understanding, Eleven International Publishing, P. 232

Лю Юйци (Китай)

Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова, г. Москва

## **ОТВЕТСТВЕННОСТЬ И САМОЦЕНзуРА СУБЪЕКТА РЕЧИ В СОВРЕМЕННЫХ РОССИЙСКИХ СМИ**

Проводимое исследование посвящено анализу изменений языка современных российских СМИ в его стилистическом аспекте. Основная задача состоит в выявлении механизма действия таких факторов, как ответственность и самоцензура, регулирующих употребление языковых средств в медиопространстве – их выбор и сочетаемость. Материалом послужили статьи в современных российских печатных СМИ.

Мы берем в анализе употреблении слов за основу понятие М.Н. Эпштейна «прагмема» под которым понимаются как предметно-оценочные лексические единицы, в которых их предметное и оценочное значения жестко связаны друг с другом. Этими словами могут быть как имена существительные и прилагательные, так и глаголы [Эпштейн 1989: 19–20]/ Таким образом, если мы рассматриваем стилистически окрашенные языковые средства в современных российских СМИ, то наблюдается такое явление – дисфемизация языка из-за отсутствия ответственности и других экстралингвистических фактов.

Рассмотрим примеры:

Существительное:

«Редактор журнала "Арсенал Отечества" Алексей Леонков про АСИ: <...> Думаю, органы госбезопасности разберутся и не допустят глумления либерастов над страной.» («Завтра» Ракова, обвиняемая в хищении 50 млн из бюджета, трудоустроена в Агентство стратегических инициатив)

«Педагогов-либерастов под жопу и отправить в жизнь. Посмотрим, чему они учат и что у них получится.» (В комментарии ВК к сообщению телепередачи «место встречи»)

Вместо слов «либералиста, либерала» употребляется «либераст».

Прилагательное:

«Бывший хоккеист сборной США Райан Уитни назвал российского защитника "Филадельфии" Ивана Проворова *долбанутым* за отказ надевать свитер в поддержку движения ЛГБТ перед игрой регулярного чемпионата НХЛ.» (РИА Новости Спорт 25.01.2023)

Вместо слова «неразумный» употребляется «долбанутый».

Они свернутые субъективные суждения, которые полны преднамеренного принижения и оскорбления. От референтного компонента – «названия группы людей», «описания характера поведения» – неотъемлем оценочный компонент – «крайний», «дурной».

Будь то в прошлом, когда были разработаны традиционные бумажные носители информации, или в настоящем, когда появились новые телевизионные и интернет-СМИ, новости и газеты являются основными средствами распространения и эволюции языковых норм. В какой степени нецензурная лексика с сниженной оценкой оказывается частотной в нашей обыденной разговорной речи, и она была совершена поражена. Эти негативные последствия ярко отражены в языке комментариев, где люди подражают лексическим привычкам авторов в СМИ, что связано с отсутствием ответственности.

Ответственность называется «свободном выборе человека, отвечающего за последствия своего выбора». [Чернейко 2016: 163–164] Ответственность как прогнозирование последствий речевой деятельности обуславливает механизм самоцензурирования: выбор слов адекватных не только предмету речи, но и коммуникативных ситуаций. Не нести бред на людях – это самоцензура, это и есть ответственность.

В отличие от жестких ограничений идеологии и языковых норм в Советском Союзе, теперь в медиопространстве, будь то с точки зрения журналистов и авторов СМИ, или с точки зрения комментаторов и «прохожих» в Интернете, интенсивность надзор значительно снижается. А то, что мы можем контролировать, это свой выбор слов, то есть самоцензура.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фатеева Н.А. Стилистика как она есть // Предисловие к книге: Т.Г. Винокур. Стилистика как она есть. М.: УРСС, 2010. С. 3–12.
2. Чернейко Л.О. Мера ответственности субъекта речи в медиопространстве // Учимся говорить по-русски. Речь электронных СМИ в контексте медиастилистики: коллективная монография. М.: НП "Партнерство фак. журналистики", 2016. С. 161–171.
3. Эпштейн М.Н. Идеология и язык (Построение модели и осмысление дискурса) // Вопросы языкознания. 1991. № 6. С. 19–33.

Люй Яци (Китай)

Казанский национальный исследовательский  
технический университет им. Гуполева, г. Казань

Научный руководитель: Самышева Екатерина Юрьевна,  
канд. техн. наук, доцент

### **ПОКАЗАТЕЛИ ВАРИАЦИИ В ИЗУЧЕНИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ**

Показатели вариации - это индексы, которые отражают степень различия или разброса единиц совокупности. Они представляют собой математическое описание другого аспекта общих количественных характеристик. Чтобы лучше понять и описать количественные характеристики распределения переменных, необходимо вычислить репрезентативное значение (индекс вариации) тенденции отклонения переменной, которая

представляет собой пару противоположностей и дополняет репрезентативное значение центральной тенденции переменной, распределение (средний показатель) и отражение закона распределения переменных. Равномерная величина имеет количественное выражение. Средний индекс абстрагирует разницу между общими значениями единичных оценок, отражает общий уровень этих значений оценок и иллюстрирует точку концентрации или тенденцию значения переменной в последовательности переменных. Индекс изменчивости индикатора может отражать тенденцию отклонения значения переменной, указывая размер разницы или степень отклонения между значениями индикатора для каждой единицы в совокупности. Индекс вариации оценок может отражать степень различия в значениях оценок по каждой единице. Основными показателями для измерения вариации оценки являются размах, среднее значение, дисперсия, линейное отклонение и коэффициент вариации. Они определяют тенденцию процесса и репрезентативность совокупности [5].

Конечно, существуют разные классификации показателей изменчивости, которые представляют собой квартили, стандартные отклонения, дисперсии и средние отклонения. Немного более особенным является сравнение репрезентативных размеров средних значений двух разных уровней совокупности. Исследование диапазона опирается на индикаторах вариации.

Рассмотрим индекс полного диапазона. "Полный диапазон" (диапазон) в статистике используется для обозначения мер вариации статистических данных. Разрыв между максимумом и минимумом определяет размах [3].

$$R = x_{max} - x_{min} \quad (1)$$

где  $x_{max}$  – максимальное значение совокупности,  $x_{min}$  – минимальное значение совокупности.

Значение (R) отражает диапазон всей совокупности. Расчет диапазона на основе группового расстояния - простой метод определения степени изменения, но на него влияют экстремальные значения, поэтому он часто не может полностью отразить степень разброса социальных и экономических явлений.

На практике часто используется полный ассортимент показателей вариации для проверки стабильности качества продукции и выполнения контроля качества. В обычных производственных условиях полное расстояние колеблется в пределах определенного диапазона. Если полное расстояние превышает указанный диапазон, это означает, что возникла

нестандартная ситуация. Таким образом, использование показателя размаха вариации помогает вовремя обнаруживать проблемы для принятия мер по обеспечению качества продукции.

Размах вариации часто используется в статистике для описания степени разброса набора данных и отражает диапазон вариации и дисперсию распределения переменных. Разность между стандартными значениями любых двух единиц в генеральной совокупности не может превышать размах.

В то же время он может отражать диапазон колебаний набора данных. Чем больше диапазон, тем больше степень дисперсии, и наоборот, тем меньше степень дисперсии.

Диапазон указывает только на максимальный диапазон разброса измеренного значения и не использует информацию обо всех измеренных значениях, и он не может подробно отражать степень совпадения измеренных значений друг с другом.

В настоящее время наиболее популярными представителями фрактальных временных функций являются финансовые временные ряды. Для определения фрактальной размерности обычно вычисляют показатель Херста [4]. Однако для надежного вычисления этого показателя требуется большой объем данных ( $\sim 10^3$ ), что слишком много по сравнению с продолжительностью торгуемых трендов. Была введена новая фрактальная характеристика – индекс вариации ( $m$ ), тесно связанного с обычной фрактальной размерностью [2].

В отличие от показателя Херста для определения индекса вариации требуется данных на два порядка меньше. Это приводит к возможности использовать его в качестве локальной характеристики, определяющей динамику ценового ряда. При этом случай  $m < 0,5$  может быть интерпретирован как тренд, а случай  $m > 0,5$  – как флэт [1].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данилова, Ю. С. Средняя величина как одна из форм выражения статистических показателей / Ю. С. Данилова, П. Л. Ким, Е. А. Щетинина // Школа университетской науки: парадигма развития. – 2012. – № 2-2(6). – С. 283-284
2. Дегтярева, И. Н. Статистика: Учебник для СПО / И. Н. Дегтярева. – Саратов, Москва: Профобразование, Ай Пи Ар Медиа, 2021. – 249 с. – ISBN 9785448813030, 9785449712134
3. Дегтярева, И. Н. Теория статистики: Учебник / И. Н. Дегтярева. – Москва: Ай Пи Ар Медиа, 2021. – 248 с. – ISBN 978-5-4497-1212-7

4. Здор, Д. В. Статистический анализ экономических явлений в АПК посредством средних величин и показателей вариации // Экономика АПК региона в условиях внешних и внутренних угроз: вызовы, задачи и тенденции развития: Материалы Национальной (Всероссийской) научно-практической конференции/ Уссурийск: Приморская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 273-278
5. Кармалит, К. М. Применение средних показателей в обеспечении экономической безопасности // Социально-экономические и правовые основы функционирования региона: Региональная научно-практическая конференции научно-педагогических работников, аспирантов, магистрантов и студентов: сборник материалов и докладов, Минэнерго России Краснодарский ЦНТИ- филиал ФГБУ "РЭА" Минэнерго России, 2021. – С. 28-32.

Паул Джеймс Джейкоб (Танзания)

Тульский государственный университет, г. Тула

Научный руководитель: Коченихина Дарья Николаевна, канд. техн. наук

## **ПРОБЛЕМЫ ЛИДЕРСТВА АФРИКАНСКИХ ЖЕНЩИН**

Женщины составляют половину людей, проживающих на нашей планете. Страны, в которых женщины пользуются равными правами с мужчинами, быстрее развиваются, их экономическое положение лучше, в них действуют более эффективные системы государственного управления. Всё это является важным фактором роста и развития любой страны.

Двойные стандарты в отношении женщин наносят ущерб всему обществу и негативно отражаются на экономическом развитии африканских стран. Например, до середины 20 века в Африке женщинам не давали возможность занимать политические или руководящие должности. Африканки проводили много времени, выполняя домашнюю работу, работу на ферме и ухаживая за домашним скотом. В наше время не менее 70% сельскохозяйственных работ продолжают выполнять африканские женщины.

Опираясь на исторический опыт России и ряда Европейский государств, можно отметить, что женщина в этих странах с давних времён имела право занимать лидирующее положение в обществе наравне с мужчинами. Например, с 1682 по 1689 год правительницей-регентом Российского царства была княгиня Софья Алексеевна, затем в истории

России следует целый ряд императриц, деятельность которых привела к экономическому развитию и величию Российского государства.

На мой взгляд, расширение участия женщин в принятии важных государственных решений и недопущение их изоляции от политической жизни, должно стать одним из факторов демократизации африканского общества. Сегодня в странах региона существует много проблем, в решении которых необходимо участие женщин: проблемы образования; проблемы насилия над женщинами и детьми, которые тесно связаны с проблемой СПИДа; проблемы адаптации детей после военных конфликтов и многое другое.

Однако в настоящее время всё ещё остаются неизменными системные барьеры на пути к лидерству для африканок. Среди них основной проблемой является **образование, обычаи и традиции**.

Образование – это важнейшая часть жизни общества в передачи знаний от одного поколения к другому. В Африке образование было инкорпорировано колонизаторами. Африканское общество предоставило возможность учиться и получать образование для большинства мужчин, на том основании, что женщины не смогут работать и приносить пользу своим семьям после замужества. В обществе принято мнение, что девочки должны брать на себя ответственность за работу по дому, уходу за детьми, приготовление пищи и стирку. Примерно половина африканских девочек либо не оканчивают школу, либо не посещают её совсем. Когда они вырастают, то проблем становится ещё больше. В некоторых регионах женщины остаются безработными или выполняют низкооплачиваемую и нестабильную работу, они сосредоточены на служении мужчине. Однако есть и положительные изменения, например, в Танзании общины управляются на основе гендерного равенства. Все граждане имеют одинаковое право на образование и работу, как в России или других развитых странах.

Развитие стран Африки в последние десятилетия показывает положительные тенденции в выравнивании гендерного баланса в политике. Возрастает роль африканских женщин в общественно-политической жизни общества. Думаю, что это связано не только с политической и экономической модернизацией африканских государств, но и с ростом политической активности самих женщин.

Сегодня африканские женщины участвуют и возглавляют малые и крупные предприятия, они участвуют на традиционных торговых площадках. Все больше женщин можно увидеть в области здравоохранения, праве и инженерном деле. Африканские женщины участвуют в политике, баллотированы и побеждают на выборах, становятся хорошими лиде-

рами. В Малави, Либерии и Танзании женщины занимали пост президента и успешно правили страной. В таких странах как Руанда, ЮАР, Мозамбик, Намибия гендерное равенство в обществе уже стало принципом государственной политики, что привело к росту числа женщин в органах законодательной и исполнительной власти.

Кроме того, в настоящее время африканки имеют право служить в армии, участвуют в мероприятиях по обеспечению безопасности границ своих стран. Хорошим примером в Танзании являются женщины, которые служат во всех вооруженных силах, и им присваиваются звания в соответствии с их положением, как и для мужчин.

Изначально считалось, что только африканские мальчики способны успешно заниматься спортом и показывать высокие спортивные достижения, но оказалось, что это не соответствует действительности. Африканки прекрасно зарекомендовали себя в спорте и как игроки и как тренеры. Они возглавляют спортивные команды и показывают лучшие результаты, чем тренеры мужчины.

Таким образом, можно уверенно сказать, что на Африканском континенте за последние несколько лет совершён настоящий прорыв в сфере развития прав и возможностей женщин. Уровень деловой активности женщин в странах Африки постоянно растёт. И дело вовсе не в гендерных различиях между мужчинами и женщинами, а в развитии способностей, которые требуются от человека, его знаний и умений, основанных на опыте и профессионализме.

Расширение прав и возможностей африканок должно продолжать положительно приниматься обществом, как одно из важнейших условий для будущего развития стран Африки.

Перес Торрес Роберто Андрес (Сальвадор)

Национальный исследовательский университет  
«Высшая школа экономики», г. Москва

Научный руководитель: Зинченко Анастасия Анатольевна,  
канд. культурологии, старший преподаватель

**ОПИСАНИЕ СОЦИАЛЬНОЙ ЖИЗНИ ИНОСТРАННЫХ  
СТУДЕНТОВ, ОБУЧАЮЩИХСЯ НА ПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ  
КУРСЕ В 2022/23 УЧЕБНОМ ГОДУ В НАЦИОНАЛЬНОМ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ  
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ», Г. МОСКВА**

В исследованиях, посвященных социализации иностранных студентов, социализация рассматривается как ключевой фактор в процессе адаптации, обучения и формирования самооценки студентов. Студентам необходимо общаться, чтобы чувствовать себя в безопасности и начинать адаптироваться к новой среде. По этим причинам важно, чтобы университеты, организации и даже другие студенты, имеющие больший опыт, помогали иностранным учащимся безболезненно входить в новое для них социальное и образовательное пространство.

Значение культурной модели в сфере образования взрослых заключается в том, что она может дать лучшее понимание того, как формальная и неформальная социализация влияют на предпочтения человека в обучении. Важно иметь в виду, что эти предпочтения могут отличаться от ожиданий учащихся, что приводит к разрыву между родной культурой и школьной культурой [1].

Быть иностранным студентом в стране с другой культурой и с другим языком достаточно сложно. Учиться за границей – это значит адаптироваться к новым социальным нормам, узнавать, как работает процесс социализации, учиться вести себя в соответствии с правилами новой культуры. Как только иностранные студенты преодолевают свои культурные и языковые различия, они быстро ассимилируются с культурными нормами [1].

Социализация является ключевым фактором для того, чтобы иностранные студенты адаптировались к новой среде. Социализацию можно интерпретировать как процесс усвоения социального опыта [2]. Благодаря социализации происходит постоянный процесс обучения, потому что иностранные студенты узнают больше о культуре через людей, с которыми они общаются. Некоторые исследователи рассматривают социализацию как процесс передачи обществом и индивидуумом усвоенных социальных норм, ценностей и образцов поведения [3]. В связи с этим

для иностранных студентов важно общаться, потому что это основной процесс, с помощью которого они могут стать членами нового общества. На протяжении всей истории человечества социализация была одним из важнейших функциональных условий любого общества [4].

Социализация также оказывает большое влияние на процесс обучения иностранцев. Создание среды, в которой учащиеся чувствуют себя в безопасности, чтобы выразить свои мысли и общаться с другими людьми, имеет решающее значение для их функционирования в обществе. Формальная или неформальная социализация оказывают важное влияние на то, как иностранные студенты воспринимают себя в образовательной среде и в обществе [1].

Следует отметить, что один из определяющих факторов социализации иностранных студентов – это язык. Язык является главным средством общения между людьми и одним из ключевых аспектов человеческой социализации [5]. Зачастую отсутствие у иностранцев опыта межнационального общения увеличивает адаптационный период. Студенты могут испытывать сложности в достижении взаимопонимания, если не хорошо владеют русским языком как средством коммуникации. Иностранные студенты стремятся сблизиться с теми людьми, с которыми языковой барьер не мешает общаться. Иностранцы обычно создают небольшие группы или сообщества с людьми с тем же языком, диалектом или происхождением. В этих группах они могут общаться друг с другом в безопасной обстановке [1].

Помимо языка, важную роль в процессе социализации играет период проживания в новой социокультурной среде [6]. Чем дольше иностранец находится в новом обществе, тем лучше начинает понимать его. Язык сам по себе не является единственным способом понимания окружающего мира [7].

Цель данного исследования – описать социальную жизнь иностранных студентов, обучающихся на подготовительном курсе в 2022/23 учебном году в Национальном исследовательском университете «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ, г. Москва) с момента их прибытия.

В исследовании приняли участие 8 человек в возрасте от 18 до 34 лет: один мужчина и одна женщина из разных стран одного континента (4 континента, 8 стран). После окончания подготовительного курса они планируют продолжить обучение в этом же университете. Выборка структурирована следующим образом: выборка в зависимости от национальности, от возраста, от пола, от следующего уровня образования. Более подробный обзор выборки приведен в Таблице 1.

Таблица 1

*Выборка в зависимости от национальности, возраста, пола, следующего уровня образования*

Континент	Страна	Возраст	Пол	Следующий уровень образования
Африка	Гана	19	Женский	Бакалавриат
	Египет	24	Мужской	Бакалавриат
Америка (Латинская Америка)	Чили	18	Женский	Бакалавриат
	Колумбия	34	Мужской	Магистратура
Азия	Таиланд	23	Женский	Магистратура
	Индия	19	Мужской	Бакалавриат
Европа	Македония	23	Женский	Магистратура
	Венгрия	20	Мужской	Бакалавриат

С каждым участником было проведено структурированное интервью, которое содержало 7 вопросов. В интервью студенты описали свой опыт социальной жизни в течение первых месяцев пребывания в России (г. Москва). Интервью проводилось на английском языке с 18 по 19 марта 2023 года в студенческих общежитиях НИУ ВШЭ (г. Москва). Сначала учащимся объяснили, в чем заключается цель интервью, и попросили дать согласие на участие. Затем были получены краткие сведения: откуда они родом, сколько им лет, что будут изучать после завершения подготовительного курса, далее были заданы вопросы.

1. Не могли бы вы описать, как прошел ваш первый день в Москве?

Семь участников признались, что жизнь в новой среде полностью отличалась от того, к чему они привыкли.

2. Не могли бы вы описать, какой была ваша социальная жизнь в первые месяцы вашего пребывания в Москве?

Пять участников получали помощь от родственников и знакомых людей. Двое из участников, получивших помощь, описали свою социальную жизнь в первые месяцы как сложную. Участники, которые не получали помощь, описали свою социальную жизнь в течение первых месяцев как хорошую. Остальные трое заявили, что у них сложились тесные взаимоотношения с окружающими их людьми.

3. Есть ли у вас группа людей, с которыми вы могли бы комфортно проводить время вместе? Участников, ответивших положительно, попросили указать, со сколькими людьми они чувствуют себя комфортно.

Семь участников ответили, что знание языка имеет решающее значение для развития тесных взаимоотношений. Все признались, что склонны устанавливать близкие отношения с людьми, находящимися в аналогичных условиях: другие иностранцы, люди, говорящие на том же языке или приехавшие из той же страны. С носителями русского языка только у одного участника были хорошие отношения.

Четыре участника назвали двух человек, с кем они чувствуют себя комфортно, проводя совместно время. Трое участников указали большее количество (3–5), и только один участник назвал одного человека.

4. Как и когда вы с ними познакомились?

Шесть участников заявили, что заводят дружбу в университете; двое ответили, что заводят дружбу в университетских общежитиях.

5. Есть ли у вас кто-то, с кем вы близко общаетесь?

Шесть студентов смогли установить близкие взаимоотношения. Участники, у которых такие отношения не сложились, признались, что это было главным образом из-за языкового барьера.

6. Какими видами деятельности вы обычно занимаетесь вместе?

Основное занятие – есть/пить вместе, об этом сказали все студенты, второе занятие – совместные небольшие прогулки (6 участников).

7. По вашему мнению, что может внедрить университет для улучшения социальной жизни новых иностранных студентов?

Семь участников предложили организовать больше общего пространства, где иностранные студенты могли бы встречаться вне академического контекста. Пять участников признались, что у них мало знакомых, так как большую часть времени они общаются с иностранцами. По этой причине они считают, что будет полезно больше знакомиться с русской культурой и русскоговорящими людьми. Таким образом, социальная жизнь иностранца может быть улучшена за счет:

1. Организации мероприятий, где иностранцы могли бы встречаться с другими студентами, находящимися в тех же условиях, что и они. Эти мероприятия должны быть направлены на создание среды, в которой студенты могли бы чувствовать себя комфортно и где могли бы рассказать о себе и своей культуре (вне академической среды).

2. Предоставлении возможности знакомства с русской культурой не только на занятиях, но и за их пределами.

Основываясь на проведенном исследовании, можно утверждать, что большинство иностранных студентов склонны устанавливать отношения с людьми, находящимися в похожих обстоятельствах. Университет является основным местом, где студенты завязывают дружеские отношения. Следует отметить, что главное препятствие для установления тесных контактов с другими – это языковой барьер.

Выборка, использованная для данного исследования, представляет собой небольшое количество людей, в него не вошли студенты с прошлых подготовительных курсов, которые в настоящее время продолжают обучение в НИУ ВШЭ. Для будущих исследований выборку следует увеличить. В исследование можно включить дополнительные параметры для измерения социальной адаптации, процесса изучения русского языка и уровня проявляемых иностранцами симптомов тревоги и депрессии.

Социальная жизнь иностранных студентов, как правило, трудна. Им нужно адаптироваться к новым социальным нормам, заводить друзей, проходить обязательные процедуры, требуемые университетом или правительственными учреждениями, а также быть успешными в учебе. По этим причинам данное исследование может быть полезно университету для начала разработки программ, которые помогли бы иностранцам лучше адаптироваться к новой среде. Цель языковой программы за рубежом – достижение продвинутого уровня владения языком в полном культурном контексте (который включает социализацию) [8].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ming-Yeh Lee, Sheared V. Socialization and immigrant students' learning in adult education programs // *New Directions for Adult and Continuing Education*. – 2002. – I. 96. – P. 27–36.
2. Shaimardanova M., Akhmetova L., Nikishina S. Socialization of Foreign University Students Through the Formation of Reading Literacy // *Journal of Social Studies Education Research*. – 2020. – V. 11 (1). – P. 42–63.
3. Platukhina I.A., Eferova A.R., Koikova E.I., Ponomareva Y.V., Maiboroda A.A. Theoretical Analysis of the Term «Professional Socialization» of Future Economists // *The Journal of Social Sciences Research*. – 2018. – I. 5. – P. 52–57.
4. Levy M.J, Jr. *The Structure of Society*. – Princeton: Princeton U. Press, 1952. – 584 pp.
5. Schieffelin B., Ochs E. Language socialization // *Annual Review of Anthropology*. – 1986. – V. 15. – P. 163.
6. Ryu J. Neo-Socialization Function of Mass Media Working among Foreign Students // Paper presented at the annual meeting of the Mass Communication Association, San Francisco, C.A. – 1976. – P. 3–6.
7. Кодякова Н.В. Изучение иностранного языка как одно из средств социализации студентов медвуза [Электронный ресурс]. – режим

доступа: <http://elib.osu.ru/bitstream/123456789/580/1/3751-3755.pdf>.  
(дата обращения: 20.03.2023).

8. Kubler C. Study abroad as an integral part of the Chinese language curriculum // Journal of the Chinese Language Teachers Association. – 1997. – 32. – P. 15–30.

Сан Сумей, Ли Синьюй (Китай)

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

Научные руководители: Тарандо Елена Евгеньевна, д-р экон. наук, профессор;  
Петров Александр Викторович, д-р социол. наук, профессор

### **ИССЛЕДОВАНИЕ СТРАТЕГИЙ КРОСС-КУЛЬТУРНОГО МЕНЕДЖМЕНТА РОССИЙСКИХ И КИТАЙСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Аннотация: Из-за различий в корпоративных культурных ценностях и образе мышления между Китаем и Россией деловое общение между предприятиями неизбежно наталкивается на культурные столкновения, что создает культурные барьеры. Поэтому целью данной статьи является обсуждение того, как укрепить экономические, торговые и культурные обмены между российскими и китайскими предприятиями, решить проблемы, вызванные различиями в корпоративных культурах, построить плюралистическую и инклюзивную корпоративную культуру и достичь устойчивого корпоративного развития.

Ключевые слова: Китайские и российские предприятия, управление корпоративной культурой, межкультурная коммуникация.

Ядром предприятия является его культура, и развитие предприятия не может быть отделено от его культуры. Корпоративная культура тесно связана с политическими, экономическими, идеологическими и культурно-историческими предпосылками страны, в которой она находится. Очевидные различия между Китаем и Россией по многим аспектам, таким как географическое положение, уровень экономического развития, история, религиозные убеждения, язык и обычаи, в корне определяют очевидные различия в корпоративной культуре двух стран. В процессе экспансии на российский рынок китайские предприятия обязательно будут нанимать иностранных сотрудников, что может привести к проблемам межкультурного менеджмента. Культурные конфликты могут также

возникнуть при общении китайских предприятий с некоторыми местными российскими предприятиями, на которые влияют культурные различия.

Например, в российской корпоративной культуре каждый сотрудник является личностью, и спорить и не соглашаться на работе - это нормально. Сотрудники стремятся к личным достижениям и ценят управление личностью. В китайской корпоративной культуре, напротив, акцент делается на командной работе, стремлении к гармонии, избегая прямых споров, и корпоративной сплоченности. Русские делают акцент на эффективности использования времени, то китайцы больше внимания уделяют важности взаимоотношений в своей работе.

На основе принципов ориентированности на человека, открытости и инклюзивности и инновационного развития, усиление межкультурного менеджмента, устранение разрыва между представителями разных культур, продвижение и углубление коммуникаций между предприятиями. Обеим сторонам необходимо принять эффективные стратегии кросс-культурного менеджмента:

Во-первых, уважать культурные различия между двумя странами. Культура играет важную роль в управлении бизнесом, уважая культурные различия между двумя странами и идентифицируя культуры друг друга на основе равенства, уважения и понимания в процессе управления бизнесом. Китай и Россия имеют долгую историю торговли и хорошую основу для сотрудничества, но ни одна из сторон не сможет добиться хороших результатов в управлении в краткосрочной перспективе, позволив обеим сторонам адаптироваться к методам работы другой стороны. Поэтому сотрудникам, представляющим разные культуры, следует полагаться на дифференцированное управление, чтобы уменьшить конфликты между двумя сторонами из-за культурных различий, избегайте нарушения нормального функционирования предприятия.

Во-вторых, усилить интеграцию корпоративной культуры между двумя странами и совместно построить "локализованную" систему корпоративной культуры. Предприятия должны полностью осознать необходимость и важность культурного менеджмента. Китайские предприятия должны активно впитывать и изучать превосходную российскую культуру в процессе своей деятельности и превращать ее в эндогенную движущую силу собственного развития, чтобы постоянно повышать свою конкурентоспособность на международном рынке.

В-третьих, повышение осведомленности об интеграции корпоративной культуры среди корпоративных менеджеров. Через культурную интеграцию можно решить проблемы культурного конфликта и культурного строительства в корпоративной культуре, сохранить ее собственные

характеристики в долгосрочной перспективе и добиться здорового развития корпоративной культуры. Проясняются общие черты и различия между китайской и российской культурами, что в свою очередь приводит к созданию научной и рациональной модели кросс-культурного менеджмента.

#### Заключение

В целом, между культурами Китая и России существуют большие различия. Поэтому в процессе управления предприятием необходимо преодолеть различия разных культур, начать с точки зрения культурных различий между двумя сторонами и изучить способ управления, адаптированный к обеим культурам. Если метод управления предприятием подходит, то можно не только обеспечить бесперебойное внутреннее управление предприятием, но и сформировать ценный кросс-культурный опыт управления предприятием, что повысит уровень коммуникации между двумя странами и станет благоприятным конкурентным преимуществом для предприятий.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сай Джунян, Ян Силинь (Cai Junyan, Yang Xilin). Влияние культурных различий на управление многонациональными предприятиями и контрмеры кросс-культурного менеджмента. //Модернизация торговых центров,2022(01),103-105с.
2. Ву Мин, Ли Вэй (Wu Min, Li Wei). О создании межкультурной модели управления предприятием. //Реформа экономической системы,2002(05),52-55с.
3. Йи Юбин (Yi Youbin). Стратегии культурного менеджмента многонациональных предприятий в рамках инициативы "Один пояс, один путь". //Журнал колледжа Шаоян (издание по общественным наукам),2021(05),26-30с.
4. Ли Шэн (Li Sheng). О культурных различиях между китайскими и российскими предприятиями. //Китайские и иностранные предприниматели,2020(18),151с.

Саракосала Лапавее (Тайланд)

Национальный исследовательский университет  
Высшая школа экономики, г. Москва

Научный руководитель: Иваненко Анастасия Андреевна

## **КОММУНИКАЦИЯ И ЦЕННОСТИ БРЕНДА TAKARA WONG**

Данная работа посвящена изучению специфики коммуникации бренда TAKARA WONG с его потребителями, входящими в субкультурные группы молодёжи. Малкольм Барнард говорил, что одежда отражает культуру и ценности, демонстрирует уникальность и мышления человека [1]. Каждый бренд стремится завоевать признание у разной аудитории. Коммуникация бренда – это процесс получения потребителями информации о нём. Этот процесс включает 5 составляющих: источник, сообщение, канал и получатель [2]. Значимость моды заключается в том, что она отражает деятельность людей, их вкусы и предпочтения, течение жизни, в целом. [2]. Компания стремится сформировать максимально выразительный образ бренда, чтобы стать успешной. Теоретик моды Кобаяши классифицировал типы брендов на 15 групп [2]. Согласно его типологии TAKARA WONG соответствует трем группам: этнической, элегантной и современной.

Выбор одежды может метафорически отсылать к денотату. Например, кожаный пиджак маркирует отнесённость к группе мотоциклистов. Так, выбор одежды отражает идентичность человека. Канчана Кевтеп писала, что мода как компонент культуры содержит «силу»: идентичность способствует формированию уверенности и причин гордиться самим собой. В случае, если человек утрачивает идентичность, то он теряет эту уверенность [3].

TAKARA WONG – популярный тайский бренд одежды, который чаще всего выбирает подростковая субкультура. Любимая брендом стилистика 80-ых, адаптированная к современности, отлично сочетается со стремлением подростков к свободе и бунту. Вдохновением главного дизайнера бренда стал его непростой жизненный опыт из личного подросткового прошлого. В тайских школах часто существуют жестокие правила, и подростки бывают несправедливы друг к другу. Бренд TAKARA WONG воплощает подростковое отношение к жизни и стремления, он созвучен ценностям субкультуры. Подростки всегда ищут способы самовыражения и демонстрации бунта в своем внешнем виде, и одежда бренда TAKARA WONG отвечает их запросу.

В данной работе мы ставили себе цель ответить на следующие исследовательские вопросы: 1) как позиционирует себя компания TAKARA

WONG; 2) какие ценности компания транслирует своей аудитории; 3) с помощью каких ресурсов и каналов она делает это.

В работе используется метод качественного анализа ресурсов, ценностей бренда и субкультуры, а также результатов опроса поклонников бренда. В интервью приняли участие 6 человек, которые часто носят одежду TAKARA WONG. Таким образом, материал исследования представлен результатами подробных интервью с представителями целевой аудитории бренда, а также модными журнальными фотографиями, снимками артистов и видео. Пользуясь аналитическими методами из теории коммуникации в сфере моды, создания смысла, теории субкультуры и теории коммуникации бренда, мы можем описать все собранные данные в виде схемы.

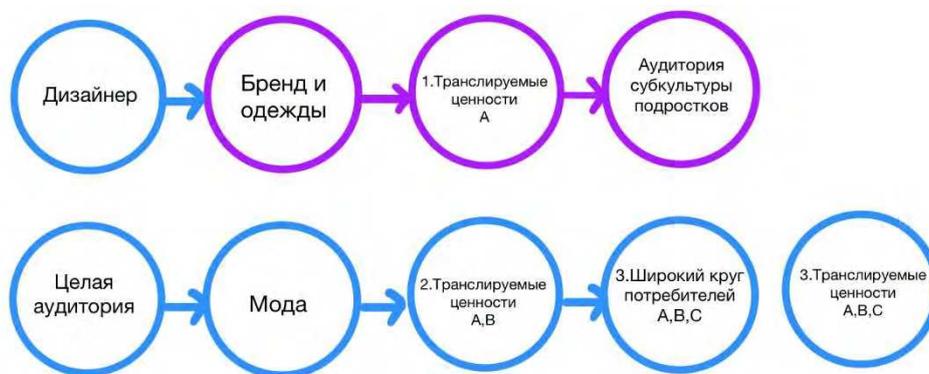


Схема 1. Схема коммуникации бренда с аудиторией

В этом исследовании были опрошены представители субкультур. Это люди, вовлеченные в деятельность компании TAKARA WONG и увлекающиеся модой. Среди них были: Туи - продавец одежды, Бэ - модель, Гам - модель, стилист и brand influencer, Прин - фотограф, Холл - стратегический планировщик звукозаписывающей компании Genelab и администратор модного блога Faddict, а также Биг – модель и певец. Анкета участников интервью включала следующие вопросы:

1. С какого возраста вам нравилось так одеваться?
2. Почему вам нравится такой стиль в одежде?
3. Откуда вы узнали о бренде TAKARA WONG?
4. В работе какой части бренда вы участвовали?
5. Какая одежда вам нравится или какие бренды вам особенно нравятся?
6. Какими продуктами вы интересуетесь больше всего сейчас?
7. Где вы обычно покупаете одежду?
8. Как вы себя чувствуете, если вы не одеваетесь так, как вам нравится?

9. Чем вы обычно занимаетесь с друзьями?

10. Каково ваше мнение о моде?

Анализ ответов участников интервью показал, что для них важно работать в индустрии моды. Опрошенные занимаются модой, чтобы быть в курсе развития современных модных трендов. У всех участников опроса есть свои бренды-фавориты и они выбирают одежду, пользуясь различными ресурсами. Большинство опрошенных знают друг друга, поскольку взаимодействуют на работе. Например, дизайнер TAKARA WONG Такон Воннавонг знает Холла, который привозил одежду TAKARA WONG для корейского модного показа. Для всех опрошенных опыт школьного возраста стал определяющим. В частности, Туй обнаружила, что предпочитает работать больше, чем учиться, и не переносит строгих правил учителей. Биг не любит, когда его принуждают следовать школьным правилам и хочет сам делать выбор. Из этого можно сделать вывод, что ценностями данной группы является бунт в себе, желание отличаться от других и стремление к независимости. Им важно выразить свою индивидуальность, поэтому опрошенные подростки начали искать необычные украшения и нестандартную одежду, примером которой является продукция TAKARA WONG (Рисунки 1, 2).



Рис. 1.



Рис. 2.

Помимо этого, мы установили, что музыка служит основным вдохновением для опрошенных. Посещение концертов и вечеринок является одной из составляющих счастливой жизни представителей субкультуры.

Далее перечислим основные результаты анализа всего материала исследования.

1. **Коммуникация бренда.** TAKARA WONG позиционирует себя как бренд для подростков из субкультуры. В данном контексте основными ценностями являются: бунт, музыка, уникальность и социальные проблемы.

2. **Ценности компании.** В коллекции весна-лето 2018 дизайнер рассказывает историю африканцев, которые подвергались угнетению и издевательствам в концепции “The future is wrong”. Ярко-белая фотография не показывает счастливое светлое будущее: у модели заклеен рот изолентой и рана на лице. Это будущее, которое отклоняется от идеалов, в котором люди страдают от неравенства, несправедливости и недостатка регулирования прав. Будущее репрезентируется одновременно и светлым, и мрачным (Рисунки 3,4,5).



Рис. 3.



Рис. 4.



Рис. 5.

Вдохновение для коллекции весна-лето 2019 дизайнер Такон Вонна-вонг нашёл в трагическом событии - восстании в Венесуэле в 2018 г. Он использовал фотографии Р. Шемидта и Х. Берреттоба - участников фотоконкурса World Press Photo 2018. На фото были горящие протестующие, и в концепции «Race Riot» дизайнер хотел создать образ человека, который стремится к свободе, даже не смотря на ранение. Он предлагал идеи развития защиты прав человека (Рисунки 6,7,8).



Рис. 6.



Рис. 7.



Рис. 8.

Анализ других фотоматериалов показал, что одежда бренда TAKARA WONG отличается специальными элементами, среди которых: графические узоры, полосы (тигра), булавки, серебряные кольца и разрывы ткани (Рисунки 9, 10). Все, что появляется в качестве деталей одежды, используется для привлечения внимания и является символом. Тот факт, что какой-либо материал обычно не используется при производстве одежды и добавляет ей некое несовершенство, используется дизайнером для выражения уникальности коллекции и транслирования ключевых ценностей компании.



Рис. 9.



Рис. 10.

**3. Коммуникация с аудиторией бренда.** По результатам исследования можно отметить, что аудитория TAKARA WONG способна правильно интерпретировать идеи, транслируемые брендом, и хорошо понимает позицию бренда. Идентичность аудитории бренда заключается в стремлении выразить свою индивидуальность (например, через татуировку или смену цвета волос). Идентичность является связующим звеном

между человеком и миром, в котором он живет. Она необходима для укрепления самооценки и уверенности в себе.

Рассмотрение коммуникации бренда позволило изучить транслируемые ценности TAKARA WONG, среди которых не только самоидентификация молодёжи, но общественно-политические проблемы современности. Одежда TAKARA WONG отвечает потребительским запросам молодой аудитории, а также обращает внимание на значимые социальные вопросы, формируя, тем самым, новые созидательные ценности у подростков.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барнард Малкольм. Мода как общение. - Лондон.: Рутледж, 2002. - 34 с.
2. Suthinee Chattarakyl. Brand Communication, Strategies and Factors used by consumer in purchasing Thai designer brands [Electronic source]. – from: <http://cuir.car.chula.ac>. (дата обращения: 26.03.2019)
3. Kanjana Kaewtep. Media Analysis : Main idea and Technical. - Bangkok.: Edison press production, 2009. - 164 p.

Со Си (Китай)

Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана, г. Москва

Научный руководитель: Костырин Евгений Вячеславович,  
д-р экон. наук, профессор

### СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ ПЕНСИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГРАЖДАН КИТАЯ В РАЗЛИЧНЫХ ПРОВИНЦИЯХ

**Введение.** Согласно «Сводке данных о деятельности национальных пенсионных фондов предприятий» [1] и «Основным статистическим данным по трудовым ресурсам и социальному обеспечению за 2022 год» [2], опубликованным Министерством трудовых ресурсов и социального обеспечения, по состоянию на конец 2022 года более 1,05 млрд человек (74,38% всего населения) охвачены базовым пенсионным страхованием в Китае, общие расходы пенсионного фонда равны 5 757,4 млрд юаней. Пенсионное страхование является эффективным средством обеспечения гарантированного дохода для пожилых людей и борьбы с бедностью и

социальным неравенством, и это чрезвычайно важный и трудный пункт реформы в современной системе социального обеспечения.

В 2022 году общий доход национального фонда базового пенсионного страхования составил 61 482,5 млрд юаней [2]. Структура доходов и расходов базового пенсионного страхования граждан Китая представлена в табл. 1.

Таблица 1

*Структура доходов и расходов базового пенсионного страхования граждан Китая по состоянию на конец 2022-ого года*

Система пенсионного обеспечения	Количество участников Десять тысяч человек	Доходы		Расходы		Остаток	
		Млрд юаней	%	Млрд юаней	%	Млрд юаней	%
Базовое пенсионное страхование для городского работающего населения	50 245	56 574,2	92 %	53 925,4	93,7 %	2 648,8	67,8 %
Базовое пенсионное страхование для сельских жителей	54 770	4 908,3	8 %	3 648,6	6,3 %	1 259,7	32,2 %
ИТОГО	105 015	61 482,5	100 %	57 574	100 %	3 908,5	100 %

Методика расчёта будущей пенсии граждан Китая. Пенсионное обеспечение большинства китайских городских жителей состоит из базовой пенсии и пенсии на персональном счёте.

$$П = П_б + П_и, \quad (1)$$

где  $П$  – суммарная ожидаемая среднемесячная пенсия, юаней.;  $П_б$  – базовое пенсионное обеспечение, юаней;  $П_и$  – среднемесячная пенсия за счёт средств, накопленных на персональном пенсионном счёте, юаней;

Базовая пенсия.

$$И = \frac{\frac{A_1}{B_1} + \frac{A_2}{B_2} + \dots + \frac{A_n}{B_n}}{n},$$

где  $И$  – средний индекс взносов работника за весь период трудовой деятельности (индекс взносов равен базе заработной платы работника по взносам, деленной на среднюю социальную заработную плату);  $A_i$  – средняя заработная плата работника в  $i$ -ом году, юаней.;  $B_i$  – средняя заработная плата в провинции Китая в  $i$ -ом году, юаней.;  $n$  – период трудовой деятельности, годы.

Тогда формула для расчёта базовой пенсии имеет вид:

$$P_6 = V_0 * \frac{1+I}{2} * n * 1\%, \quad (2)$$

где  $V_0$  – средняя заработная плата в провинции Китая в год выхода на пенсию, юаней.

Персональная накопительная пенсия.

$$P_{\text{и}} = \frac{H}{K},$$

где  $H$  – суммарные накопления на персональном пенсионном счёте за период трудовой деятельности с учётом начисленных процентов (см. рис. 2), юаней;  $K$  – ожидаемая продолжительность жизни в месяцах.

Суммарные накопления  $H$  рассчитываются по следующей формуле:

$$H = V_0 * C * 12 * n, \quad (3)$$

где  $C$  – ставка индивидуального взноса на пенсионное обеспечение, доли ед.

Таблица 2

*Сравнительная характеристика систем пенсионного обеспечения граждан Китая в различных провинциях*

№ п/п	Провинция	Ставка взноса предприятия	Ставка индивидуального взноса	Среднемесячная заработная плата, юаней	Базовая пенсия, получаемая пенсионерами в месяц, юаней	Персональная накопительная пенсия, получаемая пенсионерами в месяц, юаней	Общая пенсия, получаемая пенсионерами в месяц, юаней
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Тибет	20%	8%	11 696	3 860	2 423	6 283
2	Шанхай	16%	8%	15 987	5 276	3 312	8 588
3	Пекин	16%	8%	16 221	5 353	3 361	8 714
4	Цинхай	20%	8%	9 112	3 007	1 888	4 895
5	Чжэцзян	16%	8%	10 192	3 363	2 112	5 475
6	Шаньси	16%	8%	6 868	2 266	1 423	3 689
7	Шаньдун	16%	8%	7 897	2 606	1 636	4 242
8	Тяньцзинь	16%	8%	10 294	3 397	2 133	5 530
9	Синьцзян	16%	8%	7 857	2 593	1 628	4 221
10	Нинся	16%	8%	8 772	2 895	1 818	4 712
11	Цзянсу	16%	8%	9 594	3 166	1 988	5 154
12	Гуандун	14%	8%	9 844	3 249	2 040	5 288
13	Фуцзянь	16%	8%	8 173	2 697	1 693	4 390
14	Чунцин	16%	8%	8 473	2 796	1 756	4 552
15	Шэньси	20%	8%	7 583	2 502	1 571	4 074
16	Нэймэнгу	20%	8%	7 536	2 487	1 561	4 048
17	Хэбэй	16%	8%	6 877	2 269	1 425	3 694
18	Хубэй	16%	8%	8 083	2 667	1 675	4 342

№ п/п	Провинция	Ставка взноса предприятия	Ставка индивидуального взноса	Среднемесячная заработная плата, юаней	Базовая пенсия, получаемая пенсионерами в месяц, юаней	Персональная накопительная пенсия, получаемая пенсионерами в месяц, юаней	Общая пенсия, получаемая пенсионерами в месяц, юаней
19	Ляонин	16%	8%	7 172	2 367	1 486	3 853
20	Юньнань	20%	8%	8 228	2 715	1 705	4 420
21	Цзянси	20%	8%	6 981	2 304	1 446	3 750
22	Ганьсу	16%	8%	7 042	2 324	1 459	3 783
23	Хэнань	16%	8%	6 239	2 059	1 293	3 352
24	Хэйлунцзян	20%	8%	6 697	2 210	1 388	3 598
25	Гуйчжоу	16%	8%	7 874	2 598	1 631	4 230
26	Аньхой	20%	8%	7 822	2 581	1 621	4 202
27	Сычуань	16%	8%	8 062	2 660	1 670	4 331
28	Гуанси	20%	8%	7 348	2 425	1 522	3 947
29	Хайнань	20%	8%	8 123	2 681	1 683	4 364
30	Хунань	16%	8%	7 120	2 350	1 475	3 825
31	Цзилинь	16%	8%	6 919	2 283	1 434	3 717
32	Среднее значение			8 603	2 839	1 782	4 621

При исходных условиях 2023-ий год – год выхода на пенсию; 30 лет – суммарный период взносов на пенсионное обеспечение; база взносов работника за весь период трудовой деятельности в 1,2 раза больше средней заработной платы в каждой провинции. Согласно формуле (2), базовая пенсия для работников в каждой провинции при вышеуказанных исходных условиях представлена в таблице 2 (см. столбец 6, табл. 2).

При исходных условиях 2023-ий год – год выхода на пенсию; 30 лет – суммарный период взносов на пенсионное обеспечение; работник выходит на пенсию в возрасте 60 лет; для простоты расчётов без ущерба для смыслового понимания процесса формирования размера среднемесячной персональной накопительной пенсии граждан Китая примем, что проценты по персональным пенсионным счетам не начисляются. Тогда по формуле (3) суммарные накопления на персональном пенсионном счёте без учёта начисленных процентов представлены в таблице 2 (см. столбец 7, табл. 2).

Таким образом, согласно формуле (1), при выходе на пенсию работник будет получать ежемесячную пенсию, как показано в таблице 2 (см. столбец 8, табл. 2).

Выводы:

В 2022 году общий доход национального фонда базового пенсионного страхования составил 61 482,5 млрд юаней, общие расходы составили 57 574 млрд юаней, В 2022 году накопленный остаток на персональных счетах пенсионного обеспечения Китая составил 3 908,5 млрд юаней (см. табл. 1).

Исходя из средней заработной платы в 8 603 юаней в провинциях Китая, работник, выходящий на пенсию в возрасте 60 лет после 30 лет накопленных взносов, будет получать среднемесячную пенсию в размере 4 621 юаней. Общая пенсия составляет половину средней заработной платы (см. строку 32, табл. 2).

По мере дальнейшего развития китайской «трёхкомпонентной» системы пенсионного страхования связи между тремя компонентами будут становиться все теснее, тем более что второй и третий компоненты по своей природе являются дополнительным пенсионным страхованием и оба работают на основе системы персональных счетов и рыночных операций, так что системы могут быть более органично связаны, оптимизированы и взаимно укреплены, что является важной тенденцией для будущего развития.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сводка данных о деятельности национальных пенсионных фондов предприятий. Министерство трудовых ресурсов и социального обеспечения [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.mohrss.gov.cn/shbxjjds/SHBXJDSzhengcewenjian/202208/W020220826638683893226.pdf> (дата обращения 16.03.2023)
2. Основные статистические данные по трудовым ресурсам и социальному обеспечению. Министерство трудовых ресурсов и социального обеспечения [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.mohrss.gov.cn/xxgk2020/fdzdgnr/ghtj/tj/dttj/202211/W020221107597163667184.pdf>. (дата обращения 16.03.2023).
3. Со Си. Управление развитием пенсионными системами Китая и России на основе уравнения Ферхюльста и полиномиальной регрессии / В сборнике: Управление развитием крупномасштабных систем (MLSD'2022). Труды Пятнадцатой международной конференции. Под общей ред. С.Н. Васильева, А.Д. Цвиркуна. М., 2022. С. 1450-1461.
4. Переходный план для коэффициента удельных взносов базового пенсионного страхования для работников предприятий в провинции Гуандун [Электронный ресурс]. – режим доступа: [http://hrss.gd.gov.cn/jyzl/zcfg/zcjd/content/post\\_3887280.html](http://hrss.gd.gov.cn/jyzl/zcfg/zcjd/content/post_3887280.html) (дата обращения 15.03.2023).

Тукан Али (Сирия)

Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж

Научный руководитель: Шульгина Лариса Владимировна,  
д-р экон. наук, профессор, профессор

### **К ВОПРОСУ О ВОЗМОЖНЫХ ПУТЯХ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ ПОСЛЕВОЕННОГО ВОССТАНОВЛЕНИЯ СИРИЙСКОЙ ЭКОНОМИКИ (СОГЛАСНО НАЦИОНАЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ «СИРИЯ 2030»)**

Более десяти лет Сирийская арабская республика находится в состоянии гражданской войны. Это уже привело к разрушительным последствиям для всех сфер жизни, в том числе, для экономики. На данном этапе мы не можем говорить о целостности государственной экономики САР, поскольку выделяется ряд регионов, в каждом из которых сформировалась отдельная экономическая система (например, территории, подконтрольные правительству, территории повстанцев и т.д.).

Исследователи сталкиваются с проблемой недоступности и необъективности статистических данных, поскольку некоторые данные получают только из правительственных источников, не имея доступа к отделившимся регионам, ряд данных засекречен, анализ некоторых аспектов и вовсе не проводился ввиду трудностей политического, экономического и социального характера.

Говоря об экономике Сирии, мы в своей работе в первую очередь делаем акцент на экономической ситуации в подконтрольных правительству или взаимодействующих с ним регионах.

Согласно исследованиям, сирийская экономика с 2019 года до настоящего времени находится на этапе постконфликтного восстановления. [1, с. 24] Это означает, что официальное государство сохранило свою независимость и состоятельность и сейчас пытается выйти из военного кризиса с помощью внутренних реформ и зарубежных партнеров (Ирана, России, Китая). Отметим, что послевоенное восстановление экономики значительно осложняется масштабным санкционным давлением, природными катаклизмами, последствиями пандемии Covid-19.

Правительство САР в 2020-ом году разработало национальную стратегию послевоенного восстановления страны «Сирия 2030» [2], которую пытается реализовать, несмотря на различные трудности.

Мы предпримем попытку рассмотреть основные пункты этой стратегии в экономической сфере и возможности их реализации.

Правительство надеется на перспективы «устойчивого развития, создания полюсов роста, поощрения инвестиций, налаживания партнерских отношений с частным сектором и достижения регионального развития». [2, с. 23] Это должно быть достигнуто путем проведения справедливых социальных и институциональных реформ, возвращения и расширения социальной ответственности государства и бизнеса, восстановления человеческого капитала, помощи бизнесу, особенно МСП.

В проекте указан ряд направлений, по которым уже сейчас ведется работа. Обозначим и прокомментируем основные из них:

1. Поддержка национального, культурного, религиозного и политического плюрализма. С древних времен Сирия была многонациональным и мультикультурным государством. В ряде регионов такая ситуация сохраняется на основах взаимного уважения, в других сейчас процветает нетерпимость и экстремизм. Соответственно, это отражается на политике и экономике. Существует множество семейных, национальных и религиозных групп, которые незаконно контролируют отдельные сферы экономической деятельности в регионах страны.

Мы предполагаем, что государство должно создать такой алгоритм взаимодействия с представителями различных кланов, при котором им будет выгоднее соблюдать закон и получать за это бонусы от государства, чем участвовать в различных теневых схемах. Для «выхода из тени» можно использовать, к примеру, механизм налоговой амнистии и не применять наказаний к тем, кто ранее уходил от налогов при легализации их экономической деятельности.

2. Проведение административной реформы, поощрение добросовестности. Это связывается с улучшением кадрового обеспечения государственных учреждений, борьбой с коррупцией, административной и финансовой децентрализацией. С нашей точки зрения, децентрализация является единственным путем выхода из кризиса экономики отдельных регионов страны. Поскольку вследствие войны экономика стала носить региональный характер и роль власти на местах значительно снизилась [3, с. 301], в интересах правительства создать прочные вертикальные связи с регионами, всячески поддерживая местную власть и уменьшая административные проблемы для населения.

Стоит сказать, что, согласно статистике, уровень коррупции за последние годы значительно снизился (Рис. 1).

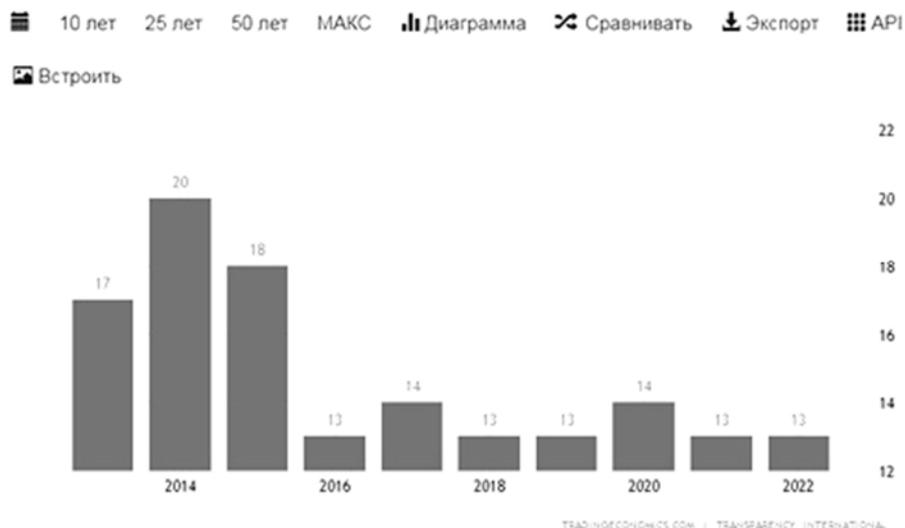


Рис. 1. Уровень коррупции в САР в 2014-2022 гг. [4]

Снижение уровня коррупции связано с усилиями правительства в этой области, обусловленными стремлением помочь развитию частного сектора экономики, малого и среднего бизнеса. Именно МСП в условиях развала государственных секторов и крупных предприятий стало основой восстановления экономики [5, 6].

3. Проведение инновационных преобразований во всех отраслях экономики. Предполагается использование современных технологий, которые позволят создать экологичную, развивающуюся и конкурентоспособную экономику: «попытки обеспечить прорыв при помощи ограниченного набора заимствованных технологий <...> были обречены на неуспех» [1, с. 67-68].

В САР очень высокие образовательные стандарты и квалифицированные специалисты, которые при поддержке государства могли бы способствовать развитию науки и передовых технологий. Отметим, например, работу над солнечными генераторами в лабораториях университета Тартус. В условиях постоянных отключений электричества многие семьи используют солнечные батареи.

Однако многие молодые ученые вынужденно уехали из страны. Мы полагаем, что правительство может способствовать их возвращению, введя освобождение от службы в армии, грантовую поддержку, льготы для семей молодых исследователей при приобретении жилья и т.д.

Мы выделили три вышеуказанных направления развития как наиболее значимые. Проведя анализ деятельности сирийского правительства на данном этапе, можно сказать, что оно стремится к реализации стратегии восстановления, однако сталкивается с целым рядом внутренних и внешних трудностей. Если план стратегического развития будет реализован, Сирия не только восстановит свою экономику, но и сделает большой рывок вперед.

Можно сделать вывод, что в нынешней ситуации, когда правительство не может совершать глобальные преобразования, оно пытается восстанавливать экономику на местах, поддерживать МСП, развивать инновационную деятельность при университетах и делать другие маленькие шаги на пути выхода из кризиса.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матвеев И.А. Политэкономика Сирии в конфликте: в 2 т. Т. 2: Битва Трудный путь к восстановлению / отв. ред. В.А. Кузнецов; ФГБУН ИВ РАН. – М.: ИВ РАН, 2022. – 392 с.
2. سورية الاستراتيجية الخطة "الحرب بعد ما في لسورية التنموي الوطني البرنامج" 2030 [Национальная программа развития Сирии в послевоенный период: стратегический план «Сирия 2030»]. Дамаск: Государственная комиссия по планированию и международному сотрудничеству при Совете министров САР, май 2020 г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: [http://picc.gov.sy/EG8/report/Syria\\_2020.pdf](http://picc.gov.sy/EG8/report/Syria_2020.pdf) (дата обращения: 15.03.2023)
3. Матвеев И.А. Политэкономика Сирии в конфликте: в 2 т. Т. 1: Битва за выживание / отв. ред. В.А. Кузнецов; ФГБУН ИВ РАН. – М.: ИВ РАН, 2022. – 344 с.
4. Индекс коррупции в Сирии // Trading economics [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://tradingeconomics.com/syria/corruption-index> (дата обращения: 15.03.2023)
5. Тукан А., Шульгина Л.В. Влияние малого и среднего предпринимательства на развитие экономики в условиях кризиса (на примере Сирийской арабской республики) // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2021. – Т. 18. – № 10. – С. 10-15.
6. Тукан А., Шульгина Л.В., Сулемина О.В. Малое и среднее предпринимательство как платформа для внедрения инноваций в экономику Сирийской Арабской Республики в условиях кризиса и санкций // ФЭС: Финансы. Экономика. Стратегия. – 2022. – Т. 19. – № 3. – С. 5-9.

Хэ Пинпин (Китай)

Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана, г. Москва

Научный руководитель: Костырин Евгений Вячеславович,  
д-р экон. наук, профессор

## АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ФИНАНСИРОВАНИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РАБОТАЮЩЕГО НАСЕЛЕНИЯ ПЕКИНА

Введение. Современная китайская система финансирования здравоохранения состоит из трёх важных частей:

Система страхования городского работающего населения (UE BMI – Urban Employee Basic Medical Insurance);

Система страхования городского неработающего населения (UR BMI – Urban Residents Basic Medical Insurance);

Обновлённая система кооперативного медицинского страхования для сельской местности (NRCMS – New Rural Cooperative Medical Scheme) [4].

Система страхования городского работающего населения (UE BMI). Число граждан Китая, участвующих в базовом медицинском страховании, включая UE BMI, UR BMI и NRCMS по всей стране, равно 1 362,97 млн человек, при этом коэффициент участия остаётся стабильным на уровне более 95% [1;3].

Автор приводит в качестве примера Пекин и подробно перечисляет доходы и расходы по различным видам медицинского страхования в Пекине в 2021 году, как показано в таблице 1. Из таблицы мы можем ясно видеть, что на UE BMI более 90% потока средств медицинского страхования в Пекине [6].

Таблица 1

*Структура доходов и расходов национального фонда базового медицинского страхования (в 2021-ом году, Пекин)*

Система финансирования здравоохранения	Доходы		Расходы		Остаток	
	Млрд юаней	%	Млрд юаней	%	Млрд юаней	%
UE BMI(Работающих)	167,2	93,6 %	135,8	92,7 %	161,3	96,3 %
UR BMI и NRCMS (Неработающих)	11,3	6,4 %	10,6	7,3 %	6,1	3,7 %
ИТОГО	178,5	100 %	146,4	100 %	167,4	100 %

На рис. 2 показана блок-схема использования пациентами своей медицинской страховки. Застрахованные пациенты выбирают различные виды лечения в зависимости от степени заболевания. Различные варианты лечения также имеют соответствующие ставки возмещения, конкретные значения которых приведены в табл. 2.

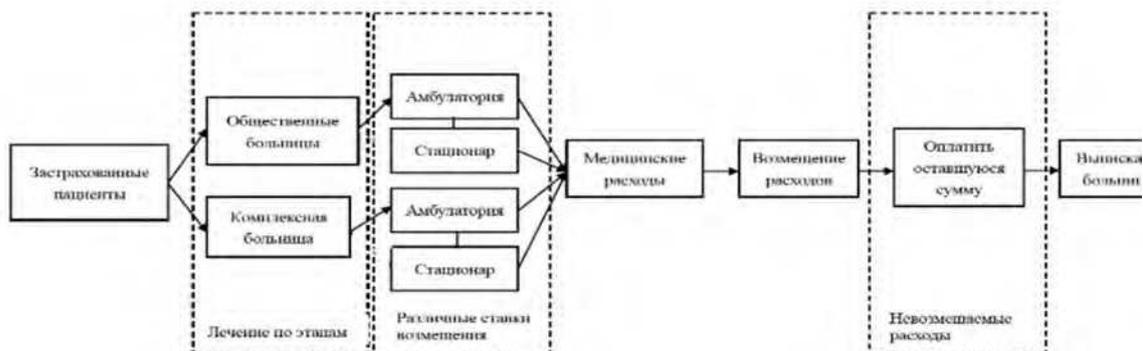


Рис. 2. Блок-схема использования пациентами своей медицинской страховки

Таблица 2  
Возмещение расходов в иерархической системе лечения UE ВМІ  
(стандарты Пекина)

Категория амбулаторных пациентов	Тип участника		Максимальная сумма возмещения за год, юань	Ставки возмещения		
				Общественные больницы	Другие больницы	
	Работающий		20 000	90 %	70 %	
	Пенсионер	До 70 лет			85 %	
		Более 70 лет				90 %
Категория стационара	Тип участника	Минимальная сумма за один случай госпитализации, юань	Максимальная сумма за один случай госпитализации	Ставки возмещения		
				Больница 1-го уровня (маленькие)	Больница 2-го уровня (средние)	Больница 3-го уровня (большие)
		Работающий	1 300	4 x (среднегодовой ФОТ в провинции)	95 %	92 %
	Пенсионер	1 300	4 x (среднегодовой ФОТ в провинции)	98 %	97,6 %	97 %

В Китае амбулатории и стационары представляют собой единый комплекс. Пациенты могут выбрать тип больницы для посещения, и врач решает, следует ли их госпитализировать, исходя из их состояния. Процесс лечения пациента показан на рисунке 2. При необходимости стационарного лечения ставки возмещения, как и при амбулаторном лечении, зависят от типа пациента и категории стационара (см. табл. 3).

Поступление от фондов UE ВМІ в больницах: Взяв в качестве примера город Пекин, автор провел следующие статистические данные и расчеты по медицинским учреждениям региона, чтобы получить табл. 3.

Таблица 3

*Поступление от UE ВМІ во всех уровнях больницах (стандарты Пекина)*

Категория больниц	Количество больниц в Пекине	Общее количество амбулаторных посещений во всех больницах одного уровня / млн. за 1 год	Средние расходы на одно амбулаторное посещение / юань	Общее количество обращений в стационары по поводу заболевания / тыс. раз за 1 год	Средняя стоимость стационарного лечения / юань	Средний доход от амбулаторного лечения одной больницы Пекина / млн. юаней	Средний доход от стационарного лечения одной больницы Пекина / млн. юаней	Ставки и возмещения за амбулаторное лечение	Ставки и возмещения за стационарное лечение	Средние поступления от фондов медицинского страхования в одну больницу Пекина / млн. юаней	Общие поступления от фондов медицинского страхования в больницы Пекина / млн. юаней
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Больницы третьего уровня	130	91,8	693,3	2 553,6	26 181	490,0	514,3	0,7	0,9	805,86	104 762,4
Больница второго уровня	163	16,1	439,5	289,5	24 782	43,6	44,0	0,7	0,92	71,06	11 582,0
Больница первого уровня	398	11,6	310	88,9	20 087	9,1	4,5	0,7	0,95	10,60	4 220,1

Общественная больница	10 684	39,2	284	9,8	22 151	1,0	0,020	0,9	0,95	0,96	10 231, 5
-----------------------	-----------	------	-----	-----	--------	-----	-------	-----	------	------	-----------------

На основе статистики и расчетов, приведенных в приведенной выше таблице, мы получили следующие выводы: 1. Количество медицинских учреждений в Пекине увеличилось с повышением уровня, их количество уменьшилось, и доля возмещения расходов также уменьшилась. Цель состоит в том, чтобы градуированное направление. 2. UE ВМІ обеспечивает важную финансовую поддержку медицинским учреждениям на всех уровнях. Мы суммируем поступления на медицинское страхование больниц всех уровней в столбце 12 и получаем, что фонд UE ВМІ внесет взносы во все медицинские учреждения в 2021 году: 130 796,1 млн юаней, что составляет 72% от общих расходов Пекина на социальное здравоохранение в этом году.

Заключение. Из вышеизложенного следует, что медицинское страхование городских работников в Китае как важная часть национальной системы базового медицинского страхования использует МНС в системе индивидуальных счетов медицинского страхования городских работников Китая. Отметим следующие преимущества китайской системы финансирования здравоохранения, основанной на МНС [6]: 1. Политика дифференцированного возмещения медицинского страхования поощряет пациентов обращаться за первичной медицинской помощью и градуированными направлениями, а также способствует оптимальному распределению медицинских ресурсов. 2. UE ВМІ обеспечивает важную финансовую поддержку медицинским учреждениям на всех уровнях. В среднем каждая больница может получать поступление от UE ВМІ каждый год: 805,86 млн юаней. Все медицинские учреждения во всем районе Пекина могут получать поступление по UE ВМІ следующим образом: 104 762,4 млн юаней.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Документ Государственного совета «Ответ Государственного управления медицинской безопасности на рекомендацию № 8205 третьей сессии Тринадцатого Всекитайского собрания народных представителей». Письмо о медицинской безопасности [2020] № 39.
2. Документ Государственного совета «Утверждение пилотной программы реформы системы медицинского обеспечения работников

- в городе Чжэньцзян провинции Цзянсу и городе Цзюцзян провинции Цзянси». Государственное письмо [1994] № 116. URL: [http://www.gov.cn/zhengce/content/2010-12/29/content\\_6461.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2010-12/29/content_6461.htm).
3. Костырин Е. В., Хэ П. Сравнительный анализ систем финансирования здравоохранения Китая и России // Экономика и предпринимательство. 2021. № 9 (134). С. 239–246.
  4. Китайский статистический ежегодник-2021. Национальное бюро статистики Китая, 2021.
  5. Хэ П. Управление развитием крупномасштабных систем здравоохранения Китая и России с использованием прогностической Грей-модели и модели авторегрессионной зависимости / Труды Пятнадцатой международной конференции / Под общ. ред. С. Н. Васильева, А. Д. Цвиркуна.

Ци Чжо (Китай)

Российский государственный педагогический университет  
им. А. И. Герцена, г. Санкт-Петербург

Научный руководитель: Кузмичева Мария Владимировна,  
канд. искусствоведения, профессор

## **ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ КУРСОВ ГОХУА В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО ДИЗАЙН-ОБРАЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННОГО КИТАЯ**

***Аннотация:** В последние годы с ростом экономики культурные особенности Китая привлекают все большее внимание международной общественности, а дизайнерские работы китайских авторов становятся все более популярными за счет применения выразительного языка китайской живописи тушью и водяными красками. Многие вузы КНР в ответ на подобные процессы начинают открывать кафедры дизайна и разрабатывать соответствующую архитектуру курсов и методiku обучения. В ее основу закладывается идея синтеза индивидуального стиля и национальных культурных традиций. Знакомство с последними осуществляется посредством преподавания истории китайской живописи и специфики ее создания через практические упражнения, а также искусство каллиграфии.*

***Ключевые слова:** китайская живопись тушью, визуальный дизайн, дизайн-образование, методика преподавания.*

Современный китайский дизайн пропитан коннотации национальной культуры. В сегодняшнем Китае формирование будущего дизайнера происходит в сложном взаимодействии местных и иностранных традиций, столкновения визуальных элементов Востока и Запада. Дизайна с уклоном в китайскую культуру неизменно пленяет местную и иностранную публику своими природосообразными, эстетическими и гуманистическими характеристиками [4, с. 34]. Многие его компоненты и выразительные средства черпаются китайскими дизайнерами из гохуа и каллиграфии. Именно они рождают, прежде всего, отклик у людей, хорошо считываются и ассоциируются с образом Китая. Стиль такого дизайна призван подчеркнуть взаимосвязь с национальной культурой и, в то же время, отразить грани личности создателя и отчасти образ адресата продукции, а также интегрировать современные технологии и цифровые медиа.

Применение гохуа в художественном дизайне всегда было нормой для древнего Китая. С их помощью создавались украшения или узоры на ремесленных изделиях, одежде, предметах обстановки или зданиях. Стили этих узоров часто происходили именно из каллиграфии и местной разновидности живописи, и передавали различные пожелания блага. Это были благоприятные коннотации, такие как богатство и честь, или иллюстрации, изображающие истории верности, сыновней почтительности и справедливости, а также связанные с религиозными течениями, гравюры, новогодние картинки, театральные маски или кукольный дизайн. Хотя художественный дизайн этих узоров не отражал выразительные свойства туши в полной мере, но передавал композиции и образы традиционных картин тушью [1].

В XIX веке в связи с индустриализацией общества и возникновением новых технологий печати возник современный графический дизайн. К началу XX века на территории Китая стали появляться первые коммерческие иллюстрации в синтезе китайской и западной живописи, например, в очень известной серии плакатов под названием «Старый Шанхай», а также в первых товарных упаковках [1]. Искусство гохуа продолжало распространяться. Причем не только на территории Китая, но и в Японии и Южной Корее. С развитием технологий создания цифровых изображений в начале XXI века рисование тушью как элемент дизайн-проектов помещений, предметов и т.д. распространилось повсеместно.

За последние 20 лет количество научно-исследовательских институтов, связанных с визуальным дизайном и искусством живописи, увеличилось, и было опубликовано большое количество магистерских диссертаций. Согласно данным Национальной библиотеки Китая, в настоящее время существует более 50 магистерских диссертаций, исследующих

связь гохуа, каллиграфии, масляной живописи и дизайна. Есть публикации, рассматривающие методику использования живописи в дизайне. Однако работ, изучающих процесс обучения дизайну средствами традиционной китайской живописи, практически нет. Пока они существуют на уровне нескольких магистерских работ, появление которых – важный симптом нарастающей актуальности проблемы.

Разумеется, что применение выразительных средств и образов живописи тушью в рамках современных дизайн-проектов приводит мастеров к серьезным художественным проблемам. Главные из них – как состыковать прошлое и настоящее, высокое искусство и утилитарную функцию? Это требует пересмотра не только существующей методики подготовки будущих дизайнеров, но и всей организации учебной работы посредством включения в содержание обучения занятий живописью гохуа. В китайских вузах существуют курсы формирования художественной грамотности, ориентированные на знакомство студентов-дизайнеров с традиционной живописью и характерными для нее жанрами – пейзажем и натюрмортом. Это искусство активно вводится в преподавание дизайна последние пять лет. Происходит это в виде отдельных курсов, как, например, «Выразительные средства гохуа» и «Прикладной дизайн посредством гохуа», которые реализуются в течение нескольких лет.

В настоящее время факультеты дизайна отечественных колледжей и университетов редко предлагают студентам-дизайнерам специальных курсов по созданию дизайн-проектов средствами живописи тушью. Большая часть заведений знакомит с этим искусством, но не показывает, как применять его в проектировании. Курсы живописи, в основном, сосредоточены на том, как научить делать наброски и эскизы с помощью динамичной акварели или эффектного акрила – заменителя масла, а также использовать другие техники рисования [5, с. 43]. Традиционно базовая подготовка по моделированию в рамках дизайнерского образования фокусируется на эскизах и набросках в западной манере. При этом дизайнеры и преподаватели имеют мало возможностей познакомиться с тушью и каллиграфией.

Несмотря на нехватку специальных курсов и подходящих преподавателей, проекты с использованием элементов гохуа и каллиграфии в качестве темы практической и даже выпускной работы встречаются ежегодно и в большом количестве. Это показывает, что школа китайского дизайна придает большое значение стимуляции культурной коннотации студенческих дизайнерских работ и поощряет культивацию культурных кодов, выражаемых каллиграфией и живописью [6, с. 121]. Очевидно, что западные техники живописи не дают представления о специфике национальных образов и мотивов. Следовательно, необходимо корректировать

курс обучения и пытаться сделать так, чтобы в глазах студентов гохуа и каллиграфия тесно соотносились с расширением спектра их возможностей не только на уровне эскизирования, но и за счет богатства образов и выразительных средств.

Кафедры дизайна некоторых китайских вузов, как художественных, так и технических, все чаще запускают курс так называемой «ручной росписи» на четыре года обучения студентов в бакалавриате. Первокурсники и второкурсники проходят базовые курсы живописи гохуа, а также изучают скетчинг, методы дизайна и техники выражения замысла в дизайне, иллюстрации и имиджевого творчества. Все это происходит в рамках единого комплекса. Полученные навыки потом синтезируются в процессе выполнения выпускной работы. Кроме того, первый год включает два семестра преподавания «Введения в китайское искусство живописи тушью» и один семестр каллиграфии. Курс рисования тушью и дизайна планируется также на первый и второй семестры второго курса и может коррелироваться с основами скетчинга и масляной живописи. «Введение в китайское искусство» на третьем году обучения сопровождается изучением каллиграфии и печати, иллюстрации и других интегрированных курсов. Курсы рисования и дизайна могут быть полностью объединены между собой или коррелироваться с другими.

Большинство студентов приходят в вуз, уже получив базовую подготовку по рисованию в средних профессиональных художественных школах, но в большинстве из них просто не предлагаются курсы гохуа. В силу этого их выпускники, конечно же, имеют базовые навыки рисования и моделирования, а также опыт использования, например, акварельных материалов, однако большинство студентов не знакомо с тем, что такое национальная живопись. Лишь немногие практикуют каллиграфию, и они не знакомы с ней в полной мере, так как часто понятия не имеют, например, о необходимых художественных материалах, не видят различия между хлопковой или рисовой бумагой [2, с. 34–36]. Таким образом, первая половина обучения в вузе, в первую очередь, сосредоточена на практике демонстрационного объяснения и рисования вручную, а вторая половина этапа в помощи учащимся в работе над заданиями по рисунку тушью.

В рамках освоения «Выразительных возможностей гохуа» студенты изучают материалы и техники туши и смывки, а также техники выражения разных стилей и школ, а также знакомятся с их эстетикой. Дисциплина «Прикладной дизайн посредством гохуа» позволяет учащимся научиться применять чернила и учатся их использовать в дизайне интерьеров и иной продукции. Более того, параллельно они изучают курс иллюстрации, и активно применяют полученные навыки в области гохуа. В

итоге они интегрируют свои знания в также изучаемые курсы плаката и упаковки, а затем пытаются применить их при разработке выпускной работы [3, с. 23].

На завершающем этапе знакомства студентов-дизайнеров с искусством традиционной живописи тушью в китайских вузах продолжается обучение выразительным средствам гохуа в совокупности с курсом «Развитие творчества». На основе традиционных методов рисования тушью они стремятся формировать личный визуальный стиль. В дополнение к тому, что учащиеся знакомятся с творчеством современных художников гохуа и вникают в эстетические концепции живописи тушью и образы восточной культуры. Затем они сосредотачиваются на визуальном дизайне, где с помощью искусства гохуа на различных дизайнерских платформах или носителях, улучшают свои творческие навыки.

Таким образом, четырехлетний курс живописи тушью в сфере высшего дизайн-образования современного Китая складывается из четырех важных этапов:

1. Формирование представления о процессе создания дизайн-проекта средствами различных искусств и стилей, в том числе гохуа.

2. Углубленное наблюдение и взаимодействие с объектами формообразования, развитие ресурсов для создания образов и форм.

3. Практика техники китайской живописи тушью и комбинирование ее с современными концепциями для разработки инновационных стилей дизайна с местным колоритом.

4. Знакомство с особенностями воплощения замыслов с помощью гохуа и экспериментирование с применением ее визуальных элементов в дизайне и личном творчестве.

Внимание дизайнерского творчества к искусству живописи тушью стало популярной тенденцией в китайском дизайне. В свете этого местные вузы активно изменяют содержание и структуру своих курсов в соответствии с изложенной выше программой. Эти доработки и трансформации приводят к тому, что дизайн-обучение обогащается синтезом древних и современных произведений гохуа и предоставляет возможность учащимся постоянно обращаться к ним как образцам. Тем самым, укрепляются технические навыки, связывающие базовую западную живопись в виде набросков, эскизов и рисованием акварелью и тушью. Помимо этого, усиливаются позиции традиционной живописи в глазах студентов, так как они имеют возможность наблюдать за стилями и техниками современных мастеров, а также учиться на примерах удачных дизайнерских работ, что повышает их профессиональное познания. Удачная архи-

текстура курсов «Введение в китайское искусство» и «Каллиграфия» помогает выстраивать смысловые мостики с другими направлениями подготовки будущих дизайнеров.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гао Фэн. История китайского дизайна. Пекин: Издательство «Культура конструирования», 2006. – 496 с. (高丰. 中国设计史. 积木文化. 2006. 496).
2. Гу Цицзюнь. Исследование применения выразительности живописи и каллиграфии в дизайне плакатов. Магистерская диссертация. – Тайчжун: Институт изящных искусств Тайчжунского педагогического университета, 2010. – 130 с. (辜琪钧. 书画表现法应用于海报设计之研究. 硕士论文. 台中教育大学美术研究所. 台中. 2010. 130).
3. Линь Синьси. Исследование познания визуального образа в плакатном дизайне китайской культуры. Магистерская диссертация. Тайбэй: Институт дизайна, Тайваньский национальный университет науки и технологий. 2008. – 97 с. (林欣熹. 中华文化海报设计之视觉意象认知研究. 硕士论文. 台湾科技大学设计研究所. 台北. 2008. 97).
4. Линь Цзюньлянь. Восточные образы в современном дизайне плаката // Изящные искусства Тайваня, 2004. – № 57. – С. 34–37. (林俊良. 现代海报设计之东方意象, 台湾美术, 第 57 期, 台北. 2004. 34–37).
5. Лю Жуньин. Исследование применения чернил и промывки от руки в дизайне: магистерская диссертация. – Тайбэй: Институт дизайна, Тайваньский национальный педагогический университет, 2002. – 148 с. (刘蓉莺. 写意水墨表现于设计应用之研究, 硕士论文, 台湾师范大学设计研究所, 台北: 2002. 148).
6. Су Шяо. Исследование китайских техник рисования от руки в графическом дизайне: магистерская работа. – Тайбэй: Институт дизайна, Тайваньский педагогический университет, 2006. – 127 с. (苏士尧. 中国写意绘画技法于平面设计之创作研究, 硕士论文, 台湾师范大学设计研究所, 台北: 2006. 127).

Чжан Исюань (Китай)

Московский автомобильно-дорожный  
государственный технический университет (МАДИ), г. Москва

Научный руководитель: Иванова Елена Владимировна,  
канд. пед. наук., доцент

## **ТЕКУЩАЯ СИТУАЦИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ КИТАЙСКО-РОССИЙСКОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА**

В последние годы китайско-российское энергетическое сотрудничество получило всестороннее развитие во многих областях. Расширяются сферы и масштабы сотрудничества. В будущем, в течение длительного периода времени, китайско-российское энергетическое сотрудничество будет оставаться сотрудничеством, имеющим как огромные возможности, так и некоторые затруднения. Китай и Россия сегодня являются крупнейшими энергопотребляющими рынками в мире, и их сотрудничество в энергетической сфере имеет как хорошую политическую основу, так и прочные экономические интересы. По мере продвижения строительства «Одного пояса и одного пути» китайско-российское энергетическое сотрудничество будет иметь новые возможности.

Итак, энергетика является наиболее развитой отраслью в китайско-российских экономических связях [1, с. 530-533]. Россия (как крупная страна-экспортер энергоносителей) богата энергетическими ресурсами, а Китай и Россия являются соседями с хорошей политической основой и имеют уникальные геополитические преимущества для сотрудничества, именно поэтому у них и существует большой потенциал для продолжения сотрудничества во многих областях. Китай и Россия активно взаимодействовали в сфере экономического сотрудничества, чтобы предотвратить кризис и иметь возможность укрепить сотрудничество в области энергетики [2, с. 31-36].

Говоря о текущей ситуации китайско-российского энергетического сотрудничества, необходимо сказать о нефти, так как накануне реализации китайской идеи строительства «Одного пояса и одного пути» председатель КНР Си Цзиньпин посетил Россию, и правительства России и Китая подписали «Соглашение о расширении сотрудничества в области торговли сырой нефтью». Проект китайско-российского нефтепровода стабилизировал безопасность импорта энергоносителей в Китай и сыграл важную роль в оптимизации структуры импорта энергоносителей при достижении скачкообразного развития импорта энергоносителей в Китай.

Устойчивый прогресс российско-китайского Восточного газопровода представляет собой образец матрицы, поддерживающий российско-китайское энергетическое сотрудничество, которая и стала моделью двустороннего дружественного сотрудничества.

Кроме того, углубление китайско-российского сотрудничества в угольной сфере также имеет стратегическое значение для обеих стран. Для России угольное сотрудничество с Китаем будет иметь большое значение для строительства инфраструктуры и экономического развития Дальнего Востока, в то время как Китай может осуществлять углубленные обмены и сотрудничество с Россией в области разработки и использования угольных ресурсов.

Развитие и использование ядерной энергии является главным приоритетом новой энергетики в Китае и России. Тяньцзяваньская АЭС и Сюдабаоская АЭС являются плодами китайско-российского сотрудничества в области атомной энергетики, где Россия предоставляет основную технологическую поддержку, а Китай отвечает за инженерное строительство, что является эффективным сотрудничеством между двумя странами на пути к достижению цели «двойного углерода» [3].

Подводя итоги, следует заметить, что в перспективе Россия и Китай будут уделять больше внимания сотрудничеству в области ветроэнергетики, водородной энергетики и других чистых источников энергии. Китай является одним из основных потребителей энергии в мире, а Россия – важным экспортером энергетических ресурсов. В настоящее время сотрудничество в области управления глобальным изменением климата и энергетического перехода стало важной частью китайско-российского всеобъемлющего стратегического партнерства в новой эре. Совместные усилия России и Китая в развитии зеленой и низкоуглеродной энергетики, безусловно, внесут вклад в строительство чистого и прекрасного мира и принесут новые идеи и надежды в глобальные действия против изменения климата.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фан Л. Состояние Китайско-Российского энергетического сотрудничества / Л. Фан // Мировая наука. – 2020. – № 1(34). – С. 530-533. – EDN XFWEGO.
2. Чу Л. Китайско-российское энергетическое стратегическое сотрудничество: задачи и перспективы / Л. Чу // Общество: политика, экономика, право. – 2021. – № 1(90). – С. 31-36. – DOI 10.24158/per.2021.1.5. – EDN OFVFFG.

3. 王嘉祯. “一带一路”背景下中俄能源合作面临的挑战与应对[D]. 延边大学, 2022. DOI:10.27439/d.cnki.gybdu.2022.001017.

Чжоу Лулу (Китай)

Российский университет дружбы народов, г. Москва

Научный руководитель: Коваленко Александр Георгиевич,  
д-р филол. наук

### **ПЕРЕВОД ТВОРЧЕСТВА СОЛЖЕНИЦЫНА В КИТАЙСКОМ СОЦИАЛЬНО-ПОЛИТИЧЕСКОМ И КУЛЬТУРНОМ КОНТЕКСТЕ (1960-1980 ГГ.)**

История переводов произведений Солженицына в Китае началась в 1963 году. По сей день много его книг снова переиздаются или впервые переводятся. Таким образом, перевод творчества писателя длился почти 60 лет. Период с 1960-х по 1980-е годы можно считать начальным этапом перевода. В эти годы были переведены такие произведения: «Один день Ивана Денисовича», «Сборник рассказов Солженицына», «Раковый корпус», «Письмо вождям Советского Союза», «Речь А. И. Солженицына в Вашингтоне» и «Архипелаг ГУЛАГ». Но во время их издания почти все эти произведения, кроме «Ракового корпуса», были помечены как «внутреннее потребление» или «внутренний материал». И эти «ярлыки» были тесно связаны с социально-политической и культурной ситуацией того времени.

Режим «внутреннего потребления» тесно связан с системой цензуры импортных печатных материалов, которая существовала в первые годы основания КНР. В начале 1950-х годов Китай столкнулся с внутренними и внешними проблемами. Для предотвращения влияния «вредной» западной идеологии и культуры государственные издательства ограничили публикацию книг, которые не соответствовали господствующей идеологии и ценностям в стране в то время, и контролировали их распространение в чрезвычайно малом читательском круге. По мере ухудшения отношения между Китаем и Советским Союзом в конце 1950-х годов, издание для «внутреннего потребления» стало одним из инструментов идеологической борьбы в китайско-советской полемике. Многие переведенные советские книги были изданы только для «внутреннего потребления» и их рассматривали как «типичные примеры советского ревизионизма». Эти книги получили название «Желтые книги». Критерии и метод отбор

таких произведений для перевода были просты: отбирать произведения, вызвавшие сенсационную похвалу или критику. В 1962 году публикация «Одного дня Ивана Денисовича» в журнале «Новый мир» вызвала острые дискуссии и сенсацию в обществе Советского Союза. Естественно, имя Солженицына и его произведение привлекли внимание китайцев.

В 1963 году было переведено и издано знаменитое произведение Солженицына «Один день Ивана Денисовича» (пер. Сы Жэнь, Пекин: Писатель). В 1964 году был издан «Сборник рассказов Солженицына» (пер. Сунь Гуанин, Пекин: Писатель), в который входили такие произведения: «Случай на станции Кочетовка», «Матрёнин двор» и «Для пользы дела». Эти две книги, изданные для «внутреннего потребления», имели весьма ограниченный тираж и не были доступны обычным читателям. С одной стороны, в связи с причиной идеологии того времени, произведения Солженицына рассматривали как «вредные» для воспитания народа. По словам переводчика «Сборника рассказов Солженицына» эти произведения написаны для «атаки на аграрную политику сталинской эпохи и завоевания расположения ревизионистской группы» [1, с. 219]. Но, с другой стороны, своевременные переводы также свидетельствуют о том, что китайский академический круг пристально следил за развитием «оттепели» в Советском Союзе.

В 1966 году в Китае началась «культурная революция». В течение десятилетия образовательные и культурные обмены между Китаем и Советским Союзом полностью прекратились, и, естественно, не было новых переводов произведений Солженицына.

В октябре 1976 года культурная революция закончилась и в 1978 году в Китае провели политику реформы и открытости. С развитием экономической реформы, в области литературы и искусства тоже начали реформы. Таким образом, с 1980-х годов начали издавать книги Солженицына. В апреле 1980 года в Шанхае был издан «Раковый корпус» (пер. Жун Жудэ, Шанхай: И-Линь). По воспоминанию переводчика во время перевода он ссылался как на русскую версию, изданную подпольно в Европе, так и на английский перевод. Стоит отметить, что «Раковый корпус» в переводе Жун Жудэ является первым открытым изданием Солженицына в Китае. То есть, этот перевод не был помечен как «внутреннее потребление». Одна причина заключается в том, что политическая атмосфера в Шанхае была более спокойная, чем в Пекине. В том же году в Пекине был опубликован «Сборник статей советских диссидентов» (внутреннее потребление), в который был включены «Письмо вождям Советского Союза» (пер. Хань Вэй) и «Речь А. И. Солженицына в Вашингтоне» (пер. Чжэн Юэхуа).

В 1982 году «Архипелаг ГУЛАГ» (пер. Тянь Давэй, Пекин: Масса) был издан в серии «Избранных переводов современных зарубежных политических научных трудов». Из названия данной серии видно, что «Архипелаг ГУЛАГ» был принят как «политический» труд. Перевод также был помечен как «внутреннее потребление», потому что его рассматривали как «произведение антисоветское и антикоммунистическое» [2, с. 1]. Но переводчики объективно оценили художественные приемы произведения. После этого, в 1980-х годах больше не переводились книги Солженицына.

В целом, в 1960-1980-х годах, по сравнению с энтузиазмом Запада в отношении перевода работ Солженицына, отношение китайцев к писателю и его творчеству можно считать «безразличным». Причины заключаются в следующем: во-первых, это связано с общественно-политической и культурной обстановкой в Китае того времени; во-вторых, при режиме «внутреннего потребления» распространение произведений Солженицына весьма ограничено; в-третьих, такая ситуация во много связана с идеологическим взглядом и отношением писателя к Китаю. Как в 1960-х годах, так и в 1980-х годах, главной целью перевода произведений Солженицына в Китае является рассмотрение «недостатков» в его творчестве. Но с реализацией реформ и открытостью и идеологическим освобождением ситуация начала меняться в 1990-х годах.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сунь Гуанин. Послесловие к переводу «Сборника рассказов Солженицына». – Пекин: Писатель, 1964. – 220 с.
2. Тянь Давэй, Чэнь Ханьчжан. Слова переводчика к «Архипелагу ГУЛАГе» (1-ый том). – Пекин: Масса, 1982. – 636 с.

Чэнь Вэньвэй, Чэнь Чуньсяо, Хуянь Шоуцюань (Китай)

Санкт-Петербургский государственный университет,  
г. Санкт-Петербург

Научный руководитель: Тарандо Елена Евгеньевна,  
д-р экон. наук

## **РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ СТАРЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИННОВАЦИЙ В КИТАЕ**

Китай сталкивается с серьезной проблемой старения населения, и для решения этой проблемы китайское правительство активно продвигает технологические инновации и ищет решения. Среди них широкое внимание и применение получают технологические инновации в области "умного старения", здравоохранения, ухода за питанием, социального взаимодействия и управления учреждениями для пожилых людей. Благодаря применению новых технологий, таких как искусственный интеллект, Интернет вещей и большие данные, Китай предоставляет пожилым людям услуги по улучшению условий жизни и старения, улучшает их медицинское обслуживание, питание, социальное взаимодействие и качество жизни, а также предоставляет новые возможности для развития технологической отрасли. Хотя некоторые проблемы остаются, научно-технические инновации Китая продолжают решать проблему старения населения и закладывают прочный фундамент для будущего развития китайского общества.

### **Предпосылки старения населения**

Китай имеет одну из самых больших популяций пожилых людей в мире, и предпосылки старения населения Китая можно проследить с 1970-х годов, когда Китай ввел политику планирования семьи для контроля роста населения. Успех этой политики привел к демографическим изменениям в Китае, а именно к снижению рождаемости и увеличению продолжительности жизни. Со временем доля пожилых людей в Китае постепенно увеличивалась, что является одной из основных причин старения населения страны.

Кроме того, по мере развития экономики и совершенствования медицинских технологий рождаемость в Китае снижается, но в то же время население живет дольше, что еще больше увеличивает масштабы старения населения Китая.

Старение населения Китая ставит перед обществом множество проблем, таких как проблема старости, здравоохранения и экономического развития. Правительство и все слои общества активно ищут решения этих проблем.

научно-технические инновации Китая для стареющего населения

**Умное старение:** Правительство Китая поощряет развитие технологий умного старения и способствует применению искусственного интеллекта, Интернета вещей, больших данных и других технологий в области старения для повышения эффективности и качества услуг по старению. Например, применение таких технологий, как "умный дом", управление здоровьем и "умная" помощь в передвижении, позволяет улучшить качество жизни и услуг по уходу за пожилыми людьми.

**Здравоохранение:** Правительство Китая активно продвигает технологические инновации в здравоохранении и поощряет разработку нового медицинского оборудования, лекарств и методов лечения для улучшения медицинского обслуживания пожилых людей. Например, применение таких технологий, как диагностика с помощью искусственного интеллекта, телемедицина и интеллектуальная реабилитация, позволяет улучшить медицинское обслуживание пожилых людей.

**Питание и здравоохранение:** Правительство Китая поощряет разработку новых продуктов и услуг в области питания и здравоохранения для улучшения уровня питания и состояния здоровья пожилых людей. Например, применение таких технологий, как приготовление питательных блюд, интеллектуальный мониторинг состояния здоровья и терапия с помощью питания, обеспечивает более качественное питание и медицинское обслуживание пожилых людей.

**Социальное взаимодействие:** Правительство Китая поощряет развитие технологий социального взаимодействия для пожилых людей, чтобы улучшить их социальные навыки и качество жизни. Например, применение таких технологий, как "умные" сообщества, социальные сети онлайн и прямые интернет-трансляции, предоставляет пожилым людям больше социальных возможностей и социальных услуг.

**Управление учреждениями для пожилых людей:** Правительство Китая поощряет разработку новых технологий управления учреждениями для пожилых людей с целью повышения качества обслуживания и эффективности управления учреждениями для пожилых людей. Например, применение таких технологий, как интеллектуальный мониторинг, интеллектуальная безопасность и интеллектуальное управление, обеспечивает более качественное обслуживание и управление учреждениями по уходу за престарелыми.

Благодаря этим технологическим инновациям Китай может лучше реагировать на вызовы, связанные со старением населения, и улучшать качество жизни и здоровье пожилых людей. В то же время эти технологические инновации предоставят новые возможности для развития технологической отрасли Китая.

Старение становится все более серьезной социальной проблемой. Существует ряд способов, которые можно изучить с помощью НТИ для решения проблемы старения.

Ниже перечислены несколько способов, с помощью которых НТИ может решить проблему старения:

**Умные медицинские устройства:** Пожилые люди часто нуждаются в большем количестве медицинских услуг. Умные медицинские устройства могут помочь пожилым людям лучше управлять своим здоровьем, например, телемедицинские консультации и умные матрасы.

**Системы мониторинга безопасности для пожилых людей:** Пожилые люди более склонны к несчастным случаям, таким как падения. Системы мониторинга безопасности могут помочь пожилым людям получить своевременную помощь и снизить риск несчастных случаев.

**Уход с помощью искусственного интеллекта:** В условиях старения населения ресурсы по уходу за пожилыми людьми находятся в избытке. Искусственный интеллект может помочь сиделкам в решении некоторых повседневных задач по уходу, например, умные часы для контроля физиологических параметров пожилых людей и умные реабилитационные устройства.

**Социальные медиа и виртуальные сообщества:** У пожилых людей меньше круг общения, а социальные медиа и виртуальные сообщества могут предоставить им больше возможностей для общения, делая их менее одинокими.

**Умные дома:** Умные дома могут помочь пожилым людям жить более комфортно в своих собственных домах, например, умные светильники, умные приборы и умные дверные замки, делая их более автономными и независимыми.

В целом, технологические инновации могут помочь решить проблему старения и улучшить качество жизни пожилых людей.

В целом, старение населения является серьезной проблемой для Китая, но китайское правительство активно продвигает технологические инновации, чтобы обеспечить более качественные услуги по уходу за пожилыми людьми и улучшить их медицинское обслуживание, питание, социальное взаимодействие и качество жизни с помощью технологических средств в таких областях, как "умное старение", здравоохранение, питание, социальное взаимодействие и управление учреждениями для пожилых людей. Эти технологические инновации создадут прочную основу для будущего развития китайского общества, а также принесут новые возможности для развития технологической отрасли. Хотя в практическом применении все еще существуют некоторые проблемы, Китай движется к более технологичной и интеллектуальной модели реагирования

на старение, активно исследуя новые пути решения проблемы старения населения.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ван Ченхай (Wang Chenhai). Текущая ситуация интеллектуальных услуг для пожилых людей и перспективы инноваций в области интеллектуальных технологий для пожилых людей. //Интернет-ежедневник, 2022(07), 44-46 с.
2. Ли Юнань (Li Yunan). Инновации в области науки и техники обслуживания, помощь здоровому Китаю - размышления о вопросах, связанных с ориентацией на людей, здоровьем и уходом за пожилыми людьми на данном этапе. // Перспективы науки и техники,2019(32), 15-16 с.
3. Ма Фэнлин, Ли Минцзе (Ma Fengling, Li Mingjie). Ускорение научно-технических инноваций для продвижения научно-технического ухода за пожилыми людьми // Китайский исследовательский центр реабилитации. Материалы шестого Пекинского международного реабилитационного форума - Подфорум по ампутации и реабилитационной инженерии. Материалы шестого Пекинского международного реабилитационного форума - Подфорум по ампутации и реабилитационной инженерии, 2011, 64-66 с.
4. Чжан Юймань (Zhang Yuman). О построении социальной среды для научно-технической старости. // Мост века, 2015 (12), 51-52 с.

## **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ** **ИНЖЕНЕРНЫХ НАУК**

Абдали Лаит Мохаммед (Ирак),  
Исса Хайдер Абдулсахиб (Ирак),  
Аль-Малики Муатаз Наджим (Ирак),  
Кувшинов Владимир Владиславович (Россия)

Севастопольский государственный университет, г. Севастополь

Научный руководитель: Якимович Борис Анатольевич,  
д-р техн. наук, профессор

### **МОДЕЛИРОВАНИЕ УМНОЙ КОНСТРУКЦИИ ГИБРИДНОЙ PV- ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ**

**Введение:** Электричество необходимо для нашей повседневной жизни. Существует два способа производства электроэнергии либо за счет традиционных энергоресурсов, либо за счет нетрадиционных энергоресурсов [1-3]. Гибридные системы освещения – это автономные решения, которые также снижают потери при передаче и распределении. Предлагаемая система является лучшим решением для многих применений в сельской и городской местности [4]. У солнечной энергии есть недостаток, заключающийся в том, что она не может производить электроэнергию в сезон дождей и облачности, поэтому нам необходимо преодолеть этот недостаток, мы можем использовать два энергоресурса, чтобы в случае выхода из строя одного из источников другой источник продолжал генерировать электроэнергию [5]. А при хороших погодных условиях мы можем использовать оба источника вместе [6].

Аккумулятор следует выбирать в зависимости от стоимости, окупаемости, экономичности и цикла работы [7]. При выборе батареи также учитываются такие факторы, как время отклика (мс в часах/день), плотность энергии (требования к размеру и пространству), воздействие на окружающую среду и время зарядки [8].

#### **Моделирование массива фотоэлектрических модулей**

Фотоэлектрические устройства являются нелинейными устройствами. Их параметры зависят от солнечного света и температуры [9]. Солнечный свет преобразуется в электричество фотогальваниче-

скими элементами. Фотоэлектрические массивы состоят из параллельных и последовательных фотомодулей [10]. Для формирования панелей или модулей ячейки группируются вместе. Не только нагрузка постоянного тока может питаться напряжением и током, вырабатываемыми на клеммах фотоэлектрического модуля, но они также могут быть подключены к инвертору для получения переменного тока [11]. Модель схемы с одним диодом является одной из наиболее распространенных моделей, которые используются для прогнозирования выработки энергии в фотоэлементах, как показано на рисунке 1 [12].

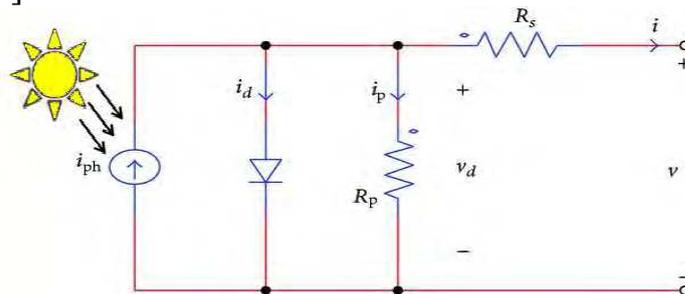


Рис. 1. Эквивалентная схема солнечного элемента

Эквивалентная схема солнечного элемента состоит из управляемого источника тока, диода, последовательного сопротивления ( $R_s$ ) и шунтирующего сопротивления ( $R_p$ ). Антипараллельный диод модифицируется на внешний управляемый источник тока, который размещается антипараллельно исходному источнику [13].

Согласно действующему закону Кирхгофа,

$$I = I_{ph} - I_d - I_p \quad (1)$$

$$I = I_{ph} - I_0 \left[ e^{\frac{q(v+IR)}{nKT}} - 1 \right] - \frac{V + IR_s}{R_p} \quad (2)$$

где,  $I_{ph}$  - фототок или энергетическая освещенность, линейно изменяющаяся в зависимости от излучения при определенной температуре ячейки.

$I_0$ , - ток насыщения встречно-параллельного диода.

Постоянная Больцмана ( $K = 1,3806503 \times 10^{-23}$  Дж/К)

$n$ , - коэффициент идеальности или коэффициент излучения.

$N_s$ ,  $N_p$ , ячеек, соединенных последовательно, чтобы сформировать фотоэлектрический модуль, и, следовательно, уравнение, полученное таким образом, выглядит следующим образом [30]:

$$I_p = I_{ph} - I_0 \left[ e^{\frac{q(v+IR)}{N_s nKT}} - 1 \right] - \frac{V + I N_s R_s}{N_p R_p} \quad (3)$$

Модель фотоэлектрической системы была разработана в Matlab / Simulink.

### **Конструкция ветряной турбины**

Энергия ветра – это энергия, извлекаемая из ветра. Мы должны спроектировать ветряную мельницу. Это возобновляемый источник энергии. Ветряные турбины преобразуют кинетическую энергию ветра в механическую энергию, вращая лопасти, похожие на пропеллеры, вокруг ротора. Ротор вращает приводной вал, который включает электрический генератор для преобразования механической энергии в электричество [14].

$$P_m = 0.5 C_p \times \rho \times A \times v^3 \quad (4)$$

где  $V$  (м / с) – скорость ветра,  $C_p$  - коэффициент использования мощности турбины,  $\rho$  (кг / м<sup>3</sup>) - плотность воздуха и  $P_m$  - мощность ротора.,  $A$  (м<sup>2</sup>) – охватываемая площадь. Основным недостатком использования независимых нетрадиционных источников энергии является недоступность электроэнергии в любое время. Чтобы преодолеть это, мы вместе разрабатываем уличные фонари на основе солнечной и ветровой энергии. Поэтому, если какой-либо один источник энергии выйдет из строя, другой позаботится о генерации. В этой предлагаемой системе мы можем использовать оба источника вместе [15-17]. Это приведет к преемственности поколений [18].

### **Результаты экспериментов**

Прототип предлагаемой системы был построен и экспериментально протестирован, как показано на рис. 3. Условиями эксперимента являются скорость ветра (0-3м/с), инсоляция (400-800 Вт/м<sup>2</sup>), температура (20°C).

Результаты полевых испытаний показаны на рис. 4. На рис. 4 (а) показано напряжение от фотоэлектрических модулей, ветряных генераторов, батарей и светодиодного освещения. На рис. 4 (б) показаны их токи. Выходная мощность от каждого источника энергии показана на рис. 4 (с). Фотоэлектрический контроллер работал в режиме ТММ, отслеживая точку максимальной мощности фотоэлектрических модулей. Выходная мощность фотоэлектрических модулей увеличивалась с увеличением солнечной инсоляции.



Рис. 3. Ветер / солнечная гибридная система питания на полигоне Сев ГУ на турбазе Горизонт

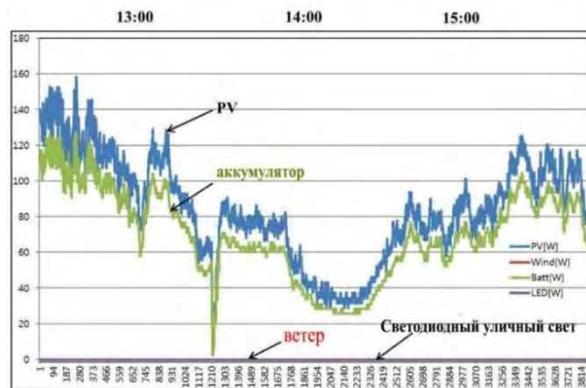
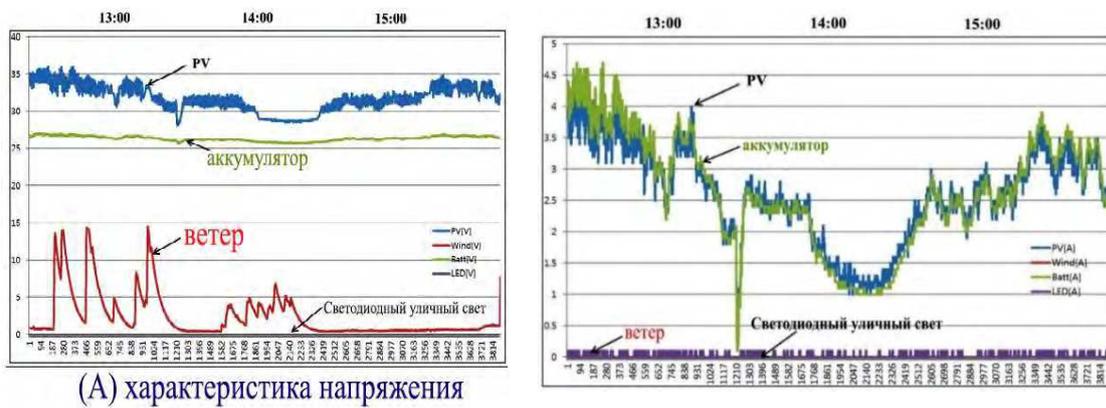


Рис. 4. Результаты полевых испытаний (дневное время)

Моделирование показывает, что текущий прототип в автономной конфигурации, смоделированный здесь, может обеспечить 61 % часов работы с потребностями в освещении. Низкий уровень заряда батареи ограничит время работы. На рисунке 9 показан вклад источников ветра и солнца в задачу освещения гибридной системы в течение моделируемого года. Несмотря на низкую среднюю скорость ветра (3,7 м/с), ветрогенератор играет фундаментальную роль зимой, как и ожидалось, когда солнечная энергия на горизонтальной панели резко падает на средних или высоких широтах.

### **Выводы**

Если система работает автономно, вырабатываемой мощности достаточно для автономной работы. Система освещения этого приложения наиболее подходит для освещения дорог с низкой интенсивностью движения. Существует множество других комбинаций светильников, которые можно использовать в любых случаях освещения. Основной задачей системы является энергосбережение. В данной статье рассмотрена такая система, которая освещает дорогу с малой интенсивностью движения чистой энергией в течение 100% годового времени работы. При широком внедрении предлагаемого способа экономия получается значительной, по сравнению с общим энергопотреблением уличного освещения.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Абдали, Л. М., Мохаммед, Х. Д., Якимович, Б. А., Кувшинов, В. В., Коровкин, Н. В., & Бордан, Д. Ф. (2021). Моделирование режимов работы фотоэлектрической системы. Вестник ИжГТУ имени МТ Калашникова, 24(3), 78-87.
2. Абдали Л. М., Аль-Малики М. Н., Исса Х. А., Якимович Б. А., Кувшинов В. В. Использование метода отслеживания точки максимальной мощности для увеличения эффективности работы фотоэлектрических установок // Интеллектуальные системы в производстве. 2022. Том 20, № 4. С. 106–116. DOI: 10.22213/2410-9304-2022-4-106-116.
3. Использование гибридных ветро-солнечных систем для энергоснабжения города Аль-Наджаф в Республике Ирак / Л. М. Абдали, М. Н. К. Аль-Малики, К. А. Али [и др.] // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. – 2022. – Т. 25. – № 3. – с. 82-91.
4. Анализ методов управления производительностью преобразователей постоянного тока солнечных элементов и выбор оптимального метода / Л. М. А. Абдали, М. Н. К. Аль-Малики, А. Г.

- Аль Баирмани [и др.] // Интеллектуальные системы в производстве. – 2023. – Т. 21, № 1. – С. 125-137. – DOI 10.22213/2410-9304-2023-1-125-137.
5. Абдали Л.М. Анализ и моделирование автономной фотоэлектрической системы с использованием среды matlab/simulink / Л.М. Абдали, Х.А. Исса, К.А. Али, В.В. Кувшинов, Э.А. Бекиров // Строительство и техногенная безопасность. – 2021. – № 21(73). – с.97-105. – DOI: <https://doi.org/10.37279/2413-1873-2021-21-97-105>.
  6. Интеллектуальная система управления, используемая при работе ветроэлектрических установок /Л. М. Абдали, Ф. М. Аль-Руфай, Б. А. Якимович, В. В. Кувшинов // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2021. Т. 24, № 1. С.102–112. DOI: 10.22213/2413-1172-2021-1-102-112.
  7. Абдали Л. М. Исследование режимов работы комбинированных солнечно-ветровых установок для обеспечения уличного освещения / Л. М. Абдали, Х. А. Исса, М. Н. Аль-Малики, В.В. Кувшинов, Э.А. Бекиров // Строительство и техногенная безопасность. – 2022. – № 25(77). – С. 75-85.
  8. Разработка гибридной системы для уличного освещения в программе MATLAB / Х. А. Исса, Л. М. Абдали, М. Н. Аль-Малики [и др.] // Возобновляемые источники энергии и приоритеты научно-технологического развития энергетики России: сборник докладов Школы молодых ученых, Москва, 16–17 ноября 2022 года. – Москва: Институт энергетических исследований РАН, 2022. – С. 66-77.
  9. Абдали Л. М. А. Анализ различных методов отслеживания точки максимальной мощности при работе солнечных фотоэлектрических систем / Л. М. А. Абдали, Х. А. И. Исса, М. Н. К. Аль-Малики, Б.А. Якимович, В. В. Кувшинов // Интеллектуальные системы в производстве. – 2022. – Т. 20. – № 3. – С. 104-113. – DOI: 10.22213/2410-9304-2022-3-104-113.
  10. Abd Ali, L. M., Al-Rufae, F. M., Kuvshinov, V. V. et al. Study of Hybrid Wind–Solar Systems for the Iraq Energy Complex. Appl. Sol. Energy, 2020, vol. 56, no. 4, pp. 284–290. <https://doi.org/10.3103/S0003701X20040027>.
  11. Кувшинов, В., Абдали, Л., Морозова, Н., Крит, Б., Аль-Руфай, Ф., & Исса, Х. (2021). Экспериментальные исследования приемных поверхностей плоских солнечных коллекторов. Электронная обработка материалов, 57(1), 75-81. DOI: 10.5281/zenodo.4456690

12. Оценка потенциала ветроэнергетических ресурсов на юге Ирака / Ф. М. Аль-Руфай, Л. М. Абдали, В. В. Кувшинов, Б. А. Якимович // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2020. Т. 23, № 3. С. 105–113. DOI: 10.22213/2413-1172-2020-3-105-113.
13. Абдали Л. М., Аль-Руфай Ф. М., Исса Х.А., Мохаммед Х.Д., Якимович Б.А., Моделирование и контроль энергии ветра, X Всероссийская научно-практическая конференция "Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов российских вузов", - Томск: ТПУ, 22–24 апреля 2020 г., с. 14-19.
14. Абдали Л.М. Моделирование параметров управления интегрированной системой солнечной генерации и накопления энергии / Л.М. Абдали, В.В. Кувшинов, Э.А. Бекиров, Ф.М. Аль-Руфай // Строительство и техногенная безопасность. – 2020. – № 18(70). – с.133-142. DOI: 10.37279/2413-1873-2020-18-133-142.
15. Оптимизация аккумулирования энергии в гибридных системах ветроэнергетики и фотовольтаики / Л. М. Абдали, Ф. М. Аль-Руфай, Б. А. Якимович, В. В. Кувшинов // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2020. Т. 23, № 2. С. 100–108. doi: 10.22213/2413-1172-2020-2-100-108.
16. Layth M. Abd Ali, L M., Ali, Q. A., Klačková, I., Issa, H. A., Yakimovich, B. A. and Kuvshimov, V. Developing a thermal design for steam power plants by using concentrating solar power technologies for a clean environment. Acta Montanistica Slovaca, 2021, Volume 26 (4), 773-783 DOI: <https://doi.org/10.46544/AMS.v26i4.14>
17. Абдали, Л. М., Али, К. А., Кувшинов, В. В., Бекиров, Э. А., & Коровкин, Н. В. (2021). техника искусственного интеллекта для производства энергии и автоматизация управления гибридной солнечно-ветро-дизельной энергетической системой. Строительство и техногенная безопасность, (22 (74)), 91-100.
18. Increasing the Efficiency of the Solar Cell by Using a Heat Exchanger Technique / M. N. Al-Maliki, L. M. Abdali, H. A. Issa // Vestnik IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova. – 2023. – Vol. 26, No. 1. – P. 23-27. – DOI 10.22213/2413-1172-2023-1-23-27.

Абедтазехабади Акрам (Иран)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Феоктистов Дмитрий Владимирович,  
канд. техн. наук., доцент

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ОХЛАЖДЕНИЯ ЭНЕРГОГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Разработка принципиально новых стратегий и технических решений, приводящих к повышению энергоэффективности и ресурсосбережения систем охлаждения энергонасыщенного оборудования невозможна без создания новых конструкционных материалов. К перспективным системам охлаждения, например, устройств связи пятого поколения 5G, относятся системы, базирующиеся на капельном орошении. Такое охлаждение позволяет повысить интенсивность и равномерность теплоотвода, значительно снизить расход теплоносителя. Но полученные к настоящему времени результаты показывают, что использование традиционных подходов (применение элементов систем охлаждения, изготовленных из стали, меди, алюминия и их сплавов, обработанных шлифовкой или полировкой) не позволяют решить задачу интенсивного охлаждения поверхностей, нагретых до высоких температур. Лазерные методы обработки теплопередающих поверхностей – один из наиболее эффективных способов интенсификации процессов испарения и кипения. В связи с развитием в последние десятилетия лазерной техники стали доступны финансово возможные технологии создания целевых, функциональных поверхностных свойств металлов. Использование на практике модифицированных лазерным излучением теплопередающих поверхностей систем охлаждения может решить ряд проблем, связанных с удовлетворением растущего глобального спроса на энергетические ресурсы, в частности, при интенсификации отвода тепловых потоков высокой плотности от элементов энергонасыщенного оборудования путем смещения кризиса теплообмена второго рода в область более высоких температур. Эффект Лейденфроста является частным случаем пленочного кипения [1]. Условия реализации эффекта Лейденфроста зависят от: химического состава и текстуры поверхности, ее свободной поверхностной энергии, теплофизических свойств жидкости и твердого тела [2].

Целью работы являлась оценка возможности смещения кризиса теплообмена (эффекта Лейденфроста) в область более высоких температур путем модификации теплопередающих поверхностей нагрева лазерным излучением наносекундной длительности.

Исследования проводились на образцах из нержавеющей стали и АМГ-3. Процессы испарения капель исследовались на установке, схема которой представлена на рисунке 1.

Капля 1 воды помещалась дозатором 2 на поверхность образца 3. Объем капли 5 мкл соответствовал типичному объему капель, генерируемых системами охлаждения, базирующиеся на капельном орошении. Исследуемые процессы регистрировались теневым оптическим методом с использованием оборудования высокоскоростной видеорегистрации быстропротекающих процессов 4. Плоскопараллельный свет генерировался с помощью источника света 5 и телецентрической оптической трубы 6. Теневые изображения получены путем обработки видеозаписей. Анализ изображений выполнен с использованием программного обеспечения Fast Video Lab. Нагрев образцов осуществлялся при помощи стеклокерамической плиты 7 от 80 °С до 400 °С с шагом 1 °С.

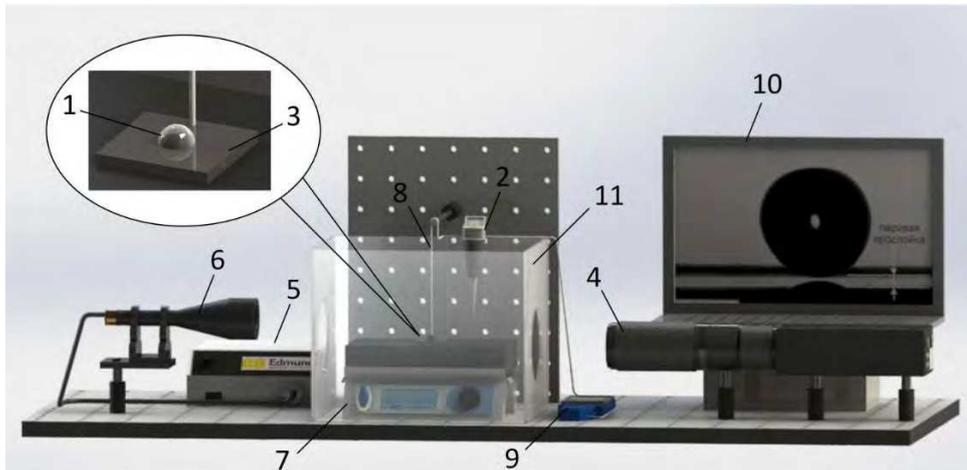


Рис. 1. Экспериментальная установка: 1 – капля; 2 – дозатор; 3 – образец; 4 – высокоскоростная видеокамера, оснащенная макрообъективом; 5 – источник света; 6 – телецентрическая оптическая труба; 7 – стеклокерамическая плита; 8 – термопара; 9 – контроллер; 10 – персональный компьютер; 11 – бокс

Температура поверхности образца металла контролировалась термопарой 8, подключенной к контроллеру 9. Контроллер подключен к персональному компьютеру 10. Погрешность измерения температуры не превышала  $\pm 0,1$  °С. Температура Лейденфроста определялась по хорошо известному [3] условию формирования стабильной “паровой подушки” между каплей и поверхностью образца. На мониторе персонального компьютера 10 (рис. 1) приведено типичное изображение капли, зарегистрированное в проведенных исследованиях в условиях возникновения эффекта Лейденфроста. Случайная погрешность определения температуры Лейденфроста не превышала 7 %.

На рис. 2 приведены экспериментально установленные значения температур Лейденфроста ( $t$ , °C) на поверхностях алюминия и нержавеющей стали. Из рис. 2 видно, что путем модификации теплопередающих поверхностей нагрева типичных конструкционных металлов лазерным излучением наносекундной длительности можно осуществить смещение кризиса теплообмена (эффекта Лейденфроста) в область более высоких температур. Из рассматриваемых конфигураций текстур в виде соприкасающихся кратеров (с общими точками границ), микроканалов, микростолбиков и “цветной капусты” наибольшее смещение температуры возникновения кризиса теплообмена (точки Лейденфроста) в область больших температур зарегистрировано на поверхности с текстурой в виде “цветной капусты”. Для поверхности алюминия увеличение температуры составило 119° C, для поверхности нержавеющей стали 47° C. Очевидно, что рост температуры возникновения эффекта Лейденфроста обусловлен улучшением свойств смачиваемости и формирования развитой шероховатости. Большой прирост температуры на поверхностях алюминия по сравнению с нержавеющей сталью с одинаковым видом текстуры обусловлен тем, что на поверхности алюминия сформировалась более развитая шероховатость.

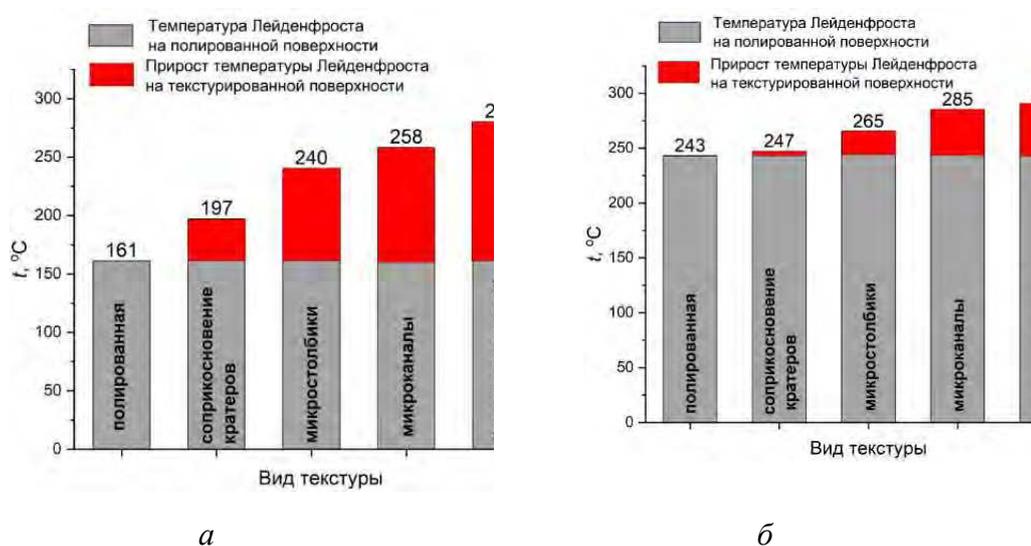


Рис. 2. Температура Лейденфроста.  
Поверхности: алюминия (а); нержавеющей стали (б)

На рис. 3 приведены зависимости температуры Лейденфроста на поверхностях алюминия и нержавеющей стали от трехмерных параметров шероховатости.

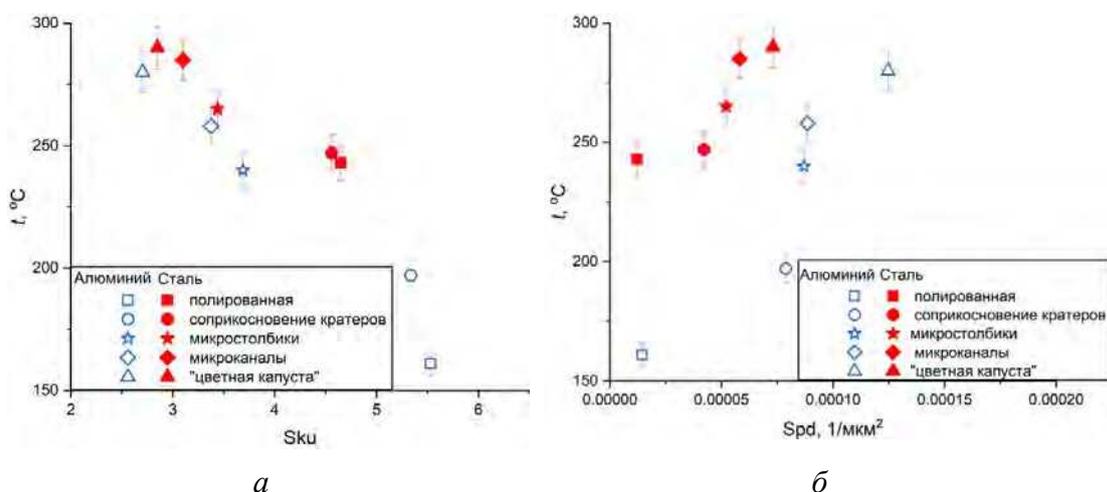


Рис. 3. Зависимости температуры Лейденфроста от трехмерных параметров шероховатости поверхностей алюминия и нержавеющей стали. Параметры шероховатости:  $Sku$  (а);  $Spd$  (б)

По результатам анализа рис. 2 и рис. 3 установлено, что лазерный способ обработки поверхностей металлов, используемых в качестве конструкционных материалов, например, при изготовлении поверхностей нагрева энергогенерирующих и теплопередающих устройств, является наиболее перспективным по сравнению с механической обработкой абразивными материалами, широко используемыми в настоящее время в машиностроении. Последнее обусловлено тем, что лазерная обработка поверхности металлов позволяет за счет формируемой текстуры в достаточно широких диапазонах значений управлять температурой Лейденфроста более чем на  $110^{\circ}\text{C}$  на поверхности алюминия и более чем на  $45^{\circ}\text{C}$  на поверхности нержавеющей стали. Для смещения температуры Лейденфроста в область более высоких температур необходимо создавать развитую, многоуровневую шероховатость, характеризующуюся большим значением параметра  $Spd$  (характеризует число выступов на единицу площади поверхности) и параметром  $Sku$  (эксцесс) значением менее 3.

Полученные результаты могут быть использованы для текстурирования поверхностей теплообменных устройств, использующихся для отвода тепловых потоков высокой плотности, в которых в качестве рабочего тела выступает кипящая вода: охлаждение атомных реакторов, устройств микроэлектроники, в том числе в авиа- и космических технологиях, устройств охлаждения на базе термосифонов и тепловых труб.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-29-00417, <https://rscf.ru/project/23-29-00417/>

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Walker J. Boiling and the Leidenfrost Effect // *Physics Education*. – 1994. – Т. 10. – С. 1–4.
2. Rosky P.J. Exploring nanoscale hydrophobic hydration // *Faraday Discussions*. – 2010. – Т. 146. – С. 13–18.
3. Ajaev V.S., Kabov O.A. Levitation and Self-Organization of Drop-lets // *Annual Review of Fluid Mechanics*. – 2021. – Т. 53. – №. 14. – С. 203–225.

Авад Петер Адел Вахим (Египет)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Мамонова Татьяна Егоровна,  
канд. техн. наук, доцент

## ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

### Введение

С растущим населением и увеличивающимся спросом на энергию вопросы энергетики становятся глобальной проблемой. В результате возникает всё более широкое глобальное движение в сторону более устойчивых и возобновляемых источников энергии. Однако многие страны испытывают трудности в освоении этих ресурсов и разработке чётких планов для устойчивого производства энергии. Египет - одна из таких стран, сталкивающаяся с энергетическими проблемами из-за растущего населения и отсутствия чётких планов для производства возобновляемой энергии. Также в стране существуют проблемы с качеством внутренней среды, особенно в общественных зданиях. Однако потенциальным решением этих проблем является "Платформа для генерации электроэнергии с использованием энергии, полученной от движения ног". Эта инновационная технология использует пьезоэлектрические материалы для преобразования механического напряжения, вызываемого движением ног, в электрическую энергию. Электроэнергия, производимая этой платформой, может использоваться для питания малых электронных устройств и датчиков в различных местах, включая городские районы, транспорт и промышленные объекты. Внедрение этой технологии позволило бы Египту решить проблемы энергетики и улучшить качество внутренней среды в общественных зданиях одновременно.

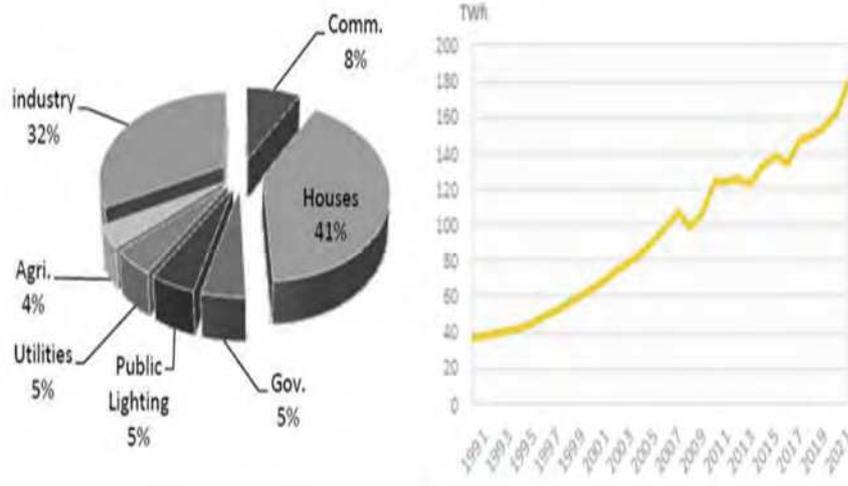


Рис. 1. Процент потребления энергии в каждом секторе и распределение потребления электроэнергии по секторам в Египте (2021 год) [1]

Название проект: идея проекта по платформе генерации электронных из шагов людей на станциях метро.

Цель работы: цель данной работы заключается в создании эффективной платформы для генерации электроэнергии из шагов пассажиров на станциях метро, с использованием технологии точки включает в себя исследование различных методов и технологий для оптимизации процесса генерации энергии. таких как использование различных материалов для точек зерния, оптимизация конструкции платформы и разработка эффективных алгоритмов управления

Основная цель платформы заключается в том, чтобы обеспечить дополнительный источник энергии для работы различных устройств на станциях метро, таких как освещение, системы видеонаблюдения и информационные табло. Также платформа может быть использована для подзарядки мобильных устройств пассажиров и других устройств, что позволит снизить нагрузку на сеть электроснабжения [2].

Платформа для генерации электроэнергии от шагов человека: на основе моих исследований я учел быстрый рост количества зданий с высокой плотностью населения и массовое применение платформ для генерации электроэнергии.



Рис. 2. Алгоритм платформы

Основная идея: в качестве одного из решений для генерации энергии от шагов были предложены пьезоэлектрические материалы для напольных покрытий [3]. Этот тип напольных материалов содержит пьезоэлектрический материал, который может преобразовывать механическое напряжение, вызываемое шагами, в электрическую энергию. Когда человек идет по такому напольному покрытию, давление генерирует электрический заряд в пьезоэлектрическом материале. Этот заряд может использоваться для питания малых электронных устройств и датчиков или сохраняться в аккумуляторе для последующего использования. Напольные покрытия с пьезоэлектрическими материалами являются многообещающим решением, поскольку их можно легко интегрировать в существующую инфраструктуру без крупных изменений. Это делает их экономически эффективным [3] и масштабируемым решением для сбора энергии. Использование таких напольных покрытий в местах с высокой проходимостью, таких как железнодорожные станции, аэропорты и торговые центры, имеет потенциал для генерации большого количества электроэнергии и снижения зависимости от традиционных источников энергии.



Рис. 3. Перечень компонентов платформы

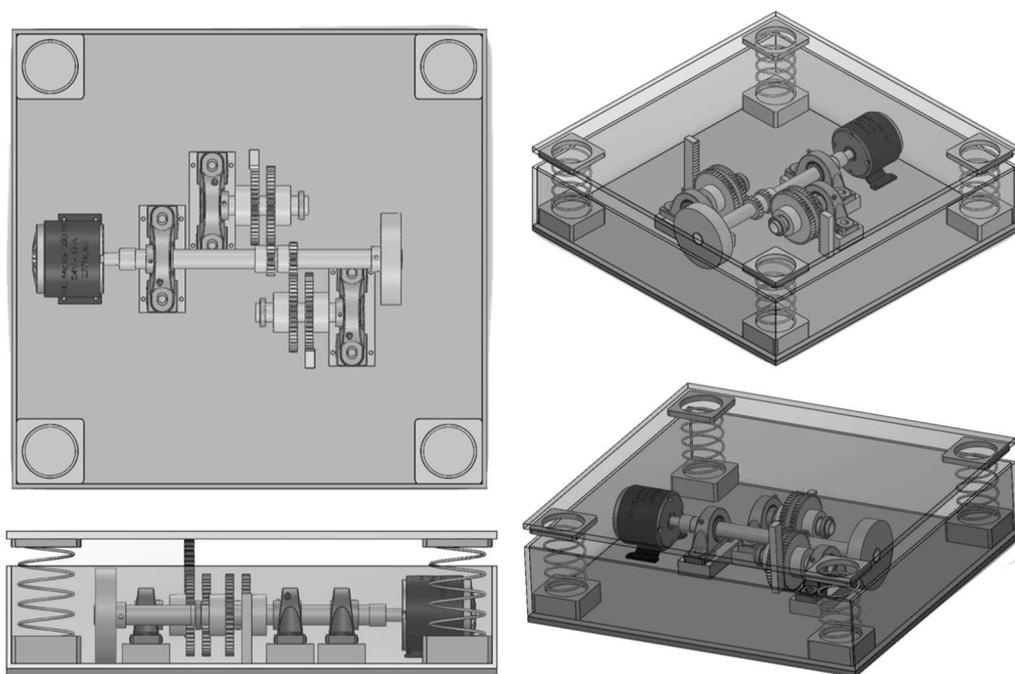


Рис. 4. Трехмерная модель

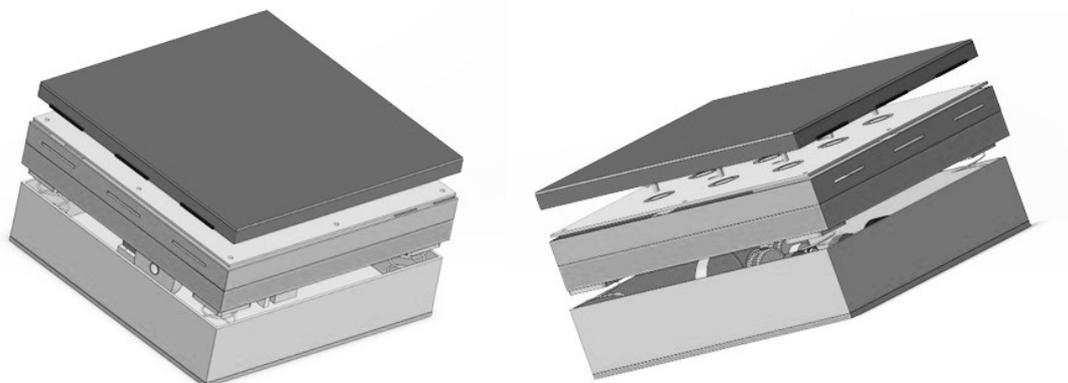


Рис. 5. Взрыв-схема платформы

**Заключение:** Платформы для генерации энергии на основе пьезоэлектрических полов, использующих энергию, выделяемую при ходьбе, являются многообещающим решением для преодоления проблем с энергетикой, с которыми сталкиваются многие страны, включая Египет. Поскольку спрос на энергию продолжает расти вместе с ростом населения, поиск устойчивых и возобновляемых источников энергии становится все более важным. С помощью пьезоэлектрических полов можно генерировать электричество прямо под ногами без крупномасштабных изменений в существующей инфраструктуре, даже в загруженных местах, таких как вокзалы и аэропорты.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Египетский сайт Министерства электроэнергетики, годовые отчеты // URL: <http://www.moe.gov.eg> (дата обращения: 28.03.2023).
2. "Future of Electricity" Report // URL: [https://www3.weforum.org/docs/WEFUSA\\_FutureOfElectricity\\_Report2015.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEFUSA_FutureOfElectricity_Report2015.pdf) (дата обращения: 10.04.2023).
3. Исследование осуществимости встроенной системы генератора пьезоэлектричества на автостраде для электрификации уличного освещения // URL: [https://www.researchgate.net/publication/328754576\\_Feasibility\\_study\\_of\\_embedded\\_piezoelectric\\_generator\\_system\\_on\\_a\\_highway\\_for\\_street\\_lights\\_electrification](https://www.researchgate.net/publication/328754576_Feasibility_study_of_embedded_piezoelectric_generator_system_on_a_highway_for_street_lights_electrification) (дата обращения: 11.04.2023).

Аль-Мусави Висам Мохаммедтаки М Джавад (Ирак)

Южный федеральный университет, г. Таганрог

Научный руководитель: Федосов Валентин Петрович,  
д-р техн. наук, профессор

### **ОПТИМИЗАЦИЯ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ПО БЕСПРОВОДНОМУ КАНАЛУ НА ОСНОВЕ АДАПТИВНОГО АЛГОРИТМА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМ MIMO-OFDM**

**Введение:** Чтобы увеличить пропускную способность в коэффициент минимального количества передающих и приемных антенн, можно использовать дополнительные передающие и приемные антенны для создания каналов с несколькими входами и несколькими

выходами (MIMO). Широкополосная передача может использовать MIMO-OFDM, ортогональную форму мультиплексирования с частотным разделением каналов (OFDM) для каналов MIMO, чтобы уменьшить межсимвольные помехи и увеличить пропускную способность системы. Для повышения производительности сети в условиях связи вне прямой видимости, которая преобладает в густонаселенных районах, это исследование предлагает подходящий адаптивный алгоритм для использования в беспроводных сетях на основе системы MIMO OFDM. На производительность системы было изучено влияние затухания сигнала на нескольких путях, доплеровского сдвига и различных скоростей подвижности. Используя компоненты BER, SNR и шума, проводится анализ математических моделей адаптивной модуляции в системах MIMO. Согласно данным моделирования, адаптивный метод увеличит пропускную способность. Можно сделать вывод, что реализация адаптивных алгоритмов повышает помехозащищенность при обработке сигналов в приемной системе в условиях многолучевого распространения сигнала.

**СИСТЕМО-КАНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ:** Факторы, определяющие углы места лучей, необходимо учитывать для надлежащей оценки систем MIMO в трехмерной модели канала. Для усовершенствования программной реализации современных моделей беспроводных каналов используется информация о высоте над уровнем моря. Стандартная канальная стратегия 3GPP используется для создания каналов связи между *AP* (точками доступа) и *UE* (пользовательским оборудованием) [1, 2]. Система беспроводных каналов представляет собой стохастическую модель, требующую два уровня рандомизации для имитации множества каналов AP-UE. Начальные LSP (крупномасштабные параметры), такие как наличие теней, коэффициент пропорциональности задержки, потери на пути и угловой разброс, выбираются случайным образом из раздела функций распределения таблицы. Направления прибытия и отправления, а также мощность кластера и задержки затем выбираются случайным образом в качестве SSP (параметры мелкой шкалы). Кроме того, при выборе различных условий распространения также требуется определенная степень рандомизации для обеспечения нескольких реализаций каждого отдельного соединения [3, 4]. В модели беспроводного канала распространение в плоскости азимута и угла места основано на двухточечных оценках от каждой точки доступа до каждой позиции местоположения *UE* для каждой конкретной городской ячейки, что позволяет получить более точную оценку канала, пространственную корреляцию и оценку пропускной способности на системном уровне [3, 5].

**Алгоритм адаптации:** Максимальное SNR используется как условие выполнения адаптации. Первоначально вычисляется матрица пространственной корреляции входного сигнала для каждого блока. Затем определяются наилучшие векторы весов со ссылкой на определенную корреляционную матрицу. Для этого необходимо вычислить собственные значения. Собственный вектор корреляционной матрицы, соответствующий наибольшему собственному значению, является вектором идеального веса. Компоненты вектора принятого сигнала объединяются в несколько блоков для адаптации. Путем умножения векторов принятого сигнала в блоке и соответствующего вектора идеального веса выполняется взвешивание. В результате получается значение, соответствующее выходному сигналу адаптивного устройства. Выходной сигнал адаптивного массива можно представить в следующем виде [6]

$$Y_W(t) = w_{opt}^T Y(t),$$

где  $w_{opt} = (w_1, w_2, \dots, w_N)^T$  вектор весовых коэффициентов;

$L_y = L/S$  – количество столбцов матрицы принятого сигнала  $Y$ , а операция

$E \{ \cdot \}$  обозначает усреднение результатов произведений векторов  $Y^*$  и  $Y^T$ .

Использован метод, основанный на определении собственных значений и собственных векторов корреляционной матрицы, чтобы получить наилучшие векторы весовых коэффициентов для обработки сигналов на выходах антенных решёток (АР). При селекции сигналов в системах связи с использованием АР часто используют этот прием (сингулярное разложение матриц). Лучшим вектором весов в рассматриваемой стратегии является собственный вектор, соответствующий наибольшему собственному значению корреляционной матрицы. Собственные значения – это мощности сигналов, поступающих на апертуру приемной антенной решетки различными путями от передатчика. Изменение матрицы собственных значений возможно за счет применения вращения Эйлера к диаграмме рассеяния системы случайных отсчетов на выходах элементов антенной решетки. Определитель матрицы собственных векторов равен единице и ортогонален. Это указывает на то, что этот определитель остается постоянным и равен произведению собственных значений на протяжении всего вращения. Таким образом, разложение корреляционной матрицы имеет следующий вид

$$P = V \Lambda V^H,$$

где  $V$  – унитарная матрица собственных векторов, а  $\Lambda$  – диагональная матрица соответствующих собственных значений  $\lambda_p, p = 1 \dots k$ . После сортировки матрицы собственных значений в порядке возрастания матрица будет иметь вид, представленный в [7-9].

Адаптация на передающей стороне осуществляется аналогично. С помощью сформированных векторов для антенной решетки мобильной станции (МС) необходимо излучать от нее контрольную посылку на базовую станцию (БС).

**РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА:** Вероятность битовой ошибки, которая выражается как количество битовых ошибок, деленное на общее количество битов, полученных в передаче для конкретного SNR, является основным вероятностным компонентом системы [10].

$$BER = \frac{N_{error\ bits}}{N_{total\ bits}}$$

В течение одного кадра символа OFDM (вычисления повторяются для следующего кадра) при моделировании предполагается, что канал, включая пилот-сигнал и информацию, является стационарным.

Вероятность битовой ошибки при передаче данных от приемника к передатчику и пропускная способность системы в зависимости от отношения сигнал/шум (SNR) показаны на рис. 3 и рис. 4 соответственно. Для иллюстрации результатов применения алгоритма на рисунках представлены полученные результаты для случая использования MIMO-OFDM без адаптации и с адаптацией в приемнике МС.

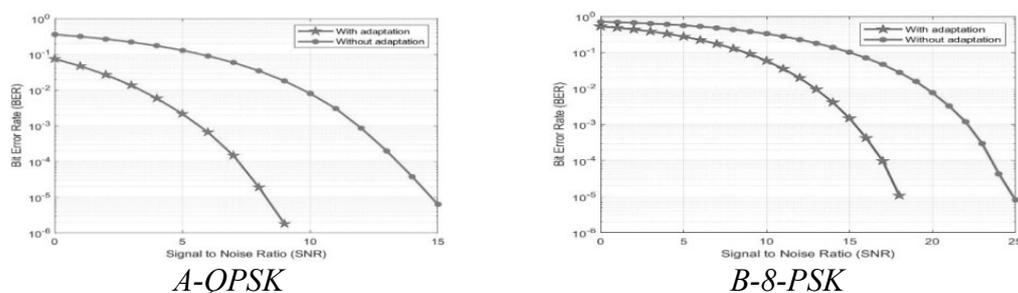


Рис. 1. Вероятность битовой ошибки для системы MIMO-OFDM при модуляции QPSK, 8-PSK

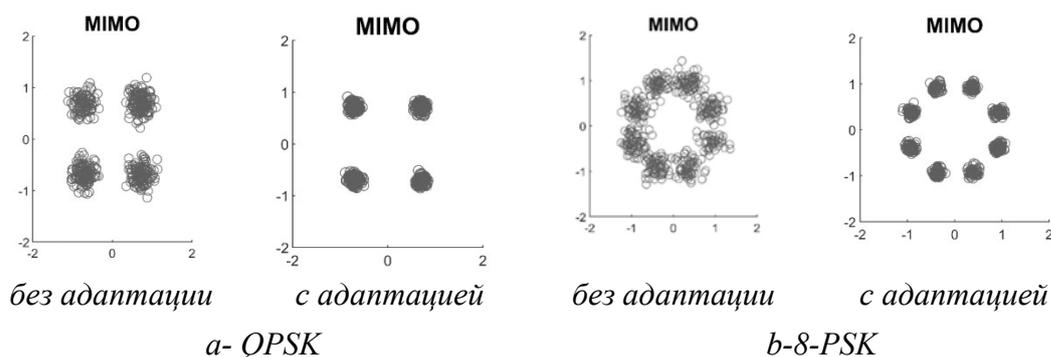


Рис. 2. Созвездие сигналов при SNR 17 дБ

Как видно из полученных результатов, использование адаптивного алгоритма позволяет значительно повысить производительность системы связи. Такой подход снижает вероятность битовой ошибки, увеличивая при этом полосу пропускания в канале передачи. Учитывая, что применение алгоритма подразумевается только на приемной стороне, можно надеяться на еще более существенное улучшение результатов при таком подходе и на передающей стороне.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ:** Доклад включает моделирование беспроводного канала для передачи данных с использованием антенных решеток. На основе разработки аналогичной диаграммы направленности амплитудно-решетчатой антенны в направлении прихода сигнала с наибольшей мощностью по одному из путей распространения в канале связи представлен адаптивный алгоритм обработки пространственно-временных сигналов. В результате применения этого алгоритма максимум характеристики направленности антенной решетки создается в направлении пути, по которому принимается наиболее мощный сигнал. Адаптивный метод предназначался только для использования на принимающей стороне. Результаты исследования показали, что применение адаптивного алгоритма на приемной стороне позволяет значительно снизить вероятность битовой ошибки. Например, для типовой модуляции QPSK, BER с адаптацией и без нее составлял 0,0058 и 0,1728 соответственно при SNR 5 дБ. Кроме того, для типовой модуляции 8-PSK, BER с адаптацией и без нее составлял 0,3313 и 0,6031 соответственно при SNR 5 дБ.

*Исследование выполнено при поддержке гранта Российского научного фонда №22-29-01389 от 21.12.2021 в Южном федеральном университете.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Series, M.: 'Guidelines for evaluation of radio interface technologies for IMT-Advanced', Report ITU, 2009, 638, pp. 1-72.

2. Isa, A.A.M., Othman, M., Johal, M., Isa, M., Zin, M., Haron, N., Zakaria, Z., and Ibrahim, M.: 'Enhanced location estimation with a single base station in WiMAX network', in Editor (Ed.)^(Eds.): 'Book Enhanced location estimation with a single base station in WiMAX network' (IEEE, 2014, edn.), pp. 1-6.
3. Almesaeed, R., Ameen, A.S., Doufexi, A., Dahnoun, N., and Nix, A.R.: 'A comparison study of 2D and 3D ITU channel model', in Editor (Ed.)^(Eds.): 'Book A comparison study of 2D and 3D ITU channel model' (IEEE, 2013, edn.), pp. 1-7.
4. Li, Y., Seshadri, N., and Ariyavisitakul, S.: 'Channel estimation for OFDM systems with transmitter diversity in mobile wireless channels', *IEEE Journal on Selected areas in communications*, 1999, 17, (3), pp. 461-471.
5. Thota, J., Almesaeed, R., Doufexi, A., Armour, S., and Nix, A.R.: 'Infrastructure to vehicle throughput performance in LTE-A using 2D and 3D 3GPP/ITU channel models', in Editor (Ed.)^(Eds.): 'Book Infrastructure to vehicle throughput performance in LTE-A using 2D and 3D 3GPP/ITU channel models' (IEEE, 2015, edn.), pp. 1-5.
6. Fedosov, V., Legin, A., and Lomakina, A.: 'Adaptive algorithm for data transmission in wireless channels based on MIMO—OFDM technique', in Editor (Ed.)^(Eds.): 'Book Adaptive algorithm for data transmission in wireless channels based on MIMO—OFDM technique' (IEEE, 2017, edn.), pp. 218-221.
7. Fedosov, V.P., Jameel, J.S., and Kucheryavenko, S.V.: 'Theoretical Analysis of Adaptive Algorithm Modulation Scheme in 3D OFDM WiMAX System', *Trends in Sciences*, 2022, 19, (12), pp. 4605-4605.
8. Fedosov, V., Jameel, J., and Kucheryavenko, S.: 'Transmitting Image in 3D Wireless Channel using Adaptive Algorithm Processing with MMSE based on MIMO principles', in Editor (Ed.)^(Eds.): 'Book Transmitting Image in 3D Wireless Channel using Adaptive Algorithm Processing with MMSE based on MIMO principles' (IOP Publishing, 2021, edn.), pp. 012131.
9. Fedosov, V., Lomakina, A., and Legin, A.: 'Adaptive Algorithm Simulation for the Wireless Communication System Basing on the Spatial Coding in the Free Space', in Editor (Ed.)^(Eds.): 'Book Adaptive Algorithm Simulation for the Wireless Communication System Basing on the Spatial Coding in the Free Space' (IEEE, 2019, edn.), pp. 416-419.

10. Fedosov, V., Jameel, J., and Kucheryavenko, S.: 'ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ В КАНАЛЕ 3D WIMAX НА ОСНОВЕ SISO-OFDM И MIMO-OFDM'.

Ассаад Нидал Адонис (Бразилия)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Шахова Нина Борисовна,  
канд. хим. наук, доцент

## **ВОЗМОЖНЫЕ СПОСОБЫ УЛУЧШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЭЛЕКТРО-АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ САМОЛЁТОВ**

В работе описана новая область исследований – электроаэродинамика, которая может стать революцией в области военной техники благодаря тихому полету самолетов. Описывается принцип работы твердотельного двигателя, который использует ионный ветер для создания тяги. Также предлагаются новые пути улучшения характеристик электроаэродинамических летательных аппаратов. В тексте приводится информация о структуре самолета, вызовах и оптимизации конструкции.

Ключевые слова: аэродинамика, ионный ветер, летательные аппараты, аэродинамического сопротивления

### **Введение**

Электроаэродинамика давно интересует инженеров и физиков. Этот метод полупроводникового (твердотельного) двигателя является новой областью исследований для небольших самолетов. Недавно был построен самолет без воздушного винта и лопастей турбины [4]. Вместо движущихся механизмов самолет летел на ионном ветру. Эта новая технология может стать революцией в области военной техники, поскольку самолеты очень тихие.

В настоящее время удалось достичь стабильного полета на 55 метров за 12 секунд [4]. В данной работе предлагаются новые пути улучшения характеристик электроаэродинамических летательных аппаратов.

### **Основная информация, структура самолёта и вызовы**

Ионный ветер – это воздушный поток, вызванный электростатическими силами, связанными с коронным разрядом, возникающим на концах некоторых проводников, обычно используются тонкие и тол-

стые электроды. При высоком напряжении между электродами создается энергия, достаточная для приведения в движение летательного аппарата определенной массы. Направление тяги такого двигателя противоположно направлению потока ионов.

Для преодоления наиболее ожидаемых и расчетных проблем была найдена оптимизация конструкции при размахе крыла 5 м при расчетной массе 2,45 кг. Они также имели тягу 3,2 Н и скорость 4,8 м/с.

Для генерации ионов самолет использует метод коронного разряда, который в настоящее время является наиболее распространенным. Эффект этого метода достигается за счет асимметричного расположения электродов. Отчеты о полетах показали, что самолет подвергался сильному сопротивлению в полете, в основном из-за конфигурации электродов.

Таблица 1

*Технические параметры и летно-технические характеристики самолета*

Масса (кг)	Общая масса	2,45
	Преобразователь мощности(кг)	0,51
	Батарея (кг)	0,23
	Крыло (кг)	0,63
	Электроды(кг)	0,41
Аэродинамические характеристики	Размах крыла (м)	5,14
	Скорость полета (м/с)	4,8 ± 0,2
	Сопротивление (Н)	3,0 ± 0,2
Силовая установка	Подъемная сила (Н)	3,2 ± 0,2
	Толкать (кВ)	40,3 ± 0,1
	Мощность (Вт)	620 ± 20



*Рис. 1. Компьютерная модель самолёта*

### **Возможные решения**

Чтобы улучшить характеристики таких летательных аппаратов, большинство исследователей сосредоточили внимание на типе материала электрода, его размере и расположении. Другие усилия были приложены для максимизации ограничений малой тяги по площади и отношения мощности, которые считаются основными ограничениями электроаэродинамического движения. Однако одним из возможных

решений может быть зависимость от метода диэлектрического барьерного разряда при генерации ионов вместо коронного разряда. Он более эффективен при использовании развязанного источника ионов. Новое исследование доказало, что ионный ветер можно создать и ускорить с помощью диэлектрического барьерного разряда [5]. Кроме того, как сообщалось, диэлектрический барьерный разряд имеет большую величину тока и напряжения, чем коронный разряд [6]. Следовательно, это приводит к лучшему соотношению тяги к площади и мощности [3].

Также, и поскольку, как сообщается, самолет страдает от высокого аэродинамического сопротивления, можно предложить изменение конфигурации электродов [4]. Электроды могут иметь более интегрированную структуру. Это можно сделать, внедрив в самолет систему выдвижных электродов. При этом электроды могут менять свое положение через определенные промежутки времени во время полета. Можно разработать различные этапы разворачивания электродов, чтобы улучшить аэродинамику самолета и уменьшить общее сопротивление, когда электроды не используются активно во время полета. При этом можно было бы сэкономить электроэнергию, работая пульсирующим образом, чередуя разворачивание при включении и втягивании при выключении [3]. Это также может способствовать увеличению дальности полета. Для более широкого обзора в разных средах можно переключаться между электроаэродинамическими и другими силовыми установками в зависимости от того, какая из них лучше для данной ситуации и среды. Такая система должна иметь плату управления, которая способна втягивать электроды. Raspberry Pi был бы оптимальным выбором для питания такой платы из-за ее эффективности, надежности и скорости.



*Рис. 2. Выдвижная система электродов в разных фазах*

## **Выводы**

Здесь мы рассмотрели работу, сделанную командой Массачусетского технологического института по созданию электроаэродинамического самолета. Был проведен анализ и даны предложения по улучшению характеристик таких самолетов. Тем не менее необходимо провести дальнейшие эксперименты, чтобы доказать их ответственность и эффект.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Alessia Ongaro, Monica De Mattei. (March 2018). Effect of Electrode Distance in Grid Electrode: Numerical Models and In Vitro Tests. *Technology in Cancer Research & Treatment*, 1-11
2. Edward A. Christensen and Paul S. Moller. (1967). Ion-Neutral Propulsion in Atmospheric Media. *AIAA Journal*.
3. Fredricks, M. A. (May 2021 г.). Improving the Performance of an EAD Aircraft by use of a Retractable Electrode System. Fayetteville, USA: University of Arkansas. Получено из Mechanical Engineering Undergraduate Honors Theses.
4. Haofeng Xu, Kieran L. Strobel, Christopher K. Gilmore, Sean P. Kelley, Thomas Sebastian, Steven R. H. Barrett. (2018). Flight of an Aeroplane with Solid-State Propulsion. *LETTER*, 532-539.
5. Sato, S. (2019). Successively accelerated ionic wind with integrated dielectric-barrier-discharge plasma actuator for low-voltage operation. *Scientific Reports*.
6. Sumariyah, S. (2018). Comparison between corona and dielectric barrier discharges plasma using of pin to single and dual ring electrodes configuration. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. AASEC IOP.

Буруиед Амира (Алжир)

Санкт-Петербургский политехнический университет  
Петра Великого, г. Санкт-Петербург

Научный руководитель: Давыдов Роман Вадимович,  
канд. физ.-мат. наук, доцент

## **БОЛЕЕ БЫСТРОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ COVID-19 С ПОМОЩЬЮ BIOFIREFILMARRAY**

За последние годы коронавирус SARS-CoV-2 распространился по всему миру, а последствия болезни, вызванной им (COVID-19), ощутило большое количество людей [1].

Во время пандемии COVID-19 инфекция SARS-CoV-2 с вариантами Alpha (B.1.1.7), Delta (B.1.617.2), Omicron (B.1.1.529/BA.1) и многими другими сопровождалась различными симптомами: внезапная потеря обоняния и/или вкуса, головная боль, общая слабость, плохое самочувствие, боль в мышцах, лихорадка, диарея и др. Однако встречается и бессимптомное течение заболевания. Поэтому очень важным здесь является быстрое диагностирование этой инфекции из-за ее высокой заразности и риска опасных осложнений в ходе болезни [2].

Полимеразная цепная реакция (ОТ-ПЦР) с обратной транскрипцией – это метод молекулярной биологии, сочетающий обратную транскрипцию РНК в ДНК и амплификацию конкретных ДНК-мишеней с помощью полимеразной цепной реакции с использованием праймеров, которые представляют собой искусственно синтезированные короткие цепи нуклеотидов (от 15 до 30 штук), комплементарных выбранному участку фрагмента ДНК. Каждый цикл ПЦР проводят в 3 этапа: термическая денатурация ДНК при 95° С, отжиг праймеров при 50-65° С, элонгация при 72° С.

В случае нескольких возможных возбудителей во время инфекции, в целях экономии реагентов и времени, ПЦР позволяет получить из сложной и малочисленной пробы большое количество специфического фрагмента ДНК определенной длины.

Образец слизи у испытуемого берется из носа или горла с помощью длинного ватного тампона. После сбора образец запечатывается, а затем анализируется в медицинской биологической лаборатории.

В лаборатории медицинского анализа доктора Буруиэда Юссефа в Алжире на основе устройства BioFire® FilmArray® (рис. 1) было проведено исследование пациентов в течение одного года. Панели BioFire® FilmArray® предназначены для быстрого проведения мультиплексной ПЦР, обеспечивая одновременное выявление широкого

спектра инфекционных агентов или их вариаций [3] и характеризующихся своей высокой чувствительностью ( $\approx 95\%$ ) и специфичностью ( $\approx 99\%$ ).

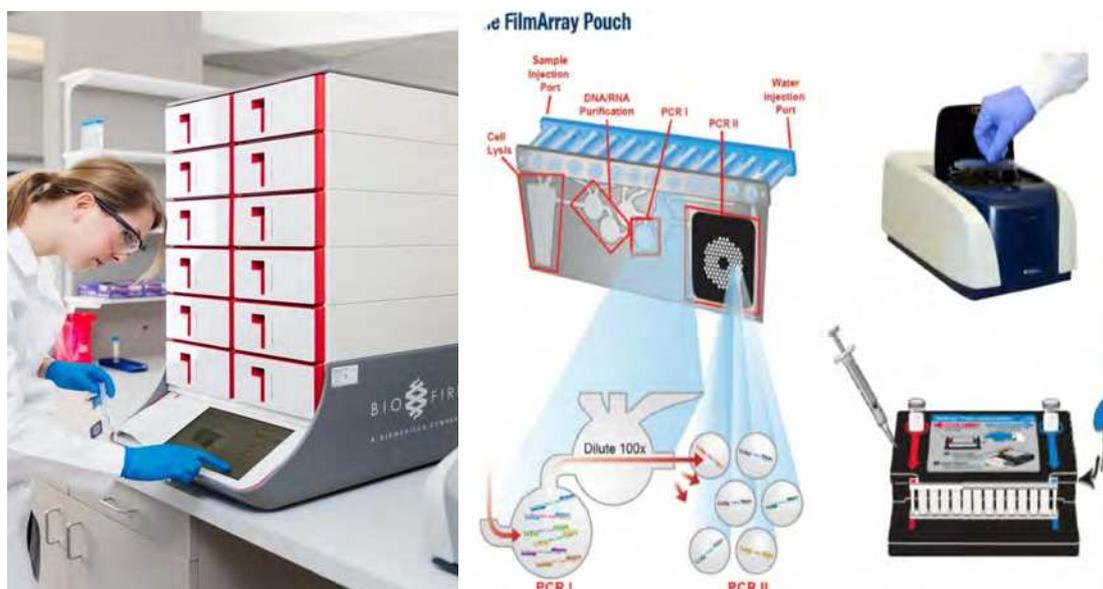


Рис. 1. Компоненты устройства BioFire® FilmArray®

В период с марта 2021 года по март 2022 года в лаборатории было протестировано 1674 пациента. Результаты представлены на рис. 2.

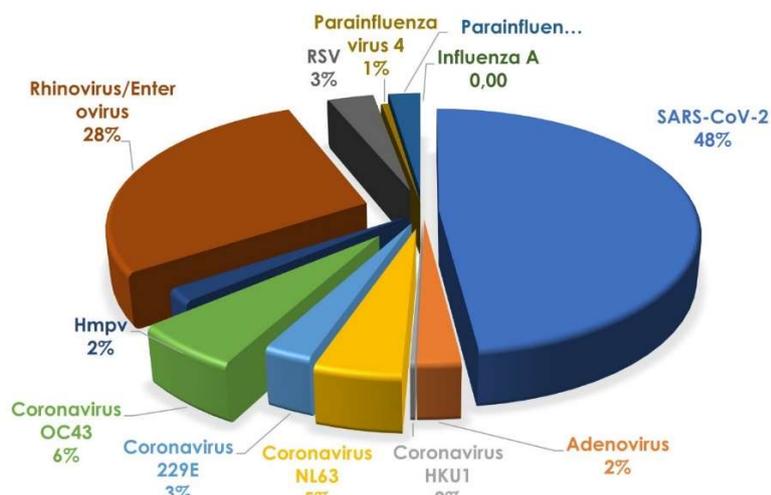


Рис. 2. Результаты исследования проб пациентов

Полученный в ходе этого опыта показал, что используемое оборудование и организованный процесс измерений удовлетворяет потребностям – подготовительный этап, состоящий из подготовки образцов и кассеты с реагентами занимает пару минут, а весь процесс выявления инфекции и ее варианта удалось сократить до 45–65 минут. Кроме того, были обнаружены случаи одновременного заражения двумя

формами COVID-19, что важно для проведения более качественного лечения болезни.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Araf Y., Akter F., Tang Y.D., Fatemi R., Parvez M.S.A., Zheng C., Hossain M.G. Omicron variant of SARS-CoV-2: Genomics, transmissibility, and responses to current COVID-19 vaccines// J Med Virol. – 2022. – Т. 94. – №5. – С. 1825-1832.
2. Fernández-de-Las-Peñas C., Notarte K.I., Peligro P.J., Velasco J.V., Ocampo M.J., Henry B.M., Arendt-Nielsen L., Torres-Macho J., Plaza-Manzano G. Long-COVID Symptoms in Individuals Infected with Different SARS-CoV-2 Variants of Concern: A Systematic Review of the Literature // Viruses. – 2022. – Т. 14. – №12. – 2629.
3. Berry G.J., Zhen W., Smith E., Manji R., Silbert S., Lima A., Harington A., McKinley K., Kensinger B., Neff C., Lu D. Multicenter Evaluation of the BioFire Respiratory Panel 2.1 (RP2.1) for Detection of SARS-CoV-2 in Nasopharyngeal Swab Samples// J Clin Microbiol. – 2022. – Т. 60. – №5. – e0006622.

Ван Нана (Китай),

Годымчук Анна Юрьевна (Россия)

Томский политехнический университет, г.Томск

Научный руководитель: Годымчук Анна Юрьевна,  
канд. техн. наук., доцент

### **ВЛИЯНИЕ pH НА КОЛЛОИДНЫЕ СВОЙСТВА НАНОЧАСТИЦ TiO<sub>2</sub> В РАСТВОРЕ АРГИНИНА**

#### **Введение**

Изучение коллоидных свойств промышленных наночастиц в окружающей среде актуально, потому что физико-химические свойства всегда связаны с биологическим действием материалов [1]. Например, в зависимости от pH среды наночастицы могут подвергаться агрегации [2] и по-разному взаимодействовать с биомолекулами [3]. Поэтому данные о физико-химических свойствах необходимы для прогнозирования свойств и установления механизмов взаимодействия с клетками.

Известно, что на взаимодействие с нуклеиновыми кислотами, основными компонентами белков, влияют свойства самих наночастиц [2], кислотность [4] так и состав самих аминокислот [5]. Однако, в

силу разнообразия производимых наночастиц в литературе не хватает данных по влиянию рН на взаимодействие наночастиц с аминокислотами.

Целью работы являлось определение влияния рН на коллоидные свойства наночастиц в водном растворе аминокислоты.

### **Экспериментальная часть**

В работе использовали наночастицы  $\text{TiO}_2$  со средним размером частиц 20 нм, приобретенные у компании PlasmaChem (type P25, Германия, <https://shop.plasmachem.com/>). Наночастицы  $\text{TiO}_2$  один из самых востребованных продуктов в наноиндустрии благодаря применению к косметологии [6] и катализу [7]. В качестве аминокислоты выбрали незаменимую низкомолекулярную  $\alpha$ -аминокислоту – аргинин ( $(\text{NH}-\text{C}(\text{NH}_2)\text{NH}(\text{CH}_2)_3\text{CH}(\text{NH}_2)-\text{COOH}$ , CAS 74-79-3, молярная масса – 174 г/моль).

Для проведения эксперимента раствор аргинина готовили на дистиллированной воде ( $\text{pH}=6.5\pm 0.3$ , дистиллятор ДЭ-4 ТЗМОИ, Тюмень Медико, Россия). Затем раствор титровали до рН 3, 7 и 11 при перемешивании на магнитной мешалке MS3000 (Biosan, Россия, 300 об/мин) 0,1 М растворами NaOH и  $\text{HNO}_3$ . Значение рН контролировали с помощью рН-метра ST3100 (Ohaus, Россия).

Далее к навеске наночастиц, взвешенной на аналитических весах ALC-110d4 (Acculab, Россия,  $\pm 0,0001$  г), добавляли раствор аргинина с заданным рН. Концентрация наночастиц в суспензии составляла 200 мг/л, а аргинина – 0,001 М. Затем суспензии наночастиц обрабатывали ультразвуком (УЗ ванна ODA-LQ40, ODA Сервис, Россия, 120 Вт, 40 кГц) в течение 10 мин. Аликвоту суспензии для анализа отбирали с верхней трети объема суспензии.

Коллоидные свойства изучали путем: 1) измерения скорости седиментации, 2) размеров агрегатов и 3) заряда частиц.

Для изучения седиментации наночастиц суспензией наполняли цилиндрическую стеклянную кювету (диаметр 12 мм) и измеряли коэффициент светопропускания ( $T$ , %) с помощью спектрофотометрии (PD-303, Arel, Япония, 440 нм) каждые 10 минут в течение 3 ч. Из полученного значения  $T$ , % определяли оптическое поглощение  $A$  (1) и остаточную концентрацию частиц в системе  $C/C_0$  (2):

$$A = -\lg \frac{T}{100} \quad (1)$$

$$\frac{A}{A_0} = \frac{C}{C_0} \quad (2)$$

где  $A$  – оптическое поглощение в момент времени  $t$ ,  $A_0$  – начальное оптическое поглощение,  $C$  – концентрация в момент времени  $t$ , уд.ед.,  $C_0$  – начальная концентрация ( $C_0=1$ , уд.ед).

Константу скорости седиментации ( $k_{sed}$ ,  $\text{мин}^{-1}$ ) оценивали из линейной регрессии (3):

$$\frac{C}{C_0} = 1 - k_{sed}t \quad (3)$$

где  $t$  – время седиментации, мин;  $C/C_0$  – концентрация неосевших частиц в момент  $t$ ;  $1 - C/C_0$  – степень осаждения частиц при  $t=180$  мин.

Распределение частиц по размерам и заряд ( $\zeta$ -потенциал) частиц измеряли с помощью лазерного дифрактометра Zetasizer Nano (Malvern, США, He-Ne-лазер, 4 мВт, 633 нм). Измерения проводили в углу обнаружения  $173^\circ$ , позиции в кювете автоматически определялись программным обеспечением. Для измерений 1 мл суспензии помещали в U-образную полистирольную кювету. Измерения проводили не менее трех раз при  $25^\circ\text{C}$ . Из данных распределения ( $q_i$  – доля частиц (%) с диаметром  $d_i$ ) рассчитывали средний размер агрегатов  $d_{cp}$ :

$$d_{cp} = \sum d_i \frac{q_i}{100}. \quad (4)$$

#### Результаты и обсуждение

Аргинин является основной аминокислотой, имеющей точку нулевого заряда ( $pH_i$ ) при  $pH = 10,76$ , когда его растворимость минимальна. В водной среде при  $pH = 4...9$  аргинин существует в виде равновесной смеси биполярного иона (цвиттер-иона  $((H_3N^+ - CH(R) - COO^-))$ , который протонируется при  $pH < pH_i$  и образует катионную форму  $(H_3N^+ - CH(R) - COOH)$ , а гидроксيليруется при  $pH > pH_i$  – и существует в виде аниона  $(H_2N - CH(R) - COO^-)$ . В кислой среде аргинин проявляет основной характер за счет  $NH_2^+$ , а в щелочной среде – кислотный за счет  $COO^-$ . При  $pH = 2.97$  аргинин диссоциирует по  $COO^-$  группе, а при  $pH = 9.04$  по группе  $(NH_2^+)$  [8].

Установлено, что при увеличении  $pH$  агрегация усиливается, о чем свидетельствует сдвиг распределения частиц по размерам вправо (рис. 1) и увеличение среднего размера (рис. 2). Также видно, что при увеличении  $pH$  изменение  $\zeta$ -потенциал описывается нисходящей функцией (рис. 2), что согласуется с ранее опубликованными результатами на наночастицах  $TiO_2$  [4].

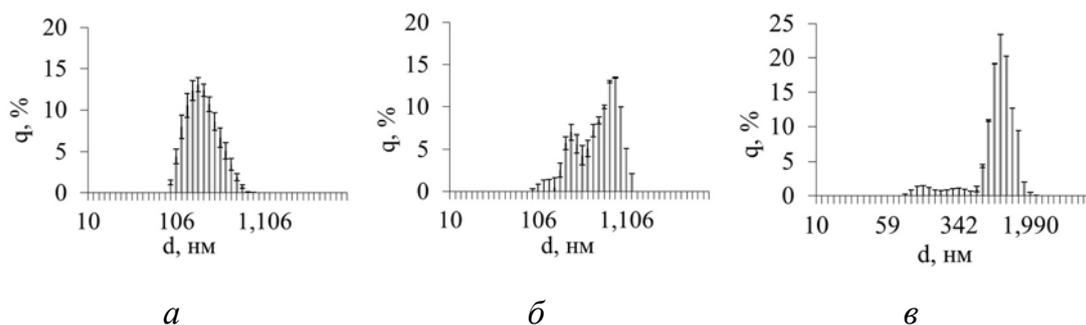


Рис. 1. Распределение наночастиц TiO<sub>2</sub> по размерам в растворе аргинина при рН=3 (а), 7 (б) и 11 (в).

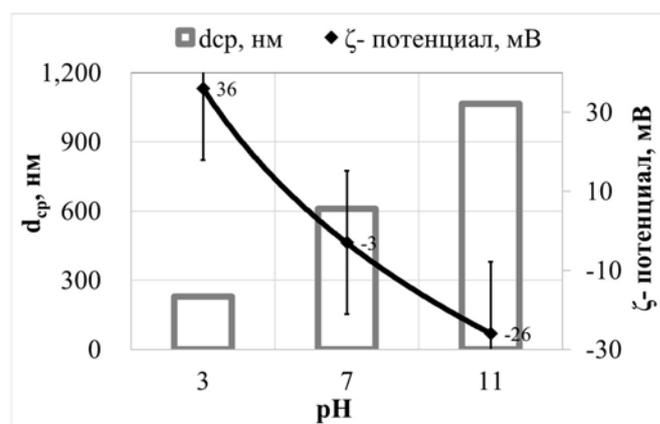


Рис. 2. Влияние рН на средний размер ( $d_{ср}$ , нм) и  $\zeta$ -потенциал (мВ) наночастиц TiO<sub>2</sub> в растворе аргинина.

Значительное увеличение заряда при рН=11 (до -26мВ) по сравнению с -3мВ в нейтральной среде должно было привести к электростатическому отталкиванию частиц и дезагрегации. Однако, мы наблюдаем другую картину. На поверхности анатаза присутствуем избыток О-атомов, поэтому для адсорбции наиболее характерно связывание с COO<sup>-</sup> группой, что эффективно протекает при рН < 7. Однако, в щелочной среде могут играть роль стерические факторы: вероятно, длинные боковые цепочки аргинина, содержащие положительно-заряженные NH<sub>2</sub><sup>+</sup> группы экранируют поверхность частиц и тем самым препятствуют взаимодействию COO<sup>-</sup> с TiO<sub>2</sub> [9].

Осаждение наночастиц описывается уравнением линейной регрессии, при этом максимально при рН = 7 при R<sup>2</sup> = 0.9237 по сравнению с рН = 3 (0.7315) и рН = 11 (0.7749) (рис.3а).

Полученные результаты седиментационного исследования не в полной мере согласуются с дисперсионным анализом. При рН = 3 осаждение частиц едва заметно (степень осаждения не более 5,5 %,

рис. 3а), а при увеличении до  $\text{pH} = 7$  осаждение ускоряется (осаждается 68,4% частиц, рис. 3б). Однако, при  $\text{pH} \geq 7$  параметры осаждения сильно не меняются.

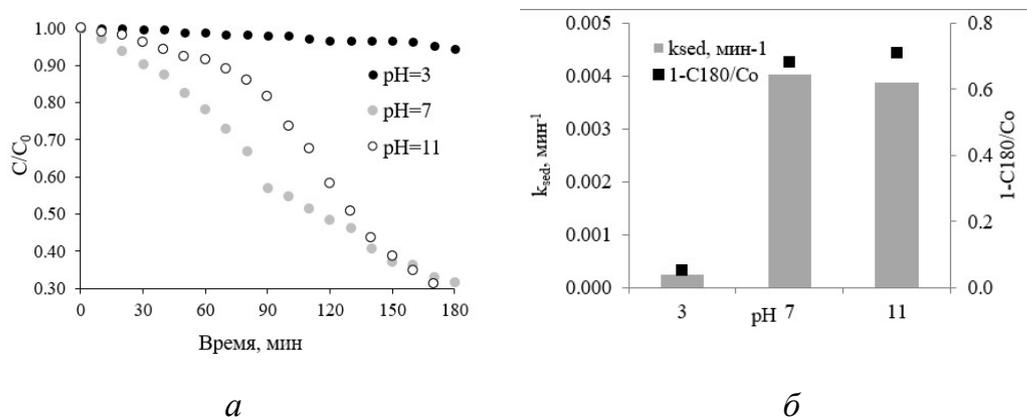


Рис. 3. Седиментационные кривые (а) и влияние  $\text{pH}$  на скорость осаждения ( $k_{\text{sed}}$ ,  $\text{мин}^{-1}$ ) и степень осаждения ( $1-C_{\text{res}}/C_0$ , уд.ед.) (б) наночастиц  $\text{TiO}_2$  в растворе аргинина.

Сравнительный анализ показал, что в кислой среде ( $\text{pH} = 3 \dots 7$ ) размер увеличивается в 2 раза, а скорость осаждения – в 10 раз. В тоже время в щелочной среде ( $\text{pH} = 7 \dots 9$ ) не смотря на 2-кратное увеличение размера частиц (рис.2), скорость изменилась лишь в менее 1 раз (рис. 3б).

### Заключение

На примере наночастиц  $\text{TiO}_2$  со средним размером  $\sim 20$  нм продемонстрировано влияние  $\text{pH}$  на размер, заряд и осаждение наночастиц в растворе аргинина. Показано, что с увеличением  $\text{pH}$  агрегация усиливается (увеличивается размер), но скорость и степень осаждения зависят от размера только при  $\text{pH} \leq 7$ .

Результаты получены с применением оборудования ЦКП НОИЦ НМНТ ТПУ, поддержанного проектом Минобрнауки России № 075 15-2021-710

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Therezien M., Thill A., Wiesner M.R. Importance of heterogeneous aggregation for nanoparticles fate in natural and engineered systems // Science of The Total Environment. – 2014. – Vol. 485-486. – P. 309-318.

2. Godymchuka A., Papina I., Karepina E., Kuznetsov D. Behavior of ZnO nanoparticles in glycine solution: pH and size effect on aggregation and adsorption // *Colloid and Interface Science Communications*. – 2020. – Vol.39. – P. 100318.
3. Sowmiya M., Senthilkumar K. Adsorption of proline, hydroxyproline and glycine on anatase (001) surface: a first-principle study // *Theoretical Chemistry Accounts*. – 2016. – Vol. 135. – P. 12.
4. Ustunol I.B., Gonzalez-Pech N.I., Grassian V.H. pH-dependent adsorption of  $\alpha$ -amino acids, lysine, glutamic acid, serine and glycine, on TiO<sub>2</sub> nanoparticle surfaces // *Journal of Colloid and Interface Science*. – 2019. – Vol. 554. – P. 362-375.
5. Liu S., Meng X., Perez-Aguilar J.M., Zhou R. An insilico study of TiO<sub>2</sub> nanoparticles interaction with twenty standard amino acids in aqueous solution // *Scientific Reports*. – 2016. – Vol. 6. – P. 37761.
6. Faure B., Salazar-Alvarez G., Ahniyaz A., Villalueng I., Berriozabal G., De Miguel Y.R., Bergstrom L. Dispersion and surface functionalization of oxide nanoparticles for transparent photocatalytic and UV-protecting coatings and sunscreens // *Science and Technology of Advanced Materials*. – 2013. – Vol.14. – P.1-23.
7. Chowdhury I.H., Ghosh S., Naskar M.K. Aqueous-based synthesis of mesoporous TiO<sub>2</sub> and Ag-TiO<sub>2</sub> nanopowders for efficient photodegradation of methylene blue // *Ceramics International*. – 2016. – Vol. 42. – P. 2488-2496.
8. Стручкова И.В., Брилкина А.А. Аминокислоты. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. – 32 с.
9. Roddick-Lanzilotta A.D., McQuillan A.J. An in situ infrared spectroscopic investigation of lysine peptide and polylysine adsorption to TiO<sub>2</sub> from aqueous solutions // *Journal of Colloids and Interface Science*. – 1999. – Vol. 217 (1). – P. 194-202.

Ван Чэнвэй (Китай)

Томский политехнический университет, г.Томск

Научный руководитель: Коротков Владимир Сергеевич,  
канд. техн. наук, доцент

## ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ СЕПАРАТОРА ДЛЯ РУЧНОГО ГАЙКОВЕРТА

В Томском политехническом университете разработана конструкция высоко моментного гайковерта (рис.1) на базе привода для ручной машины (РМ) электробур, мощностью 1,4 кВт[1].

В качестве редуктора в конструкции РМ используется двухступенчатая волновая передача с промежуточными телами качения (ПТК).

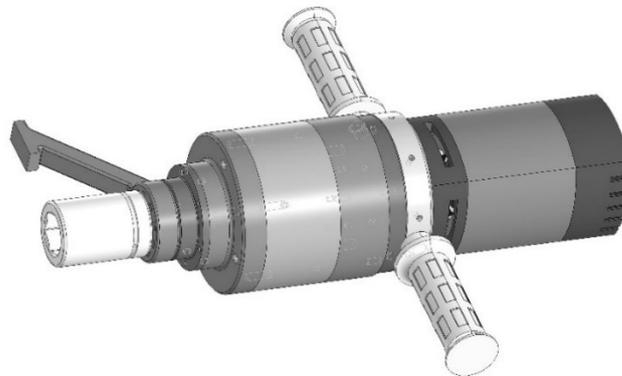


Рис. 1. Конструкция высоко моментного гайковерта

Применение волновой передачи с ПТК во второй ступени передаточного механизма гайковерта обеспечит получение высокого крутящего момента на рабочем органе. Такого крутящего момента будет достаточно для выполнения монтажа болтовых соединений на фланцах небольших трубопроводов, а также для закрепления различных частей сборных металлоконструкций различного назначения.

В таблице 1 приведена техническая характеристика ручной машины гайковерт.

Таблица 1

Техническая характеристика механического гайковерта

$N_{дв}$ , кВт	$n_{дв}$ , об/мин	$U_1$	$U_2$	$T_{ро}$ , Н · м	$n_{ро}$ , об/мин
1,4	13000...15000	59	35	800	6,3...7,3

Где:  $N_{дв}$  - потребляемая мощность двухфазного коллекторного двигателя;  $n_{дв}$  – номинальная частота вращения якоря двигателя;  $U_1$

– передаточное отношение первой ступени редуктора;  $U_2$  – передаточное отношение второй ступени редуктора;  $T_{p0}$  – крутящий момент на рабочем органе;  $n_{p0}$  – частота вращения рабочего органа.

Геометрические параметры волновой передачи с ПТК для второй ступени рассчитаны по [2]. В программе ANSYS исследованы эквивалентные напряжения и деформации в перемычках четырехрядного сепаратора второй ступени передаточного механизма [3]. Сепаратор изготавливается из стали 40Х.

Из рисунка 2 видно, что после приложения нагрузки к сепаратору, значения эквивалентных напряжений значительно больше в тонкостенных перемычках, чем в других частях вала. Перемычки сепаратора отделяют тела качения друг от друга и являются самыми нагруженными частями детали, поэтому необходимо установить зависимость распределения возникающих напряжений и деформаций в перемычках, расположенных, как в одном, так и в разных рядах сепаратора.

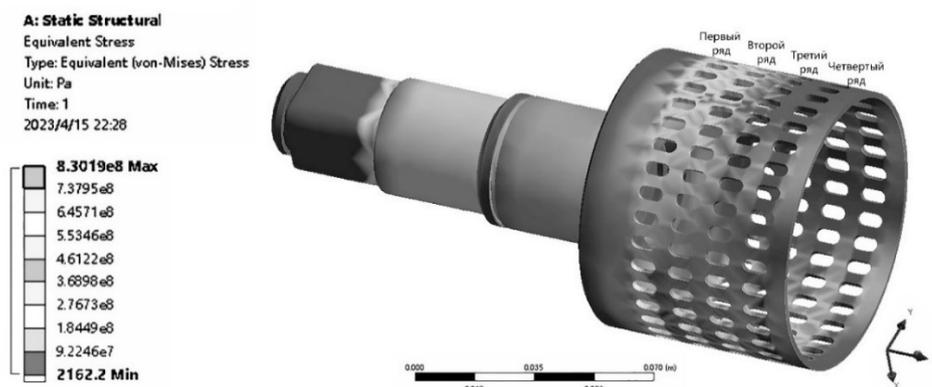


Рис. 2. Распределение эквивалентных напряжений между рядами сепаратора



Рис. 3. Деформация сепаратора от расчетной нагрузки на валу 800 Н·м

Из рисунка 3 видно, что наибольшая величина деформации сепаратора 0,447 мм возникает на его торце. Деформация постепенно уменьшается в направлении от торца сепаратора к первому ряду отверстий под тела качения.

Графическая зависимость распределения эквивалентных напряжений и значений деформации в перемычках сепаратора приведена на рис.4 и рис. 5.

График на рис. 4 показывает, что первый ряд перемычек сепаратора наиболее нагружен, во втором, третьем и четвертом ряду эквивалентные напряжения последовательно уменьшаются. Необходимо добавить, что и в каждом ряду перемычки сепаратора нагружены не равномерно. Максимальное значение эквивалентного напряжения достигает величины 450 МПа.

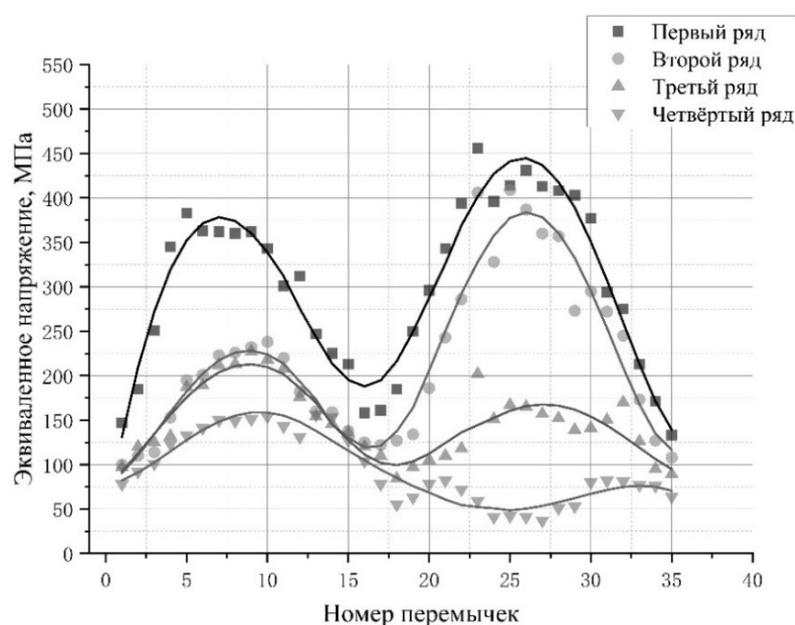


Рис. 4. Графическая зависимость распределение эквивалентных напряжений на перемычках сепаратора

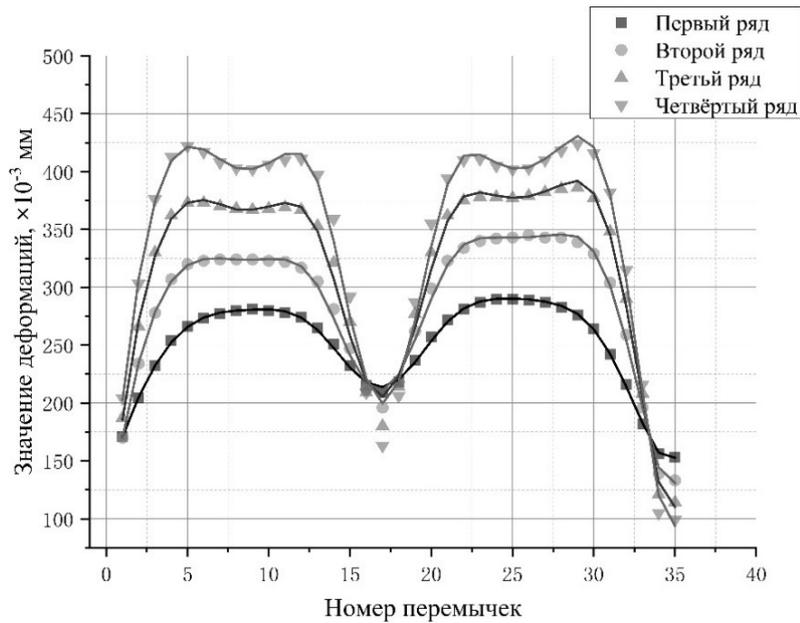


Рис. 5. Графическая зависимость распределение значений деформации на переключках сепаратора

Из графика на рис. 5 видно, что четвертый ряд переключков деформируется максимально, в третьем, втором и первом ряду значения деформаций последовательно снижаются, то есть величина деформации постепенно уменьшается в направлении от четвертого ряда к первому ряду. В каждом ряду переключки деформируются также не равномерно.

Величина допускаемого напряжения определяется по формуле:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{n}$$

где:  $[\sigma]$  - допускаемое напряжение;

$\sigma_T$  - предел текучести для стали 40Х;

$n$  - коэффициент запаса прочности (2...2,3).

$$[\sigma] = \frac{1078}{2,3} = 468 \text{ МПа}$$

Таким образом, можно сделать вывод, что применение волновой передачи с ПТК с  $U_2 = 35$  четырехрядным расположением тел качения в сепараторе во второй ступени передаточного механизма обеспечит работоспособность редуктора в приводе РМ гайковерт.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Пат. 52067 RU, МПК Е 21 В 3/02. Электробур с редуктором с промежуточными телами качения / В. С. Коротков; Томский политехнический университет (ТПУ). – № 2005124607/22; заявл. 02.08.05; опубл. 10.03.06.

2. Панкратов Э. Н. Проектирование механических систем автоматизированных комплексов для механообрабатывающего производства: Практикум лидера-проектировщика. –Томск: Изд-во ТГУ, 1998. – 295 с.
3. ANSYS Meshing User's Guide, ANSYS, Inc., 275 Technology Drive Canonsburg, PA 15317, November 2013.

Ван Шэнчэнь (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Пустовых Ольга Сергеевна,  
старший преподаватель

## **АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ОПЕРАТОРА ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ И СОЗДАНИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Благодаря развитием промышленности все шире используются станки. Несмотря какими современными станками, они нуждаются в человеческом участии. Обычно не уделяются внимание особенностям людей, которые в дальнейшем будут осуществлять работу. Поэтому, во время изготовления станков, нам необходимо обратить внимание на рост оператор.

Средний параметры роста у операторов в разных регионах:

- в России средний рост мужчины примерно 176-177 см, женщины 165 см;
- в Китае 170 см у мужчин, 161 см у женщин;
- в Европе 179 см у мужчин, 168 см у женщин.

В большинстве случаев промышленного производства операторы работают со станками стоя. Стоя за станком, оператор может лучше наблюдать за производственным процессом, свободно перемещаться и быстрее реагировать на нестандартные ситуации. Поэтому мы согласны с тем, что лучшая рабочая поза – стоя. Конечно, бывают и особые ситуации, требующие, чтобы оператор управлял машиной сидя. Рабочая поза определяется характером операции и положением консоли на станке.

Однако неудобные рабочие позы могут снижать эффективность работы оператора, повышать утомляемость, а также нести потенциальную опасность и даже вызывать некоторые профессиональные заболевания.

Соотношение между высотой станка и ростом оператора в современном производстве может варьироваться в зависимости от конкретного станка и конструкции производителя. Однако, как правило, высота токарного станка обычно регулируется в соответствии с ростом оператора, что обеспечивает удобную и безопасную работу.

Возможны несколько вариантов решения проблемы рабочих разного роста, работающих на промышленном оборудовании, рассчитанном на человека среднего роста. Вот несколько вариантов:

**1. Оборудование с регулируемой высотой:** Одно из решений состоит в том, чтобы сделать оборудование регулируемым по высоте, чтобы на нем могли работать работники разного роста. Например, станок с ЧПУ может иметь регулируемую платформу или табурет, который рабочий может использовать для регулировки своего роста до более удобного уровня. Это потребует некоторых инвестиций в модернизацию оборудования, но в конечном итоге может привести к созданию более комфортной и продуктивной рабочей среды.



*Рис. 1. P1000. 5-ти осевой обрабатывающий центр с ЧПУ*

**2. Эргономичное оборудование:** Еще одним решением является модернизация оборудования, чтобы сделать его более эргономичным, с функциями, которые могут подходить для рабочих разного роста. Это могут быть регулируемые элементы управления, подножки или подлокотники, которые можно настроить в соответствии с потребностями отдельных работников. Опять же, это потребует некоторых инвестиций в модернизацию оборудования, но может привести к созданию более комфортной и продуктивной рабочей среды.



*Рис. 2. Многошпиндельные токарные автоматы производства INDEX*

**3. Табуретки или платформы-стремянки:** Более низкотехнологичное решение состоит в том, чтобы предоставить работникам табуретки-стремянки или платформы, которые они могут использовать для доступа к слишком высокому для них оборудованию. Это относительно недорогое решение, которое можно быстро внедрить, но оно может быть не таким удобным и эффективным, как другие варианты.



*Рис. 3. Платформы-стремянки для станков*

**4. Чередование смен:** Если разница в росте между работниками достаточно значительна, чтобы вызвать дискомфорт или проблемы с безопасностью, другим решением может быть чередование рабочих между разными машинами или разными задачами, чтобы каждый работник мог выполнять задачи, которые лучше подходят для его роста. Это потребует некоторого планирования и координации, но в конечном итоге может привести к более эффективной и безопасной рабочей среде.

В целом существует несколько возможных вариантов решения проблемы рабочих разного роста, работающих на промышленном

оборудовании, рассчитанном на людей среднего роста. Мы, безусловно, согласны с тем, что при решении проблемы людей разного роста, работающих на станках, важно уделять первоочередное внимание безопасности и комфорту работников. Вкладывая средства в регулируемое оборудование, предоставляя табуретки или платформы, меняя рабочих и проводя обучение, работодатели могут помочь обеспечить безопасное и комфортное управление оборудованием всеми работниками. Наилучшее решение будет зависеть от конкретных потребностей и ограничений рабочего места, а также от бюджета, доступного для модернизации или модификации оборудования.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Теверовский Л. В., Ловыгин А. А. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система. ДМК-Пресс, 2018 г.
2. Источник рисунка: <https://sdelanounas.ru/blogs/23859/>
3. Источник рисунка: <http://st.expert/katalog/stanki-i-agregaty/TRAUB.html>
4. Источник рисунка: <https://item.taobao.com>

Вей Линн Найнг (Мьянма)

Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана, г. Москва

Научный руководитель: Насруллаев Ибрагим Насруллаевич,  
канд. физ.-мат. наук, доцент

## АНАЛИЗ ТЕПЛООБМЕНА СИСТЕМ ВОДЯНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ В ДВИГАТЕЛЕ

### Введение

Двигатель выделяет большое количество тепла во время работы. Это может поднять температуру двигателя до очень высокого уровня и привести к повреждению или заклиниванию компонентов двигателя. Следовательно, для безопасности компонентов двигателя он должен работать при гораздо более низкой температуре, которая называется рабочей температурой двигателя. Система охлаждения двигателя поддерживает работу двигателя при рабочей температуре, отводя избыточное тепло. Охлаждающая жидкость представляет собой смесь воды и антифриза, которая проходит через систему охлаждения двигателя, поглощая избыточное тепло и рассеивая его через радиатор.

## Методы системы охлаждения

Различные методы, используемые для охлаждения автомобильных двигателей:

- (а) Воздушное охлаждение
- (б) Водяное охлаждение.

### Воздушное охлаждение

Эта система представляет собой простой тип системы охлаждения, используемый в скутерах, мотоциклах и тракторах. В этой системе тепло от двигателя цилиндра напрямую рассеивается в атмосферу.

### Система водяного охлаждения

В системе водяного охлаждения в качестве охлаждающей среды используется вода. При этом цилиндры двигателя окружены водяными рубашками, через которые протекает охлаждающая вода.

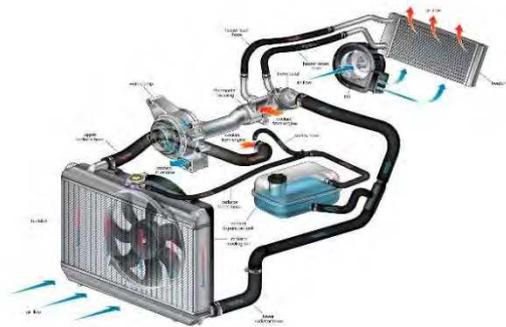


Рис. 1. Система охлаждения

### Типы систем водяного охлаждения

Системы водяного охлаждения бывают четырех типов:

- (а) Прямая или невозвратная система
- (б) Термосифонная система
- (в) Бункерная система
- (г) Насосная система циркуляции.

## МЕТОДИКА РАДИАТОРА

### Тепловая конвекция

Конвекция – это перенос тепла за счет массового движения жидкости, такой как воздух или вода, когда нагретая жидкость движется от источника тепла, неся с собой энергию. Конвекция над горячей поверхностью происходит, потому что горячий воздух расширяется, становится менее плотным и поднимается вверх (см. закон идеаль-

ного газа). Горячая вода также имеет меньшую плотность, чем холодная, и поднимается вверх, вызывая конвекционные потоки, переносящие энергию.

$$Q_{\text{конвекция}} = h A (T_s - T_f)$$

Чтобы решить тепловую задачу, мы должны знать несколько параметров. Затем можно определить дополнительные данные. Наиболее важные параметры следующие:

(а) количество передаваемого тепла (тепловая нагрузка).

(б) Температуры на входе и выходе на первичной и вторичной сторонах.

(в) Максимально допустимые перепады давления на первичной и вторичной сторонах.

(г) Максимальная рабочая температура.

(д) Максимальное рабочее давление.

(е) Расход на первичной и вторичной сторонах.

#### Расчет тепловой нагрузки

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T \quad \left( m = \frac{Q}{c_p \cdot \Delta T}; \Delta T = \frac{Q}{m \cdot c_p} \right)$$

Где  $Q$  = тепловая нагрузка (W)

$m$  = массовый расход (кг/с)

$c_p$  = удельная теплоемкость (кДж/кг<sup>o</sup>С)

$\Delta T$  = разница температур между входом и выходом с одной стороны (oС)

#### Логарифмическая средняя разность температур (LMTD)

$$LMTD = \frac{\Delta T_1 - \Delta T_2}{\ln \frac{\Delta T_1}{\Delta T_2}}$$

где  $\Delta T_1 = T_1 - T_4$

$\Delta T_2 = T_2 - T_3$

$T_1$  = температура на входе – горячая сторона

$T_2$  = температура на выходе – горячая сторона

$T_3$  = температура на входе – холодная сторона

$T_4$  = температура на выходе – холодная сторона

#### Общий коэффициент теплопередачи

$$Q = U A \Delta T_{lm}$$

Где  $Q$  = скорость теплопередачи (W)

$U$  = общий коэффициент теплопередачи (W/(м<sup>2</sup>.К))

$A$  = площадь поверхности теплопередачи (м<sup>2</sup>)

$\Delta T_{lm}$  = среднелогарифмическая разность температур (К)

### Использование поправочного коэффициента

Зависимость среднелогарифмической разности температур  $\Delta T_{lm}$ , разработанная для теплообменников с поперечным потоком,  $\Delta T_{LM} = F \Delta T_{LM}$ , CF

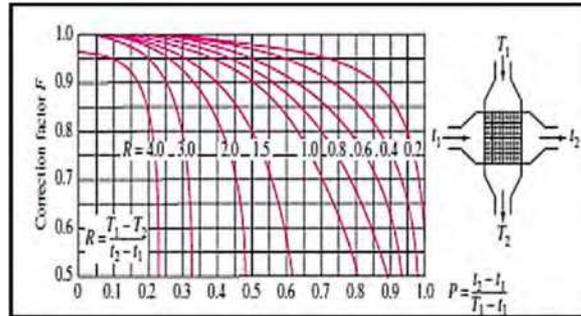


Рис. 2. Однопроходный перекрестный поток с несмешанными двумя жидкостями

### Массовый расход воды

$$Q = \dot{m}_h \times C_{p,h} \times (T_{h,in} - T_{h,out})$$

где  $Q$  = тепловая нагрузка (W)

$(\dot{m}_h)$  = массовый расход воды (кг/с)

$(C_{p,h})$  = удельная теплоемкость воды (J/кг·K)

$T_{h,in}$  = температура воды на входе (K)

$T_{h,out}$  = температура воды на выходе (K)

### Коэффициент теплопередачи со стороны воды

$$h = \frac{Nu \times k}{D}$$

где  $h$  – коэффициент теплопередачи (W/м<sup>2</sup>K),

$Nu$  – это Нуссельт (безразмерный),

$k$  – проводимость жидкости (W/м·K)

### Внешний поток воздуха

$$C = 0.35 \left( \frac{S_T}{S_L} \right)$$

где  $S_T$  = поперечный шаг, измеренный между центрами труб.

$S_L$  = продольный шаг, измеренный между центрами труб

### Коэффициент теплопередачи на воздушной стороне

$$Nu = C_2 \times C (Re_{max})^m (Pr)^{0.36} (Pr/Pr_s)^{1/4}$$

### Общий коэффициент конвекции

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_o} + \frac{1}{h_i}}$$

где  $U$  = общий коэффициент конвекции ( $W/m^2 \cdot K$ )  
 $h_o$  = Коэффициент теплопередачи со стороны воздуха ( $W/m^2 \cdot K$ )  
 $h_i$  = Коэффициент теплопередачи со стороны воды ( $W/m^2 \cdot K$ )

**Скорость теплопередачи**

$$\dot{Q} = U A_s \Delta T_{lm}$$

где,  $Q$  = скорость теплопередачи (W)  
 $U$  = коэффициент теплопередачи ( $W/m^2 \cdot K$ )  
 $A_s$  = площадь теплопередачи ( $m^2$ )

Таблица 1

*Результаты для радиатора с использованием программы MATLAB*

Параметры	Символ	Ценить	Единица
Логарифм средней разницы температур	LMTD	32.44	°C
Массовый расход воды	$\dot{m}_h$	0.4903	kg/s
Массовый расход воздуха	$\dot{m}_a$	2.08	Kg/s
Скорость потока воды	v	5.32	m/s
Скорость воздуха	v	1.223	m/s
Число Рейнольдса	Re <sub>D</sub>	160020	-
число Нуссельта	Nu	425	-
число Прандтля	Pr	2.21	-
Коэффициент теплопередачи	U	321	W/m <sup>2</sup> K
Количество поперечных труб	N <sub>T</sub>	10	-
Общее количество трубок	N	80	-

**Выводы**

Согласно расчетам, мощность теплопередачи для двигателя составляет 20600 W, необходимых для передачи в воздух. Может быть использована максимальная мощность в 103 kW. В настоящее время температурный фактор зависит от трубок, используемых в радиаторе.

Радиатор в трубках круглый, потому что круглый более эффективен и экономичен. Таким образом, повышается эффективность охлаждения двигателя и радиатора. Таким образом, срок службы двигателя также увеличивается. Эксперимент показывает, что скорость

потока одного из потоков прямо пропорциональна скорости теплопередачи, поскольку скорость теплопередачи увеличивается с увеличением скорости потока жидкости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Anthony Esposito, 2003, "Fluid Power with applications", Seventh Edition.
2. Chavan D. K & Tasgaonkar G. S- Study, 2013 (June), "Analysis and Design of Automobile Radiator (Heat Exchanger) Proposed with Cad Drawings and Geometrical Model of the Fan" *ijmperd/vol 3/issue2*.
3. F Frank P. Incropera and David P.DeWitt., 2002, "Fundamentals of Heat and Mass Transfer" Sixth Edition, Wiley International Edition, New York.
4. John D. Anderson, 2009, "Computational Fluid Dynamics".
5. [http://www.alascop.com/pdf/al/6061\\_pipe.pdf](http://www.alascop.com/pdf/al/6061_pipe.pdf).
6. <http://www.lindeengineering.com/internet.global.lindeengineering.global>
7. Mohd Muqem and Dr. Manoj Kumar, 2013, "Design of an Intercooler of a Turbocharger Unit to Enhance the Volumetric Efficiency of Diesel Engine", *International Journal of Mechanical Engineering & Technology (IJMET)*, Volume 4, Issue 3.
8. Pundlik R. Ghodke and Dr. J. G. Suryawanshi, 2012, "Advanced Turbocharger Technologies for High Performance Diesel Engine - Passanger Vehicle.Application", *International Journal of Mechanical Engineering & Technology (IJMET)*, Volume 3, Issue 2.

Гао Аоцзе (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Громаков Евгений Иванович,  
канд. техн. наук, доцент

## **ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ БПЛА И ФОТОГРАММЕТРИИ В ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ОТРАСЛИ В ЭПОХУ ЦИФРОВОГО ГОРОДА**

### **Введение**

В эпоху цифровых городов применение технологий моделирования с помощью БПЛА и фотограмметрии меняет методы работы пожарной охраны. Развитие этих технологий предоставило пожарным более точные и быстрые средства моделирования мест пожаров и сбора данных, обеспечив важную поддержку в тушении пожаров и спасательных операциях, а также новые идеи для строительства и интеллектуального применения цифровых городов. В данной статье будут рассмотрены конкретные примеры применения этих технологий в пожарной отрасли и то положительное влияние, которое они оказали на повышение эффективности работы пожарных и улучшение возможностей пожаротушения и спасения.

### **Анализ применения технологии моделирования БПЛА в пожаротушении в эпоху цифрового города**

По мере ускорения темпов урбанизации городское развитие сталкивается со многими проблемами, в том числе с вопросами безопасности. Пожарная безопасность является важной частью городской безопасности, поэтому ее улучшение - важная задача для городских руководителей. Технология беспилотного моделирования имеет широкий спектр применения в пожарной отрасли в эпоху цифрового города.

Во-первых, технология моделирования с помощью дронов может быть использована для быстрого реагирования и точного позиционирования на местах пожаров. Оснащение беспилотников различными датчиками, такими как тепловизоры и многоспектральные камеры, позволяет осуществлять многомерный и многоугольный мониторинг места пожара в режиме реального времени, помогая пожарным понять обстановку на месте пожара и предоставляя точные данные для тушения пожара и спасения.

Во-вторых, технология моделирования с помощью дронов также может быть использована для оценки пожарной безопасности зданий.

Измеряя форму, структуру и внутреннее устройство здания с помощью дрона, можно создать высокоточную трехмерную цифровую модель здания, предоставляя точные базовые данные для оценки пожарной безопасности. [1] В цифровом городе факторы, которые необходимо учитывать при оценке пожарной безопасности, очень сложны, а технология беспилотного моделирования позволяет быстро и точно получить ключевую информацию о здании, повышая точность и эффективность оценки пожарной безопасности.

Таким образом, технология моделирования с помощью БПЛА имеет широкие перспективы применения в противопожарной отрасли в эпоху цифровых городов, что может улучшить пожарную безопасность и способствовать устойчивому развитию городов.

### **Перспективы объединения методов моделирования БПЛА и фотограмметрии для цифрового города и пожаротушения**

В процессе строительства цифрового города технология моделирования с помощью дронов может быть использована для трехмерного моделирования городов с высокой точностью с помощью различных датчиков и камер и другого оборудования, переносимого дронами для создания цифровых моделей городов. Для интерьеров городских зданий традиционную технологию моделирования с помощью беспилотного сканирования трудно применить напрямую, поскольку дроны не способны сканировать сквозь стены зданий. Однако существуют другие технологии, которые могут быть использованы для цифрового моделирования интерьеров зданий. Например, можно использовать технологию лазерного сканирования.

Технология лазерного сканирования позволяет сканировать, испуская лазерный луч, а затем использовать данные отраженного лазерного луча для создания 3D-модели. Эта технология может применяться для цифрового моделирования интерьеров зданий и позволяет быстро и точно фиксировать широкий спектр деталей и особенностей здания.

Наличие цифровой модели интерьера городских зданий и панорамных видов города окажет большую помощь в борьбе с пожарами. После того, как датчики на месте пожара передадут информацию о пожаре в центр обработки данных, операторы смогут использовать цифровые модели зданий для разработки более точных маршрутов спасения и эвакуации и представить эту информацию пожарным с помощью интеллектуальных пожарных шлемов AR.

Надев интеллектуальный пожарный шлем, пожарные могут в режиме реального времени увидеть карту места пожара и модель здания через AR-экран на шлеме, а также заранее определенные маршруты

эвакуации и пожаротушения. Пожарные могут использовать эту информацию для разработки оптимальной стратегии спасения, чтобы уменьшить ущерб от стихийного бедствия и обеспечить безопасность людей.

Интеллектуальный пожарный шлем AR также может предоставлять ключевую информацию, такую как качество воздуха, температура и уровень кислорода в месте нахождения пожарного, а также обеспечивать необходимые пожарному функции голосовой или видеосвязи на экране дисплея шлема, облегчая руководство и мониторинг пожарных в режиме реального времени командным центром. Применение цифровых моделей зданий и интеллектуальных пожарных шлемов AR в таких сценариях может значительно повысить возможности пожарных по тушению пожаров и спасению людей, снизить потери от стихийных бедствий и сохранить жизнь и имущество персонала.

### **Заключение**

Комплексное использование цифрового моделирования с применением технологий моделирования с помощью БПЛА и фотограмметрии может повысить эффективность и возможности пожаротушения и спасения в эпоху цифровых городов. Применение этих технологий предоставит пожарным более точные и быстрые средства моделирования пожара и сбора данных, предлагая новые идеи для строительства и интеллектуального применения цифровых городов.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Mapping and 3D modelling using quadrotor drone and GIS software//URL:<https://journalofbigdata.springeropen.com/articles/10.1186/s40537-021-00436-8>(дата обращения 19.05.2021)

Гао Тяньюй (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Спиридонова Анна Сергеевна,  
канд. техн. наук, доцент

### **ИЗМЕРЕНИЕ ТВЕРДОСТИ ОБЪЕКТОВ НА ОСНОВЕ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ**

**Введение.** В настоящее время использование устройств КТ или МРТ для сканирования человеческого тела для получения медицин-

ских изображений четких организаций внутренних органов у пациентов. Но, возможность определения важного показателя «мягкости» фиброза печени и цирроза печени относительно невелика.

Данное исследование предлагает метод, отличный от аппаратного решения для обнаружения твердости объектов (таких как печень), который основан на технологии компьютерного зрения. В качестве объекта используется изображение МРТ с сигналом TAG для проведения количественных исследований по степени твердости печени.

### Теоретические основы

Преобразование Фурье заключается в разложении сигнала временной области на множество различных частот синусоидальных сигналов или косинусных функций, а наложение и дискретное преобразование Фурье является важным инструментом для технологии цифровой обработки изображений, путем переключения изображения назад и вперед в пространственно-временной и частотной областях.

### Быстрое преобразование Фурье (БФП)

БФП – это быстрый алгоритм расчета DFT. DFT имеет огромное количество вычислений и длительное время работы. Предложение БФП значительно снижает сложность преобразования Фурье и значительно уменьшает объем вычислений. Формула расчета выглядит следующим образом:

$$F(u) = \frac{1}{2M} \sum_{x=0}^{2M-1} f(x)W_{2M}^{ux}$$

$$= \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{M} \sum_{x=0}^{M-1} f(2x)W_{2M}^{u(2x)} + \frac{1}{M} \sum_{x=0}^{M-1} f(2x+1)W_{2M}^{u(2x+1)} \right]$$

Пусть  $F_e(u) = \frac{1}{M} \sum_{x=0}^{M-1} f(2x)W_M^{ux}$ ,  $F_o(u) = \frac{1}{M} \sum_{x=0}^{M-1} f(2x+1)W_M^{ux}$ , где  $u = 0, 1,$

$2, \dots, M-1$  тогда:

$$F(u) = \frac{1}{2} [F_e(u) + F_o(u)W_{2M}^u], F(u+M) = \frac{1}{2} [F_e(u) - F_o(u)W_{2M}^u]. \quad (1)$$

В проведенном исследовании БФП используется для расчета спектра мощности спектрального изображения [1, 2].

### Экспериментальный процесс

В эксперименте, из-за нехватки ресурсов медицинских изображений печени, чтобы расширить объем исследования мягкости и твердости объектов, используются другие материалы и применяется разработанное программное обеспечение. Благодаря экспериментальному сравнению в качестве основного материала выбран резиновый

ремень (Рис. 1а), который эластичен и легко деформируется. Под растяжкой подвешены грузы, различной массы (Рис. 1б).



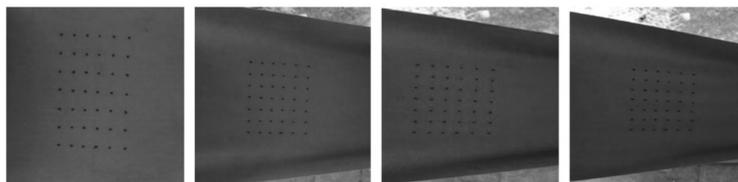
(а) Резиновый ремень



(б) Гири

Рис. 1. Оборудование, использованное в эксперименте

В середину относительно линейного упругого материала была положена красная точка логотипа, чтобы сформировать прямоугольную форму (Рис. 2а). Камера засняла процесс смены узлов сетки с различными нагрузками (Рис. 2б – Рис. 2г).



(а) 0 г (б) 550 г (в) 1200 г (г) 2000 г

Рис. 2. Процессы гравитационной деформации при различных нагрузках

Для таких изменений можно проводить эксперименты в частотной области.

### Эксперимент в частотной области

Прежде всего для изображения, соответствующего весу 0 г, извлекается цвет. Основная цель состоит в том, чтобы сравнить и определить диапазон количества серого значения в двух областях красных точек и не красных точек. После статистического анализа выделены серые значения цвета фона изображения. На основании двойного изображения каждого значения компонентов информация извлекается в области красной точки в одинаковых пороговых условиях для того, чтобы удалить фоновый цвет. После извлечения области точки признака изображение, полученное с помощью области извлечения, сжато, так что более широкая картина уменьшается до  $256 \times 256$ . При этом достигается цель уменьшения количества данных для увеличения скорости обработки информации. Далее, с помощью преобразования Фурье обрабатываем изображения для расчета значения спектра в частотной области. Экспериментальные результаты поля спектра показаны на рис. 3:

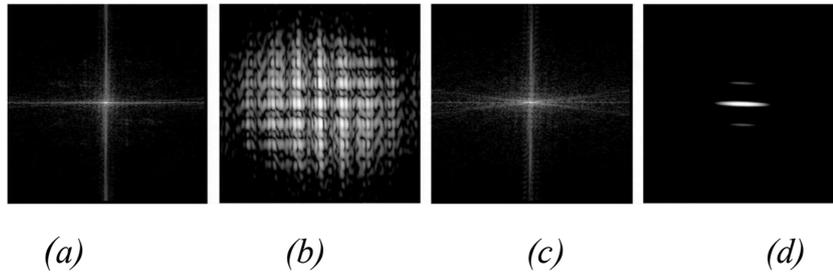


Рис. 3. Сила фона и удаление фона 0 г и 300 г

(a) 0 г не обрабатывает фон; (b) 0 г Удалить фон;  
 (c) 300 г не обрабатывает фон; (d) 300 г Удалить фон

С помощью алгоритма БФП обрабатываются все изображения, которые можно увидеть на диаграмме спектра. В работе выбрана круглая область с круглой точкой в качестве центра и три пиксельные единицы длины радиуса. Все значения спектра мощности (значение спектра) в диапазоне увеличиваются.

Затем, в соответствии с правилами нагрузки от малого до большого, соответствующая сумма спектральных значений статистически обрабатывается и представляется в виде диаграммы точек рассеяния данных. Был проведен эксперимент, получены данные, показанные на рис. 4. Из рис. 4 видно, что спектральное значение уменьшается с увеличением нагрузки, что соответствует теоретическим данным.

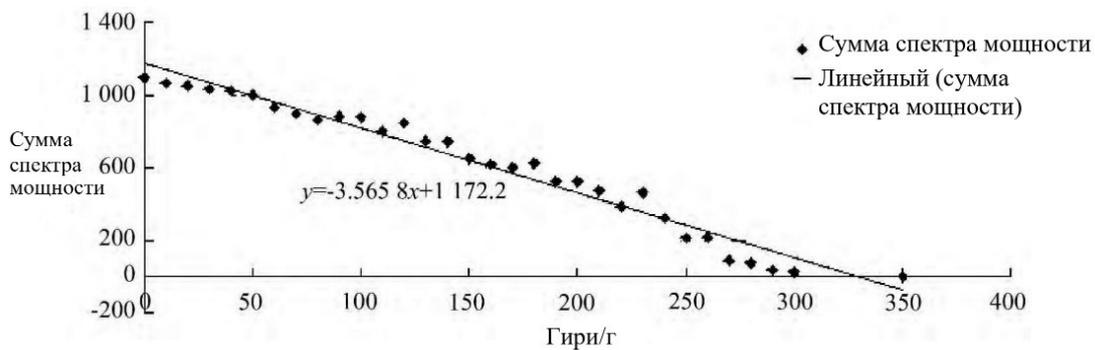


Рис. 4. Диаграмма распределения значений мощности БФП

Выявлено, что при рассеянных значениях, расположенных в точке распределения данных, при увеличении нагрузки сумма спектральных значений характерной области постоянно уменьшается, что согласуется с ожидаемыми теоретическими результатами. Полученные данные в основном описываются линейными отношениями.

После эксперимента, в соответствии с прямой линией взаимосвязи экспериментальных результатов, полученных ранее, сравниваются теоретические и полученные значения. Определяют соотношение отклонения Коэффициент отклонения = (теоретическое значение - Фактическое значение) / Фактическое значение. Чем меньше значение, тем выше правильность экспериментальных данных.

Согласно точкам на линии тренда, получают математическое выражение, описывающее ее:

$$y = -3,5658 \cdot x + 1172,2 \quad (2)$$

Данные на рис. 4 (Высота оси y, то есть значение спектра мощности) в качестве известного условия, согласно формуле (2), чтобы найти вес гири, получить результаты данных результатов. Результаты показаны в таблице 1. Данные, приведенные в таблице 1 необходимы, чтобы найти отклонение нагрузки, со средним соотношением отклонения 3,27 %, а отклонение размера веса меньше.

Таблица 1

*Экспериментальное отклонение качества веса*

Фактическое значение массы, г	Теоретическое значение массы, г	Фактическое значение массы, г	Теоретическое значение массы, г
50	50,046	1050	1030,306
150	146,192	1150	1170,215
250	285,413	1250	1178,289
350	352,741	1350	1386,978
450	450,114	1450	1422,896
550	556,693	1550	1479,523
650	623,982	1650	1569,769
750	775,723	1750	1768,572
850	844,725	1850	1699,282
950	891,620	1950	1950,362
100	95,387	1100	995,777
200	207,132	1200	1117,339
300	291,128	1300	1234,811
400	403,310	1400	1435,736
500	526,736	1500	1483,465
600	600,741	1600	1573,070
700	738,746	1700	1686,946
800	755,990	1800	1797,128
900	915,558	1900	1941,982
1000	1036,230	2000	1967,511

Таким образом, в соответствии с полученным уравнением можно сделать вывод, что твердость объекта имеет линейную обратно пропорциональную связь между значением спектра центральной области

и спектра, полученного БФП. Чем больше деформация объекта, тем меньше значение спектра, которое является противоположностью фронта. Это показывает, что алгоритм БФП можно использовать для определения мягкости и твердости натянутого ремня из поля частотного спектра, и полученный эффект является хорошим. Этот метод может быть распространен на обнаружение мягкости и твердости других объектов.

### Измерение мягкости печени

Поскольку мягкость печени не может быть отражена на КТ/МР-изображениях, в этом эксперименте использовалось специальное ядерно-магнитно-резонансное оборудование для получения помеченных МР-изображений печени (Рис. 5) [3]. Массив точек меток сетки, прикрепленных к МР-изображению, перемещается при дыхании.

Обработка МРТ-изображений печени с помощью БФП показана на рис. 5(а) и рис. 5(б). Спектрограмма показывает характерные изменения. С точки зрения результатов эксперимента по частотной области, данные о значении спектра мощности распределяются, как показано на рис. 6(в).

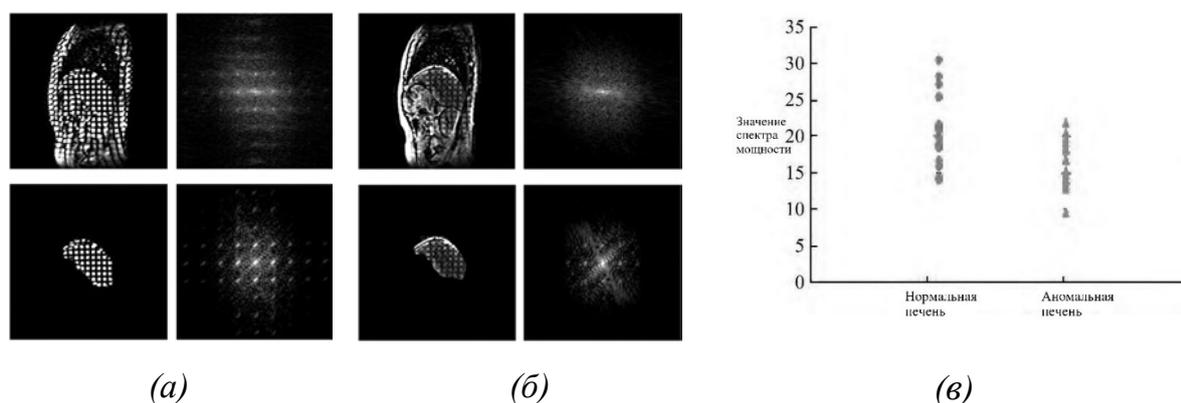


Рис. 5. Данные экспериментального изображения в частотной области (а) 1-я диаграмма МРТ-изображения и спектра; (б) 9-я изображение МРТ и спектр диаграмм; (в) Экспериментальная схема распределения результатов

Значение спектра мощности нормальной печени, как правило, больше, чем у аномальных спектральных значений мощности печени. Основное распределение данных аномальной печени и нормальной печени показывает тенденцию к повышению стадий. Из этого можно сделать вывод, что чем мягче печень, тем больше спектр мощности, полученный с помощью БФП. То есть чем выше степень заболевания печени, тем более очевидным эффект его спектра.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гао Сицюань, Дин Юмей, Го Юнхун. [М]// Цифровая обработка сигналов: принципы, реализация и приложения. 2010. № 62-83. ISBN: 9787121107641
2. Ма Болин, Ли Даньхэн, Ян Хуахуэй. [М]// Функция комплексной переменной и интегральное преобразование. 2007. № 140- 153. ISBN: 9787309054125
3. Учияма Р., Чжан Сюэцзюнь, Фудзита Х. и др. Компьютерная диагностика для МРТ головного мозга и печени [J]// Лаборатория изображений. 2012(2). № 41-46. <https://doi.org/10.3169/itej.65.436>

Ди Чэнь (Китай), Дин Цзэжу (Китай),  
Ли Вэйхан (Китай), Жуй Минхань (Китай),  
Козлов Виктор Николаевич (Россия)

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Научный руководитель: Козлов Виктор Николаевич,  
канд. техн. наук, доцент

## ВЛИЯНИЕ ИЗНОСА НА ВЫДЕРЖИВАЕМЫЙ РАЗМЕР И ПРОЧНОСТЬ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Черновая обработка предназначена для высокопроизводительного удаления большого припуска, является предварительной обработкой и поэтому не требует высокой точности выдерживаемого размера, что позволяет операторам станков на производстве допускать большой износ режущего инструмента, однако это приводит к увеличению вероятности его поломки.

В настоящее время практически всегда используются сменные многогранные пластины (СМП), или многогранные неперетачиваемые пластины (МНП) из твёрдого сплава. При резании износ происходит по всем поверхностям, но в наибольшей степени по задней поверхности. При этом образуется фаска длиной  $h_z$  (в англоязычной литературе  $h_f$ ) с задним углом на ней  $\alpha_h = 0^\circ$ , если длина фаски не превышает 0,75 мм [1-4]. При бóльшей длине фаски увеличивается вероятность скола СМП.

При появлении фаски износа на задней поверхности происходит увеличение силы резания, особенно радиальной  $P_y$  и осевой  $P_x$  составляющих. Увеличение силы  $P_y$  приводит к росту упругой деформации системы станок – приспособление – инструмент - деталь (СПИД). Это

вызывает увеличение диаметра обработанной поверхности и погрешности формы (отклонение от круглости и цилиндричности), погрешности расположения обработанной поверхности относительно базовой поверхности. Поэтому с уменьшением жёсткости системы СПИД увеличивается разница между настраиваемым и полученным диаметром.

При износе происходит не только увеличение длины фаски износа на главной задней поверхности, но и увеличение износа по вершине в радиальном направлении, или так называемого размерного износа  $h_{\Delta} = h_f \cdot \operatorname{tg} \alpha_{\text{в}}$ , где  $\alpha_{\text{в}}$  – величина заднего угла режущего инструмента у вершины. Обычно  $\alpha_{\text{в}} \approx \alpha$ . Совместное действие этих факторов приводит к более существенному увеличению диаметра обработанной поверхности заготовки.

Графики зависимости длины фаски износа на задней поверхности  $h_f$  (мм) от длительности обработки  $\tau$  (мин) при использовании твёрдосплавного инструмента обычно выглядят как прямые линии (рис. 1). Если требуется определить время работы инструмента до предельно допустимого износа  $h_{f \max}$ , то выполняется пересечение горизонтальной линии при этой длине фаски  $h_{f \max}$  до построенного графика при соответствующей скорости резания  $v$  и подачи  $s$  (на рис. 1 показано красными стрелками для  $v = 250$  м/мин и  $s = 0,52$  мм/об при  $h_{f \max} = 0,7$  мм).

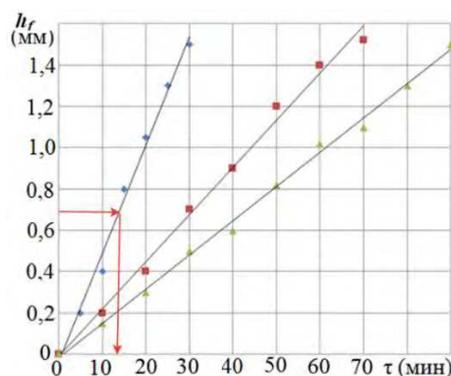


Рис. 1. Влияние времени резания  $\tau$  (мин) на длину фаски износа на задней поверхности  $h_f$  (мм). Сталь 40Х - Т15К6;  $\varphi = \varphi_1 = 45^\circ$ ;  $\gamma = -7^\circ$ ;  $\alpha = 12^\circ$ ;  $r = 1$  мм,  $t = 2$  мм. ▲ –  $s = 0,13$  мм/об,  $v = 150$  м/мин;

■ –  $s = 0,52$  мм/об,  $v = 150$  м/мин;

◆ –  $s = 0,52$  мм/об,  $v = 250$  м/мин.

Исследования выполнялись на скоростях резания  $v = 150$  и  $250$  м/мин, в пределах которых обычно выполняется черновая обработка стали. Глубина резания меньше всего влияет на интенсивность

износа, поэтому эксперименты проводились при небольшой для черновой обработки глубине резания  $t = 2$  мм для экономии заготовок (обычно  $t = 2,5-4,5$  мм).

В качестве заготовок использовались прутки из стали 40Х с твёрдостью НВ 190-200. Исследования стойкости и изменения сил резания выполнялись с применением квадратных СМП с широко распространённой геометрией: главный угол в плане  $\varphi = 45^\circ$ , вспомогательный угол в плане  $\varphi_1 = 45^\circ$ , главный передний угол  $\gamma = -7^\circ$ , главный задний угол  $\alpha = 12^\circ$ , радиус при вершине  $r = 1$  мм.

Для построения графиков  $h_f = f(\tau)$  (рис. 1.) производилась обработка с постоянной подачей и глубиной резания при неизменной скорости резания  $v$ . Через каждые 10 мин точение останавливалось, инструмент отводился от заготовки, и, не снимая его с резцедержателя, измерялась длина фаски износа на задней поверхности  $h_f$  с помощью портативного инструментального микроскопа «Мир» (трубки «Мир»).

Увеличение подачи при одинаковой скорости резания приводит к увеличению интенсивности износа (рис. 1). Увеличение скорости резания при одинаковой подаче приводит к ещё большему увеличению интенсивности износа.

Составляющие  $P_z$ ,  $P_y$  и  $P_x$  силы резания измерялись с помощью токарного динамометра Kistler. Затем рассчитывалась результирующая сил  $P_x$  и  $P_y$ :  $P_{xy} = (P_x^2 + P_y^2)^{1/2}$ , действующая в основной плоскости (для обычного токарного станка это горизонтальная плоскость).

Из наших экспериментов было выявлено, что на начальном этапе изнашивания (до  $h_f \leq 0,3$  мм) износ практически не влияет на силы резания. Это объясняется нами наличием прогиба поверхности резания под действием составляющей  $P_{xy}$  силы резания на передней поверхности [5]. При  $h_f > 0,6$  мм происходит очень интенсивное увеличение результирующей  $P_{xy}$  силы резания. Это вызывает увеличение вероятности скола СМП, поэтому на практике стараются не допускать длину фаски износа  $h_f$  более 0,75 мм.

Составляющие силы резания  $P_y$  и  $P_x$  увеличиваются более интенсивно по сравнению с  $P_z$ , что связано, по нашему мнению, с небольшим коэффициентом трения на фаске задней поверхности.

Изменение диаметра заготовки  $\Delta d_{упр}$  (мм) из-за её упругой деформации в результате увеличения радиальной составляющей силы резания  $P_y$  (Н) в процессе износа токарного резца можно рассчитать по формуле:

$$\Delta d_{упр} = 2 \cdot \Delta P_y / (J_{заг} + J_{спи}), \quad (1)$$

где:  $\Delta P_y$  – изменение радиальной составляющей силы резания  $P_y$  после увеличения длины фаски износа на задней поверхности на вели-

чину  $h_f$  (мм) по сравнению с острым резцом;  $J_{\text{заг}}$  – жёсткость заготовки (Н/мм);  $J_{\text{спи}}$  – суммарная жёсткость системы станок-приспособление-инструмент (Н/мм). Для обработки цилиндрической заготовки на токарном станке более конкретно  $J_{\text{спи}}$  – это жёсткость системы «шпиндельный узел станка - токарный патрон – инструмент – резцедержатель - продольный суппорт».

Наши исследования показали, что наименьшую жёсткость у токарного станка нормальной точности имеет резцедержатель (5 000 Н/мм) и шпиндельный узел (50 000 Н/мм).

Жёсткость заготовки зависит от способа её закрепления, её диаметра и длины. Наибольшее отклонение  $y_{\text{заг max}}$  (мм) от начального положения под действием радиальной составляющей силы резания  $P_y$  имеется у правого торца при консольном закреплении заготовки в патроне:

$$y_{\text{заг max}} = P_y \cdot l^2 / (3 \cdot E \cdot I), \quad (2)$$

где:  $l$  – длина заготовки (мм);  $E$  – модуль упругости (модуль Юнга) (МПа). Для стали  $E = 0,21$  (МПа);  $I$  – момент инерции поперечного сечения заготовки (мм<sup>4</sup>). Для круглой заготовки  $I = \pi \cdot d^4 / 64$  (мм<sup>4</sup>).

При закреплении заготовки в центрах наибольшее отжатие происходит посередине заготовки

$$y_{\text{заг max}} = P_y \cdot l^3 / (48 \cdot E \cdot I). \quad (3)$$

При обработке заготовки диаметром 50-70 мм и длиной 100-200 мм обычно принимается  $J_{\text{заг}} \approx J_{\text{спи}} \approx 10\,000$  (Н/мм) [3].

С помощью динамометра определяется изменение радиальной составляющей  $\Delta P_y$  силы резания при изменении длины фаски на величину  $\Delta h_f$  в процессе износа и рассчитывается изменение диаметра заготовки  $\Delta d_{\text{упр}}$  по уравнению (1).

На начальном этапе износа ( $h_f = 0-0,3$  мм) радиальная составляющая силы резания  $P_y$  изменяется незначительно (примерно на 150 Н, или на 21 %). Можно рассчитать изменение диаметра от упругой деформации:

$$\Delta d_{\text{упр}} = 2 \cdot \Delta P_y / (J_{\text{заг}} + J_{\text{спи}}) = 2 \cdot 150 / (10000 + 10000) = 0,015 \text{ мм.}$$

Размерный износ в радиальном направлении относительно заготовки при заднем угле при вершине  $\alpha_{\text{в}} = 12^\circ$  и длине фаски износа при вершине  $h_{\text{фв}}$  рассчитывается по уравнению:  $h_{\text{раз}} = h_{\text{фв}} \cdot \text{tg} \alpha_{\text{в}} = 0,3 \cdot 0,213 = 0,064$  мм (рис. 3). Изменение диаметра заготовки от размерного износа  $\Delta d_{\text{раз}} = 2 \cdot h_{\text{раз}} = 2 \cdot 0,064 = 0,128$  мм.

Общее изменение диаметра от упругой деформации заготовки и размерного износа  $\Delta d_{\text{общ}} = \Delta d_{\text{упр}} + \Delta d_{\text{раз}} = 0,015 + 0,128 = 0,143$  мм, что соответствует приблизительно допуску 11 качества для диаметра 50 мм.

При увеличении длины фаски  $h_f$  с 0,6 до 0,9 мм (также на 0,3 мм) изменение радиальной составляющей силы резания более существенно за счёт более интенсивного увеличения сил резания – на 750 Н, что ещё больше увеличит погрешность обработки за счёт упругой деформации, хотя размерная составляющая останется той же.

Увеличение сил резания приводит к увеличению вероятности выкрашивания и даже к сколу режущей части инструмента. В первом случае отделяются небольшие объёмы (0,05...0,5 мм) инструментального материала, что происходит обычно на главной режущей кромке.

При использовании СМП чаще всего используются негативные пластины, у которых задний угол создаётся за счёт наклонной поверхности опорной пластины державки против часовой стрелки на требуемый угол  $\alpha$  (рис. 3). В этом случае передний угол  $\gamma$  будет по абсолютному значению равен  $\alpha$ , но с отрицательным знаком ( $\gamma = -\alpha$ ).

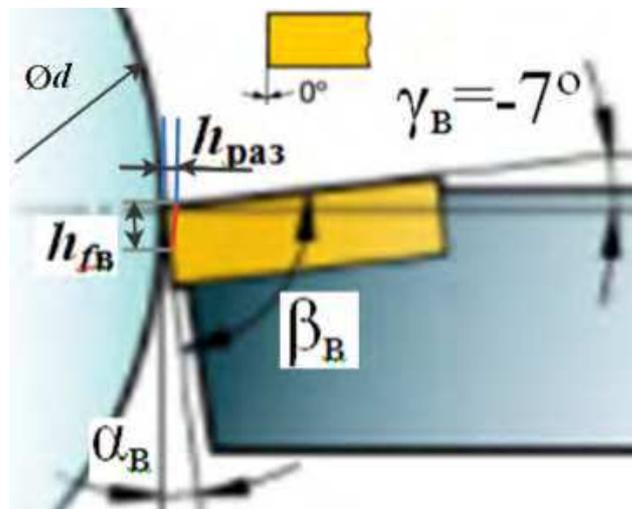


Рис. 3. Негативная СМП и размерный износ  $h_{раз}$

Использование программы ANSYS для расчёта напряжений в СМП методом конечных элементов показало, что при длине фаски износа  $h_f = 0,7$  мм контактные напряжения на ней существенно увеличиваются при отдалении от режущей кромки более 0,5 мм. Это вызывает рост эквивалентных напряжений в режущем клине СМП до 3625 МПа (рис. 4), что увеличивает вероятность разрушения режущей пластины [4, 5].

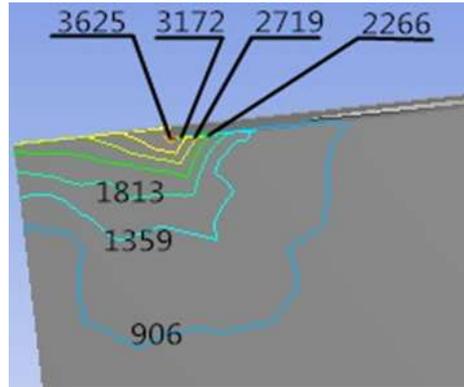


Рис. 4. Распределение внутренних эквивалентных напряжений в режущем клине. Сталь 40Х–Т15К6,  $\gamma = -7^\circ$ ,  $\alpha = 7^\circ$ ,  $h_f = 0,7$  мм,  $t = 2$  мм,  $v = 150$  м/мин.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кожевников Д. В., Гречишников В. Л., Кирсанов С. В., Кокарев В. И., Схиртладзе А. Г. Режущий инструмент: Учебник для вузов / Под редакцией С. В. Кирсанова. - 2-е изд. доп. М.: Машиностроение, 2005. - 528 с: ил.
2. Развитие науки о резании металлов /В.Ф. Бобров, Г.И. Грановский, Н.Н. Зорев и др. – Москва: Машиностроение, 1967. – 416 с.
3. Контактные нагрузки на режущих поверхностях инструмента/Полетика М.Ф. – Москва: Машиностроение, 1969. – 148 с.
4. Kozlov V., Zhang J., Go I. Contact loads on surfaces of worn out cutter in steel machining // Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов российских вузов сборник докладов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Томск, 16-18 мая 2018 г.: / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск : Изд-во ТПУ, 2018. – [С. 39-45];
5. Козлов В.Н., Таха М.Х.М., Сабават С.К. Влияние вида стружки на распределение контактных напряжений на фаске задней поверхности режущего инструмента // VI Всероссийский фестиваль науки. XX Международная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «Наука и образование» (г. Томск, 18–22 апреля 2016 г.): В 5 т. Т. V. Ч. 1: Профессиональное образование в области технологии, дизайна, безопасности жизнедеятельности, транспорта и сервиса / ФГБОУ ВО «Томский государственный педагогический университет». – Томск: Изд-во Том. гос. пед. ун-та, 2016. – с. 91-97.

Дин Цзэжу (Китай), Чжан Хао (Китай),  
Козлов Виктор Николаевич (Россия)

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Научный руководитель: Козлов Виктор Николаевич,  
канд. техн. наук, доцент

## ВЛИЯНИЕ ИЗНОСА НА КОНТАКТНЫЕ НАГРУЗКИ ПРИ КОНЦЕВОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ СТАЛИ

При фрезеровании заготовок концевыми фрезами большое значение имеет износ по задней поверхности главных режущих кромок (рис. 1). Возникающая при этом радиальная составляющая  $P_r$  силы резания (рис. 2) приводит к отжиму фрезы от обрабатываемой поверхности.

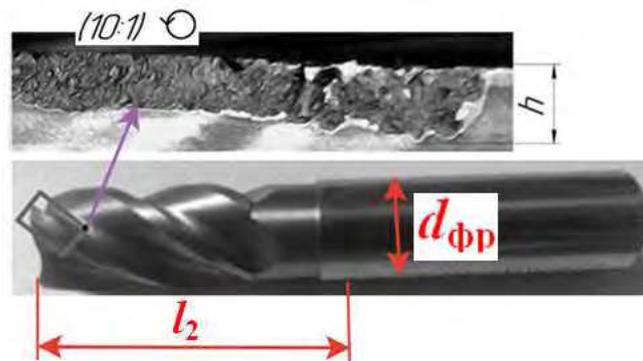


Рис. 1. Длина фаски износа  $h$  по задней поверхности главной режущей кромки концевой фрезы

Малая жёсткость концевых фрез в радиальном направлении из-за небольшого диаметра пальцевых концевых фрез ( $d_{фр} = \text{Ø}6-16$  мм) и большой длины вылета  $l_2$  рабочей части фрезы относительно цанги ( $l_2 = 3 \cdot d_{фр}$ ) приводит к отжиму фрезы от заготовки и возникновению вибрации.

Это вызывает ухудшение качества обработки и увеличивает вероятность выкрашивания режущей кромки (рис. 1). С экономической точки зрения увеличивать диаметр пальцевой концевой фрезы более 16 мм не рационально, особенно при использовании твёрдосплавных фрез. Поэтому нами были проведены стойкостные эксперименты при фрезеровании стальной заготовки концевыми фрезами из быстрорежущей стали Р6М5 и из твёрдого сплава ВК8, во время которых с помощью динамометра Kistler периодически измерялись составляющие  $P_h$ ,  $P_v$  и  $P_x$  силы резания (рис. 3). Только эти составляющие могут быть измерены динамометром при фрезеровании.

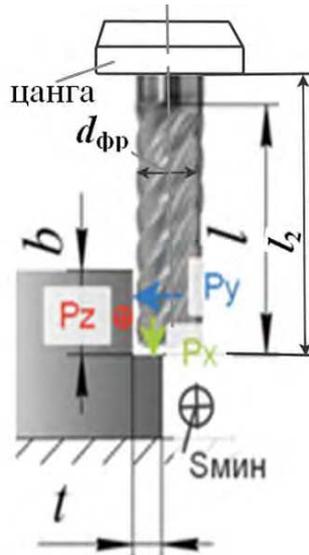


Рис. 2. Направление составляющих силы резания

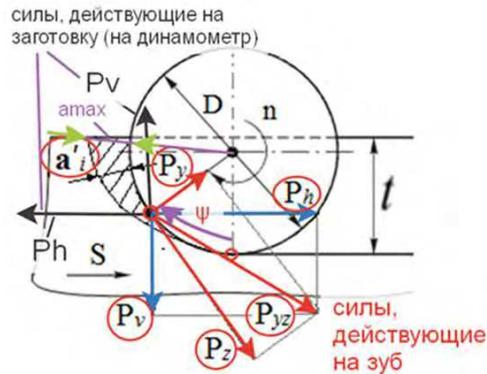


Рис. 3. Изменение направления действия составляющих  $P_z$  и  $P_y$  силы резания при повороте зуба фрезы на угол  $\psi$

При вращении фрезы только осевая составляющая  $P_x$  не меняет своего направления. Действующие на зуб фрезы составляющие  $P_z$  и  $P_y$ , которые необходимо знать для расчёта фрезы на прочность, невозможно измерить из-за поворота зуба фрезы на угол  $\psi$  при вращении фрезы (рис. 3).

Анализ изменения направления составляющих  $P_z$  и  $P_y$  силы резания показал, что при малой глубине фрезерования  $t$  или при малом соотношении  $t/d_{фр}$  ( $t/d_{фр} < 0,1$ ) изменение направления этих составляющих незначительно. При этом измеряемая динамометром сила  $P_h$  будет примерно равна силе  $P_z$ , а сила  $P_v$  будет примерно равна силе  $P_y$  (рис. 4).

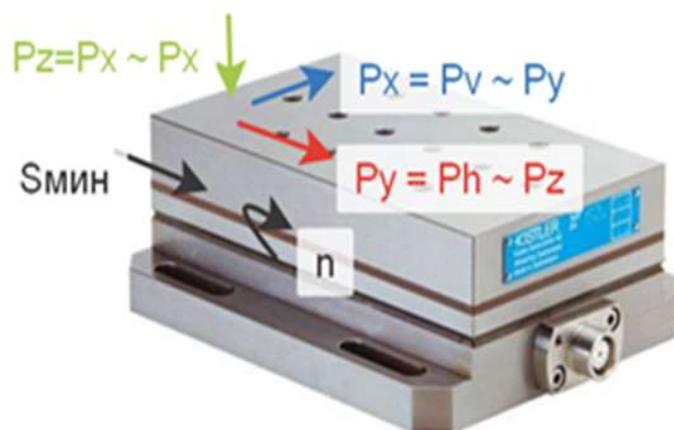


Рис. 4. Направления измеряемых сил, отображаемых на мониторе динамометра Kistler, соответствие их при фрезеровании и приблизительное соответствие тангенциальной  $P_z$  и радиальной  $P_y$  силам при  $t/d_{фр} < 0,1$

При попутном фрезеровании заготовки вдоль длинной стороны динамометра (рис. 4) периодически измерялись составляющие силы резания, результаты изменения которых в зависимости от времени фрезерования  $\tau$  (мин) представлены на рис. 5. По оси абсцисс дополнительно показано также изменение длины фаски износа  $h_3$  (мм) по задней поверхности, примыкающей к главной режущей кромке, в зависимости от времени фрезерования  $\tau$  (мин).

Таким образом, на рис. 5 показано влияние длины фаски износа по задней поверхности  $h_3$  на величину составляющих силы резания. Если принять, что увеличение длины фаски износа по задней поверхности мало влияет на величину сил на передней поверхности, то разница между текущей силы  $P_i$  и начальной величины силы  $P_{нач}$  есть сила на фаске износа по задней поверхности.

Например,  $P_{zi} - P_{zнач} = P_{zhi} = F_{hi} (H)$ ;  $P_{yi} - P_{yнач} = P_{yhi} = N_{hi} (H)$ ;  
 $P_{xi} - P_{xнач} = P_{xhi} = N_{уголк hi} (H)$ ;

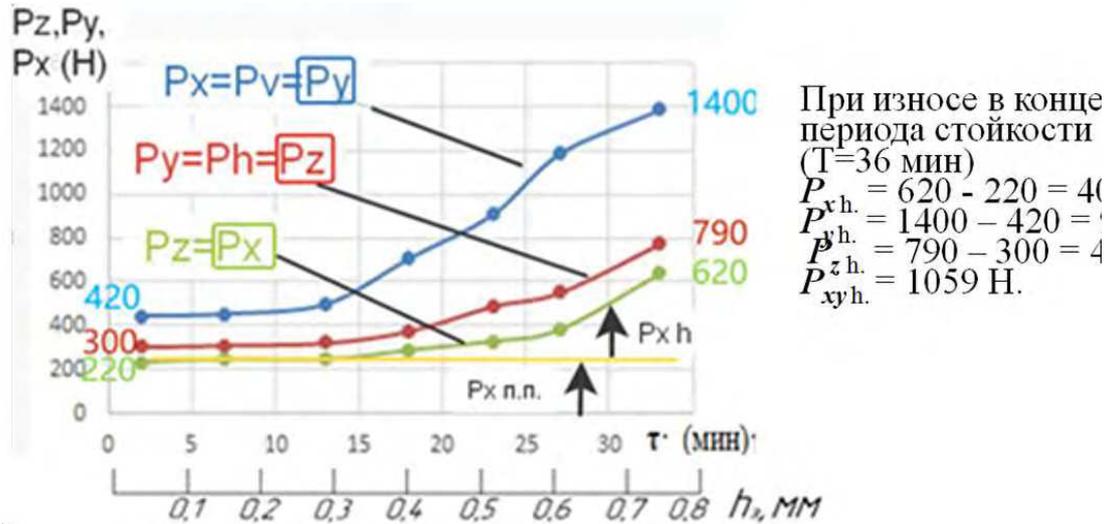


Рис. 4. Изменение составляющих  $P_h$ ,  $P_v$  и  $P_x$  силы резания при попутном фрезеровании стальной заготовки в зависимости от времени фрезерования  $\tau$  (мин) и длины фаски износа  $h$  (мм) по задней поверхности при  $t/d_{фр} < 0,1$ . Сталь 40Х-Р6М5, подача на зуб  $s_z=0,09$  мм/зуб, глубина фрезерования  $t=1$  мм, ширина фрезерования  $b=8$  мм, скорость резания  $v=130$  м/мин.

В направлении оси  $OX$  действует сила  $P_x i$ , которую можно разделить на осевую силу на главной режущей кромки  $P_x$  гл.р.к.  $i$ , имеющей угол наклона  $\omega = 15-25^\circ$ , на осевую силу на вспомогательной режущей кромке на зубе на торце фрезы  $P_x$  торц.  $i$  и на осевую силу от износа по уголкам  $P_x$  уголок  $i$ . При обычном правом направлении винтовой канавки зубьев сила  $P_x$  гл.р.к.  $i$  стремится поднять заготовку, а сила  $P_x$  торц.  $i$  действует наоборот вниз. У неизношенной фрезы эти силы могут компенсировать друг друга.

При износе фрезы по уголкам сила  $P_x$  уголок  $i$ . направлена всегда вниз и играет решающую роль в силовом взаимодействии фрезы и заготовки, износ по уголкам приводит к существенному увеличению температуры резания. Это в свою очередь увеличивает интенсивность износа и особенно по уголкам. Режущая кромка на фаске износа по уголкам является дополнительно появляющейся вспомогательной режущей кромкой. Угол наклона фаски износа по уголкам в осевой плоскости обычно равен  $\phi_{1.2} = 10-15^\circ$  и может быть принят как нуль градусов для упрощения расчётов. Угол наклона задней поверхности фаски износа по уголкам в осевой плоскости обычно равен  $\alpha_{1.2} = 0^\circ$ , поэтому осевую силу на фаске износа по уголкам можно принять как нормальную силу, действующую на фаске износа в осевом направлении вверх, т.е.  $P_x h i = N$  уголок  $h i$ .

Конечно, на фаске износа по уголкам будет действовать и касательная сила  $F_{\text{уголок } h_i}$ , но выделить её из окружной (тангенциальной) силы  $P_z$  можно только сравнением величины этой силы при ширине фрезерования  $b > 2$  мм и при ширине фрезерования  $b < 0,5$  мм. Тангенциальная сила только на фаске износа по уголкам  $F_{\text{уголок } h_i}$  и на фаске износа по задней поверхности у главной режущей кромки  $F_{h_i}$  обычно небольшая в связи с малым коэффициентом трения по задней поверхности. Это было выявлено при исследовании распределения контактных напряжений на фаске износа по задней поверхности при точении стали, исследование которого существенно проще из-за неизменного направления составляющих силы резания  $P_z$ ,  $P_y$  и  $P_x$ .

Подтверждением этого является график изменения силы  $P_z$  при увеличении фаски износа по задней поверхности у главной режущей кромки. При этом мы принимаем, что сила трения на фаске износа по уголкам пренебрежимо мала.

Можно рассчитать тангенциальную силу (силу трения) на фаске износа по уголкам как произведение нормальной силы на фаске износа по уголкам на условный средний коэффициент трения на фаске износа по задней поверхности  $\mu_{h_{cp}} = 0,58$  полученный при исследовании распределения контактных напряжений на фаске износа по задней поверхности при точении стали [1].

В этом случае при  $\tau = 36$  мин (и  $h_z = 0,75$  мм) на фаске износа по уголкам будет действовать касательная сила  $F_{\text{уголок } h_i} = N_{\text{уголок } h_i} \times \mu_{h_{cp}} = P_x h_i \times \mu_{h_{cp}} = 420 \times 0,58 = 243,6 \approx 244$  Н.

Тогда на фаске износа по задней поверхности у главной режущей кромки  $F_{h_i} = P_z h_i - F_{\text{уголок } h_i} = 490 - 244 = 246$  Н.

Условный средний коэффициент трения на фаске износа по задней поверхности у главной режущей кромки  $\mu_{h_{cp}} = F_{h_i} / N_{h_i} = 246/980 \approx 0,25$ .

Удельная тангенциальная сила резания на передней поверхности зуба концевой быстрорежущей фрезы рассчитывается по уравнению:

$$q_{P_z \text{ п}} = P_z / (t \cdot b) = 300 / (1 \cdot 8) = 37,5 \text{ Н/мм}^2.$$

Удельная радиальная сила резания на передней поверхности зуба концевой быстрорежущей фрезы рассчитывается по уравнению:

$$q_{P_y \text{ п}} = P_y / (t \cdot b) = 420 / (1 \cdot 8) = 52,5 \text{ Н/мм}^2.$$

Удельная осевая сила резания на передней поверхности зуба концевой быстрорежущей фрезы рассчитывается по уравнению:

$$q_{P_x \text{ п}} = P_x / (t \cdot b) = 220 / (1 \cdot 8) = 27,5 \text{ Н/мм}^2.$$

Удельные касательные нормальные контактные нагрузки на фаске износа по задней поверхности зуба фрезы при длине фаски износа  $h_z$  от 0,05 до 0,3 мм:  $qFh = Fh / (h_z \cdot b) = P_z h / (h_z \cdot b) = 0 / (0,3 \cdot 8) = 0$  МПа.

Удельные нормальные контактные нагрузки на фаске износа по задней поверхности зуба фрезы при длине фаски износа  $h_z$  от 0,05 до 0,15 мм:  $qNh = Nh / (h_z \cdot b) = P_y h / (h_z \cdot b) = 0 / (0,1 \cdot 8) = 0$  МПа.

Удельные нормальные контактные нагрузки на фаске износа по задней поверхности зуба фрезы при длине фаски износа  $h_z$  от 0,15 до 0,25 мм:  $qNh = Nh / (h_z \cdot b) = P_y h / (h_z \cdot b) = 10 / (0,1 \cdot 8) = 12,5$  МПа.

Удельные нормальные контактные нагрузки на фаске износа по задней поверхности зуба фрезы при длине фаски износа  $h_z$  от 0,25 до 0,3 мм:  $qNh = Nh / (h_z \cdot b) = P_y h / (h_z \cdot b) = 15 / (0,05 \cdot 8) = 37,5$  МПа.

Удельные нормальные контактные нагрузки на фаске износа по задней поверхности зуба фрезы при длине фаски износа  $h_z$  от 0,3 до 0,4 мм:  $qNh = Nh / (h_z \cdot b) = P_y h / (h_z \cdot b) = 223 / (0,1 \cdot 8) = 278,75$  МПа.

Удельные нормальные контактные нагрузки на фаске износа по задней поверхности зуба фрезы при длине фаски износа  $h_z$  от 0,4 до 0,5 мм:  $qNh = Nh / (h_z \cdot b) = P_y h / (h_z \cdot b) = 224 / (0,1 \cdot 8) = 280$  МПа.

Удельные нормальные контактные нагрузки на фаске износа по задней поверхности зуба фрезы при длине фаски износа  $h_z$  от 0,5 до 0,6 мм:  $qNh = Nh / (h_z \cdot b) = P_y h / (h_z \cdot b) = 224 / (0,1 \cdot 8) = 280$  МПа.

Удельные нормальные контактные нагрузки на фаске износа по задней поверхности зуба фрезы при длине фаски износа  $h_z$  от 0,6 до 0,7 мм:  $qNh = Nh / (h_z \cdot b) = P_y h / (h_z \cdot b) = 220 / (0,1 \cdot 8) = 275$  МПа.

Удельные нормальные контактные нагрузки на фаске износа по задней поверхности зуба фрезы при длине фаски износа  $h_z$  от 0,7 до 0,75 мм:  $qNh = Nh / (h_z \cdot b) = P_y h / (h_z \cdot b) = 84 / (0,05 \cdot 8) = 209$  МПа.

Удельные касательные нормальные контактные нагрузки на фаске износа по задней поверхности зуба фрезы при длине фаски износа  $h_z$  от 0,6 до 0,7 мм:  $qFh = Fh / (h_z \cdot b) = P_z h / (h_z \cdot b) = 91,7 / (0,1 \cdot 8) = 114$  МПа.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кожевников Д. В., Гречишников В. Л., Кирсанов С. В., Кокарев В. И., Схиртладзе А. Г. Режущий инструмент: Учебник для вузов / Под редакцией С. В. Кирсанова. - 2-е изд. доп. М.: Машиностроение, 2005. - 528 с: ил.
2. Развитие науки о резании металлов /В.Ф. Бобров, Г.И. Грановский, Н.Н. Зорев и др. – Москва: Машиностроение, 1967. – 416 с.

3. Контактные нагрузки на режущих поверхностях инструмента/Полетика М.Ф. – Москва: Машиностроение, 1969. – 148 с.

Дин Цзэжу (Китай), Чжан Хао (Китай),  
Козлов Виктор Николаевич (Россия)

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Научный руководитель: Козлов Виктор Николаевич,  
канд. техн. наук, доцент

### ОСОБЕННОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ КОНТАКТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ НА ФАСКЕ ИЗНОСА ПО ЗАДНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ ИНСТРУМЕНТА

При обработке заготовок на токарном станке реализуется самый удобный для исследований процесс резания, т.к. направление действия составляющих  $P_z$ ,  $P_y$  и  $P_x$  силы резания неизменно (рис. 1 а). Конечно, ещё более удобен для исследований процесс строгания, который обычно реализуется с использованием консольного вертикально-фрезерного станка [1, 2].

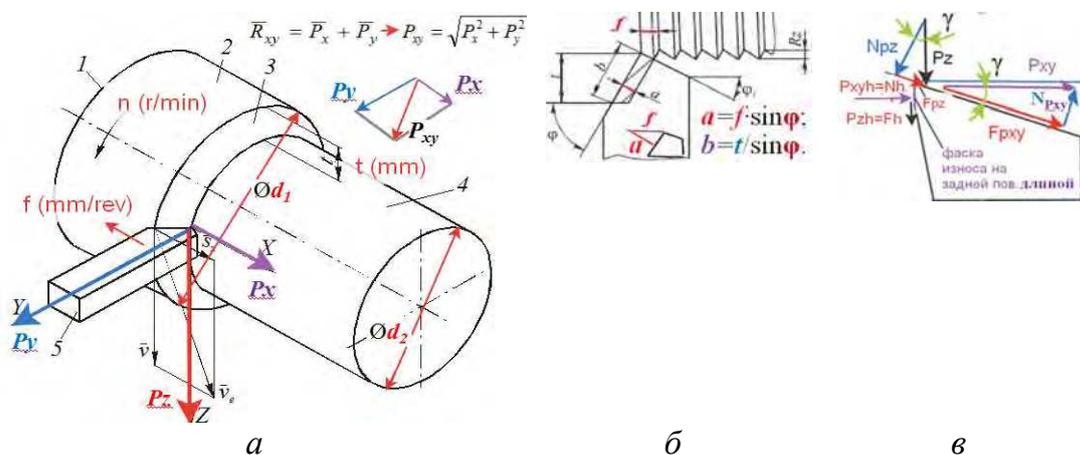


Рис. 1. Направление действия составляющих  $P_z$ ,  $P_y$  и  $P_x$  силы резания при токарной обработке (а), геометрические параметра резца и элементы режима резания (б) и составляющие силы резания на передней поверхности и на фаске износа по задней поверхности (в)

В этом случае шпиндель фрезерного станка фиксируется, на нём закрепляется резцедержатель, в котором устанавливается строгальный или токарный резец. Обрабатываемый материал в виде пластины

закрепляется в тисках, установленных на столе станка (рис. 2). Движение продольной подачи  $s_{мин}$  (мм/мин) придаётся столу фрезерного станка, которая в таком случае является скоростью резания  $v$  (мм/мин), но обычно используется размерность м/мин.

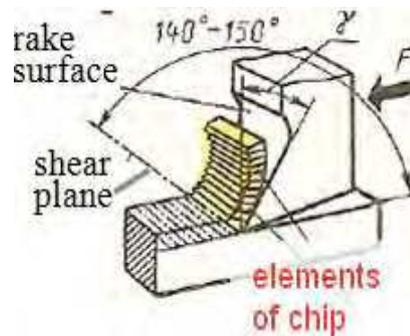


Рис. 2. Исследование процесса строгания полосы на фрезерном станке

Т.к. обрабатываемая пластина перемещается относительно неподвижного резца, то область резания легко наблюдается с боковой стороны резца. При этом обычно выполняется видеозапись процесса образования стружки, что увеличивает информативность при анализе стружкообразования. Недостатком такого метода является невысокая скорость резания, ведь даже при наибольшей продольной подаче стола  $s_{мин} = 1250$  мм/мин скорость резания равна  $v = s_{мин} / 60 = 20,8$  м/мин, что характерно для инструментов только из быстрорежущей стали.

При токарной обработке незакалённой конструкционной стали твёрдосплавными резцами в производстве используется скорость резания от 120-200 м/мин при черновой обработке до 450 м/мин при получистовой обработке.

В наших исследованиях, при измерении составляющих  $P_z$ ,  $P_u$  и  $P_x$  силы резания при токарной обработке использовалась скорость резания  $v = 120$  м/мин, для того, чтобы, с одной стороны, выйти из зоны наростообразования, а с другой – более экономно использовать заготовку, т.к. повышение скорости резания приводит к повышенному расходу заготовок.

Немаловажную роль играет и диаметр заготовки. В нашем случае удалось приобрести заготовки диаметром  $d = 60$  мм. Чтобы обеспечить скорость резания  $v = 120$  м/мин необходимо установить частоту вращения шпинделя  $n = 1000 \cdot v / (\pi \cdot d) = 1000 \cdot 120 / (\pi \cdot 60) \approx 630$  об/мин.

Чтобы обеспечить скорость резания в два раза больше (240 м/мин), пришлось бы устанавливать уже 1200 об/мин. Сход стружки при этом происходит с такой высокой скоростью, что пред-

ставляет уже более бóльшую опасность для оператора, находиться рядом со станком очень дискомфортно. К тому же происходит более интенсивный износ режущей части резца, что вызывает изменение составляющих силы резания в одной серии экспериментов, т.е. с изменением только подачи при одинаковом износе.

В процессе обработки уменьшается диаметр заготовки, что вызывает необходимость увеличения частоты вращения шпинделя  $n$ . При проведении экспериментов минимальный диаметр заготовки принимался  $d_{\min} = 35$  мм для обеспечения достаточной жёсткости заготовки длиной  $l_{\text{заг}} = 500$  мм. В этом случае, для обеспечения скорости резания  $v = 120$  м/мин, частота вращения шпинделя устанавливалась  $n = 1000 \cdot v / (\pi \cdot d) = 1000 \cdot 120 / (\pi \cdot 35) = 1091,4 \approx 1000$  об/мин.

При такой высокой частоте вращения шпинделя задний вращающийся центр быстро нагревался, поэтому, чтобы его не заклинило, приходилось периодически делать перерыв для охлаждения. Длительная обработка связана с необходимостью появления естественного износа требуемой величины. В основном происходит износ по задней поверхности, что вызывает увеличение длины фаски износа по задней поверхности  $h_z$  (рис. 1 в). В наших экспериментах длина этой фаски доводилась до величины  $h_z \text{ max} = 1,4$  мм.

Для исследования распределения контактных напряжений на фаске износа на задней поверхности затачивалась фаска длиной  $h_z = 1,4$  мм с главным задним углом  $\alpha_f = \alpha_h = 0^\circ$ , моделирующая естественный износ по задней поверхности. Исследования показали, что при естественном износе по задней поверхности угол  $\alpha_h = 0^\circ$  [1, 2, 3], и заточка фаски обеспечивала необходимую величину её заднего угла.

При проведении исследований распределения контактных напряжений на фаске износа по задней поверхности выполнялось точение сначала с наибольшей фаской  $h_z \text{ max} = 1,4$  мм, а после измерения составляющих  $P_z$ ,  $P_y$  и  $P_x$  силы резания с использованием токарного динамометра Kistler [4] на разных подачах  $s$  (мм/об) выполнялась переточка только по главной задней поверхности с главным задним углом  $\alpha = 12^\circ$  с целью уменьшения длины фаски  $h_z$  до необходимой величины.

Это обеспечивало неизменность величины угла  $\alpha_h = 0^\circ$ , т.к. даже небольшие изменения которого могут существенно изменить силовое действие от поверхности резания (среза) на искусственную (заточенную) фаску износа. В ходе эксперимента сравнивалась величина составляющих  $P_z$ ,  $P_y$  и  $P_x$  силы резания при искусственной фаске и при соответствующей величине длины фаски при естественном износе для подтверждения одинакового характера силового взаимодействия

резца с заготовкой как по фаске задней поверхности, так и по передней поверхности.

Исследования распределения контактных напряжений на передней поверхности выполнялись методом разрезного резца [3, 5, 6]. Применение этого метода для исследования распределения контактных напряжений на искусственной фаске износа по задней поверхности затруднено из-за высокой жёсткости контакта – даже небольшое упругое перемещение основной пластины относительно пластины с главной режущей кромкой [5] в ходе эксперимента приводит к существенному изменению величины контактных напряжений.

Поэтому для проверки достоверности результатов полученных методом разрезного резца было решено использовать метод переменной длины искусственной фаски износа по задней поверхности. Для использования этого метода принималось, что изменение длины искусственной фаски износа по задней поверхности  $h_3$  незначительно влияет на процессы и силы на передней поверхности [1, 2, 3, 5].

В этом случае принимается, что силы на фаске задней поверхности равны разнице измеренной сил  $P_i$  и силе на резце при отсутствии фаски на задней поверхности (острого резца)  $P_{\text{остр}}$ . Т.к. сила в самом начале эксперимента равна силе при длине фаски на задней поверхности  $h_3 \text{ max} = 1,4$  мм, то текущая тангенциальная сила  $P_{z h i}$ , совпадающая с вектором скорости резания  $v$ , на фаске задней поверхности рассчитывается по формуле

$$P_{z h i} = P_i - P_{\text{остр}} \quad (1)$$

Приращение (правильнее, убыль) тангенциальной силы на фаске задней поверхности при изменении длины фаски с  $h_3 \text{ max} = 1,4$  мм (обозначаем символом  $h_{3 i-1}$ ) до  $h_{3 i} = 1,2$  мм рассчитывается по формуле

$$\Delta P_{z h i} = P_{z h i-1} - P_{z h i}$$

Отношение приращения силы на участке  $i$  к приращению (убыли) площади контакта на фаске  $\Delta S_i = (h_{3 i-1} - h_{3 i}) \cdot b$  (мм<sup>2</sup>) есть удельная тангенциальная сила на рассматриваемом  $i$ -том участке:

$$q_{P_{z h i}} = \Delta P_{z h i} / \Delta S_i = (P_{z h i-1} - P_{z h i}) / [(h_{3 i-1} - h_{3 i}) \cdot b], \text{ (Н/мм}^2\text{)} \quad (2),$$

где  $b$  – ширина контакта приращённого (уменьшенного) участка на фаске задней поверхности. При косоугольном резании ( $\varphi \neq 90^\circ$ )  $b = t / \sin \varphi$ , где  $\varphi$  – главный угол в плане (см. рис. 1 б).

Тангенциальная сила на фаске задней поверхности  $P_{z h i}$  есть касательная сила на фаске  $F_{h i}$ , т.к. задний угол на фаске  $\alpha_h = 0^\circ$ .

Если изменение длины фаски сравнительно небольшое ( $\Delta h_{z i} = (h_{z i-1} - h_{z i}) < 0,1$  мм), то можно принять, что удельная тангенциальная сила на рассматриваемом  $i$ -том участке фаски приблизительно равна касательному контактному напряжению на рассматриваемом  $i$ -том участке:

$$qP_{z h i} | \Delta h_{z i} \rightarrow 0 = \tau_{h i} \text{ (Н/мм}^2\text{)} \quad (3)$$

На резец в основной плоскости (плоскость, в которой лежат вектора продольной  $s_{прод}$  и радиальной (поперечной)  $s_{рад}$  подачи) действует результирующая сила  $P_{xy} = (P_{2x} + P_{2y})^{0,5}$ . На фаске задней поверхности перпендикулярно ей действует сила  $P_{xy h}$ , которая рассчитывается аналогично уравнению (1) по направлениям осей  $OX$  и  $OY$ . Т.к. результирующая сила перпендикулярна поверхности фаски, то это есть нормальная сила на фаске:  $N_h = P_{xy h}$ .

Отношение приращения (убыли) нормальной силы  $N_h$  к уменьшению площади фаски на рассматриваемом  $i$ -том участке фаски есть удельная нормальная сила на  $i$ -том участке фаски:

$$qN_{h i} = qP_{xy h i} = \Delta P_{xy h i} / \Delta S_i = (P_{xy h i-1} - P_{xy h i}) / [(h_{z i-1} - h_{z i}) \cdot b], \text{ (Н/мм}^2\text{)} \quad (4)$$

Если изменение длины фаски сравнительно небольшое ( $\Delta h_{z i} = (h_{z i-1} - h_{z i}) < 0,1$  мм), то можно принять, что удельная нормальная сила на рассматриваемом  $i$ -том участке фаски приблизительно равна нормальному контактному напряжению на рассматриваемом  $i$ -том участке:

$$qN_{h i} = qP_{xy h i} | \Delta h_{z i} \rightarrow 0 = \sigma_{h i} \text{ (Н/мм}^2\text{)} \quad (5)$$

Если учесть, что 1 Н/мм<sup>2</sup> равен 1 МПа, то в уравнениях (3) и (5) единицей измерения обычно принимается МПа.

На рис. 3 представлены графики распределения нормальных  $\sigma_h$  и касательных  $\tau_h$  контактных напряжений (МПа) на искусственной фаске износа по задней поверхности.

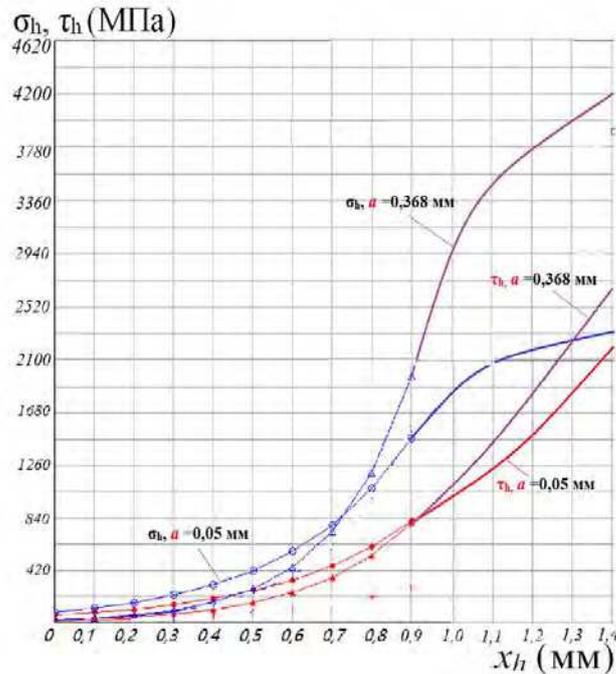


Рис. 3. Распределение нормальных  $\sigma_h$  и касательных  $\tau_h$  (МПа) контактных напряжений на искусственной фаске износа по задней поверхности резца при обработке стали 40Х (образование сливной стружки). Сталь 40Х-Т15К6,  $\varphi=45^\circ$ ,  $v=2$  м/с,  $t=2$  мм, при толщине среза  $a$ :  $\circ$ , -  $a = 0,05$  мм;  $\diamond$ ,  $a = 0,368$  мм.

Наряду с контактными нагрузками были рассчитаны и условные коэффициенты трения  $\mu_{hi} = \tau_{hi} / \sigma_{hi}$  на каждом  $i$ -том участке фаски задней поверхности.

Использование условного коэффициента трения  $\mu_{hi}$  очень важно при фрезеровании, а толщина среза  $a$  при фрезеровании очень мала, то рассмотрим изменение условного коэффициента трения при наименьшей толщине среза при токарной обработке ( $a = s \cdot \sin\varphi = 0,05$  мм):

$$\mu_{hi} = 0,36 \text{ (при } a = 0,05 \text{ мм (} s = 0,07 \text{ мм/об) и } h_z = 0,2 \text{ мм);}$$

$$\mu_{hi} = 0,63 \text{ (при } a = 0,05 \text{ мм (} s = 0,07 \text{ мм/об) и } h_z = 0,5 \text{ мм);}$$

$$\mu_{hi} = 0,58 \text{ (при } a = 0,05 \text{ мм (} s = 0,07 \text{ мм/об) и } h_z = 0,7 \text{ мм);}$$

$$\mu_{hi} = 0,56 \text{ (при } a = 0,05 \text{ мм (} s = 0,07 \text{ мм/об) и } h_z = 0,8 \text{ мм);}$$

$$\mu_{hi} = 0,53 \text{ (при } a = 0,05 \text{ мм (} s = 0,07 \text{ мм/об) и } h_z = 1,0 \text{ мм).}$$

При  $h_z > 0,3$  мм принимаем  $\mu_{h\text{ ср}} = (0,633 + 0,586 + 0,564 + 0,538) / 4 = 0,58$ .

У режущей кромки на искусственной фаске износа по задней поверхности условный коэффициент трения существенно меньше, чем на некотором отдалении от режущей кромке, что объясняется нами большой температурой в этой области, что приводит к уменьшению предела прочности на сдвиг обрабатываемого материала в приконтактном слое.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кожевников Д. В., Гречишников В. Л., Кирсанов С. В., Кокарев В. И., Схиртладзе А. Г. Режущий инструмент: Учебник для вузов / Под редакцией С. В. Кирсанова. - 2-е изд. доп. М.: Машиностроение, 2005. - 528 с: ил.
2. Развитие науки о резании металлов /В.Ф. Бобров, Г.И. Грановский, Н.Н. Зорев и др. – Москва: Машиностроение, 1967. – 416 с.
3. Контактные нагрузки на режущих поверхностях инструмента/Полетика М.Ф. – Москва: Машиностроение, 1969. – 148 с.
4. Утенков, В.М. Возможности использования динамометра Kistler для испытания металлорежущих станков / В.М. Утенков, П.А. Быков // Инженерный вестник. – 2012. - № 10. – с. 9.
5. Козлов В.Н., Дин Ц., Ли В. Исследование распределения контактных напряжений на передней поверхности инструмента при обработке стали // Современные проблемы машиностроения сборник трудов XV Международной научно-технической конференции, г. Томск, 22-25 ноября 2022 г.: / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ); ред. кол. Е. Н. Пашков [и др.]. – Томск: Томский политехнический университет, 2022. – [с. 98-100];
6. Методика измерения контактных напряжений на поверхностях резца [Электронный ресурс] / В. Н. Козлов [и др.]; науч. рук. В. Н. Козлов // Молодежь и современные информационные технологии: сборник трудов XIV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 7-11 ноября 2016 г. в 2 т. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт кибернетики (ИК); под ред. В. С. Аврамчук [и др.]. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. – Т. 2. – [С. 350-352]. – Заглавие с титульного экрана. – Свободный доступ из сети Интернет. Режим доступа: <http://earchive.tpu.ru/handle/11683/37113>.

Ли Баочэн, (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Крауиньш Петр Янович,  
д-р техн. наук, профессор

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ УДАРА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ИМПУЛЬСНОГО ИСТОЧНИКА ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН**

Аннотация. Целью данного исследования является проектирование и разработка надежного механического устройства для генерации импульсов. Это устройство может работать автоматически в условиях высокого давления в нефтяной скважине, где рабочее давление не одинаково в разных скважинах. Исследуются факторы, влияющие на частоту импульсов устройства, включая забойное давление и качество плунжера.

Ключевые слова: нефтяная скважина, очистное устройство, источник гидравлического импульсного давления

При нормальной добыче из нефтяной скважины мелкие твердые частицы (осадочная соль, песок и гравий) могут застревать в узких проходах между щелями в стволе скважины, а очень вязкие органические материалы (такие как гудрон, битум, парафин и маловязкие жидкости, смеси воды и органических жидкостей) могут прилипать к боковым сторонам проходов и пор, еще больше сужая сечение проходов и пор и снижая проницаемость пласта, что приводит к плохой добыче нефти и ведет к снижению добычи или даже прекращению добычи [1- 3]. Основными местами, где происходит закупорка, являются внутренние стенки насосно-компрессорных труб, стенки насоса, верхние и нижние лопасти, а также зона накопительного резервуара, расположенного очень близко к скважине (примерно 1-2 метра). Для борьбы с этим часто используются химические методы лечения, такие как микробиологическая обработка, которые являются неэффективными, сложными и дорогостоящими, а также подвержены загрязнению пласта и окружающей среды, тем самым усугубляя закупорку пласта и снижая или даже останавливая добычу скважины. [4,5]

В данном исследовании используется метод физической гидравлической импульсной вибрации, используя собственное давление в глубине скважины в качестве движущей силы для открытия плунжера, окно открывается в момент поступления нефти в полость, формируя импульс; другой импульс формируется по мере заполнения полости нефтью, эти два импульса будут распространяться вместе с

жидкостью до места в 5-8 метрах от источника давления, тем самым достигая цели очистки служебной полости и зоны хранения нефти.

Конструкция представляет собой внешний корпус и внутренний плунжер, плунжер имеет выступы, как показано на рисунке 1. Целью данного исследования является проектирование и разработка надежного механического устройства для генерации импульсов. Это устройство может работать автоматически в условиях высокого давления в нефтяной скважине, где рабочее давление не одинаково в разных скважинах. Исследуются факторы, влияющие на частоту импульсов устройства, включая забойное давление и качество плунжера. Математическое моделирование и анализ.

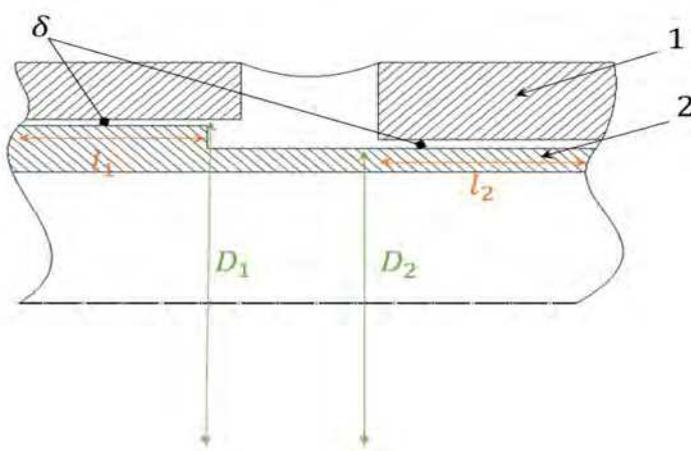


Рис. 1. Простая схема работы плунжера

1 – Корпус; 2 – Плунжер;  $\delta$  -Зазор между стенкой плунжера и внешним корпусом;  $l$ -Длина контакта плунжера с корпусом;  $D$ -Диаметр плунжера

$$\begin{cases} v = \frac{dx}{dt} \\ a = \frac{dv}{dt} = \frac{1}{m}(sP - \alpha v) \\ \alpha = \alpha_1 + \alpha_2 \end{cases}$$

$$\alpha = \mu * \frac{\pi D_1 l_1}{\delta_1} + \mu * \frac{\pi D_2 l_2}{\delta_2}$$

$$l_2 = l - vt$$

где:  $m$ -Масса движущегося плунжера

$s$ -Площадь плунжера под давлением жидкости

$P$ -Перепад давления внутри и снаружи плунжера

$\mu$ -Динамический коэффициент вязкости жидкости

$D$ -Диаметры плунжера ( $D_1 > D_2$ )

$\delta$ -Зазор между стенкой плунжера и внешним корпусом ( $\delta_1 < \delta_2$ )

$l$ -Длина контакта плунжера с корпусом ( $l_1 < l_2$ )

Ввод уравнений в PascalABC для выполнения математических операций дает следующий график зависимости.

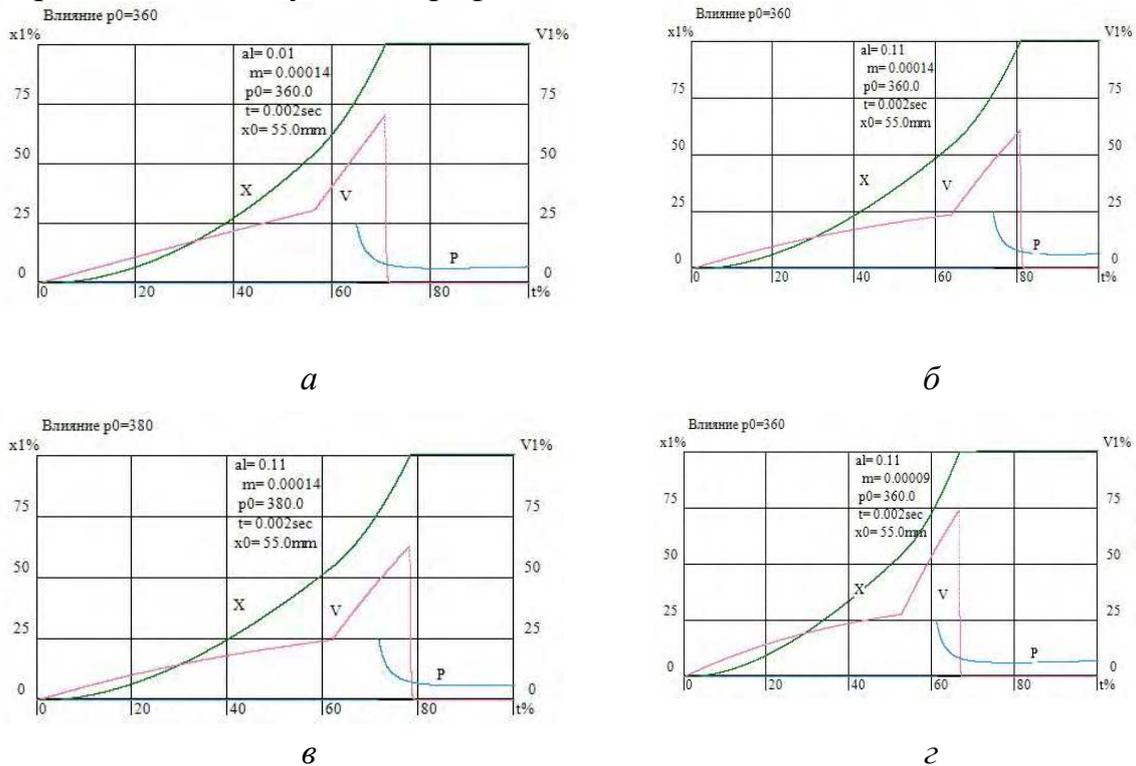


Рис. 2. Смещение плунжера в зависимости от времени и скорость плунжера в зависимости от времени

Также изменены данные для сравнения.

Условия апм изменялись по отдельности, и по изображениям мы можем получить, что давление и скорость связаны положительно; масса, коэффициент и скорость связаны обратно.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хуо Дунсяо. Анализ эффективных способов повышения качества строительства при осмотре и прокачке нефтяных скважин. // Химическая инженерия и оборудование. – 2017. – № 07. – С. 156–157.
2. Хуан Лянцзюнь. Чистая добыча и утилизация газа из обсадных колонн нефтяных скважин. // Наука сегодня. – 2008. – № 24. – С. 88.
3. Чанг Шаовэнь. Разработка и применение ультразвуковой автоматической системы дефектоскопии обсадных труб нефтяных скважин // Стальные трубы. – 2011. – № 02. – С. 57-61.

4. МатШаяути Мухаммад Шафик. Изучение влияния ультразвуковой мощности, частоты и нагрузки на восстановление загрязненных нефтью пляжных и нефтепромысловых песков с использованием дисперсионного анализа. // Международная экологическая наука и исследование загрязнения, – 2021, – № 28. – С. 58081-58091.
5. SU Xiaohui, ZHANG Qi, XU Zhifeng, JIN Hui, WANG Zhiguo. Исследование характеристик оседания частиц в растворах вязкоупругих ПАВ. // Журнал химической инженерии. – 2022. – № 03.

Ли Баочэн (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Крауиньш Петр Янович,  
д-р техн. наук, профессор

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ЦИКЛА ТОРМОЖЕНИЯ ЗАТВОРА ИМПУЛЬСНОГО ИСТОЧНИКА ДЛЯ ОЧИСТКИ КОЛЛЕКТОРА НЕФТЯНЫХ СКВАЖИН**

Аннотация. Целью данного исследования является проектирование и разработка надежного механического устройства для генерации импульсов. Это устройство может работать автоматически в условиях высокого давления в нефтяной скважине, где рабочее давление не одинаково в разных скважинах. Исследуются факторы, влияющие на частоту импульсов устройства, включая забойное давление и качество плунжера.

Ключевые слова: нефтяная скважина, очистное устройство, источник гидравлического импульсного давления

При обычной добыче нефти нефтяные скважины часто засоряются, что может привести к снижению добычи или даже остановке. Для решения этой ситуации был разработан генератор импульсов для очистки нефтяной скважины [1,2].

В данном исследовании для открытия плунжера используется метод физической гидравлической импульсной вибрации, приводимой в действие собственным скважинным давлением. Когда нефть поступает в полость скважины, окно открывается, создавая один импульс; когда полость скважины заполняется нефтью, формируется другой импульс [3]. Эти два импульса распространяются вместе с жидкостью до места, расположенного в 5-8 метрах от источника давления, тем

самым достигая цели очистки полости эксплуатационной скважины и хранилища [4,5].

Чем быстрее открывается плунжер, тем больше интенсивность формируемого импульса, и чем сильнее интенсивность удара, тем лучше способность очистить скважину. Высокая скорость открытия плунжера требует разработки тормозной конструкции для плунжера. В нижней части корпуса находится пружина и демпфирующее устройство, как показано на рисунке 1.

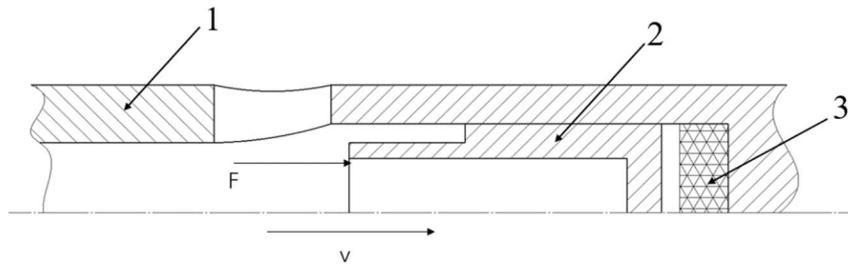


Рис. 1. Простая схема работы плунжера

1 – Корпус; 2 – Плунжер; F-направление силы, действующей на плунжер; V-направление скорости движения плунжера

Математическая модель основана на схеме, где дополнительное сопротивление возникает при сжатии демпфера, тем большее сопротивление возникает по мере увеличения расстояния смещения  $x$ . Математическая модель показана на рисунке 2.

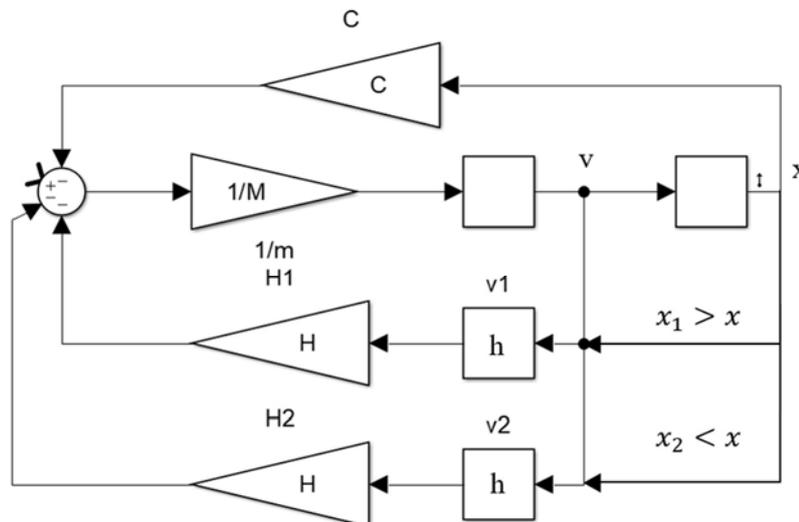


Рис. 2. Математические модели

Изображение данных, полученных в результате моделирования, показано на рисунке 3.

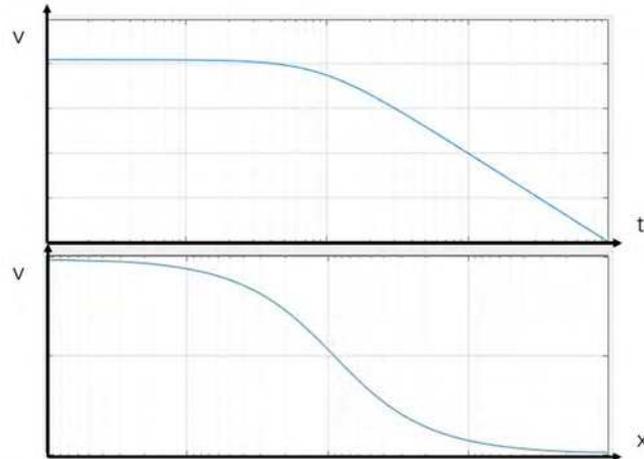


Рис. 3. Изображения данных

После моделирования для получения скорости движения плунжера как функции времени и перемещения, было подтверждено, что система торможения плунжера требует составной системы пружины и демпфирования, и что сопротивление торможению демпфирования больше, чем сопротивление упругости.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хуо Дунсяо. Анализ эффективных способов повышения качества строительства при осмотре и прокачке нефтяных скважин. // Химическая инженерия и оборудование. – 2017. – № 07. – С. 156–157.
2. Хуан Лянцзюнь. Чистая добыча и утилизация газа из обсадных колонн нефтяных скважин. // Наука сегодня. – 2008. – № 24. – С. 88.
3. Чанг Шаовэнь. Разработка и применение ультразвуковой автоматической системы дефектоскопии обсадных труб нефтяных скважин. // Стальные трубы. – 2011. – № 02. – С. 57-61.
4. МатШаюти Мухаммад Шафик. Изучение влияния ультразвуковой мощности, частоты и нагрузки на восстановление загрязненных нефтью пляжных и нефтепромысловых песков с использованием дисперсионного анализа // Международная экологическая наука и исследование загрязнения, – 2021. – № 28 – С. 58081-58091.
5. SU Xiaohui, ZHANG Qi, XU Zhifeng, JIN Hui, WANG Zhiguo. Исследование характеристик оседания частиц в растворах вязкоупругих ПАВ. // Журнал химической инженерии. – 2022. – № 03.

Ли Юйсинь (Китай)

Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана, г. Москва

Научный руководитель: Илюхин Степан Николаевич

## **ОБЗОР СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ НАВИГАЦИИ**

На сегодняшний день на таком уровне развития находятся технологии навигации, в том числе спутниковые навигационные системы, применяющиеся в таких сферах, как военная и гражданская авиация, но и в судоходстве, управлении наземным транспортом, а также при выполнении геодезических работ [1].

Спутниковая система навигации называется системой наземного и космического оборудования, предназначенной для позиционирования в пространстве и времени, а также для определения скорости, направления и других параметров движения объекта.

В составе современных спутниковых навигационных систем функционируют три сегмента: космический сегмент - система космических аппаратов в виде сети навигационных спутников; наземный сегмент контроля и управления - блоки измерения положения спутников и передачи на них полученной информации для корректировки информации про орбиты; пользовательский сегмент - аппаратура потребителей предназначена для приёма и обработки навигационных сигналов спутников с целью определения необходимой потребителям информации [3].

Принцип действия спутниковых систем навигации является измерением расстояния от антенны приемника на объекте до навигационных спутников, местонахождение которых известно с большой точностью. Метод измерения расстояния основан на определении скорости распространения радиоволн. Зная расстояния до нескольких спутников, с помощью геометрических построений на основе альманаха рассчитывается положение объекта в пространстве.

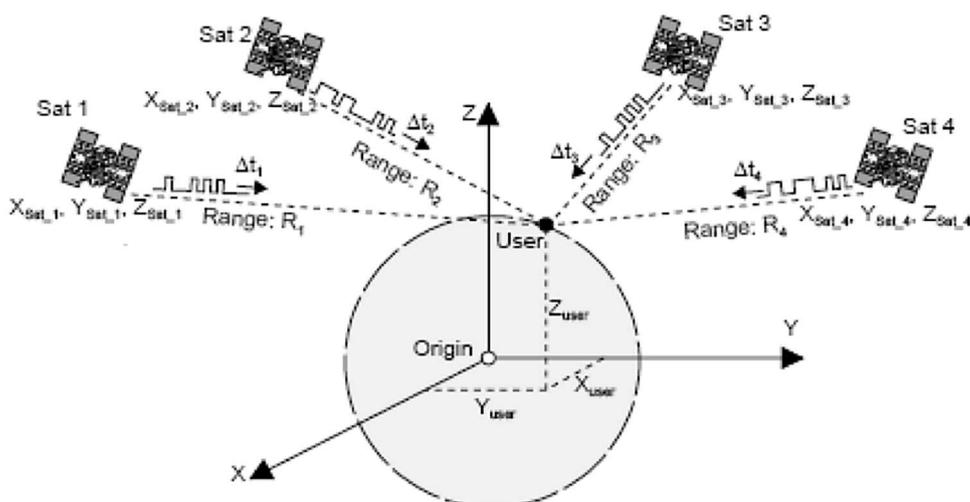


Рис.1. Сигналы от 4 спутников

Расстояние  $D$  до спутника может быть определено с помощью транзитного времени спутникового сигнала: расстояние = время в пути  $\times$  скорость света  $D = \Delta t \cdot c$ . Транзитное время этого сигнала можно вычислить при сравнении времени получения со временем отправки.

Диапазон пользователя от четырех спутников  $R_1, R_2, R_3, R_4$  можно определить, используя транзитные времена сигналов  $\Delta t_1, \Delta t_2, \Delta t_3, \Delta t_4$  между ними и потребителем. Поскольку известны позиции  $X_{Sat}, Y_{Sat}, Z_{Sat}$  спутников, нетрудно вычислить позицию пользователя.

Как видно на рисунке, расстояние  $R$  от спутника до пользователя в Декартовой СК:  $R = \sqrt{(X_{Sat} - X_{User})^2 + (Y_{Sat} - Y_{User})^2 + (Z_{Sat} - Z_{User})^2}$ . Подставляем это уравнение в формулу  $PSR = R + \Delta t_0 \cdot c$ , то получим псевдо-диапазон:

$PSR = \sqrt{(X_{Sat} - X_{User})^2 + (Y_{Sat} - Y_{User})^2 + (Z_{Sat} - Z_{User})^2} + c \cdot \Delta t_0$ . Здесь  $\Delta t_0$  - разница между часами спутника и пользователя.

Следовательно, для 4 спутников ( $i = 1, \dots, 4$ ):

$PSR_i = \sqrt{(X_{Sat\_i} - X_{User})^2 + (Y_{Sat\_i} - Y_{User})^2 + (Z_{Sat\_i} - Z_{User})^2} + c \cdot \Delta t_0$ . Эти четыре уравнения представляют собой нелинейный набор уравнений. Для его решения нужно сделать линейной корневую функцию согласно модели Тейлора, использующей только первую часть.

Предполагаемая позиция включает в себя ошибку из-за неизвест-

$$X_{User} = X_{Total} + \Delta x$$

ных переменных  $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ , то  $Y_{User} = Y_{Total} + \Delta y$ . После частичного

$$Z_{User} = Z_{Total} + \Delta z$$

дифференцирования это даст следующее:

$$PSR_i = R_{Total\_i} + \frac{X_{Total} - X_{Sat\_i}}{R_{Total\_i}} \cdot \Delta x + \frac{Y_{Total} - Y_{Sat\_i}}{R_{Total\_i}} \cdot \Delta y + \frac{Z_{Total} - Z_{Sat\_i}}{R_{Total\_i}} \cdot \Delta z + c \cdot \Delta t_0$$

После транспонирования четырех уравнений для четырех переменных ( $\Delta x, \Delta y, \Delta z, \Delta t_0$ ) применяем правила линейной алгебры:

$$\begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \\ \Delta z \\ \Delta t_0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{X_{Total} - X_{Sat\_1}}{R_{Total\_1}} & \frac{Y_{Total} - Y_{Sat\_1}}{R_{Total\_1}} & \frac{Z_{Total} - Z_{Sat\_1}}{R_{Total\_1}} & c \\ \frac{X_{Total} - X_{Sat\_2}}{R_{Total\_2}} & \frac{Y_{Total} - Y_{Sat\_2}}{R_{Total\_2}} & \frac{Z_{Total} - Z_{Sat\_2}}{R_{Total\_2}} & c \\ \frac{X_{Total} - X_{Sat\_3}}{R_{Total\_3}} & \frac{Y_{Total} - Y_{Sat\_3}}{R_{Total\_3}} & \frac{Z_{Total} - Z_{Sat\_3}}{R_{Total\_3}} & c \\ \frac{X_{Total} - X_{Sat\_4}}{R_{Total\_4}} & \frac{Y_{Total} - Y_{Sat\_4}}{R_{Total\_4}} & \frac{Z_{Total} - Z_{Sat\_4}}{R_{Total\_4}} & c \end{bmatrix}^{-1} \cdot \begin{bmatrix} PSR_1 - R_{Total\_1} \\ PSR_2 - R_{Total\_2} \\ PSR_3 - R_{Total\_3} \\ PSR_4 - R_{Total\_4} \end{bmatrix}$$

Используя полученные переменные  $\Delta x, \Delta y, \Delta z$ , повторно вычисляем предполагаемую позицию  $X_{Total}, Y_{Total}, Z_{Total}$  [2].

На сегодня самые известные системы спутниковой навигации: GPS; ГЛОНАСС; Бейдоу; Галилео, которые работают по схожему принципу, но существуют различия.

Таблица 1

Сравнение характеристик различных спутниковых систем

Системы спутниковой навигации	GPS	ГЛОНАСС	Бейдоу			Галилео
Гражданство	США	Россия	Китай			ЕС
Количество спутников	31+1	22+4	7+1	27+2	10+2	24+6
Количество орбитальных плоскостей	6	3	1	3	3	3
Орбиты	20200 км	19100 км	35786 км (ГЕО)	21528 км (СЗО)	35786 км (ГСО)	23222 км
	55°	64.8°	0°	55°	55°	56°
	11ч. 58м.	11ч. 15м.	24ч.	12ч. 53м.	24ч.	14ч. 4м.
Погрешность	2 - 4 м	3 - 6 м	10 м			4 - 8 м

Главное направление развития глобальных навигационных спутниковых систем в мире таково, что основные мировые державы и объединения создают собственные спутниковые системы. Имеет место и другая противоречащая тенденция - объединение по возможности всех группировок в единую орбитальную группировку мировой навигационной системы. Ещё одна тенденция - дополнение глобальных спутниковых систем региональными на базе спутников на геостационарных и геосинхронных орбитах.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куприянов А. О. Глобальные навигационные спутниковые системы: Учебное пособие. М.: МИИГАиК. - 2017. - 76 с.
2. Основы спутниковой навигации. URL: <http://glushilka.narod.ru/Jam/gps.pdf>
3. Спутниковая навигация: основные принципы работы. URL: [https://око.укр/ru/articles/GPS\\_GLONASS\\_AGPS\\_RTK/](https://око.укр/ru/articles/GPS_GLONASS_AGPS_RTK/) (Дата обращения: 01.04.2019)

Ло Цзюньхуа (Китай)

Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана, г. Москва

Научный руководитель: Корянов Всеволод Владимирович,  
канд. техн. наук., доцент

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ ОРБИТАЛЬНОЙ СПУТНИКОВОЙ ГРУППИРОВКИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ СВЯЗИ В ЗАДАННОМ РАЙОНЕ**

В настоящее время Глобальная навигационная спутниковая система (Global Navigation Satellite System, GNSS) постепенно развивается и способна предоставлять пользователям во всем мире такие всепогодные услуги, как позиционирование на уровне метра, дециметро-секундная велосиметрия и наносекундная синхронизация. Это напрямую связано с национальной экономикой, социальным развитием и национальным оборонным строительством.

Но присущая GNSS уязвимость к помехам и спуфингу, преобладание ошибок, неопределенность и затуманивание сигнала - все это препятствует предоставлению модернизированных услуг точной навигации.

Дополнение систем GNSS спутниками на низкой и средней околоземной орбите стало новым направлением исследований в области навигации.

В статье рассматривается возможность создания группировки среднеорбитальных спутников для улучшения GNSS в заданном регионе (в данной работе в качестве примеров используются материковый Китай и прибрежные районы). Исходя из проектной идеи регионального покрытия, используется несколько орбитальных плоскостей, один или несколько спутников в каждой орбитальной плоскости. Траектории спутников в разных орбитальных плоскостях перекрывают друг друга на поверхности вращающейся Земли. Зоны покрытия соседних спутников могут быть непрерывно соединены друг с другом на территории Китая для достижения непрерывного регионального покрытия территории Китая [1].

Высота орбит спутников, входящих в систему спутниковой мобильной связи, обычно выбирается в двух космических диапазонах: 500-2000 км и 5000-15000 км или около того. Выбор космического сегмента 500-2000 км является результатом сочетания сопротивления воздуха и радиационного пояса Ван Аллена. Если высота спутника слишком мала, на него влияет атмосферное сопротивление, он потребляет слишком много топлива и подвергается более серьезной атомной коррозии. Если высота слишком велика, на него влияет среда радиационного пояса Ван Аллена, что предъявляет к спутнику более высокие требования по радиационной стойкости и увеличивает сложность и вес конструкции спутника. Космический сегмент около 5 000-15 000 км был выбран потому, что он находится прямо посередине внутреннего и внешнего радиационных поясов Ван Аллена, где радиация относительно небольшая. Чем выше орбита спутника, тем больше зона покрытия одного спутника и тем меньше спутников требуется для группировки, но также тем больше затухание связи в свободном пути.

Региональные спутниковые группировки помимо геостационарных спутников имеют два основных типа орбит: среднеорбитальные и низкоорбитальные. В региональной негеостационарной спутниковой системе региональная система с низкоорбитальными спутниками потребовала бы слишком много спутников и была бы слишком дорогой. При использовании среднеорбитальных спутников, хотя потери связи несколько выше, система проектируется с большим углом возвышения, что приносит меньше негативных последствий в сложных условиях. Кроме того, необходимо учитывать влияние поясов Ван Аллена в атмосфере Земли на работу спутников. Принимая во внимание

ряд факторов, следует принять решение о группировке спутников на средней и высокой орбите [2].

Что касается типов орбит, то два основных типа орбит для средне- и низкоорбитальных спутников – это круговые орбиты и эллиптические орбиты. Спутники на эллиптической орбите в основном используются для предоставления услуг в высоких широтах. Для китайского региона больше подходят круговые орбиты, наклон орбиты может составлять от 20° до 50°.

Региональные системы спутниковой связи должны использовать возвратные орбиты. Для такого региона, как Китай, невозможно гарантировать обслуживание конкретного района в определенное время суток или в течение всего дня без регрессивной орбиты.

Поскольку  $T_\varepsilon$  обозначает звездный день, а  $T_s$  - орбитальный период спутника, они соответствуют следующему уравнению:

$$T_s = \frac{T_\varepsilon}{n}$$

где  $n$  - целое число, обозначающее количество оборотов спутника вокруг Земли за один звездный день.

Для среднеорбитальных спутников доступны возвратные орбиты 13 000 км, 10 000 км и 8 000 км, что соответствует орбитальным периодам приблизительно 8 часов, 6 часов и 4 часа, соответственно, при  $n$  равном 3, 4 и 5, соответственно.

Таким образом, принимая во внимание эти соображения, мы используем наклонную орбитальную группировку с двумя орбитальными плоскостями. Круговая орбита регрессии на высоте 10 000 км с наклоном орбиты 55° и двумя орбитальными плоскостями, с узлом правого восхождения на 210° и 300° долготы относительно опорного меридиана, соответственно, и четырьмя спутниками, равномерно распределенными в каждой орбитальной плоскости. Эффективность и надежность покрытия будет выше, если над целевой зоной будет находиться синхронный спутник для одновременного покрытия сигнала в дополнение к вышеописанной схеме.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чжан Цзюлун, Фэн Гуанцзэн. Проектирование и динамическое моделирование китайской низко и среднеорбитальной группировки мобильных спутников // Технологии беспроводной связи. – 2002. – № 3. – С. 56-60.
2. Лу Вэньцин, Пань Ченгшенг. Проектирование спутниковой орбиты и группировки для регионального покрытия // Огневая мощь, командование и управление. – 2007. – № 1. – С. 73-76.

Мачука Мендоса Кристиан Родриго (Эквадор)  
Томский политехнический университет, г. Томск  
Научный руководитель: Марков Николай Григорьевич,  
д-р техн. наук, профессор

## **СЕМАНТИЧЕСКАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ СНИМКОВ ПОВРЕЖДЕННЫХ ВРЕДИТЕЛЯМИ ХВОЙНЫХ ДЕРЕВЬЕВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТРАНСФЕРНОГО ОБУЧЕНИЯ**

**Аннотация.** Обнаружение повреждённых насекомыми - вредителями деревьев на ранних стадиях является актуальной задачей. В работе представлены две модели полносверточных нейронных сетей на основе классической модели U-Net и использовано трансферное обучение для ускорения процесса их обучения и повышения качества семантической сегментации снимков поврежденных деревьев с беспилотных летательных аппаратов. Приведены результаты исследования эффективности таких моделей полносверточных нейронных сетей.

### **Введение**

Вспышки массового размножения насекомых-вредителей наносят непоправимый вред хвойным лесам. Поэтому актуальными являются оперативный мониторинг таких лесов с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и семантическая сегментация снимков деревьев, собранных с использованием БПЛА, для выявления деревьев на начальных стадиях поражения вредителями.

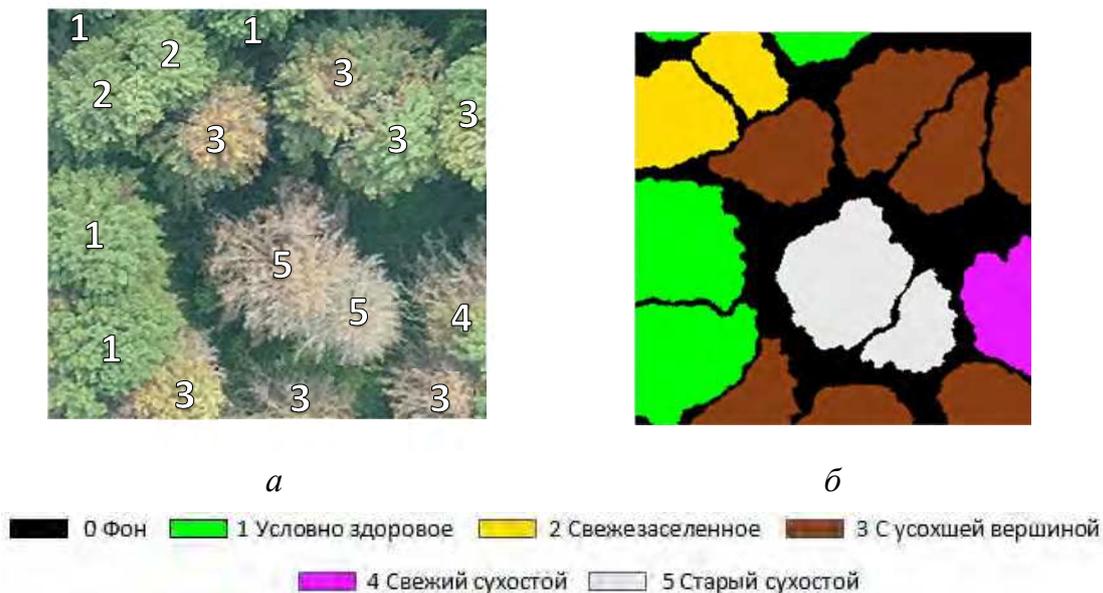
Семантическая сегментация снимков относится к задаче присвоения меток классов объектов каждому пикселю изображения. Присвоение таких меток является сложной задачей. В последние годы семантическая сегментация снимков выполняется путем использования сверточных нейронных сетей (СНС). Однако, для обучения СНС требуется большое количество эталонных снимков высокого качества, которые сложно создать из-за высокой стоимости съемки и разметки.

В работе предлагаются две модели полносверточных нейронных сетей для семантической сегментации снимков поврежденных вредителями деревьев кедра *P. sibirica* на основе классической СНС U-Net [1]. Формируются два набора данных: первый набор для полностью контролируемого обучения двух предлагаемых моделей СНС, а второй - для обучения этих моделей на основе трансферного обучения (ТО). Проводятся исследования эффективности обученных моделей.

### **Исходные данные для исследований**

В качестве исходных данных использовались RGB-изображения крон деревьев *P. sibirica*, полученные с помощью БПЛА и собранные

в панорамы. Изображения имеют пространственное разрешение около 3 см и 10 см в зависимости от высоты съемки. Разметка изображений для создания эталонных карт сегментации (масок) является сложной задачей. При ее решении экспертами - этмологами выделялось пять классов жизненного состояния деревьев *P. Sibirica*, поврежденных союзным короедом: 1 – «условно здоровое»; 2 – «свежезаселенное»; 3 – «с усохшей вершиной»; 4 – «свежий сухостой»; 5 – «старый сухостой» (рисунок 1). К классу 0 – «фон» относились деревья других пород и иные объекты земной поверхности.



*Рис. 1. Пример разметки фрагмента панорамы, выполненной экспертами: а – исходный фрагмент (каждое из деревьев отнесено визуальнo к одному из 5 классов); б – сформированная эталонная маска*

### **Наборы данных**

Для обучения предложенных моделей были сформированы два набора данных. Панорамы для первого набора данных были получены в июле 2019 г., а панорамы для второго набора данных – в мае 2021 г.

Для формирования обучающей и валидационной выборок первого набора данных панорамы и эталонные карты сегментации нарезались на фрагменты размером 256\*256 пикселей со сдвигом 128 пикселей. Всего было получено 10 445 обучающих и 2880 валидационных фрагментов. Второй набор данных был сформирован таким же образом, но без сдвига фрагментов. В результате было получено 996 обучающих и 540 валидационных фрагментов. В качестве тестовой выборки использовались фрагменты изображения размером 2048\*2819 пикселей.

### **Модели полносверточных сетей**

Для решения задачи классификации деревьев *P. sibirica* были разработаны две новые модели полносверточных нейронных сетей, каждая из которых основана на классической модели U-Net. В исходную модель U-Net были внесены следующие изменения: размеры входных и выходных тензоров были изменены, функция активации ReLU была заменена функцией ELU, слой пакетной нормализации применялся после каждой нелинейности, а слои свертки не изменяли размер карты признаков. В результате была получена модифицированная модель U-Net. На ее основе с использованием предложенного в [2] подхода к формированию ансамбля из трех U-Net разной глубины была разработана вторая модель полносверточных сетей – multihead-U-Net, сокращенно МН-U-Net. По сравнению с первой предложенной моделью она имеет существенные изменения: вместо одного используются три входа разных масштабов ( $256*256*3$ ,  $128*128*3$  и  $64*64*3$ ) и имеются три выхода разных масштабов, а процедура Dropout заменена на пространственную процедуру Dropout.

### **Обучение предложенных моделей СНС**

Для обучения предложенных моделей была применена аугментация «на лету». Это позволило расширить каждую обучающую выборку путем создания модифицированных выборок, полученных случайными преобразованиями исходных примеров.

Поскольку в обучающих выборках присутствует большой дисбаланс классов деревьев, была выбрана функция потерь Focal Loss [3]. Эта функция является улучшенной версией Cross-Entropy Loss и включает в себя два модулирующих параметра, которые уменьшают потери от простых примеров и увеличивают значение потерь в случаях неправильной классификации примеров деревьев *P. sibirica*.

Для определения наилучших гиперпараметров предложенных моделей СНС использовалась байесовская оптимизация. Этот подход к оптимизации позволяет построить стохастическую модель функции отображения из двенадцати значений гиперпараметров, определяющих структуру нейронной сети, коэффициент скорости обучения сети, степень модификации изображений при их аугментации и значения модуляции функции потерь.

### **Трансферное обучение моделей СНС**

Трансферное обучение – это повторное использование предварительно обученной модели для решения новой задачи. Такой подход сокращает требуемые вычислительные ресурсы и объем размеченных данных, необходимых для обучения новых моделей. Поскольку вторая обучающая выборка значительно меньше первой, а сезонные и световые условия получения снимков для этих выборок отличаются,

тогда ТО подходит для решения задачи семантической сегментации деревьев. Поэтому весовые коэффициенты моделей, обученных с помощью первого набора данных, предлагается использовать для обучения моделей на второй небольшой выборке.

### Результаты исследования эффективности моделей СНС

Количественная оценка эффективности предложенных моделей СНС проводилась путем применения метрики Intersection over Union (IoU), также известной как коэффициент Жаккара. Значения  $IoU_c$  для каждого с класса деревьев и среднего по всем классам mIoU, превышающие 0,5, можно считать приемлемым качеством сегментации.

Таблица 1

*Метрики качества сегментации деревьев P. Sibirica на валидационной выборке первого набора данных*

Модель	IoU <sub>c</sub>						mIoU
	Фон	Условно здоровое	Свежеселённое	С усохшей вершиной	Свежий сухой	Старый сухой	Val
U-Net	0.91	0.85	0.83	0.85	0.84	0.86	0.86
MH-U-Net	0.90	0.85	0.82	0.84	0.84	0.86	0.85

Из таблицы 1 видно, что обе модели СНС на первом наборе данных продемонстрировали высокое качество сегментации пикселей всех классов деревьев. Модифицированная сеть U-Net показывает незначительно более высокую эффективность, чем модель MH-U-Net.

Так как при обучении моделей на обучающей и валидационной выборках первого набора были получены результаты высокого качества, то полученные при этом оптимальные весовые коэффициенты моделей использовались далее в качестве начальных весов при обучении предложенных моделей на втором наборе данных. В таблице 2 представлены результаты сегментации деревьев на втором наборе без использования ТО и с его применением.

Таблица 2

Метрики качества сегментации деревьев *P. Sibirica* на валидационной выборке второго набора данных

Семантическая сегментация без использования трансферного обучения							
Мо- дель	IoUc						mIoU
	Фон	Условно здоро- вое	Свежеза- селённое	С усох- шей вер- шиной	Свежий сухо- стой	Старый сухо- стой	Val.
U-Net	<b>0.819</b>	<b>0.640</b>	<b>0.314</b>	<b>0.468</b>	<b>0.404</b>	<b>0.603</b>	<b>0.541</b>
MH- U-Net	0.813	0.636	0.257	0.479	0.379	0.598	0.527
Семантическая сегментация с использованием трансферного обучения							
Мо- дель	IoUc						mIoU
	Фон	Условно здоро- вое	Свежеза- селённое	С усох- шей вер- шиной	Свежий сухо- стой	Старый сухо- стой	Val.
U-Net	0.832	<b>0.638</b>	0.292	<b>0.523</b>	0.376	<b>0.638</b>	0.551
MH- U-Net	<b>0.834</b>	0.618	<b>0.335</b>	0.503	<b>0.421</b>	0.629	<b>0.557</b>

Аналогичным образом оценивалось качество сегментации деревьев на тестовой выборке. Полученные результаты приведены в таблице 3. Из таблиц 2 и 3 следует, что качество сегментации двух промежуточных классов деревьев даже при использовании ТО невысокое. Однако использование ТО повышает качество сегментации по метрике mIoU и значительно сокращает время обучения моделей (рисунок 2).

Таблица 3

Метрики качества сегментации деревьев *P. Sibirica* на тестовой выборке

Семантическая сегментация без использования трансферного обучения							
Мо- дель	IoUc						mIoU
	Фон	Условно здоро- вое	Свежеза- селённое	С усохшей вершиной	Свежий сухо- стой	Старый сухо- стой	Test
U-Net	<b>0.793</b>	<b>0.705</b>	<b>0.259</b>	0.543	<b>0.449</b>	<b>0.779</b>	<b>0.588</b>
MH- U-Net	0.791	0.702	0.187	<b>0.557</b>	0.428	0.7452	0.568
Семантическая сегментация с использованием трансферного обучения							
Мо- дель	IoUc						mIoU
	Фон	Условно здоро- вое	Свежеза- селённое	С усохшей вершиной	Свежий сухо- стой	Старый сухо- стой	Test
U-Net	0.808	<b>0.715</b>	0.296	<b>0.569</b>	0.436	<b>0.771</b>	<b>0.599</b>
MH- U-Net	<b>0.812</b>	0.679	<b>0.328</b>	0.559	<b>0.440</b>	0.758	0.596



Рис. 2. Время, необходимое для обучения моделей

### Заключение

В работе рассмотрено исследование эффективности двух предложенных моделей полносверточных нейронных сетей при семантической сегментации поврежденных деревьев *P. sibirica* на снимках с БПЛА. Показало, что использование трансферного обучения значительно сокращает время обучения этих моделей и повышает качество семантической сегментации деревьев на снимках.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-Net: Convolutional Networks for Biomedical Image Segmentation [Электронный ресурс]. 2015. URL: <https://arxiv.org/pdf/1505.04597> (дата обращения 20.01.2023).
2. Марков Н.Г., Маслов К.А., Керчев И.А., Токарева О.С. Модели U-Net для семантической сегментации повреждённых деревьев сосны сибирской кедровой на снимках с БПЛА // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2022. № 1. С. 65–77.
3. Lin T., Goyal P., Girshick R., He K., Dollar P. Focal Loss for Dense Object Detection [Электронный ресурс]. 2018. URL: <https://arxiv.org/pdf/1708.02002> (дата обращения 20.01.2023).

Муатаз Наджим Аль-Малики (Ирак),  
 Лаит Мохаммед Абдали (Ирак),  
 Исса Хайдер Абдулсахиб (Ирак),  
 Кувшинов Владимир Владиславович (Россия)

Севастопольский государственный университет, г. Севастополь

Научный руководитель: Якимович Борис Анатольевич,  
 д-р техн. наук, профессор

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДЯНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ

**Введение:** Охлаждение фотоэлектрических панелей является более экономичным методом, используемым для повышения производительности фотоэлектрических панелей [1-3]. Двойная система требует оптимизации скорости воздушного потока для достижения значительного охлаждения фотогальванических элементов [4]. Экспериментальные результаты фасада здания со встроенным фотогальваническим модулем показали, что охлаждение ячеек улучшается, когда воздух проходит над двумя фотогальваническими поверхностями [5-7]. Водяной насос с двигателем постоянного тока и сопла малого диаметра обеспечивают слой воды поверх фотоэлектрического модуля, который имеет три основных преимущества: снижается температура ячейки, увеличивается падающее излучение за счет преломления излучения водой, а поверхность постоянно очищается по течению воды [8-10]. Точность модели находится в пределах 6 К от измеренных значений температуры.

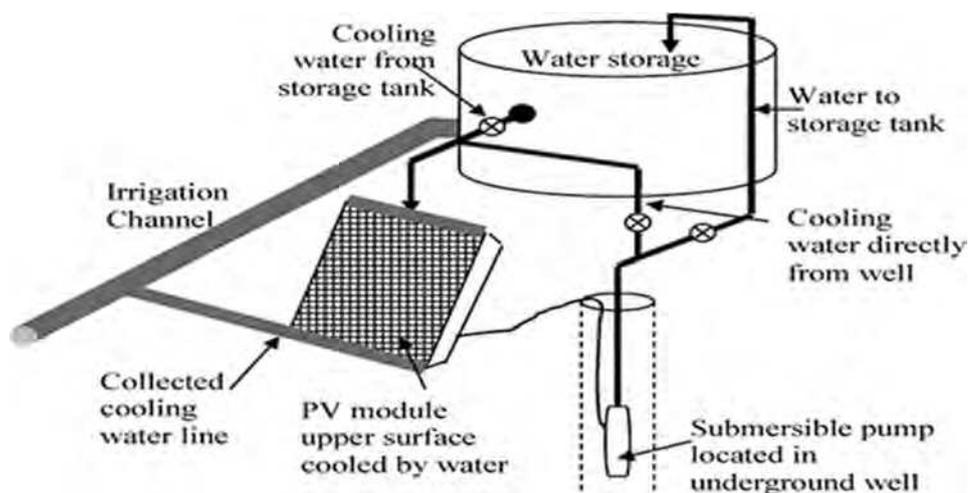


Рис. 1. Предлагаемая конфигурация системы перекачки воды с фотоэлектрическим питанием

**Теория:** Система перекачки воды предлагаемой технологии охлаждения показана на рисунке 1. Показаны две конфигурации для поверхностного охлаждения фотоэлектрических модулей использование воды непосредственно из скважины и использование воды из накопительного бака [11]. В обеих конфигурациях охлаждающая вода собирается в нижней части фотоэлектрического модуля и соединяется с основным оросительным каналом [12-14]. Были использованы почасовые данные о солнечной радиации для различных мест в Багдаде. Максимальная мощность фотоэлектрического модуля была оценена в ходе моделирования с использованием экспериментальных зависимостей между свойствами фотоэлектрического модуля ( $V_{oc}$ ,  $I_{sc}$ ,  $T_m$ ) в процессе охлаждения. Максимальная мощность фотоэлектрического модуля, работающего в условиях, отличных от стандартных условий испытаний (указанных изготовителем), оценивается по [15]:

$$\frac{P_{max}}{(I_{sc} \times V_{oc})|_{sc}} = \frac{P_{max}}{(I_{sc} \times V_{oc})|_i} \quad (1)$$

где нижний индекс  $i$  представляет условия эксплуатации, отличные от стандартных. Линейная регрессия для тестовых данных температуры фотоэлектрического модуля ( $T_m$ ) в зависимости от напряжения разомкнутой цепи ( $V_{oc}$ ) задается

$$V_{oc} = 22.384 - 0.067T_m \quad (2)$$

где  $T_m$  находится в °C. Кроме того, линейность между солнечной радиацией ( $G$ ) и током короткого замыкания ( $I_{sc}$ ) представлена

$$I_{sc} = 0.0967 + 0.00322G \quad (3)$$

где  $G$  в Вт /м<sup>2</sup>.

Изменение температуры модуля в зависимости от температуры окружающей среды может быть выражено следующей линейностью [16]:

#### ПРОЦЕДУРА ИСПЫТАНИЯ НА ОТКРЫТОМ ВОЗДУХЕ

Система была протестирована в климатических условиях пустыни (33°C) в Багдадском университете. Для проверки электрических характеристик фотоэлектрических модулей производителя были проведены два типа испытаний на кривизну ввода-вывода: испытание при обычной эксплуатации и испытание с водяным охлаждением. Для обеспечения единообразных условий в каждом испытании были рассмотрены следующие процедуры:

Горизонтальное направление и наклон фотоэлектрического модуля изменяются вручную во время испытания, чтобы обеспечить равномерное облучение поверхности фотоэлектрического модуля.

Температура рабочей ячейки измеряется при постоянном облучении.

Расход охлаждающей воды поддерживается постоянным (4 л/мин).

Температура воды в резервуаре была близка к температуре окружающей среды; однако в существующей системе орошения температура колодезной воды составляет 5 °С.

Температура ячейки измеряется до и после охлаждения при постоянном излучении.

Регистратор данных (DL2e) использовался для записи измерений радиации и температуры в течение одной минуты [30-32].

Для испытания были выбраны типичные летние дни, чтобы достичь максимальной рабочей температуры фотоэлементов. Для записи характеристик ввода-вывода фотоэлектрического модуля измеряются ток и напряжение для диапазона сопротивлений (0-2,07 К $\Omega$ ) и различных температур элемента, температуры окружающей среды и солнечной радиации показана на рисунке 2,3.

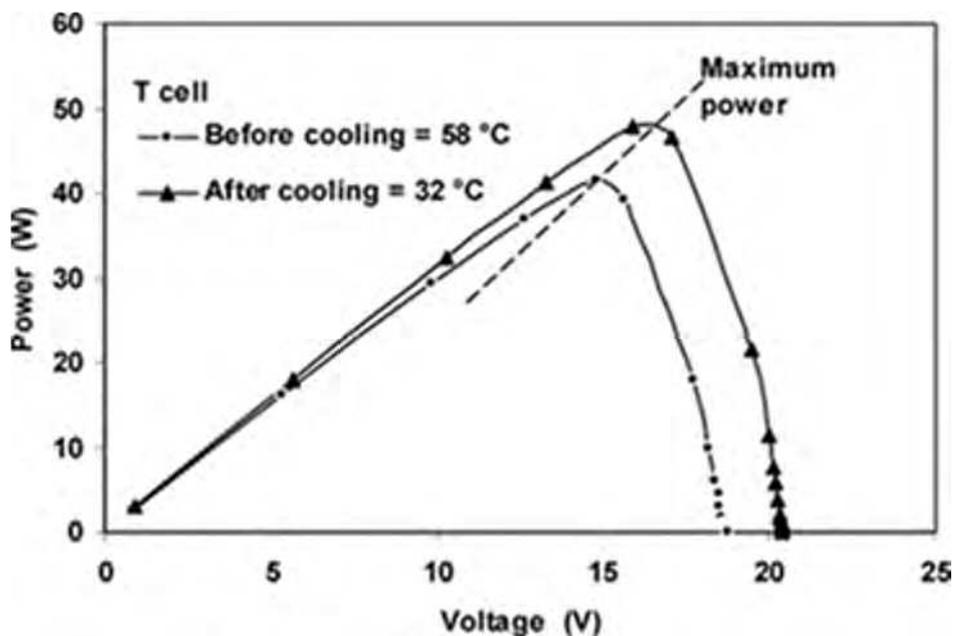


Рис. 2. Влияние водяного охлаждения на характеристическую кривую напряжение-мощность фотоэлектрического модуля. Излучение на поверхности фотоэлектрического модуля равно 1000 Вт/м<sup>2</sup>

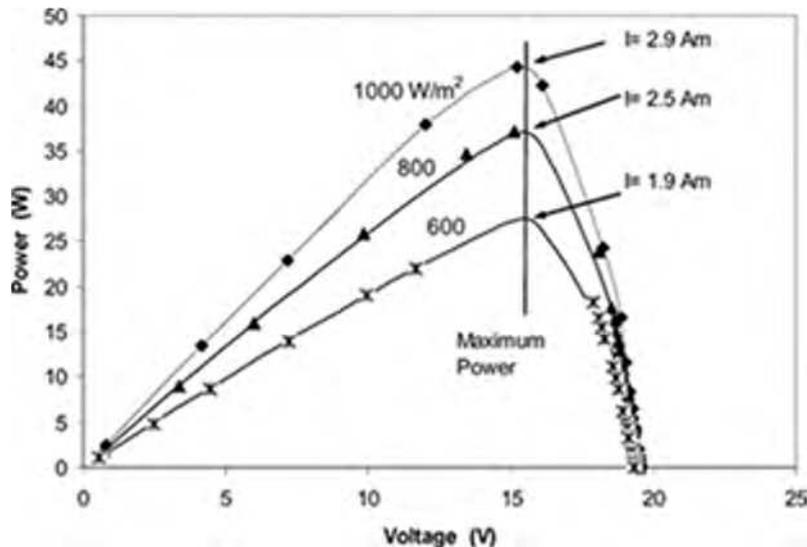


Рис. 3. Максимальная мощность фотоэлектрического модуля при охлаждении поверхности и при различных уровнях излучения. Температура поверхности при охлаждении составляет 40° С

### АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ

Были протестированы характеристики ввода-вывода фотоэлектрических модулей с водяным охлаждением и без него. Было обнаружено, что тенденции в характеристиках разработанной системы аналогичны описанным в литературе. Выходная мощность разработанного модуля измерялась при различных температурах окружающей среды и солнечной радиации. Между двумя температурными испытаниями модуля была обнаружена значительная разница в выходной мощности. Напряжение максимальной мощности постоянно для разных уровней излучения, в отличие от тока максимальной мощности, который прямо пропорционален излучению.

Увеличение выходной мощности фотоэлектрических модулей, полученное от различных источников охлаждающей воды, показано на рисунке 4. Температура поверхности фотоэлектрических модулей составляла 58° С в обычный летний день. Повышение температуры ячейки выше стандартной рабочей температуры (45° С) привело к снижению выходной мощности на 5 %. С введением водяного охлаждения получается запас мощности около 15 %. При непосредственном использовании подземных вод для охлаждения рабочая температура фотоэлектрических модулей остается почти постоянной в течение всего года.

Использование воды для охлаждения верхней части фотоэлектрического модуля может привести к избыточной мощности на 8 %. Это связано с повышенным входным излучением на поверхности из-

за рефракции в слое воды. Влияние разработанной технологии охлаждения на выходную мощность фотоэлектрического модуля для диапазона освещения и температуры поверхности модуля  $33^{\circ}\text{C}$  показано на рис. 5. Увеличение выходной мощности обусловлено двумя факторами: уменьшением угла облучения ( $\theta$ ) за счет преломления в слое воды и охлаждения за счет естественной конвекции. При уровне излучения в диапазоне  $400\text{-}1000\text{ Вт/м}^2$  производительность фотоэлектрического модуля увеличивается на  $4\text{-}10\%$ .

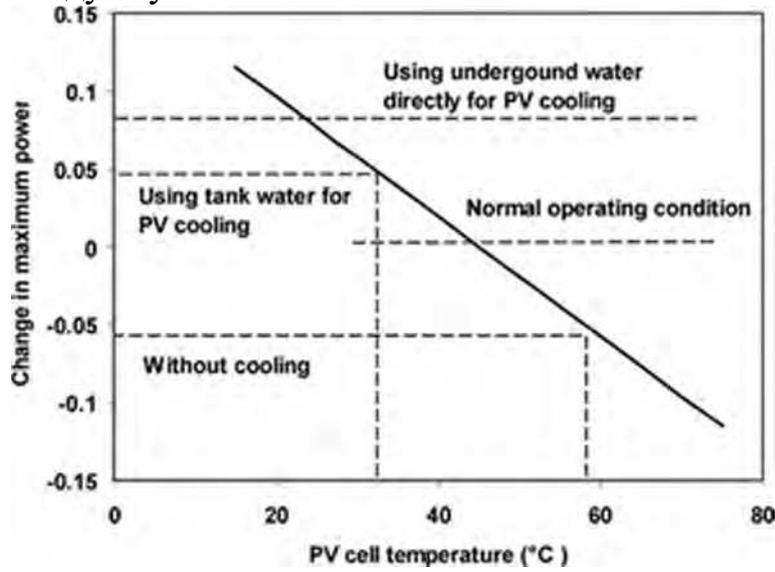


Рис. 4. Влияние использования различных источников охлаждающей воды на выходную мощность фотоэлектрического модуля. Излучение на поверхности составляет  $1000\text{ Вт/м}^2$

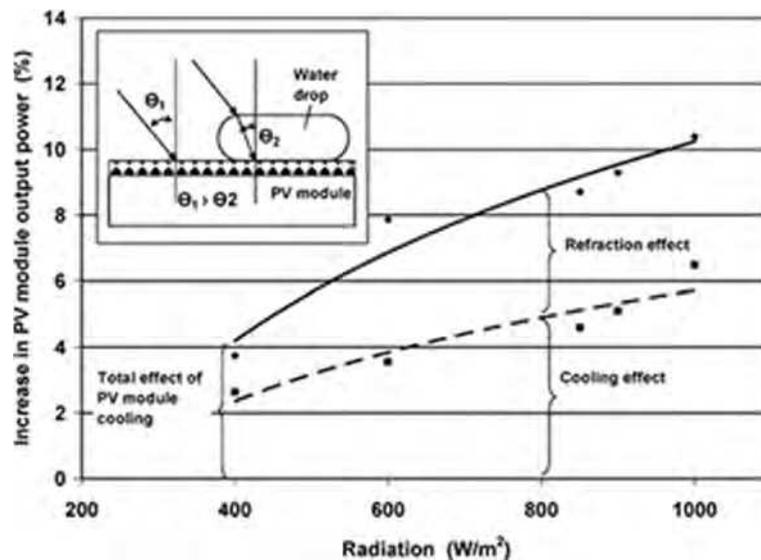


Рис. 5. Влияние преломления луча в слое охлаждающей воды на выходную мощность фотоэлектрического модуля. Температура влажной и сухой поверхности составляет  $33^{\circ}\text{C}$ .

Поверхность фотоэлектрического модуля была свободна от солевых отложений из-за его наклона и гравитации. Отложения крупных частиц предотвращал водяной фильтр, поставляемый с насосным агрегатом. Наибольшая погрешность результатов испытаний обнаружена при измерении температуры в верхней части модуля с погрешностью 0,1-0,3° С. Эта неопределенность отрицательно повлияла на максимальную фотоэлектрическую мощность на рисунке 6.

Таблица 1

*Ежемесячная энергия, вырабатываемая фотоэлектрическим модулем мощностью 60 Вт с подводным охлаждением и без охлаждения в широтах*

месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Итого
Pmax(kwh) With cooling	8.1	8.9	9.3	10.9	11.6	11.5	12	12.2	11.8	10.5	8.8	8.2	123.9
Pmax(kwh) Without cooling	8.1	8.7	9.1	10.6	11.1	10.9	11.3	11.5	11.2	10.1	8.6	8.1	119.3

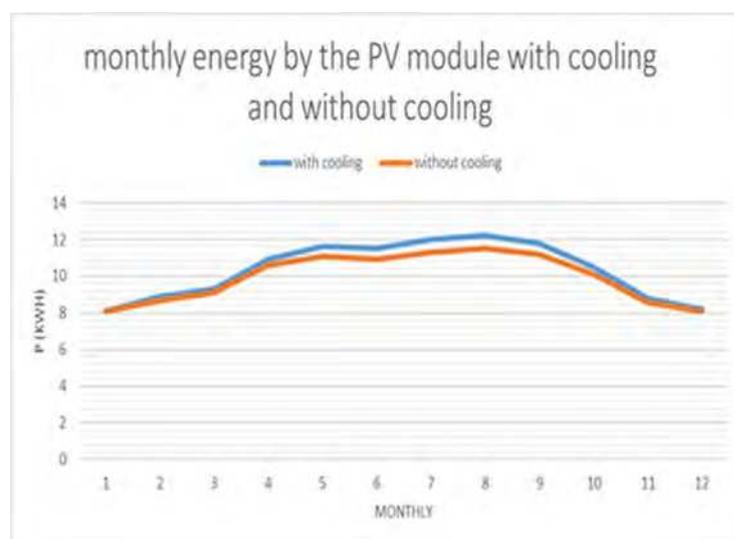


Рис. 6. Ежемесячная энергия, вырабатываемая фотоэлектрическим модулем мощностью 60 Вт с подводным охлаждением и без охлаждения

### Обсуждение и выводы

В этом исследовании была разработана технология поверхностного охлаждения фотоэлектрических модулей для повышения производительности водяной насосной системы, работающей от фотоэлек-

трических модулей. Результаты показали увеличение производительности системы на 4-19% за счет прямого контакта воды с фотоэлектрическим модулем, а также преломления солнечного излучения в водном слое и увеличения падающего излучения. Долгосрочный анализ производительности показал, что в местах с теплой погодой достигается устойчивый ежегодный прирост производительности фотоэлектрических модулей, в то время как в местах с умеренным климатом зафиксировано значительное увеличение мощности фотоэлектрических модулей только в течение определенного периода с октября по март. Подводя итог, можно сказать, что основные преимущества этой технологии заключаются в следующем:

Повышенная эффективность охлаждения за счет прямого контакта воды с поверхностью фотоэлектрического модуля.

Увеличение солнечной радиации на фотоэлектрическом модуле за счет преломления солнечных лучей в слое воды.

Верхняя поверхность фотоэлектрического модуля остается непыльной, благодаря непрерывному потоку воды.

Простая технология охлаждения, которая может быть установлена в любой стандартный модуль без значительного увеличения стоимости.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдали Л.М. Анализ и моделирование автономной фотоэлектрической системы с использованием среды matlab/simulink / Л.М. Абдали, Х.А. Исса, К.А. Али, В.В. Кувшинов, Э.А. Бекиров // Строительство и техногенная безопасность. – 2021. – № 21 (73). – с. 97-105. – DOI: <https://doi.org/10.37279/2413-1873-2021-21-97-105>.
2. Abd Ali, L. M., F. M. Al-Rufae, and V. A. Yakimovich. "Simulation of a Model Photovoltaic power system to generate electricity." (2019): с. 234-240.
3. Интеллектуальная система управления, используемая при работе ветроэлектрических установок /Л. М. Абдали, Ф. М. Аль-Руфай, Б. А. Якимович, В. В. Кувшинов // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2021. Т. 24, № 1. С.102–112. DOI: 10.22213/2413-1172-2021-1-102-112.
4. Абдали Л. М. Исследование режимов работы комбинированных солнечно-ветровых установок для обеспечения уличного освещения / Л. М. Абдали, Х. А. Исса, М. Н. Аль-Малики, В.В. Кувшинов, Э.А. Бекиров // Строительство и техногенная безопасность. – 2022. – № 25 (77). – С. 75-85.

5. Layth Mohammed Abd Ali, Haider Ahmed Mohmmmed and Husam Abdulhusein Wahhab. A Novel Design of 7-Level Diode Clamped Inverter. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2019, no. 14, pp. 3666-3673. doi.org/10.36478/jeasci.2019.3666.3673.
6. Абдали Л. М. А. Анализ различных методов отслеживания точки максимальной мощности при работе солнечных фотоэлектрических систем / Л. М. А. Абдали, Х. А. И. Исса, М. Н. К. Аль-Малики, Б.А. Якимович, В. В. Кувшинов // Интеллектуальные системы в производстве. – 2022. – Т. 20. – № 3. – С. 104-113. – DOI: 10.22213/2410-9304-2022-3-104-113.
7. Abd Ali, L. M., Al-Rufae, F. M., Kuvshinov, V. V. et al. Study of Hybrid Wind–Solar Systems for the Iraq Energy Complex. *Appl. Sol. Energy*, 2020, vol. 56, no. 4, pp. 284–290. <https://doi.org/10.3103/S0003701X20040027>.
8. Abd Ali L.M., Ahmed Mohmmmed H., Anssari M.O.H. Modeling and simulation of tidal energy. *J. Eng. Appl. Sci.*, 2019, no. 14, pp. 3698-3706. DOI: 10.36478/jeasci.2019.3698.3706.
9. Абдали Л.М. Моделирование параметров управления интегрированной системой солнечной генерации и накопления энергии / Л.М. Абдали, В.В. Кувшинов, Э.А. Бекиров, Ф.М. Аль-Руфай // Строительство и техногенная безопасность. – 2020. – № 18 (70). – с. 133-142. DOI: 10.37279/2413-1873-2020-18-133-142.
10. Оптимизация аккумулирования энергии в гибридных системах ветроэнергетики и фотовольтаики / Л. М. Абдали, Ф. М. Аль-Руфай, Б. А. Якимович, В. В. Кувшинов // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2020. Т. 23, № 2. С. 100–108. doi: 10.22213/2413-1172-2020-2-100-108.
11. Layth M. Abd Ali, L M., Ali, Q. A., Klačková, I., Issa, H. A., Yakimovich, V. A. and Kuvshimov, V. Developing a thermal design for steam power plants by using concentrating solar power technologies for a clean environment. *Acta Montanistica Slovaca*, 2021, Volume 26 (4), 773-783 DOI: <https://doi.org/10.46544/AMS.v26i4.14>
12. Абдали, Л. М., Мохаммед, Х. Д., Якимович, Б. А., Кувшинов, В. В., Коровкин, Н. В., & Бордан, Д. Ф. (2021). Моделирование режимов работы фотоэлектрической системы. *Вестник ИжГТУ имени МТ Калашникова*, 24 (3), с. 78-87.
13. Абдали, Л. М., Исса, Х. А., Аль-Малики, М. Н., Мохаммед, Х. Д., & Якимович, Б. А. Моделирование гибридной ветро-солнечной установки с использованием топливного элемента в качестве дополнительного источника энергосистемы, связанной

- с сетью, Международная научно-практическая конференция 21–23 сентября 2022 года, г. Севастополь, 294- 299.
14. Абдали Л. М., Аль-Малики М. Н., Исса Х. А., Якимович Б. А., Кувшинов В. В. Использование метода отслеживания точки максимальной мощности для увеличения эффективности работы фотоэлектрических установок // Интеллектуальные системы в производстве. 2022. Том 20, № 4. С. 106–116. DOI: 10.22213/2410-9304-2022-4-106-116.
15. Использование гибридных ветро-солнечных систем для энергоснабжения города Аль-Наджаф в Республике Ирак / Л. М. Абдали, М. Н. К. Аль-Малики, К. А. Али [и др.] // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. – 2022. – Т. 25. – № 3. – С. 82-91. – DOI: 10.22213/2413-1172-2022-3-82-91.
16. Сравнение эффективности различных методов управления энергетическими параметрами фотоэлектрических систем / Х. А. И. Исса, Л. М. А. Абдали, Б. А. Якимович // Труды МАИ. – 2023. – № 128. – DOI 10.34759/trd-2023-128-17.

Нкоан Янник (Габон)

Северо-Кавказский Федеральный университет, г. Ставрополь

Научный руководитель: Гасумов Рамиз Алиджавад Оглы,  
д-р техн. наук, профессор

## **ВОЗМОЖНОСТИ РАЗВИТИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В ИРАКЕ**

Аннотация: на сегодняшний день популярными среди солнечных установок для выработки энергии являются фотоэлектрические батареи. Такие технологии возможно использовать в тех регионах, где имеется большой потенциал солнечной энергии, как например, в Ираке. Незначительные затраты энергии в данном регионе вполне могут быть удовлетворены при помощи современных установок и получения чистой и возобновляемой энергии.

Ключевые слова: энергетика, фотоэлектрические батареи, Ирак, возобновляемая энергия.

Многие страны Ближнего Востока, в том числе и Ирак славятся большим количеством солнечных дней в году. Исследования показывают, что более 3000 часов за 365 дней страна получает солнечное излучение. С данным значением не могут конкурировать страны Европы, даже Испания. В этой связи еще с 1973 года в Ираке начались

исследования солнечной энергетики, ученые пытались представить модель с помощью, которой возможно водонагревание и охлаждение. Результатами исследований были подтверждены практически, затем акцент был смещен на изучение повышения эффективности использования солнечной энергии для внедрения ее в энергетику.

Применение возобновляемых источников солнечной энергии в Ираке может положительно сказаться на экономике страны, повысить ее инвестиционную привлекательность, но для начала необходимо более детально выявить преимущества нового вида энергетики. Так, стоит отметить, что во разных районах страны солнечная активность может отличаться. По результатам опытных исследований было выявлено, что солнечная инсоляция снижается с севера на юг. При этом в летние месяцы распределение солнечных лучей проходит более равномерно по всей стране.

Оценивать солнечную инсоляцию могут по данным метеорологических станций, которые расположены по всей стране. Ученые выявляют места, которые получают меньше излучения и причины данного явления, а также измеряют фактические уровни излучения по стране и делают общие выводы по значениям.

Таким образом, в соответствии с тем, что солнечное излучение в некоторые время распределяется равномерно по всем регионам страны, можно прийти к выводу о рациональности использования фотоэлектрических технологий, так как они подходят для выработки энергии из солнца. Данные технологии также можно использовать на электростанциях в небольших поселениях и в пустынных районах.

Солнечную энергию рационально использовать не только для нужд населения, ее можно применять и в промышленных масштабах, так как в день можно получить 6,5-7 кВтч / м<sup>2</sup>. Данные по солнечной энергии превращают Ирак в инвестиционно-привлекательный регион для строительства электростанций на базе возобновляемых источников энергии. Такого рода вложения рациональны в настоящее время, так как происходит снижение стоимости оборудования, а эффективность его установки довольно велика.

Несмотря на все преимущества данных проектов, имеются и некоторые недостатки, во-первых, не все инвесторы осведомлены о проектах по возобновляемой солнечной энергии в странах Ближнего Востока, многие не хотят вкладывать денежные средства в страны, где происходят военные действия, поскольку они могут нарушать работу электростанций, во-вторых, не все лица принимающие решения, ознакомлены с важностью проектов по солнечной энергетике, они не учитывают экономию денежных средств и ресурсов, а видят лишь трудности в закупке оборудования и строительстве станций.

Ирак может развивать свою энергетику, однако, в настоящее время преимущественно опирается на имеющиеся запасы нефти, не учитывая при этом, что нефть выступает как ограниченный ресурс. Также расширение использования нефтепродуктов отрицательно сказывается на окружающей среде, а имеющиеся места добычи нефти не всегда гарантируют постоянное владение ее, это связано с нестабильным политическим положением в странах Ближнего Востока.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Водяников В.Т. Экономическая оценка энергетики АПК: Учеб. пособие для студентов ВУЗов/ В.Т. Водяников. - М.: ИКФ "ЭКМОС", 2021. - 384 с.
2. Кувшинов В.В., Морозова Н.В., Софийский И. Ю. Возможности использования энергетических установок на основе возобновляемых источников энергии: Монография.
3. Мусаев М. Состояние и мировая практика использования альтернативных источников энергии [Электронный ресурс] - <http://energy.econews.uz/index.php/2009-02-15-14-14-09/957-state-and-world-practice-of-using-alternative-power-resources>

Омран Мазен (Сирия)

Московский государственный технологический университет  
«СТАНКИН», г. Москва

Научный руководитель: Волкова Галина Дмитриевна,  
д-р техн. наук

### **ОБНАРУЖЕНИЕ ДЕФЕКТОВ БЕТОННОЙ ПЛИТКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛАССИЧЕСКОГО МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ**

#### **Введение**

Дефекты возникают в результате возникновения некоторых ошибок на нескольких этапах, сопровождающих жизненный цикл продукта. Использование человеческого фактора для выявления дефектов – не лучший вариант из-за усталости и длительного рабочего времени [1]. Автоматизированные методы предлагают лучшие решения для выявления различных дефектов и оценки качества материалов.

Визуальное обнаружение является одним из наиболее распространенных методов автоматического обнаружения дефектов и основано на методах компьютерного зрения, которые получили большое

развитие после появления методов машинного обучения и глубокого обучения. Процесс обнаружения требует сбора и обработки наборов изображений или видеокадров, а затем обучения модели на одной части и тестирования ее на другой части.

Извлечение признаков представляет собой важную и явную фазу применения классического машинного обучения, которое реализуется с использованием нескольких алгоритмов. Извлечение большого количества признаков увеличивает объем данных, что вызывает некоторые фундаментальные проблемы, такие как низкая производительность распознавания и потребление вычислительных ресурсов [2].

Пространственные признаки позволяют получить много информации, связанной с текстурой изображения. Пространственные признаки зависят от интенсивности пикселей и извлекаются путем применения к изображению некоторых фильтров. Пространственные объекты предоставляют информацию об отдельных точках текстуры изображения, прямых или изогнутых линиях или контурах [3].

Бетонная плитка является широко используемым материалом, и она должна соответствовать определенным формальным и структурным требованиям, чтобы соответствовать утвержденным стандартам качества и быть разрешена к использованию. Дефекты бетонной плитки появляются в процессе производства, хранения или продажи в результате ошибок при выполнении этих операций.

В данной статье показаны результаты тестирования ряд классических алгоритмов машинного обучения с некоторыми известными пространственными признаками в процессах обнаружения различных дефектов бетонной плитки на основе классификации изображений.

### **Классическое машинное обучение**

В различных процессах, использующих классические методы машинного обучения, необходимо применять четыре основных этапа. Вначале собираются и подготавливаются наборы данных. Этот процесс происходит путем подготовки набора изображений, которые представляют дефектные состояния продукта, а также другого соответствующего набора, который представляет нормальное состояние продукта. После чего этот набор данных делится на две подгруппы, первая для обучения модели машинного обучения и вторая для тестирования модели.

Второй этап – это этап извлечения признаков, на котором критическая информация, относящаяся к процессу обнаружения дефектов, получается по усмотрению дизайнеров с помощью методов, которые помогают идентифицировать области интереса на изображениях набора данных.

Третий этап – это этап обучения модели машинного обучения, на котором один или несколько алгоритмов машинного обучения обучаются на данных, извлеченных из набора обучающих данных с помощью методов извлечения признаков.

На заключительном этапе обученная модель тестируется на наборе обучающих данных и оценивается в соответствии с набором показателей оценки.

### **Набор данных**

В этом исследовании был использован поднабор набора данных MVTeс с открытым исходным кодом и общедоступным в соответствии с международной лицензией Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 [4]. Набор данных обнаружения аномалий MVTeс содержит пятнадцать типов материалов, таких как плитка, дерево, кожа и другие, в виде поднаборов данных.

Набор данных бетонной плитки содержал 84 дефектных образца и около 250 нормальных образцов, в дополнение к маскам истинности, соответствующим каждому изображению дефектного образца. Этот объем данных относительно невелик, поэтому данные дополняются за счет применения набора геометрических преобразований к изображениям набора данных, таких как поворот под разными углами, отражение в вертикальном и горизонтальном направлениях, а также в обоих направлениях.

### **Извлечение пространственных объектов**

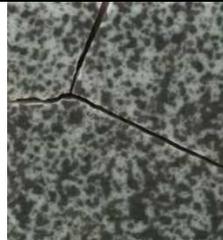
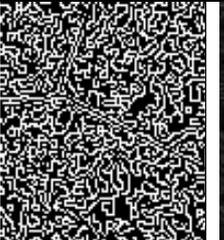
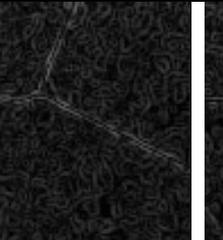
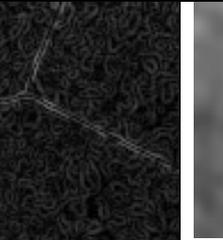
Пространственные признаки дают много информации, которую можно извлечь в зависимости от распределения интенсивности пикселей в изображении. Его можно использовать для идентификации некоторых точек, линий или отдельных областей на плоскости изображения. Этот процесс способствует выявлению областей интереса на изображении, которые должны быть ограничены определенными областями или точками. Один из самых популярных и простых методов извлечения пространственных признаков основан на фильтрах обнаружения границ. В этой статье использовались три известных фильтра обнаружения краев и один сглаживающий фильтр, а именно:

1. Фильтр Собеля: это комбинация размытия по Гауссу (уменьшает шум) и дифференциации (что приводит к отклику на краях). Фильтр Собеля вычисляет изменение градиента как набор значений, представляющих интенсивность градиента как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях по всему изображению [5].

2. Фильтр Превитта: детектор краев, который вычисляет максимальный отклик на наборе ядер свертки, чтобы найти локальную ориентацию границ в каждом пикселе. Метод Превитта также называют сопоставлением шаблонов ребер, поскольку изображение сопоставляется с набором шаблонов [6].
3. Фильтр Кэнни: многоступенчатый детектор границ, вычисляющий интенсивности градиентов с помощью фильтра, основанного на детекторе границ Гаусса [7].
4. Фильтр Гаусса: это сглаживающий фильтр с линейным поведением, используемый для уменьшения шума изображения [8].

В таблице 1 показан результат применения каждого из вышеперечисленных фильтров к трещине в мозаичном изображении.

Таблица 1

Оригинал	Кэнни	Превитт	Собель	Гаусса
				

### **Классические алгоритмы машинного обучения**

Алгоритм машинного обучения составляет основу системы обнаружения, так как он обучен тому, чтобы уметь различать разные образцы данных. В этой статье использовались два самых популярных и мощных алгоритма машинного обучения, а именно алгоритм «случайного леса» и алгоритм опорных векторов SVM.

#### **Алгоритм «случайного леса»**

Алгоритм «случайного леса» – это мощный и контролируемый алгоритм машинного обучения, который обычно используется во многих приложениях. Случайный лес состоит из набора деревьев классификации и регрессии, которые генерируются и каждое из которых обучается на случайном подмножестве обучающего набора данных [9]. Алгоритм случайного леса работает лучше, чем отдельные деревья решений, из которых состоит лес.

#### **Алгоритм опорных векторов SVM**

SVM – это мощная, популярная и контролируемая модель машинного обучения, способная выполнять линейные и нелинейные классификации и операции регрессии, и она хорошо работает с небольшими и средними наборами данных. Идея SVM заключается в том, чтобы найти наилучшую гиперплоскость, способную разделять

данные. Одним из наиболее заметных преимуществ работы с классификатором SVM является то, что он включает так называемый трюк ядра. Этот трюк позволяет получить тот же результат, как если бы было добавлено много признаков, но без необходимости их фактического добавления [10].

### Метрики оценки

Чтобы оценить результаты нашей работы, мы использовали набор часто используемых метрик для оценки производительности различных моделей машинного обучения. Положительным результатом считали наличие дефекта. Метрики оценки определяются следующим образом:

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (1)$$

$$Recall \text{ (полнота)} = \frac{TP}{TP+FN} \quad (3)$$

$$(AP) = \int p(r) dr \quad (5)$$

$$Precision \text{ (точность)} = \frac{TP}{TP+FP} \quad (2)$$

$$F1 \text{ score} = 2 * \frac{precision * recall}{precision + recall} \quad (4)$$

где :

TP: истинно положительный (True Positive); Ожидаемый объект дефектный, и фактический объект дефектный.

TN: истинно отрицательный (True Negative); Ожидаемый объект нормальный, и фактический объект нормальный.

FP: ложный положительный (False Positive); Ожидаемый объект дефектный, и фактический объект нормальный.

FN: ложноотрицательный (False Negative); Ожидаемый объект нормальный, а фактический объект дефектный.

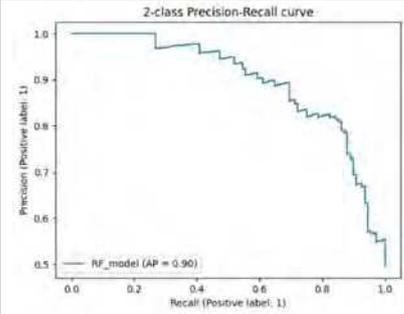
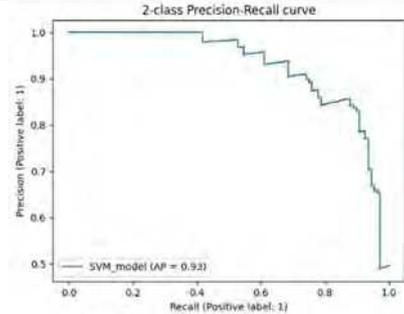
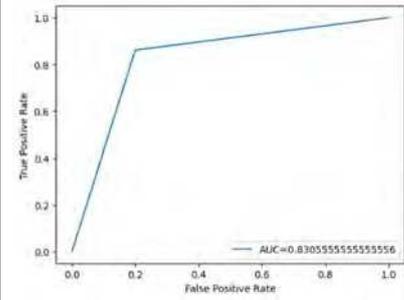
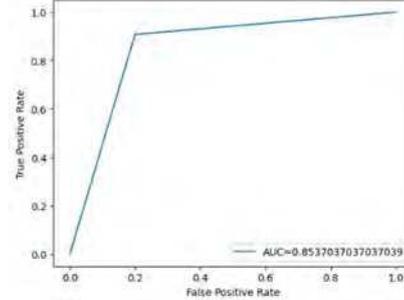
Поскольку дефектные образцы часто меньше, чем нормальные образцы, было бы уместно принять другую меру, а именно кривую «точность / полнота» (PR), которая, в свою очередь, даст среднюю точность (AP).

Еще одна кривая, используемая в качестве меры для оценки моделей бинарной классификации, – это площадь под кривой ROC (AUC). Кривая ROC представляет отношение между частотой истинных положительных результатов и частотой ложных срабатываний.

### Результаты работы

В таблице 2 представлены результаты, полученные для обоих алгоритмов машинного обучения.

Таблица 2

Метрикс	Случайный лес	SVM
Ассурасу%	83.02	85.32
Точность (Precision)%	80.86	81.66
Полнота (Recall)%	86.12	90.74
F1Score	83.40	85.96
AP / Кривая точность/полнота (PR)		
AUC и Кривая ROC		

### Заклучение

Классические методы машинного обучения облегчают обнаружение дефектов в различных материалах и хороши для приложений, не требующих очень быстрых механизмов обнаружения. Результаты этого исследования показывают, что производительность алгоритма SVM лучше, чем у алгоритма «случайного леса» при использовании некоторых пространственных признаков.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Ren Z. et al. State of the art in defect detection based on machine vision //International Journal of Precision Engineering and Manufacturing-Green Technology. – 2022. – Т. 9. – № 2. – С. 661-691.
2. Nguyen B. H. et al. Multiple reference points-based decomposition for multiobjective feature selection in classification: Static and dynamic mechanisms //IEEE Transactions on Evolutionary Computation. – 2019. – Т. 24. – № 1. – С. 170-184.
3. Joel T., Sivakumar R. An extensive review on Despeckling of medical ultrasound images using various transformation techniques //Applied Acoustics. – 2018. – Т. 138. – С. 18-27.

4. Bergmann P. et al. The MVTec anomaly detection dataset: a comprehensive real-world dataset for unsupervised anomaly detection //International Journal of Computer Vision. – 2021. – Т. 129. – № 4. – С. 1038-1059.
5. Благовещенский В. Г. и др. Автоматизация управления качеством производства шоколадных конфет с использованием видеоконтроля. – 2023.
6. Малеев А. В. Оптическая система с элементами искусственного интеллекта для мониторинга гололёдообразования на воздушных линиях электропередачи: дис. – Сибирский федеральный университет, 2023.
7. Orhei C. et al. Dilated filters for edge-detection algorithms //Applied Sciences. – 2021. – Т. 11. – №. 22. – С. 10716.
8. МАРТЫШКИН А. И. и др. Модификация метода выделения контуров объекта в интеллектуальных системах //Труды Института системного программирования РАН. – 2023. – Т. 34. – №. 6. – С. 127-136.
9. Пальмов С. В., Осанов Н. В. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДЕРЕВА РЕШЕНИЙ И СЛУЧАЙНОГО ЛЕСА //СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ 2023. – 2023. – С. 50-52.
10. Zholshiyeva L. et al. REAL-TIME KAZAKH SIGN LANGUAGE RECOGNITION USING MEDIAPIPE AND SVM //Известия НАН РК. Серия физико-математическая. – 2023. – №. 1. – С. 82

Прозорова Ирина Валентиновна (Казахстан),  
Сабитова Радмила Радиковна (Казахстан),  
Дербышев Ильдар Камильевич

Томский политехнический университет, г. Томск,  
Институт атомной энергии  
Национальный ядерный центр Республики Казахстан, г. Курчатов

Научные руководители: Иркимбеков Р.А. канд. физ-мат. наук,  
Беденко С.В. канд. физ-мат. наук

## ИССЛЕДОВАНИЕ БАЛАНСА РЕАКТИВНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНОВ СУЗ ПРИ ПРОВЕДЕНИЕ ФИЗИЧЕСКОГО ПУСКА РЕАКТОРА ИВГ.1М С НОУ ТОПЛИВОМ

**Abstract.** The IVG.1M research reactor (Kurchatov, Kazakhstan) was converted to low-uranium enriched (LEU) fuel in accordance with the nuclear non-proliferation programme. In order to determine and control the characteristics of the reactor with LEU fuel, experimental studies were conducted during the physical start-up of the reactor. This paper presents the main research results of the reactor characteristics after fuel conversion.

**Введение.** Национальный ядерный центр РК при поддержке Национальных лабораторий США выполняет проект по конверсии исследовательского реактора ИВГ.1М с 90% на обогащение менее 20% по  $^{235}\text{U}$ . Реактор ИВГ.1М, спроектированный и построенный российскими специалистами, работал с момента его создания в 1972 году на высокообогащенном урановом (ВОУ) топливе (с обогащение 90% по изотопу  $^{235}\text{U}$ ). Данная работа посвящена исследованию баланса реактивности и эффективности органов СУЗ при проведение физического пуска реактора ИВГ.1М с НОУ топливом.

Актуальность исследования. Реактор ИВГ.1М и сегодня является важным элементом экспериментальной базы НЯЦ РК, активно включен в научно-экспериментальную деятельность как в рамках казахстанских научно-технических программ, так и крупных международных проектов.

Целью исследований во время проведения физического пуска реактора ИВГ.1М было определение баланса реактивности и эффективности органов СУЗ.

**Экспериментальная часть.** В соответствии с методикой определение регулировочной характеристики системы регулирующих баббанов (РБ) проводилось из нескольких различных критических состояний. Критические положения системы РБ изменялись при ступенчатом вводе стержней компенсации реактивности (СКР) с шагом

100 мм для измерения регулировочной характеристики СКР и при установке (извлечении) физических макетов из измерительного канала, установленного в ячейку первого ряда вместо водоохлаждаемого канала (ВОТК). Измерения различных участков регулировочной характеристики системы РБ проводились при вводе положительной или отрицательной реактивности путем разворота системы РБ из критического положения и измерении введенной реактивности с помощью реактиметра. При проведении измерений к реактиметру была подсоединена ионизационная камера КНК-56, находящаяся в нижней части измерительного канала. Верхний торец камеры находился на 20 см ниже нижнего торца активной зоны. При работе реактора на мощности ток этой ИК приблизительно в 400 раз превышал токи штатных ИК.

Определение регулировочной характеристики СКР, эффектов реактивности при извлечении ФМ ТВС и эффектов реактивности при сливе воды проводились путем сравнения критических положений системы РБ с использованием регулировочной характеристики.

**Результаты.** В процессе исследования баланса реактивности и эффективности органов СУЗ при проведении физического пуска реактора ИВГ.1М с НОУ топливом были определены:

- регулировочная характеристика системы РБ;
- регулировочная характеристика системы СКР;
- эффекты реактивности при извлечении из активной зоны отдельных ФМ ТВС;
- эффекты реактивности при сливе воды.

**Заключение.**

В результате проведенных исследований при проведении физического пуска реактора ИВГ.1М были определены основные нейтронно-физические характеристики реактора с НОУ топливом.

Пэн Тяньтянь (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Литвинов Рудольф Викторович,  
канд. физ.-мат. наук, доцент

## ВСТРЕЧНОЕ ДВУХВОЛНОВОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В ГИРОТРОПНОМ КУБИЧЕСКОМ ФОТОРЕФРАКТИВНОМ КРИСТАЛЛЕ СИММЕТРИИ 23

Двухпучковое взаимодействие является известным процессом, протекающим в фоторефрактивных кристаллах с само воздействием светового поля. В настоящей работе рассмотрены основные физические процессы при фоторефрактивном эффекте в гиротропных кристаллах симметрии 23. Исследованы особенности встречного взаимодействия двух встречных волн при фазовой модуляции одного из пучков, падающих на кристалл.

### Модель взаимодействия

Для формирования фоторефрактивных голограмм и их использования в практических приложениях может быть использована пропускающая схема взаимодействия световых волн в светопреломляющем кристалле [1-5]. При моделировании взаимодействия вместо пучков, падающих на кристалл, будем рассматривать плоские световые волны с векторами электрической напряженности следующего вида

$$\tilde{\mathbf{E}}_{S_{in}} = \frac{S_{in}}{2} \mathbf{e}_S \exp[i(\omega t - \mathbf{k}_S \cdot \mathbf{r})]; \quad \tilde{\mathbf{E}}_{R_{in}} = \frac{R_{in}}{2} \mathbf{e}_R \exp[i(\omega t - \mathbf{k}_R \cdot \mathbf{r})] \quad (1.1)$$

где  $S_{in}$  и  $R_{in}$  – амплитуды волн;  $\mathbf{e}_S$  и  $\mathbf{e}_R$  – векторы поляризации волн;  $\mathbf{k}_S$  и  $\mathbf{k}_R$  – волновые векторы;  $\omega$  – частота;  $\mathbf{r} = x\mathbf{x}^0 + y\mathbf{y}^0 + z\mathbf{z}^0$  – радиус-вектор в системе координат с осями  $x^0$ ,  $y^0$  и  $z^0$ .

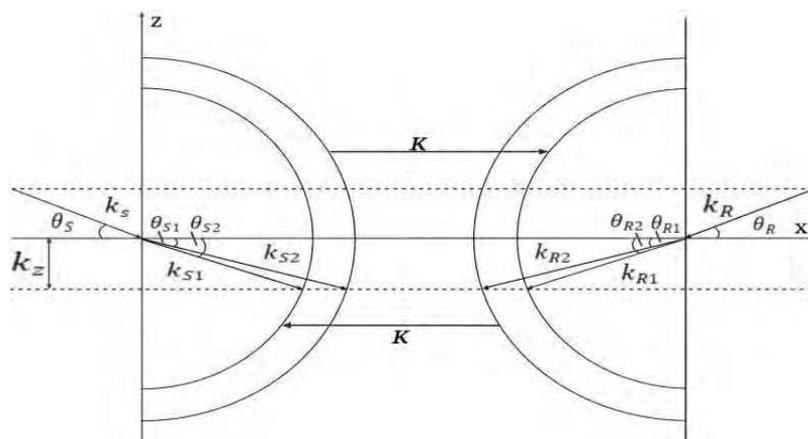


Рис. 1. Векторная диаграмма встречного двухволнового взаимодействия в фоторефрактивном кристалле.  $\theta_s, \theta_{s2}, \theta_{s1}$  – углы между волновыми векторами  $\mathbf{k}_s, \mathbf{k}_{s1}, \mathbf{k}_{s2}$  и нормалью к входной грани  $Ox$ ;  $\theta_r, \theta_{r1}, \theta_{r2}$  – углы между волновыми векторами  $\mathbf{k}_r, \mathbf{k}_{r1}, \mathbf{k}_{r2}$  и нормалью к входной грани  $Ox$

В общем случае фоторефрактивные кристаллы могут обладать двулучепреломлением [1-4]. Поэтому в результате преломления на границе каждой из падающих волн,  $\tilde{\mathbf{E}}_{Sn}$  и  $\tilde{\mathbf{E}}_{Rin}$ , в кристалле будет распространяться соответствующая им пара волн следующего вида:

$$\tilde{\mathbf{E}}_{s1} = \frac{S_1}{2} \mathbf{e}_{s1} \exp[i(\omega t - \mathbf{k}_{s1} \cdot \mathbf{r})], \quad \tilde{\mathbf{E}}_{s2} = \frac{S_2}{2} \mathbf{e}_{s2} \exp[i(\omega t - \mathbf{k}_{s2} \cdot \mathbf{r})] \quad (1.2)$$

$$\tilde{\mathbf{E}}_{r1} = \frac{R_1}{2} \mathbf{e}_{r1} \exp[i(\omega t - \mathbf{k}_{r1} \cdot \mathbf{r})], \quad \tilde{\mathbf{E}}_{r2} = \frac{R_2}{2} \mathbf{e}_{r2} \exp[i(\omega t - \mathbf{k}_{r2} \cdot \mathbf{r})] \quad (1.3)$$

где  $S_{1,2}$  и  $R_{1,2}$  – амплитуды волн в кристалле;  $\mathbf{e}_{s1,s2}$  и  $\mathbf{e}_{r1,r2}$  – векторы поляризации собственных оптических волн кристалла;  $\mathbf{k}_{s1,s2}$  и  $\mathbf{k}_{r1,r2}$  – волновые векторы собственных оптических волн кристалла.

Векторная диаграмма антисимметричного взаимодействия плоских световых волн представлена на рис. 1. Общее световое поле в кристалле – суперпозицией всех распространяющихся в нем волн

$$\tilde{\mathbf{E}} = \tilde{\mathbf{E}}_{s1} + \tilde{\mathbf{E}}_{s2} + \tilde{\mathbf{E}}_{r1} + \tilde{\mathbf{E}}_{r2} \quad (1.4)$$

Интенсивность общего светового поля в кристалле  $I = \tilde{\mathbf{E}} \cdot \tilde{\mathbf{E}}^*$  формирует интерференционную световую решетку, которую можно получить в следующем виде

$$I = I_0 \left[ 1 + \frac{m}{2} \exp(i\mathbf{K} \cdot \mathbf{r}) + \frac{m^*}{2} \exp(-i\mathbf{K} \cdot \mathbf{r}) \right] \quad (1.5)$$

где коэффициент модуляции  $m$  и вектор интерференционной решетки  $\mathbf{K}$  описываются соотношениями:

$$m = 2 \frac{S_1^* R_2 + S_2^* R_1}{I_0} \quad (1.6)$$

$$\mathbf{K} = \mathbf{k}_{S1} - \mathbf{k}_{R2} = \mathbf{k}_{S2} - \mathbf{k}_{R1} \cong (n_1 + n_2) k \mathbf{x}^o \approx 2nk \mathbf{x}^o \quad (1.7)$$

Линейный электрооптический эффект Поккельса вызывает возмущение диэлектрической проницаемости поля пространственного заряда  $\mathbf{E}_{sc}$  [6], оказывают противоположное влияние на световое поле, вектор электрической напряженности должен удовлетворять следующему нелинейному его уравнению Гельмгольца [6] для кристаллов:

$$\nabla \times \nabla \times \tilde{\mathbf{E}} - n^2 k^2 \tilde{\mathbf{E}} + 2\rho \nabla \times \tilde{\mathbf{E}} + \rho^2 \tilde{\mathbf{E}} = -n^4 k^2 (\mathbf{r}^u \cdot \mathbf{E}_{sc} (\tilde{\mathbf{E}} \cdot \tilde{\mathbf{E}}^*)) \cdot \tilde{\mathbf{E}} \quad (1.8)$$

где  $n$  – показатель преломления невозмущенного кристалла;  $\nabla = (\partial/\partial x)\mathbf{x}^o + (\partial/\partial y)\mathbf{y}^o + (\partial/\partial z)\mathbf{z}^o$  – векторный дифференциальный оператор;  $\mathbf{r}^u$  – электрооптический тензор третьего ранга.

Самосогласованная картина взаимодействия во многом определяется процессами формирования поля пространственного заряда. Уравнения, описывающие формирование фотоиндуцированного пространственного заряда в кристалле в рамках одноуровневой модели, может быть выражено как [5]:

$$\nabla \cdot \left[ \varepsilon_0 \boldsymbol{\varepsilon} \cdot \frac{\partial \mathbf{E}_{sc}}{\partial t} + e \mu n \mathbf{E}_{sc} + k_B T' \mu \nabla n \right] = 0 \quad (1.9)$$

$$\nabla \cdot (\boldsymbol{\varepsilon} \cdot \mathbf{E}_{sc}) = \frac{e}{\varepsilon_0} (N_D^+ - n - N_A) \quad (1.10)$$

$$\frac{\partial N_D^+}{\partial t} = (s_D I + \beta_d) (N_D - N_D^+) - \gamma_D N_D^+ n \quad (1.11)$$

где  $N_D^+$  – концентрация ионизированных доноров;  $s_D$  и  $\gamma_D$  – сечение фотоионизации доноров и коэффициент рекомбинации электрона на ионизированный донор соответственно;  $\beta_d$  – коэффициент термического возбуждения доноров.

Общее решение системы уравнений (1.9)–(1.11) не известно. Для получения приближенного решения этой системы будем искать неизвестные  $\mathbf{E}_{sc}$ ,  $N_D^+$ ,  $n$  в виде:

$$\mathbf{E}_{sc} = \left[ \frac{E_1(t, x)}{2} \exp(iKx) + \frac{E_1^*(t, x)}{2} \exp(-iKx) \right] \mathbf{x}^o = E_{sc}(t, x) \mathbf{x}^o \quad (1.12)$$

$$N_D^+ = N_0(t) + \frac{N_1(t, x)}{2} \exp(iKx) + \frac{N_1^*(t, x)}{2} \exp(-iKx) \quad (1.13)$$

$$n = n_0(t) + \frac{n_1(t, x)}{2} \exp(iKx) + \frac{n_1^*(t, x)}{2} \exp(-iKx) \quad (1.14)$$

где учтено, что  $K=Kx^0$  (см. рис. 1). Отметим, что изменения амплитуд  $E_1(t,x)$ ,  $N_1(t,x)$  и  $n_1(t,x)$  вдоль  $x$ -оси на периоде решетки  $\Lambda=2\pi/K$  пренебрежимо малы.

Решение относительно временной зависимости однородной составляющей концентрации электронов  $n_0(t)$  может быть найдено в виде

$$n_0(t) = \frac{n_x \cdot \exp(-\Delta t)(n_{00} - n_{st}) - n_{st}(n_{00} - n_x)}{\exp(-\Delta t)(n_{00} - n_{st}) - (n_{00} - n_x)} \quad (1.15)$$

где

$$\Delta = \sqrt{\left(\frac{1}{\tau_R} - \frac{1}{\tau_I}\right)^2 + \frac{4}{\tau_D \tau_I}} \quad (1.16)$$

$$n_{st} = \frac{\sqrt{\tau_R^2 + \tau_I^2 + 2\tau_R \tau_I - 4N_A \tau_R^2 \tau_I \gamma_D + 4N_D \tau_R^2 \tau_I \gamma_D} - \tau_R - \tau_I}{2\tau_R \tau_I \gamma_D} \quad (1.17)$$

$$n_x = -\frac{\sqrt{\tau_R^2 + \tau_I^2 + 2\tau_R \tau_I - 4N_A \tau_R^2 \tau_I \gamma_D + 4N_D \tau_R^2 \tau_I \gamma_D} + \tau_R + \tau_I}{2\tau_R \tau_I \gamma_D} \quad (1.18)$$

Пренебрежение временной зависимостью однородной части электронов  $n_0(t)$  влечет за собой и пренебрежение временной зависимостью амплитуду неоднородной части электронов ( $\partial n_1/\partial t = 0$ ). В этом приближении уравнение для амплитуды поля пространственного заряда может быть представлено в известном виде (см., например, [1-4]):

$$\frac{dE_1(t,x)}{dt} + \frac{I_0 N_D S_D}{N_A} E_1(t,x) = -im(t,x) \frac{E_{dif} I_0 N_D \mu \epsilon S_D \tau_{dif}}{\epsilon \cdot \epsilon_0}, \quad (1.19)$$

### Уравнения связанных волн

Так как коэффициент  $m$  выражается через комплексные скалярные амплитуды волн в кристалле (см. (1.6)), то необходимо редуцировать уравнение Гельмгольца (1.8) к уравнениям относительно этих амплитуд. Используя соотношения (1.4), представим световое поле в кристалле в параксиальном приближении (см. (1.7)) в виде:

$$\begin{aligned} \tilde{E} = & \left[ \frac{S_1(x)}{2} e_1 \exp(-in_1 kx) + \frac{S_2(x)}{2} e_2 \exp(-in_2 kx) + \right. \\ & \left. + \frac{R_1(x)}{2} e_1^* \exp(in_1 kx) + \frac{R_2(x)}{2} e_2^* \exp(in_2 kx) \right] \exp(i\omega t) \end{aligned} \quad (1.20)$$

Подстановка соотношения (1.20) в уравнение Гельмгольца (1.8) и использование методики метода медленно-меняющихся амплитуд позволяет получить следующие связанные уравнения относительно амплитуд взаимодействующих волн:

$$\begin{aligned} \frac{\partial S_1}{\partial x} &= -iN_1^* [g_I^* R_1 \exp(i\Delta kx) + g_E R_2]; \quad \frac{\partial R_1}{\partial x} = iN_1 [g_I \exp(-i\Delta kx) S_1 + g_E S_2] \\ \frac{\partial S_2}{\partial x} &= -iN_1^* [g_E R_1 + g_I R_2 \exp(-i\Delta kx)]; \quad \frac{\partial R_2}{\partial x} = iN_1 [g_E S_1 + g_I^* \exp(i\Delta kx) S_2] \end{aligned} \quad (1.21)$$

где  $N_1^* = \frac{\pi n^3 r_{41} E_1^*}{2\lambda}$ ;  $N_1 = \frac{\pi n^3 r_{41} E_1}{2\lambda}$ ;  $\lambda$  – длина световой волны в вакууме;

$$g_E = \mathbf{e}_{1,2} \cdot \mathbf{g} \cdot \mathbf{e}_{1,2}^*; \quad g_I = \mathbf{e}_1 \cdot \mathbf{g} \cdot \mathbf{e}_2^*;$$

$$\mathbf{g} = \begin{bmatrix} 0 & x_3^0 & x_2^0 \\ x_3^0 & 0 & x_1^0 \\ x_2^0 & x_1^0 & 0 \end{bmatrix} \quad (1.22)$$

Система уравнений связанных волн (1.21) совместно с уравнением (1.19) соотношением (1.6) формирует нелинейную модель самодифракции световых волн на встречной фоторефрактивной решетке в кубическом гиротропном кристалле симметрии 23. Точное решение этой системы до сих пор не найдено.

### Заключение

В статье рассмотрена модель фоторефрактивного эффекта в кубическом гиротропном фоторефрактивном кристалле симметрии 23. В случае встречного взаимодействия исходная модель может редуцирована к системе нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных относительно амплитуд собственных оптических волн кристалла и амплитуды первой пространственной гармоники поля пространственного заряда.

Показано, что кинетика взаимодействия в первую очередь определяется полем пространственного заряда. Формирование этого поля связано с фотогенерацией электронов с донорных энергетических уровней, их движением под действием диффузии и дрейфа, и последующей рекомбинацией на акцепторные уровни.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петров М.П., Степанов С.И., Хоменко А.В. Фоточувствительные электрооптические среды в голографии и оптической обработке информации. Л.: Наука, 1983. 256 с.
2. Gunter P., Huignard J.P., eds. Photorefractive materials and Their Applications. I. Fundamental phenomena. II. Applications. Topics in applied physics. Vol. 61. Berlin–Heidelberg, 1988; Vol. 62. Springer – Verlag, 1989. 295 p.

3. Одулов С.Г., Соскин М.С., Хижняк А.И. Лазеры на динамических решетках. М.: Наука, 1990. 271 с.
4. Петров М.П., Степанов С.И., Хоменко А.В. Фоторефрактивные кристаллы в когерентной оптике. СПб: Наука, 1992. 315 с.
5. Литвинов Р.В. Фоторефрактивные голограммы в нецентросимметричных кристаллах. Томск: Томский государственный университет, 2007. 498 с.
6. Hall T.J., Fiddy M.A., Ner M.S. Opt. Lett., 5, 485 (1980). Solymar L., Webb D.J., Grunnet-Jepsen A. The Physics and Application of Photorefractive Materials (Oxford: Clarendon Press, 1996).

Саббаган Арэф (Иран)

Санкт-Петербургский политехнический университет  
Петра Великого, г. Санкт-Петербург

Научный руководитель: Давыдов Роман Вадимович,  
канд. физ.-мат. наук, доцент

## **МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ВЫХОДНОЙ МОЩНОСТИ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ**

На сегодняшний день наблюдается значительный рост потребности в электрической энергии для человечества, удовлетворять которую за счет традиционных ресурсов становится сложнее. Между тем, энергия солнца является доступным и экологически безопасным источником энергии. Один из способов задействовать солнечную энергию – использовать солнечные элементы. Различные параметры в них влияют на эффективность поглощения и преобразования солнечной энергии. Задействована электрическая энергия. Часть из них связана с самим солнечным светом – его направлением и интенсивностью, а часть – с самой конструкцией солнечного элемента.

Фотогальваническое явление – это явление, при котором энергия света преобразуется в электрическую энергию без использования механических механизмов [1]. Система, использующая его называется фотоэлектрической системой. Основные причины обращения внимания на фотоэлектрическую промышленность в последние годы и ее ежегодный рост заключаются в следующем:

1. Нет необходимости в ископаемом топливе и проблемах с заправкой, особенно в труднодоступных районах.
2. Возможность производить энергию на месте потребления, снижая и экономя затраты на передачу и распределение электроэнергии.

3. Диверсификация источников энергии.

4. Возможность установки в разной мощности и эксплуатации в разное время, согласно потребностям потребителя. Например, установка на фасаде или крыше домов позволяет собирать и накапливать энергию в батарее в солнечные часы и использовать ее в другое время [2].

Фотоэлектрические системы состоят из следующих трех основных частей, которые показаны на рис. 1. Это: солнечные модули или панели, преобразующие солнечную энергию в электрическую; промежуточная часть, которая управляет передачей электрической энергии, полученной от фотоэлектрических систем на основе разработанного проекта, в соответствии с потребностями потребителя; Все потребители электроэнергии, включая потребление электроэнергии переменного и постоянного тока [3].

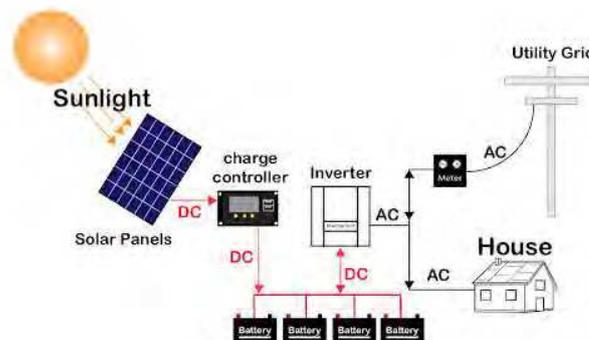


Рис. 1. Процесс выработки электроэнергии из солнечного света и передачи ее потребителю

Эквивалентная схема фотогоальванического элемента в стандартной электроэнергетике показана на рис. 2.

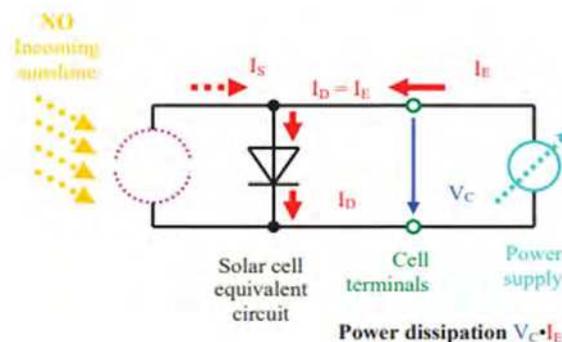


Рис. 2. Эквивалентная схема фотогоальванического элемента без солнечного излучения, подключенного к внешнему источнику питания при обычном производстве электроэнергии

Солнечный свет создает ток на входе. Отслеживание точки максимальной мощности в конечном счете обеспечит максимальное значение  $V_c I_L$ . Для получения определенного напряжения нагрузки выходное напряжение ячейки должно иметь определенное значение  $I_p$ . Стандартная характеристика тока диода по отношению к напряжению определяет известную активную выходную характеристику фотогальванического элемента [4].

Ось вращения Земли имеет угол 32,5 градуса по отношению к ее пути вокруг Солнца. Такой наклон вызывает изменение продолжительности дня и ночи на планете Земля. Летом из-за удлинения пути солнца по небу дни длиннее, а зимой дни становятся короче из-за сокращения пути солнца по небу. Угол между северной осью и югом земли и плоскостью земной орбиты и плоскостью земной орбиты вокруг Солнца выражаются следующим соотношением:

$$\delta = 23.4 \sin \left( \frac{2\pi(n - 80)}{365} \right)$$
, где  $n$  - номер дня в календарном году, который приходится на первое января. Формула пикового угла солнечного света ( $\theta_z$ ):  $\theta_z = \arccos(\sin \delta \sin \varphi + \cos \varphi \cos \delta \cos \omega)$ .

Когда  $\varphi$  – местная широта, а  $\omega$  – часовой угол, наклон солнца  $\delta$  можно точно рассчитать с помощью метода Спенсера:

$$\delta = \frac{180}{\pi} [0.006918 - 0.399912 \cos B_s + 0.070257 \sin B_s - 0.006758 \cos(2B_s) + 0.00907 \sin(2B_s) - 0.002697 \cos(3B_s) + 0.00148 \sin(3B_s)]$$
, где  $(4)B_s = 360^\circ \times (n - 1)/365$ . Солнечный свет падает под углом к поверхности неподвижных коллекторов энергии, что снижает количество собираемой энергии по сравнению с горизонтальным коллектором. Однако методика подбора угла позволяет отчасти скомпенсировать это.

Модель соединения солнечных элементов друг с другом: одиночные солнечные элементы производят небольшую мощность, напряжение и ток. Солнечная батарея использует элементы, соединенные последовательно в цепочки, для повышения напряжения до желаемого значения. Цепочки соединены параллельно для получения желаемого тока. Кремниевый солнечный элемент имеет напряжение от 0,5 до 0,6 В, по этой причине большое количество ячеек соединено последовательно в солнечном модуле для достижения более высокого уровня напряжения. Чтобы обеспечить уровень напряжения и тока, требуемый электрической нагрузкой, наборы солнечных модулей соединяются последовательно и параллельно, и этот набор создает солнечную батарею, как показано на рис. 3.

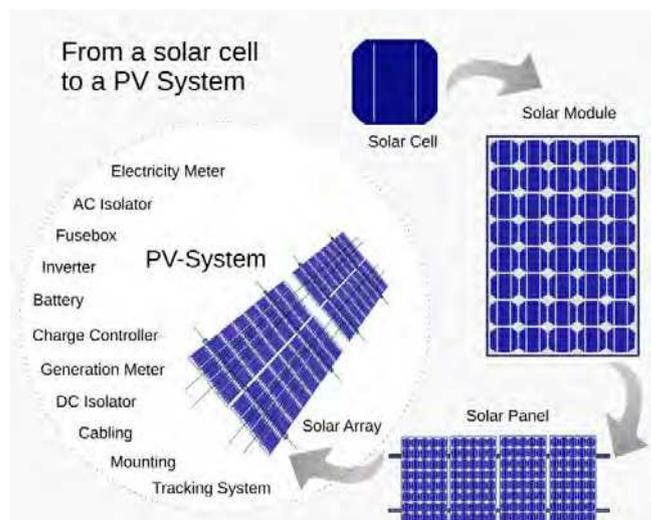


Рис. 3. Модель установки солнечных батарей

Многие факторы, такие как время года, пыль, снег, угол установки панели и установка элементов, связаны с уменьшением и увеличением эффективности и выходной мощности солнечных элементов. Преимущества фотоэлектрических преобразователей, такие как бесшумное преобразование энергии и отсутствие загрязнения окружающей среды, длительный срок службы и низкие эксплуатационные расходы и возможности установки, от малой мощности (несколько ватт) до высокой мощности (несколько мегаватт) и относительная легкость компонентов. В системах преобразования солнечной энергии эти преобразователи очень популярны из-за низкой стоимости систем. Его фотоэлектрические элементы необходимы для максимального поглощения солнечной энергии и, как следствие, снижения цены на производимую ими электроэнергию. Также из-за высокой зависимости количества энергии, вырабатываемой солнечными батареями, от интенсивности поглощаемого ими света, одним из лучших способов использования фотоэлектрического преобразователя является использование мобильной солнечной батареи. Полученные результаты подтверждают этот результат. Если используется правильным образом мобильная солнечная система, в течение полного летнего дня может быть поглощено более чем на 11% больше энергии.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kan A., Zeng Y., Meng X., Wang D., Xina J., Yang X., Tesren L. Understanding solar energy variability and photovoltaic power potential in Tibet, China // Sustainable Energy Technologies and Assessments. – 2021. – Т. 48. – 101551.

2. Awuku S.A., Bennadji A., Muhammad-Sukki F., Sellami N. Public-private partnership in Ghana's solar energy industry: The history, current state, challenges, prospects and theoretical perspective // *Energy Nexus*. – 2022. – Т. 6. – 100058.
3. Ikram M., Malik R., Raees R., Imran M., Wang F., Ali S., Khan M., Khan Q., Maqbool, M. Recent advancements and future insight of lead-free non-toxic perovskite solar cells for sustainable and clean energy production: A review // *Sustainable Energy Technologies and Assessments*. – 2022. – Т. 53A. – 102433.
4. Cox J.L., Hamilton W.T., Newman A.M. Parametric analysis on optimized design of hybrid solar power plants // *Solar Energy*. – 2023. – Т. 252. – С. 195-217.
5. Reis J., Batista P., Oliveira P., Silvestre C. Attitude, body-fixed Earth rotation rate, and sensor bias estimation using single observations of direction of gravitational field // *Automatica*. – 2021. – Т. 125. – 109475.

Сунь Цзянхао (Китай)

Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана, г. Москва

Научный руководитель: Карпунин Александр Александрович,  
канд. техн. наук, доцент

### **СИСТЕМА ТРАЕКТОРНОГО УПРАВЛЕНИЯ ЧЕТЫРЕХКОЛЕСНЫМ РОБОТОМ НА ОСНОВЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ**

Исследования четырехколесной мобильной робототехнической системы проводятся для задач обследования и раннего предупреждения в жилых домах, лабораториях и других сценариях. Например, мобильные роботы могут использоваться для обнаружения пожаров и утечек химических газов в лабораториях, а также для автоматической идентификации и определения местоположения застрявших людей, важного имущества и других целей.

Робот использует лидар и 3D камеру для записи ситуации в помещении и автоматически формулирует оптимальную траекторию для достижения одной или нескольких намеченных целевых точек. В то же время оператор может понять конкретную ситуацию в помещении через камеру.

### 1. Кинематическое моделирование

Все четыре колеса полноприводного автомобиля WMR, изучаемые в этой статье, являются обычными колесами и приводятся в движение независимо друг от друга. При моделировании кинематики робота делаются следующие предположения:

- 1) четыре ведущих колеса распределены симметрично относительно центра масс и расположены в одной плоскости;
- 2) радиус поворота кузова автомобиля намного больше, чем радиус колеса;
- 3) ведущее колесо находится в точечном контакте с землей;
- 4) ведущее колесо не будет скользить в продольном направлении во время движения.

При движении колесного робота в горизонтальной плоскости линейная скорость корпуса робота равна  $v$ , а угловая скорость равна  $\omega$ . Положение координат равно  $x, y$ , а угол курса равен  $\theta$ , поэтому можно сформировать вектор состояния  $q = [x \ y \ \theta]^T$ . Движение робота описывается следующей системой уравнений:

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & 0 \\ \sin\theta & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v \\ \omega \end{bmatrix} \quad (1)$$

По предположению продольная составляющая скорости левого колеса робота постоянна, и продольная составляющая скорости правого колеса тоже постоянна; все поперечные компоненты скорости четырех колес равны нулю. Поэтому принимается, что скорость левого колеса равна  $v_L$ , а скорость правого колеса равна  $v_R$ . Предполагается, что расстояние между левым и правым колесами равно  $2b$ . Отсюда зависимость между скоростью корпуса робота и скоростью левого и правого колес можно получить следующим образом:

$$v = \frac{(v_L + v_R)}{2} \quad (2)$$

$$\omega = \frac{(v_R - v_L)}{b} \quad (3)$$

Вводится неголономная система в форма Пфаффа, описывающая движение:

$$[\sin\theta \quad -\cos\theta \quad 0] \begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = A(q)\dot{q} = 0 \quad (4)$$

Таким образом, кинематическое уравнение колесного робота, управляемого скоростью левого и правого колес, выглядит следующим образом:

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\cos\theta}{2} & \frac{\cos\theta}{2} \\ \frac{\sin\theta}{2} & \frac{\sin\theta}{2} \\ \frac{1}{b} & \frac{1}{b} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_L \\ v_R \end{bmatrix} \quad (5)$$

Можно реализовать управление движением колесного робота путем задания скоростей левого и правого колес.

## 2. Устройство мобильной роботизированной платформы

Система управления четырехколесным роботом разделена на компьютер верхнего уровня и компьютер нижнего уровня. Компьютер верхнего уровня представляет собой одноплатный компьютер RK3566 с четырехядерным процессором Cortex-A55, компьютер нижнего уровня представляет собой плату управления с микроконтроллером STM32F407. В одометре используется трехосевой гироскоп и акселерометр MPU6050, установленный на плате управления компьютера нижнего уровня, а также драйвер мотора TB6612. Используются также лидар TOF и 3D-камера, подключенные к компьютеру верхнего уровня. Схема аппаратного обеспечения системы управления роботом показана на рис. 1.

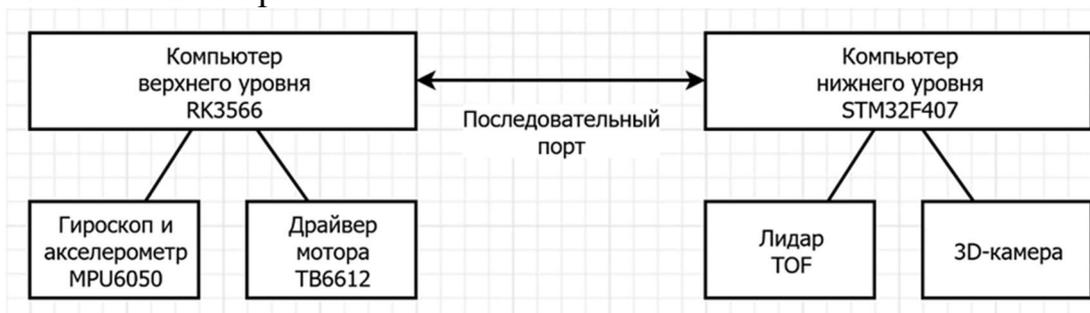


Рис. 1. Блок-схема аппаратного обеспечения управления

## 3. Картографирование на основе лидара

Робот оснащен системой ROS и использует лидар для построения карты. Алгоритм построения карты использует алгоритм «gmapping», который обладает высокой эффективностью и подходит для построения небольших карт сцены. Алгоритм навигации во времени использует алгоритмы глобального планирования Дейкстры и "А\*" в соответствии с официальным кодом, предоставленным ROS. Механизм связи Topic используется для передачи информации и выдачи инструкций между мастером ROS и устройством.

## 4. Распознавание AR-тегов

Используя пакеты, связанные с ROS, можно создавать AR-теги дополненной реальности. Используя 3D-камеру, робот может распознавать информацию о метках и выполнять функции с помощью системы технического зрения. Пример применения данной технологии демонстрируется на рис. 2.

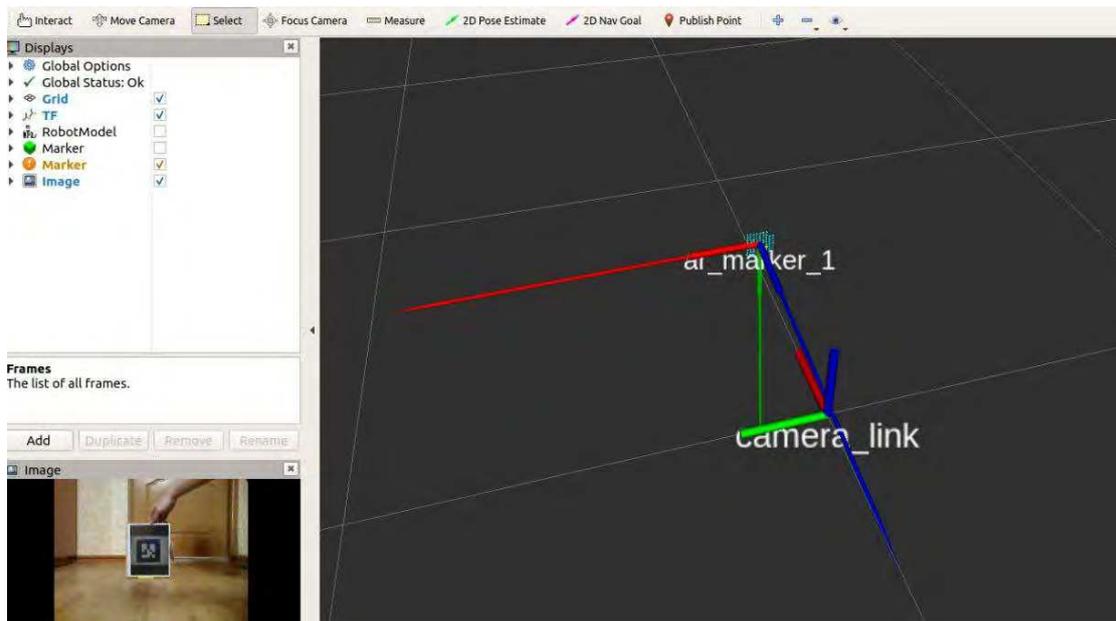


Рис. 2. Пример применения системы технического зрения и AR-тегов

Таким образом, робот может создавать карты и перемещаться автономно, а с помощью технического зрения он может распознавать теги AR и реализовывать свои функции. Далее планируется использовать машинное зрение для реализации распознавания объектов в поле зрения робота для решения практических задач.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Sun Fengcai, Zhang Yanan, Shi Xuhua. Улучшенный алгоритм планирования быстрого расширенного случайного дерева // Датчики и микросистемы. – 2017. – Т.36. – 129 с. (на китайском языке)
2. Jonathan D. Gammell, Siddhartha S. Srinivasa, Timothy D. Barfoot Informed RRT\*: Optimal Sampling-based Path Planning Focused via Direct Sampling of an Admissible Ellipsoidal Heuristic // IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2014). – 2014. – P. 2997 – 3004.

Фу Чжи (Китай)

Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана, г. Москва

Научный руководитель: Насруллаев Ибрагим Насруллаевич  
канд. физ-мат. наук, доцент

## ПРОЦЕСС MIG-СВАРКИ КОЛЕБЛЮЩЕЙСЯ ДУГОЙ ДЛЯ ВЫСОКОПРОЧНОЙ СТАЛЬНОЙ ПЛАСТИНЫ

Сегодня трудно найти хоть одну отрасль промышленности, где бы ни использовалась технология полуавтоматической сварки.

В зависимости от технологии и применяемых материалов сварка подразделяется на различные виды. Например, ММА сварка – это дуговая сварка электродом, а TIG сварка – вольфрамовым электродом в среде защитного газа аргон. Однако существует и ещё одна технология – это MIG сварка проволокой (рис.1). Аббревиатуры MIG расшифровываются, как: Metal Inert Gas, то есть, в зависимости от вида используемых газов для защиты. Для сварки используются различные виды стали, начиная от коррозионно-устойчивых и заканчивая низколегированными сталями.

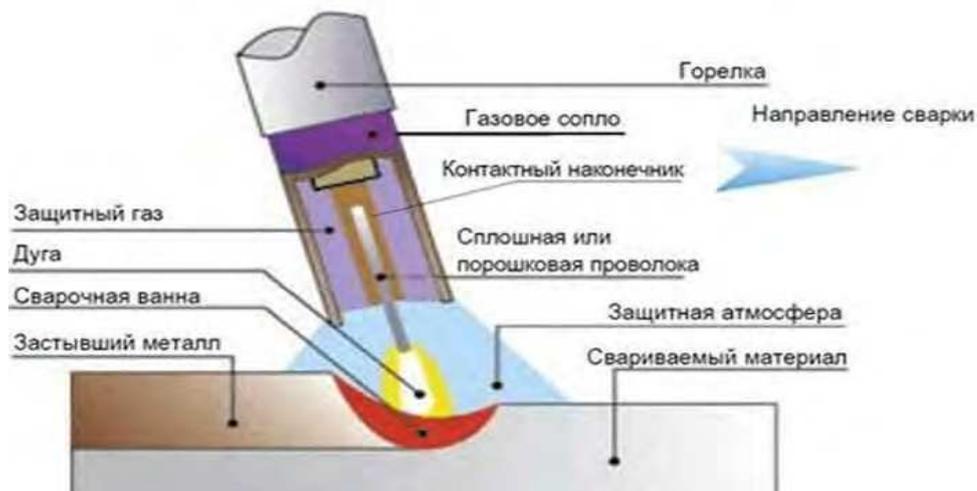


Рис. 1. Схема MIG сварки

Низколегированная высокопрочная сталь, применяется в создании и разработке материалов для защиты безопасности и маневренности транспортных средств [1, с. 216-228]. Благодаря высокой прочности и хорошей свариваемости высокопрочная сталь 6252 толщиной 4,5 мм была использована для исследования процесса сварки MIG колеблющейся дугой с использованием сварочной проволоки ER140S-G диаметром 1,2 мм.

### Определение параметров сварки

Мощность первой подварочной сварки составила 5,5 кВт (Глубина провара должна достигать 1/3 толщины свариваемого металла) скорость сварки 0,5 м/мин, скорость подачи проволоки 250 см/мин, что обеспечивает хороший внешний вид (рис.2), мощность сварки второй поворотной крышки 5 кВт, скорость сварки 0,3 м/мин, скорость подачи проволоки 450 см/мин, маятник длина 3 мм, амплитуда качания 3 мм треугольная сварка качания может получить оптимальное сваривание листов (рис. 3). Исследование показало, что наибольшая степень защиты расплавленного металла за счет использования защитных газов. Они не позволяют воздуху проникнуть в рабочую зону, отлично изолируя сварочную ванну от внешнего воздействия и расплавленный металл не так легко растекается. Для увеличения текучести необходимо увеличить ток, но чрезмерный ток приведет к дефектам, таким как прожигание основного металла.

Эксперимент показал, что треугольные колебания с амплитудой 3 мм могут обеспечить наилучшее формирование шва.



Рис. 2. Морфология формирования начального шва сварки



Рис. 3. Морфология формирования второго сварного шва

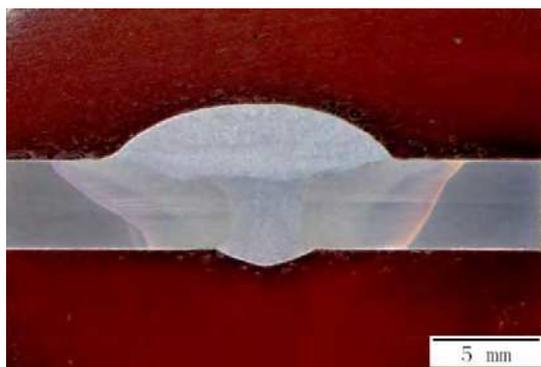
### Влияние процесса сварки на микроструктуру и состав сварного соединения

Исследовано влияние процесса разогрева и закалывания на параметры сварки показало, что, разогрев снижает способность материала выдерживать подвод тепла, а подвод тепла от двух проходов сварки снижается до 65% и 85% сварки при нормальной температуре соответственно, чтобы получить полностью сформированный сварной шов [2, с.290]. Было проанализировано влияние процесса разогрева и закалывания на морфологию и структуру шва и было обнаружено, что, разогрев снижает усиление шва, увеличивает ширину второго шва,

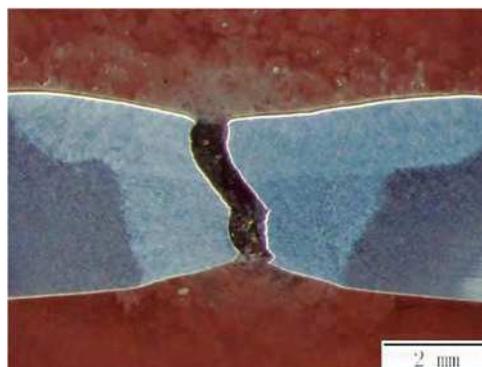
делает внешний вид шва гладким, значительно измельчает зернистость структуры и реализует плавный переход между сварным швом и элементами в околошовной зоне.

### **Влияние процесса сварки на механические свойства сварного соединения**

Были проверены механические свойства сварных соединений 6252 высокопрочных сталей в различных технологических режимах, и установлено, что диапазон общей твердости соединений составляет от 290 до 540 HV (показывает сопротивление пластической деформации от 2,78 до 4 мм), разогрев увеличивает зону термического влияния и уменьшает прочность в зоне сварки. Предел прочности при растяжении образца после комбинации разогрева и закалки достигает наивысшего значения и составляет 1253 МПа. Процесс закалки оказал значительное влияние на снижение остаточного напряжения сварной заготовки [3, с.77-87]. Остаточные напряжения образца значительно снижаются, отношение снижения составляет около 70 %, а максимальная может достигать 72,1 %.



*Рис. 4. Фотография сварного соединения*



*Рис. 5. Квазихрупкий разрыв шва*

### **Заключение**

Сегодня технология MIG-сварки колеблющейся дугой становится все более популярной, так как позволяет получить качественный результат при довольно простой автоматизации процесса.

### **Преимущество MIG-сварки**

- При MIG-сварки колеблющейся дугой не выделяются опасные пары, дуга достаточно легко разжигается, проволока расходуется очень экономно, есть возможность варить практически любые металлы любой толщины;

- Наибольшая степень защиты расплавленного металла за счет использования защитных газов. Они не позволяют воздуху проникнуть в рабочую зону, отлично изолируя сварочную ванну от внешнего воздействия;

- MIG-сварка дает возможность визуально проследить процесс сварки, формировать шов и при необходимости править его при этом производительность данного метода является одной из самых высоких;

- При сварке доступен расширенный диапазон сварочных токов, что позволяет найти нестандартный подход в использовании.

Всё это положительным образом влияет на качество сварки и скорость выполнения работ, так как отсутствует необходимость постобработки сварных соединений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bunaziv I, Akselsen O M, Frostevarg J, et al. Deep penetration fiber laser-arc hybrid welding of thick HSLA steel [J]. Journal of Materials Processing Technology, 2018, с.256.
2. Akselsen O M, Wiklund G, Ostby E, et al. Properties of laser hybrid butt welds of 420 MPa steel [C]. //International Offshore and Polar Engineering Conference. International Society of Offshore and Polar Engineers, 2013, с. 294.
3. Grünenwald S, Seefeld T, Vollertsen F, et al. Solutions for joining pipe steels using laser-GMA-hybrid welding processes [J]. Physics Procedia, 2010, с.235.

Хайдер Абдулсахиб Исса (Ирак),  
Лаит Мохаммед Абдали (Ирак),  
Муатаз Наджим Аль-Малики (Ирак),  
Якимович Борис Анатольевич (Россия),  
Кувшинов Владимир Владиславович (Россия)

Севастопольский государственный университет, г. Севастополь

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЕМ ДЛЯ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И АККУМУЛЯТОРНЫХ СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ В СЕТИ И ВНЕ СЕТИ**

### **Введение**

Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) являются экологически чистыми и оказывают меньшее воздействие на окружающую среду, чем традиционные источники энергии [1]. ВИЭ, такие как ветер, солнце, биомасса, гидроэнергия и геотермальная энергия, доступны в природе как неистощимый источник. Солнечный фотоэлектрический элемент (фотоэлемент) – это электронное устройство, которое, по сути, преобразует солнечную энергию солнечного света в электрическую энергию или электричество [2-4]. Фотоэлектрическая система состоит из множества ячеек, панелей и массивов. Крупномасштабные фотоэлектрические установки используются для производства электроэнергии, которая подается в сеть и нагрузку. Такая система обычно состоит из одной или нескольких фотоэлектрических панелей и преобразователя/инвертора постоянного/переменного тока [5]. Кроме того, такая система может включать в себя устройства для определения точки максимальной мощности (ТММ) и накопителя. Выработанная электроэнергия либо хранится, либо используется непосредственно для собственного потребления, либо подается в крупные электрические сети [6]. Соединения панелей или массивов предсказывают выходное напряжение или ток, или мощность, и это переменная, которая зависит от солнечного света. Поэтому система накопления энергии необходима для балансировки системы или управления энергией в системе [7-9]. Добавление накопителей энергии, таких как батареи и ультраконденсаторы, к системе выработки возобновляемой энергии имеет потенциал для решения вышеупомянутых проблем [10]-[11]. С увеличением проникновения солнечной энергии и ростом спроса на высоконадежное энергоснабжение, ожидается, что аккумуляторные системы хранения энергии (АСХЭ) будут использоваться вместе с фотоэлектрическим инвертором для достижения как выработки энергии, так и самопотребления [12]. Благодаря

использованию АСХЭ, общая система преобразования энергии более надежна, чем при использовании только фотоэлектрического инвертора [13], [14]. Возможно достижение экономии пиковой мощности [15], полное использование цены на время использования пиковой долины [16] и участие в управлении уровнем энергосистемы, как и традиционные генераторы электроэнергии. Для управления потоками мощности этих источников энергии и нагрузки необходимо правильно разработать стратегию управления, а также контроллеры реального времени для различных режимов работы системы [17-19]. Стратегию управления в целом можно разделить на два типа: централизованное и децентрализованное управление [20]. Централизованное управление требует связи между различными преобразователями и является относительно простым по сравнению с децентрализованным управлением. В данной работе стратегия централизованного управления используется для моделирования управления на уровне сети. В данной работе представлена стратегия управления мощностью для системы фотоэлектрических батарей на двух различных уровнях: на уровне преобразователя и на уровне сети. На уровне преобразователя контроллеры балансируют мощность между генерацией и потреблением, учитывая приоритет батареи и сети. На уровне сети система может участвовать в планировании мощности, если это необходимо [21-23].

### **Моделирование массива фотоэлектрических модулей**

Фотоэлектрические устройства являются нелинейными устройствами. Их параметры зависят от солнечного света и температуры. Солнечный свет преобразуется в электричество фотогальваническими элементами. Фотоэлектрические массивы состоят из параллельных и последовательных фотомодулей [24-26]. Для формирования панелей или модулей ячейки группируются вместе. Не только нагрузка постоянного тока может питаться напряжением и током, вырабатываемыми на клеммах фотоэлектрического модуля, но они также могут быть подключены к инвертору для получения переменного тока [27]. Модели фотогальванических элементов долгое время использовались исследователями и профессионалами для описания поведения фотогальванических элементов. Модель схемы с одним диодом является одной из наиболее распространенных моделей, которые используются для прогнозирования выработки энергии в фотоэлементах, как показано на рисунке 1 [28].

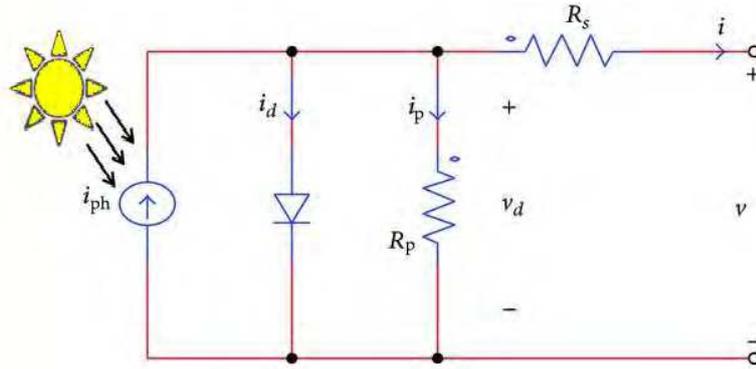


Рис. 1. Эквивалентная схема солнечного элемента

Эквивалентная схема солнечного элемента состоит из управляемого источника тока, диода, последовательного сопротивления ( $R_s$ ) и шунтирующего сопротивления ( $R_p$ ). Антипараллельный диод модифицируется на внешний управляемый источник тока, который размещается антипараллельно исходному источнику [29].

Согласно действующему закону Кирхгофа,

$$I = I_{ph} - I_d - I_p \quad (1)$$

$$I = I_{ph} - I_0 \left[ e^{\frac{q(v+IR_s)}{nKT}} - 1 \right] - \frac{V + IR_s}{R_p} \quad (2)$$

где,

$I_{ph}$  - фототок или энергетическая освещенность, линейно изменяющаяся в зависимости от излучения при определенной температуре ячейки.

$I_0$ , - ток насыщения встречно-параллельного диода.

Постоянная Больцмана ( $K = 1,3806503 \times 10^{-23}$  Дж/К)

$n$ , - коэффициент идеальности или коэффициент излучения.

$N_s$ ,  $N_p$ , ячеек, соединенных последовательно, чтобы сформировать фотоэлектрический модуль, и, следовательно, уравнение, полученное таким образом, выглядит следующим образом [30]:

$$I_p = I_{ph} - I_0 \left[ e^{\frac{q(v+IR_s)}{N_s nKT}} - 1 \right] - \frac{V + I N_s R_s}{N_p R_p} \quad (3)$$

Модель фотоэлектрической системы была разработана в Matlab / Simulink на основе эквивалентной схемы, представленной на рис. В этом случае  $I_{ph}$  является входным параметром, применяемым к источнику тока, и его можно оценить с помощью отношения I-V массива, указанного в приведенном выше уравнении [31].

## Структура системы фотоэлектрической генераторной станции с АСХЭ

Фотоэлектрическая электростанция с накопителем энергии в основном состоит из АСХЭ и системы генерации фотоэлектрической энергии [32]. Аккумуляторная система хранения энергии использует модульный режим установки и передает энергию постоянного тока в энергию переменного тока, управляя преобразователем. Система выработки электроэнергии включает в себя фотоэлектрические блоки, шунты, распределительные шкафы, инверторы и так далее [33]. АСХЭ и система выработки электроэнергии на основе фотоэлектрических элементов соединены централизованно. Структура системы показана на рис. 1 [34].

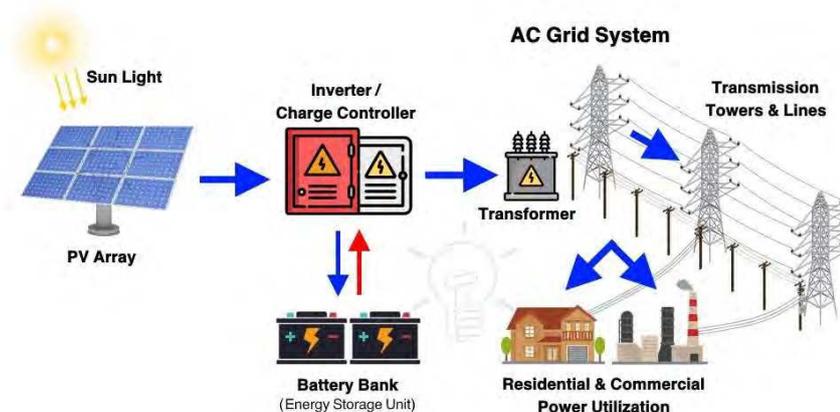


Рис. 1. Солнечные фотоэлектрические компоненты системы

На рис. 1,  $P_{pv}$  - мощность фотоэлектрической станции;  $P_{АСХЭ}$  - мощность зарядки и разрядки ЭСС, которая положительна, когда ЭСС разряжается, и отрицательна, когда заряжается; и  $P_T$  - мощность подключенной к сети фотоэлектрической станции. В соответствии с условиями баланса мощности [35]:

$$P_T = P_{pv} + P_{АСХЭ} \quad (4)$$

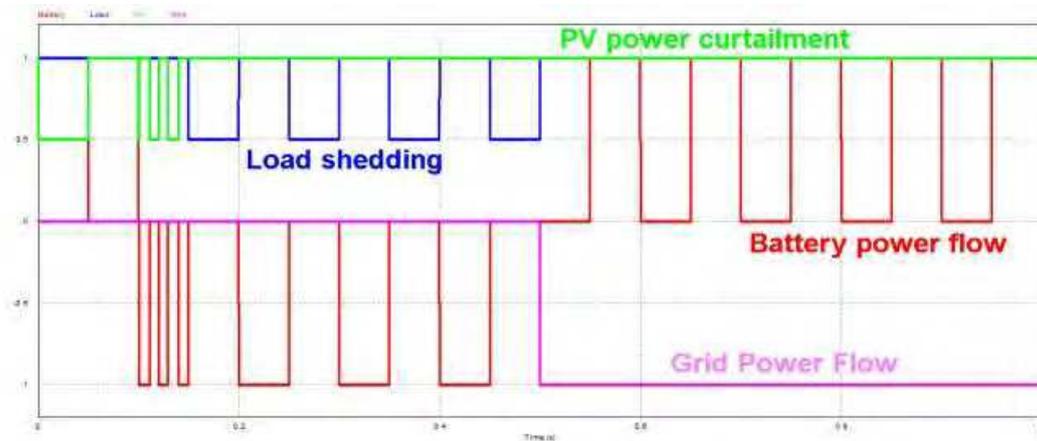
## Результаты и обсуждение

Использование системы накопления энергии снижает затраты на электроэнергию и повышает надежность энергосистемы. Гибридная система, подключенная к сети, использует запоминающее устройство для управления оптимальным потоком мощности в системе с минимизацией общих затрат в точке общего соединения [3]. Оптимальное размещение новой распределенной генерации в существующей распределительной сети с накопителем энергии сделано для лучшего управления хранением энергии. Многокритериальные функции оптимизируются одновременно с помощью эволюционного алгоритма [4].

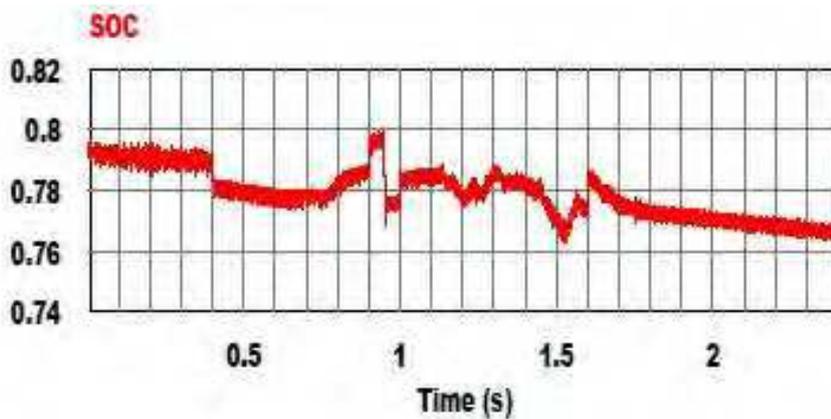
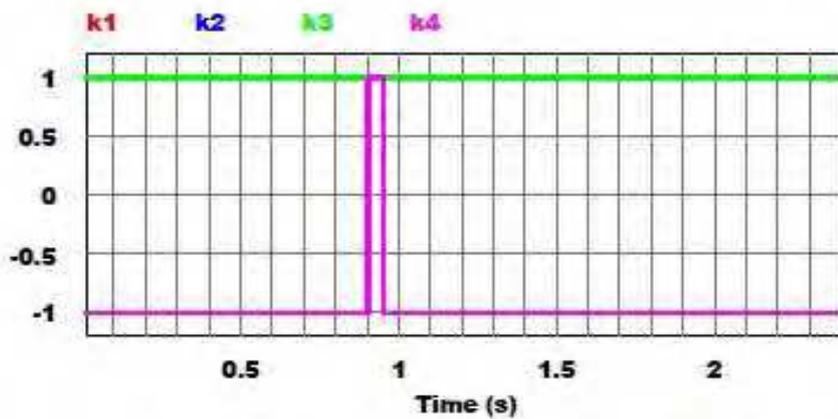
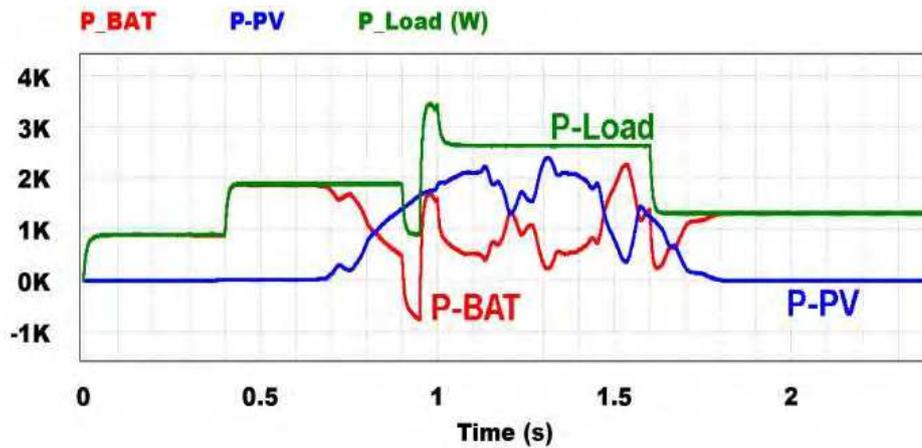
В системе распределения имеется множество возобновляемых источников энергии для выработки электроэнергии, выделение возобновляемых источников с использованием вероятностных методов, а также минимизация потерь в сети энергосистемы [5]. Состояние заряда батареи контролируется нечетким контроллером. Перезарядка и чрезмерная разрядка повлияют на срок службы батареи. Батарея может заряжаться или разряжаться со стандартным эталонным значением, указанным производителем, при некоторых стандартных условиях испытаний. Батарея управляется с помощью нечеткого регулятора [6]. Принципиальная схема солнечной фотоэлектрической системы, подключенной к сети, показана ниже. Моделирование солнечных батарей было сделано для того, чтобы получить максимальную мощность в дневное время. Выходная мощность солнечной фотогальванической установки является переменной и регулируется инвертором. Солнечная фотоэлектрическая генерация подключается к энергосистеме через коммутационное устройство. Устройство накопления энергии, такое как свинцово-кислотная батарея, используется для двух целей: процесс зарядки происходит, когда имеется максимальная выходная мощность от солнечной фотоэлектрической генерации, а процесс разрядки происходит, когда выходная мощность от солнечной фотоэлектрической генерации или мощности меньше. спрос на грузы. В данный момент скорость зарядки и разрядки отображается на дисплее. Коммунальная сеть с высоким напряжением понижается трансформатором напряжения до низкого напряжения и подключается к статической нагрузке через переключатели и шины. Всякий раз, когда количество энергии, поступающей от солнечного фотоэлектрического генератора и накопителя, уменьшается или отсутствует, эта ситуационная коммунальная сеть действует как источник питания для нагрузки. Солнечная фотоэлектрическая генерация, накопительное устройство и инженерная сеть состоят из отдельных выключателей для подключения или отключения от энергосистемы. Процесс динамического переключения выполняется в зависимости от выработки электроэнергии. от солнечной фотоэлектрической системы.

Чтобы продемонстрировать, что система управления энергией работает точно. Выходные данные системы управления энергией представлены на рис. 2. Во-первых, режим работы - автономный, кроме того, мощность фотоэлектрической системы превышает общую потребность нагрузки, поэтому избыток энергии должен быть введен в батареи, но так как их SOC находится на максимальном значении (80%), система управления энергией дает команду на снижение мощности фотоэлектрической системы. Затем, когда SOC находится на минимальном значении (20%), PV-система должна работать в режиме

МРРТ, и в случае, если PV-мощности недостаточно для удовлетворения спроса нагрузки, система управления энергией дает команду отключить некоторые нагрузки. В подключенном режиме снижение мощности фотоэлектрической системы не представляется возможным, поскольку сеть поглощает избыточную мощность, согласно представленному случаю. Следует отметить, что в этом режиме подключения шпилек не рассматривается сброс нагрузки, но этот сценарий остается актуальным, если учитываются критерии стоимости энергии. Действительно, эта альтернатива может быть выбрана для достижения оптимальной цены на энергию в течение определенного периода. Во всех случаях этот вариант противоречит комфорту абонентов.

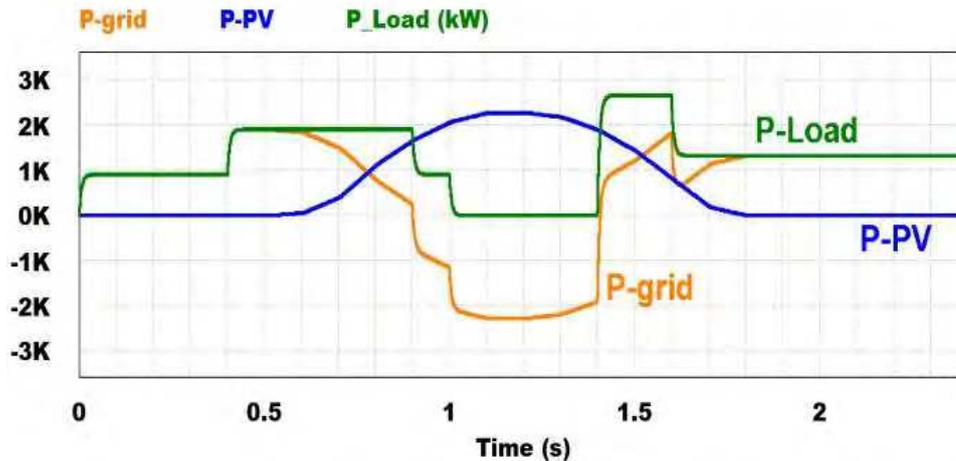


В примере, показанном ниже рис. 3, исследуется автономный режим, мощность фотоэлектрической энергии взята из реальных данных за день 22 октября 2022 года. Профиль мощности нагрузки варьируется от 2кВт до 3.5кВт. В ранние утренние часы фотоэлектрическая энергия не вырабатывается, поэтому система хранения обеспечивает спрос на нагрузку. Затем между 8.30 и 9.30 утра планируется снижение мощности нагрузки, что, в свою очередь, привело к изменению режима управления аккумулятором с разряда на заряд, как представлено на выходах системы управления энергией рис. 4. На рис.5 показано незначительное снижение SOC, поскольку используемая емкость батареи высока (200Ah) по сравнению с тестируемыми нагрузками.



Другой тест проводится в случае подключенного режима, SOC батареи считается равным SOCmax, данные фотоэлектрической энергии взяты за день 18 октября 2022 года (рис. 5), а рис. 6 иллюстрирует поведение микро-сети, для временного интервала между 8:00 и 15:00,

мощность фотоэлектрической энергии превышает спрос, поэтому избыток впрыскивается в сеть.



### Заключение

Технология хранения аккумуляторных батарей будет играть важную роль в надежной и экономичной работе подключенных к сети солнечных фотоэлектрических систем. Стоимость электроэнергии была снижена или поддерживается постоянной благодаря использованию устройств накопления энергии, и она требовала меньшего технического обслуживания, срок службы батареи зависит от частой зарядки и разрядки в пределах указанного предела. Моделирование фотоэлектрических систем для регулирования мощности и напряжения для системы, подключенной к сети, с целью уменьшения колебаний в системе. Результаты моделирования показывают, что энергия, управляемая накопителем, сбалансировывает энергосистемы. Таким образом, система хранения аккумуляторных батарей руководит управлением энергией в подключенной к сети солнечной фотоэлектрической системе. Процесс динамического переключения выполняется функцией MATLAB, эта энергия управляется в подключенной к сети солнечной фотоэлектрической системе.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ производительности гибридных фото-ветроэлектрических установок / Абд Али, Лаит Мохаммед А., Ф. М. Аль-Руфай, Б. А. Якимович, В. В. Кувшинов // Энергетические установки и технологии. 2019. Т. 5, № 2. С. 61–68.
2. Абдали Л.М. Анализ и моделирование автономной фотоэлектрической системы с использованием среды matlab/simulink / Л.М. Абдали, Х.А. Исса, К.А. Али, В.В. Кув-

- шинов, Э.А. Бекиров // Строительство и техногенная безопасность. – 2021. – № 21(73). – с.97-105. – DOI: <https://doi.org/10.37279/2413-1873-2021-21-97-105>.
3. Абдали Л.М., Аль-Руфай Ф.М., Якимович Б.А., Кувшинов В.В., Исса Х.А., Мохаммед Х.Д. Комбинированная энергетическая установки для преобразования солнечной и ветровой энергии. международной научно-практической конференции «Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность – 2020» – Севастополь: СевГУ, 2020. с.21-28
  4. Abd Ali, L. M., F. M. Al-Rufae, and B. A. Yakimovich. "Simulation of a Model Photovoltaic power system to generate electricity." (2019): 234-240.
  5. Методика управления энергопотреблением для автономной гибридной энергетической системы солнечный дизель-ветер / Л. М. Абдали, Х. А. Исса, К. А. Али, А. Г. Аль Баирмани // Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов: Сборник докладов I Международной научно-практической конференции. В 2 томах, Томск, 27–29 апреля 2021 года. – Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2021. – С. 16-24.
  6. Layth Mohammed Abd Ali & Othman M. Hussein Anssari, “Design and Simulation of 3-Phase 5- Level CurrentSource Inverter Feeds to Induction Motor Drive Using Inductor Cell and H-Bridge Topology”, International Journal of Engineering Research and Modern Education, Volume 3, Issue 1, Page Number 35-40, 2018.
  7. Интеллектуальная система управления, используемая при работе ветроэлектрических установок /Л. М. Абдали, Ф. М. Аль-Руфай, Б. А. Якимович, В. В. Кувшинов // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. 2021. Т. 24, № 1. С.102–112. DOI: [10.22213/2413-1172-2021-1-102-112](https://doi.org/10.22213/2413-1172-2021-1-102-112).
  8. Моделирование и управление системой ветроэнергетики, связанной с сетью с использованием синхронного генератора с постоянными магнитами (СГПМ) / Л. М. Абдали, Ф. М. Аль-Руфай, Х. А. Исса, Б. А. Якимович // Актуальные проблемы электроэнергетики : Сборник научно-технических статей конференции, Нижний Новгород, 17 декабря 2021 года. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 2021. – С. 299-308. – DOI: [10.46960/44170389-2021-299](https://doi.org/10.46960/44170389-2021-299).
  9. Абдали Л. М. Исследование режимов работы комбинированных солнечно-ветровых установок для обеспечения уличного освещения / Л. М. Абдали, Х. А. Исса, М. Н. Аль-Малики,

- В.В. Кувшинов, Э.А. Бекиров // Строительство и техногенная безопасность. – 2022. – № 25(77). – С. 75-85.
10. Abdali, Abdali Layth Mohammed, B. A. Yakimovich, and V. V. Kuvshinov. "Hybrid power generation by using solar and wind energy." *energy* 2, no. 3 (2018): 26-31.
  11. Abd Ali, L. M., Ahmed Mohmmed, H., & Anssari, M. O. H. (2019). Modeling and simulation of tidal energy. *J. Eng. Appl. Sci.*, (14), 3698-3706.
  12. Layth Mohammed Abd Ali, Haider Ahmed Mohmmed and HusamAbdulahuseinWahhab. A Novel Design of 7-Level Diode Clamped Inverter. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2019, no. 14, pp. 3666-3673. doi.org/10.36478/jeasci.2019.3666.3673.
  13. Разработка гибридной системы для уличного освещения в программе MATLAB / Х. А. Исса, Л. М. Абдали, М. Н. Аль-Малики [и др.] // Возобновляемые источники энергии и приоритеты научно-технологического развития энергетики России: сборник докладов Школы молодых ученых, Москва, 16–17 ноября 2022 года. – Москва: Институт энергетических исследований РАН, 2022. – С. 66-77.
  14. Абдали Л. М. А. Анализ различных методов отслеживания точки максимальной мощности при работе солнечных фотоэлектрических систем / Л. М. А. Абдали, Х. А. И. Исса, М. Н. К. Аль-Малики, Б.А. Якимович, В. В. Кувшинов // Интеллектуальные системы в производстве. – 2022. – Т. 20. – № 3. – С. 104-113. – DOI: 10.22213/2410-9304-2022-3-104-113.
  15. Создание полигона для исследований солнечных и ветровых установок на площадке базы отдыха «Горизонт» Севастопольского государственного университета / Л. М. Абдали, Ф. М. Аль-Руфай, Б. А. Якимович [и др.] // Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность - 2021 : сборник статей по материалам международной научно-практической конференции, Севастополь, 20–23 сентября 2021 года. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Севастопольский государственный университет", 2021. – С. 28-33.
  16. Abd Ali, L. M., Al-Rufae, F. M., Kuvshinov, V. V. et al. Study of Hybrid Wind–Solar Systems for the Iraq Energy Complex. *Appl. Sol. Energy*, 2020, vol. 56, no. 4, pp. 284–290. <https://doi.org/10.3103/S0003701X20040027>.
  17. Кувшинов, В., Абдали, Л., Морозова, Н., Крит, Б., Аль-Руфай, Ф., & Исса, Х. (2021). Экспериментальные исследования

- приемных поверхностей плоских солнечных коллекторов. Электронная обработка материалов, 57(1), 75-81. DOI: 10.5281/zenodo.4456690
18. Оценка потенциала ветроэнергетических ресурсов на юге Ирака / Ф. М. Аль-Руфай, Л. М. Абдали, В. В. Кувшинов, Б. А. Якимович // Вестник ИЖГТУ имени М. Т. Калашникова. 2020. Т. 23, № 3. С. 105–113. DOI: 10.22213/2413-1172-2020-3-105-113.
  19. Дизайн и моделирование гибридной фотоэлектрической ветровой системы для уличного освещения, подключенной к сети / Л. М. Абдали, Х. А. Исса, М. Н. Аль-Малики, Ф. М. Аль-Руфай // Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов : Сборник докладов II Международной научно-практической конференции, Томск, 26–28 апреля 2022 года. – Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2022. – С. 379-388.
  20. Abd Ali L.M., Ahmed Mohammed H., Anssari M.O.H. Modeling and simulation of tidal energy. J. Eng. Appl. Sci., 2019, no. 14, pp. 3698-3706. DOI: 10.36478/jeasci.2019.3698.3706.
  21. Абдали Л. М., Аль-Руфай Ф. М., Исса Х.А., Мохаммед Х.Д., Якимович Б.А., Моделирование и контроль энергии ветра, X Всероссийская научно-практическая конференция "Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов российских вузов", - Томск: ТПУ, 22–24 апреля 2020 г., с. 14-19.
  22. Абдали Л.М. Моделирование параметров управления интегрированной системой солнечной генерации и накопления энергии / Л.М. Абдали, В.В. Кувшинов, Э.А. Бекиров, Ф.М. Аль-Руфай // Строительство и техногенная безопасность. – 2020. – № 18(70). – с.133-142. DOI: 10.37279/2413-1873-2020-18-133-142.
  23. Issa H.A., Mohammed H.J., Abdali L.M., Al Bairmani A.G., Ghachim M. Mathematical Modeling and Controller for PV System by Using MPPT Algorithm. Vestnik IzhGTU imeni M.T. Kalashnikova, 2021, vol. 24, no. 1, pp. 96-101. DOI: 10.22213/2413-1172-2021-1-96-101
  24. Оптимизация аккумулирования энергии в гибридных системах ветроэнергетики и фотовольтаики / Л. М. Абдали, Ф. М. Аль-Руфай, Б. А. Якимович, В. В. Кувшинов // Вестник ИЖГТУ имени М. Т. Калашникова. 2020. Т. 23, № 2. С. 100–108. doi: 10.22213/2413-1172-2020-2-100-108.

25. Абдали Л. М., Аль-Руфай Ф. М., Мохаммед Х. Д., Якимович Б. А., Кувшинов В. В. Моделирование гибридной фото-ветроэнергетической системы с сетевым подключением. В сборнике: Возобновляемые источники энергии. Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием и XII научной молодежной школы, 2020, С. 117-128.
26. Layth M. Abd Ali, L M., Ali, Q. A., Klačková, I., Issa, H. A., Yakimovich, B. A. and Kuvshimov, V. Developing a thermal design for steam power plants by using concentrating solar power technologies for a clean environment. *Acta Montanistica Slovaca*, 2021, Volume 26 (4), 773-783 DOI: <https://doi.org/10.46544/AMS.v26i4.14>
27. Абдали, Л. М., Али, К. А., Кувшинов, В. В., Бекиров, Э. А., & Коровкин, Н. В. (2021). техника искусственного интеллекта для производства энергии и автоматизация управления гибридной солнечно-ветро-дизельной энергетической системой. *Строительство и техногенная безопасность*, (22 (74)), 91-100.
28. Технология уличного освещения с помощью гибридной фотоэлектрической ветровой системы / Л. М. Абдали, Ф. М. Аль-Руфай, Х. А. Исса [и др.] // *Экология и безопасность жизнедеятельности : Сборник статей XXI Международной научно-практической конференции*, Пенза, 13–14 декабря 2021 года / Под редакцией В.А. Селезнева, И.А. Лукшина. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2021. – С. 8-13.
29. Абдали, Л. М., Мохаммед, Х. Д., Якимович, Б. А., Кувшинов, В. В., Коровкин, Н. В., & Бордан, Д. Ф. (2021). Моделирование режимов работы фотоэлектрической системы. *Вестник ИжГТУ имени МТ Калашникова*, 24(3), 78-87.
30. Абдали, Л. М., Исса, Х. А., Аль-Малики, М. Н., Мохаммед, Х. Д., & Якимович, Б. А. Моделирование гибридной ветро-солнечной установки с использованием топливного элемента в качестве дополнительного источника энергосистемы, связанной с сетью, *Международная научно-практическая конференция 21–23 сентября 2022 года*, г. Севастополь, 294-299.
31. Абдали Л. М., Аль-Малики М. Н., Исса Х. А., Якимович Б. А., Кувшинов В. В. Использование метода отслеживания точки максимальной мощности для увеличения эффективности работы фотоэлектрических установок // *Интеллектуальные системы в производстве*. 2022. Том 20, № 4. С. 106–116. DOI: 10.22213/2410-9304-2022-4-106-116.

32. Al-Maliki, M. N., L. M. Abdali, and L. Y. Yuferev. "TODAY AND TOMORROW'S RENEWABLE ENERGY." In Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность-2021, pp. 12-19. 2021.
33. Использование гибридных ветро-солнечных систем для энергоснабжения города Аль-Наджаф в Республике Ирак / Л. М. Абдали, М. Н. К. Аль-Малики, К. А. Али [и др.] // Вестник ИжГТУ имени М.Т. Калашникова. – 2022. – Т. 25. – № 3. – С. 82-91. – DOI: 10.22213/2413-1172-2022-3-82-91.
34. Исследование моделирования гибридной фото-ветровой энергосистемы, связанной с сетью / Л. М. Абдали, Х. А. Исса, М. Н. Аль-Малики [и др.] // Перспективные технологии и материалы: Материалы Международной научно-практической конференции, Севастополь, 21–23 сентября 2022 года. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Севастопольский государственный университет", 2022. – С. 288-293.
35. Повышение эффективности солнечного элемента с помощью теплообменника / М. Н. Аль-Малики, Л. М. Абдали, Х. А. Исса [и др.] // Перспективные технологии и материалы: Материалы Международной научно-практической конференции, Севастополь, 21–23 сентября 2022 года. – Севастополь: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Севастопольский государственный университет", 2022. – С. 349-352

Хань Цзэли (Китай),  
Яременко Олег.Борисович (Россия),  
Куранов Александр Евгеньевич (Россия)

Томский политехнический университет, г. Томск,  
ООО «Оптон Инжиниринг» г. Москва

Научный руководитель: Клименов Василий Александрович,  
д-р техн. наук, профессор

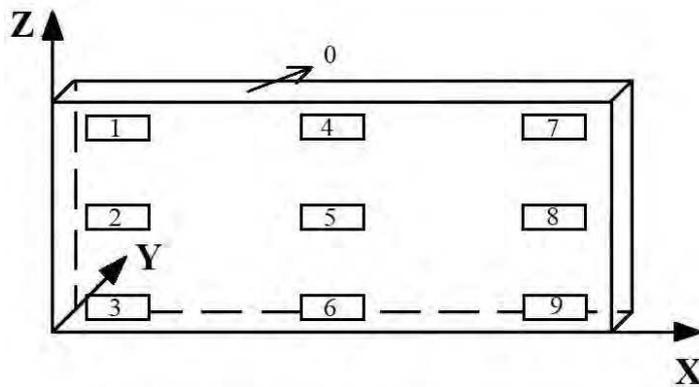
## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ТИТАНОВОГО СПЛАВА МЕТОДОМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО ИНДЕНТИРОВАНИЯ**

Перед сборкой деталей машин обычно производят испытания механических свойств материала. Эти испытания обычно включают растяжение, сжатие, ударную вязкость и получение различных параметров с использованием методов неразрушающего контроля. Из всех методов неразрушающего контроля метод инструментального индентирования наиболее подходит для деталей, изготовленных методом металлической добавочной технологии. Используя такой метод, можно безопасно и быстро измерить механические свойства печатной детали без ее повреждения, оценить и использовать эту деталь. В этой статье мы провели измерение механических свойств титанового сплава, полученного с использованием технологии электронно-лучевого добавления, с помощью метода инструментального индентирования.

Образцы с размером  $100 \times 80 \times 10$  мм<sup>3</sup>, были получены на лабораторной установке электронно-лучевого аддитивного производства, разработанной в ИФПМ СО РАН [1]. Процесс формирования образца из сплава ВТ6св в виде проволоки диаметром 1,6 мм происходил в вакууме при давлении  $10^{-3}$  –  $10^{-2}$  Па. Образец для измерения механических свойств были фрезерованы с грубой подачей, его размер  $90 \times 39 \times 4$  мм<sup>3</sup>. Проведены измерения в 9 разных зонах, выделены в вертикальном направлении (XZ), в каждой зоне измерили 3 раза. На горизонтальной поверхности (XY) измеряли 16 точек, схема зоны измерений показано на рис. 1 а.

Механические испытания были выполнены с помощью портативной системы инструментального вдавливания AIS-3000HD (Frontics Inc., Сеул, Южная Корея), внешний вид оборудования представлен на рис. 1(б) Вдавливание производилось сферическим индентором из твердого вольфрамокобальтового сплава (ВК5), с радиусом

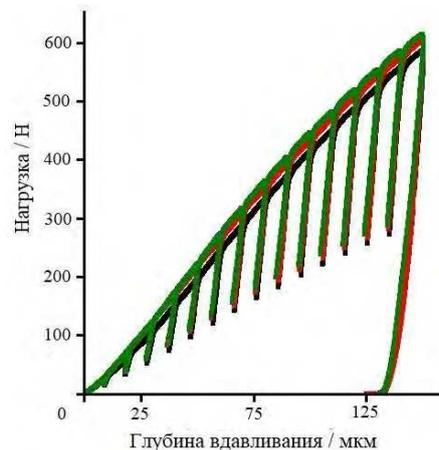
сферы – 250 мкм и 15 последовательностей нагрузки-разгрузки производились со скоростью 0,3 мм/мин. Кривые «нагрузка-глубина» непрерывно получались во время вдавливания и преобразовывались в кривые «истинного напряжения - истинной деформации». Все испытания на вдавливание проводились при комнатной температуре. На рис. 1(в) показаны примеры кривых «нагрузки–перемещения», полученных в данном исследовании. диаметр каждого отпечатка был в пределах 0,5 мм, что не нарушило целостности материала образца и не изменило его физические свойства. Данная установка с помощью Внешнем ПО позволяет определить механические характеристики материала (модуль упругости, твердость, остаточное напряжение, прочность на растяжение и трещиностойкость (вязкость разрушения)) по зависимости изменения нагрузки от глубины вдавливания [2,3].



а



б



в

Рис. 1. Схема зоны измерений: 0 – поверхность XY; 1-9 – зоны измерения в плоскости XZ(а), внешний вид измерительной машины AIS-3000HD(б), и кривые «истинного напряжения – истинной деформации» (в)

Полученные результаты, предел текучести, предел прочности, трещиностойкость и модуль упругости, в поверхностях XZ и XY, представлены в таблице 1.

Таблица 1  
*Механические характеристики напечатанного титанового сплава*

Зона испытаний	Предел текучести, $\sigma_{0,2}$	Временное сопротивление, $\sigma_b$	Трещиностойкость, $K_{Jc}$ (+20° C)	Модуль упругости, E
	МПа	МПа	МПа·м <sup>0.5</sup>	ГПа
XZ	703±12	895±12	79±32	115±22
XY	672±21	851±24	78±21	99±5

Данные в таблице 1 представляют собой среднее значение результатов измерений в плоскостях XY и XZ. Предел прочности образца, полученного методом электронно-лучевого сплавления проволоки ВТ6св, находится в пределах, которые написаны в стандарте ГОСТ 27265–87(665-865 МПа) [4]. Прочностные свойства в двух направлениях демонстрируют очевидную анизотропию, в перпендикулярном направлении выращивания (XZ) выше, чем в направлении выращивания (XY) на 31 МПа, это подтверждает и автор Suo, максимальная разница в пределе прочности в разных направлениях 61 МПа, получены испытанием на растяжение [5]. Значение трещиностойкости напечатанной детали: 79 МПа м<sup>0,5</sup>, данные, полученные на литом образце с шевронным надрезом из литого титанового сплава ВТ6 при традиционном методе испытаний, были 49-54 МПа·м<sup>0.5</sup> [6]. Модуль упругости составляет 99-115 ГПа, также входит в диапазоне 90 – 145 ГПа выдающихся литературных данных [7].

Таким образом, детали из титанового сплава, напечатанные при помощи аддитивного производства с использованием электронного луча, обладают высокими механическими свойствами; метод инструментального индентирования может эффективно применен для определения механических свойств деталей, произведенных аддитивной технологией.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клименов В.А., Колубаев Е.А., Клопотов А.А., Чумаевский А.В., Рубцов В.В., Хань Ц., Батрагин А.А., Стрелкова И.Л., Химич М.А., Никонов С.Ю. Применение методов физико-механических исследований и методов неразрушающего контроля при разработке аддитивных технологий с использованием титановых сплавов. // Физические принципы формирования многоуровневой структуры и механизмы нелинейного поведения. Тез. докл. Междунар. конф. Томск, Россия. – 2022. – С. 430–431.
2. Lee Jung-Suk, Jang Jae-il, Lee Baik-Woo, Choi Yeol, Lee Seung Gun, Kwon Dongil. An instrumented indentation technique for estimating fracture toughness of ductile materials: A critical indentation energy model based on continuum damage mechanics // *Acta Materialia*. – 2006. – V. 54., I. 4. – P. 1101–1109.
3. Белослудцев Т.Н., Котоломов А.Ю., Настич С.Ю., Лопаткин В.А., Шипилов А.В. Куранов А.Е. Яременко О.Б. Определение механических свойств металла кольцевых сварных соединений и основного металла труб методом инструментального индентирования. // Газовая промышленность. – 2021. – Спецвыпуск № 3. – С. 26–36.
4. ГОСТ 27265–87 Проволока сварочная из титана и титановых сплавов
5. Suo Hongbo, Chen Zheyuan, Liu Jianrong, Gong Shulli, Xiao Jianzhong Microstructure and Mechanical Properties of Ti-6Al-4V by Electron Beam Rapid Manufacturing // *Rare Metal Materials and Engineering*. – 2014, – V. 43., I. 4. – P. 0780–0785.
6. Дерюгин Е.Е., Суворов Б.И., Дервягина Л.С. Трещиностойкость материалов с ультрамелкозернистой структурой // Письма о материалах. – 2013. – Т. 3., № 2(10). – С. 106–109.
7. Fougere G.E., Riester L., Ferber M, Weertman J.R., Siegel R.W. Young's modulus of nanocrystalline Fe measured by nanoindentation // *Materials Science and Engineering: A*. – 1995, –V. 204., – I. 1. P. 1–6.

Хасанов Мустафокул Абдукодирович (Таджикистан)  
Московский автомобильно-дорожный  
государственный технический университет (МАДИ), г. Москва  
Научный руководитель: Расулов Тоджиддин Абдуваххобович,  
канд. техн. наук., ассистент

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ В ГОРНЫХ РАЙОНАХ**

В горных районах нашей страны много дорог с низким уклоном и плохим дорожным состоянием, которые необходимо реконструировать и строить заново. При строительстве горных дорог как при проектировании, так и при строительстве необходимо учитывать множество факторов, таких как сложность самой горы. Большинство дорог в горных районах расширены и реконструированы из первоначальных неровных горных дорог, а вновь построенные дороги пересекают сложную местность через мосты или туннели. Поэтому сложный рельеф горных районов оказывает большое влияние на проектирование и строительство дорог. Рассмотрим особенности дорожного строительства в горных районах.

Рельеф горных районов сложный, проявляется большими перепадами высот, частыми перепадами, крутыми поперечными склонами, сложная геология проявляется неблагоприятной геологией (оползни, неустойчивые склоны, обвалы, крутые обрывы). Местность в горных районах крутая, геологические условия относительно сложные, инженерный объем автомобильных мостов и туннелей большой, а проектирование сложное, засыпка и вырезание грунтового основания горных дорог относительно велики, а требования к защите дорог техники также высоки. Из-за ограниченности топографических условий первоначальные горные дороги, как правило, имеют плохую трассу. В процессе реконструкции трассу необходимо выбрать заново. Необходимо полностью интегрировать первоначальные дороги и эффективно использовать большие мосты или туннели и другие сооружения. Для этого необходимо, чтобы геодезисты имели высокий уровень геодезического опыта, а также были знакомы с топографией дороги.

Реки в горных районах многоводные, с большой скоростью течения, сильной эрозией, колебаниями уровня воды, изгибами рек с большим диапазоном размывов. При проектировании уровня паводка необходимо учитывать не только изменения в верховьях и низовьях реки, но и влияние заиления и изменения направления течения после строительства дорог и строительных отвалов.

При строительстве дорог в горных районах следует учитывать ущерб горной среде. Дороги в горных районах оказывают большее воздействие на окружающую среду, а природная экологическая среда в горных районах относительно хрупкая, проектирование дорог должно минимизировать воздействие на окружающую среду со всех сторон. При выборе дорожных трасс в горных районах необходимо знать сложную топографию горных районов, адаптировать меры к местным условиям, понимать характер и использование дорог, учитывать различные факторы, использовать технические стандарты, строить высокие стандарты, иметь хорошую долговечность и обслуживания.

Сложный и извилистый рельеф горных районов обуславливает необходимость строительства мостов и водопропускных труб при строительстве автомобильных дорог. Поэтому мостовые и водопропускные сооружения дорог в горных районах, как правило, плотные. В нормальных условиях построенные мостовые и водопропускные сооружения соответствуют требованиям по пролету, но с точки зрения предотвращения стихийных бедствий и смягчения последствий дноуглубительных работ на реке необходимо учитывать местные гидрологические условия, установить достаточное количество водопропускных труб, дренажных канав и других сооружений, а также укрепить подпорные стенки, защиту откосов, ограждения. Только при обеспечении устойчивости вспомогательных сооружений автомобильная дорога может достичь своего целевого назначения и безопасно и нормально эксплуатироваться. Из-за сложного рельефа и больших подъемов и спусков в горных районах при выборе конкретной линии часто встречаются такие проблемы, как большая засыпка и вырубка, строительство высоких подпорных стен и снос местных жителей. Необходимо принимать различные формы разумного сравнения, чтобы определить, является ли выбор подходящим и прямым, влияют на стоимость проекта. При съемке и выборе маршрутов геодезисты должны проводить сравнения и анализы при встрече с полноценными земляными стенами и крупными экскаваторами. Это более выгодно для контроля стоимости проекта и выбора будущих планов строительства; такие вопросы, как снос резиденты также должны быть разумно основаны на местных условиях. Ситуация должна быть урегулирована должным образом, чтобы предотвратить задержки в период строительства, влияющие на последующее строительство и косвенно увеличивающие стоимость проекта. В конкретном строительстве необходимо обеспечить плавность хода проекта, а также качество проекта и исключение инженерных аварий. Поэтому необхо-

димо строго контролировать проектирование организации строительства, контроль качества строительства и управление безопасностью строительства. Строительство в горных районах со сложным рельефом, отсутствием широкой площадки и небольшим количеством дорог, ведущих к строительной площадке, должно выполнять разумную организацию строительства и определять наилучший план строительства до начала строительства, чтобы предотвратить прерывание дороги во время строительства и повлиять на ход строительства, что приводит к неблагоприятным социальным последствиям.

Ситуация в горных районах сложная, а содержание дорог после завершения строительства относительно затруднено, поэтому в процессе строительства необходимо обеспечить качество проекта, снизить периодичность содержания дорог, повысить долговечность тротуар и т. д., продлевают срок службы дороги и обеспечивают надежность дороги. Непрерывное развитие. Таким образом, необходимо улучшить систему обеспечения качества, полностью и рационально организовать различные строительные процедуры и рабочие поверхности, сделать унифицированное развертывание, полностью рассмотреть сочетание заполнения и земляных работ и т. д., усилить надзор и осмотр на месте, своевременно обнаруживать и устранять проблемы, а также принимать различные профилактические и защитные меры.

Дороги в горной местности должны быть сооружены безопасным и цивилизованным способом, с наличием штатных сотрудников службы безопасности и регулировщиков движения, на каждом участке строительства должны быть установлены четкие знаки, а при крупномасштабном механизированном строительстве - быть строго в соответствии с руководством по механическому строительству, и работают профессиональные операторы; различные гидроэнергетические, взрывные и другие сооружения должны обеспечивать жизнь и личную безопасность окружающих жителей, а также принимать различные рекламные меры для обеспечения безопасного и плавного хода проекта. Проектирование и строительство дорожного строительства должны основываться на специфических характеристиках горных районов с учетом различных влияющих факторов, чтобы проектирование было более разумным, строительство было более ровным, а дорожное строительство задача может быть выполнена с гарантией качества и количества.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соколов М.Л., Трескинский С.А., Изыскания и проектирование автомобильных дорог в горной местности. Москва: Автотрансиздат, 1961 - 256 с

2. Демидов Д.В., Кошелев Б.А., Пашкин С.А. Технология и организация строительства автомобильных дорог, Москва: 2002 г. - 40 стр.
3. Некрасов В.К. Строительство автомобильных дорог (Том 2) М.: Транспорт, 1980. - 421 с
4. Жуков Виктор Ильич, Гавриленко Татьяна Валентиновна Изыскания и проектирование автомобильных дорог в сложных условиях., Красноярск: СФУ, 2019. - 121 с.

Хаттаби Мохамед Асаад Ибрахим (Египет),  
Черкасова Татьяна Викторовна (Россия),  
Тришкина Людмила Ильинична (Россия)

Томский государственный  
архитектурно-строительный университет, г. Томск

Научные руководители: Черкасова Татьяна Викторовна, канд. физ.-мат. наук,  
Тришкина Людмила Ильинична, д-р физ.-мат. наук

### **ДИСЛОКАЦИОННЫЕ СУБСТРУКТУРЫ, ФОРМИРУЮЩИЕСЯ В СПЛАВАХ CU-AL ОТ КОНЦЕНТРАЦИИ ВТОРОГО ЭЛЕМЕНТА**

В разделе физика твердого тела имеется много направлений для исследования дефектной структуры. Данная наука позволяет изучить дефектную структуру сплавов и чистых металлов. Для описания дефектной структуры нужно получить качественную картину, а затем по полученным микроснимкам можно рассчитать количественные параметры, характеризующую конкретную структуру. Основным и важным параметром является средняя скалярная плотность дислокаций [1]. Структура с разными значениями плотности дислокаций образуется в материале после разных степеней деформации. От распределения дислокаций по всему объему материала, концентрации второго элемента в ГЦК твердых растворах зависит прочность сплавов. Поэтому в работе необходимо провести качественные описания типов субструктур, а затем количественные измерения, например, плотность дислокаций, расстояний между ними в сплавах с разной концентрацией легирующего элемента. Дислокационная субструктура в медно-алюминиевых сплавах, где концентрация второго элемента варьируется в интервале 0.2... 5 ат.%Al, а степень деформаций – 5-10%, можно отнести к хаотическому типу распределения дислокаций в объ-

еме материала. Дислокации при хаотическом распределении обладают упругой энергией и междислокационными взаимодействиями. В данном случае, можно применить статистические методы к исследованию формирования и развития субструктуры после различных степеней деформации.

Задачей исследования является познакомиться с статистическими методами для измерения расстояний между соседними дислокациями в сплавах при разных величинах второго элемента. Установить влияние степени деформации на формировании типах дислокационных субструктур и распределение дислокаций в каждом конкретном типе ДСС при небольших степенях деформации: дислокационном хаосе, сетчатой, ячеисто-сетчатой, ячеистой.

**Материалы и методика эксперимента.** Исследовался сплав, где концентрация легирующего элемента Al изменялась в пределах 0.3...14 ат.% с размером зерна  $\langle d \rangle = 120$  мкм. Материал для исследования использовался в виде образцов с размерами  $100 \times 12 \times 2$  мм<sup>3</sup>. Деформация – растяжение на машине "Instron". Температуре - комнатная. Структура сплавов после степеней деформации ( $\epsilon_{ист} = 0.05-0.10$ ) исследовались методом дифракционной электронной микроскопии, при этом использовался микроскоп "Tesla-BS-540". В микроскопе, используя гониометр можно наклонять фольгу на разные углы. Это позволяет достаточно хорошо проанализировать структуру, которая формируется на конкретном участке. Используя метод секущей [2, 3] по фотографиям дислокационных структур, полученным в микроскопе, измерили расстояний между соседними дислокациями в определенном типе дислокационной субструктуры.

Приведем конкретный пример для определения средней скалярной плотности дислокаций с измерением расстояний между дислокациями. Пример для определения плотности дислокаций с изображением дислокационного хаоса представлен на рис.1, где стрелками показаны расстояния между соседними дислокациями (X). Для более точного получения X эти измерения проводятся много раз по всем направлениям на фотографии. По полученным измерениям строятся гистограммы распределения расстояний между дислокациями (X). Зная средние значения расстояний между дислокациями (рис. 1), по формуле  $\langle \rho \rangle = \frac{1}{\bar{X} \cdot t}$  можно определить среднюю скалярную плотность

дислокаций:  $\langle \rho \rangle = \frac{1}{\bar{X} \cdot t} = \frac{1}{0,25 \cdot 10^{-6} \cdot 1600 \cdot 10^{-8}} = 0.25 \cdot 10^{12} \text{ м}^{-2}$  для данной микрофотографии.

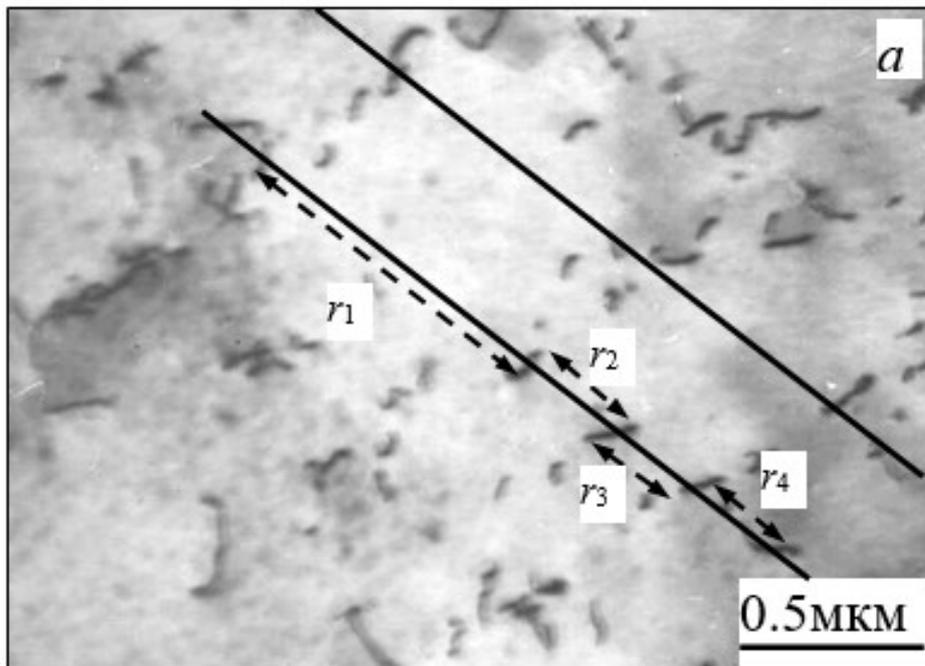
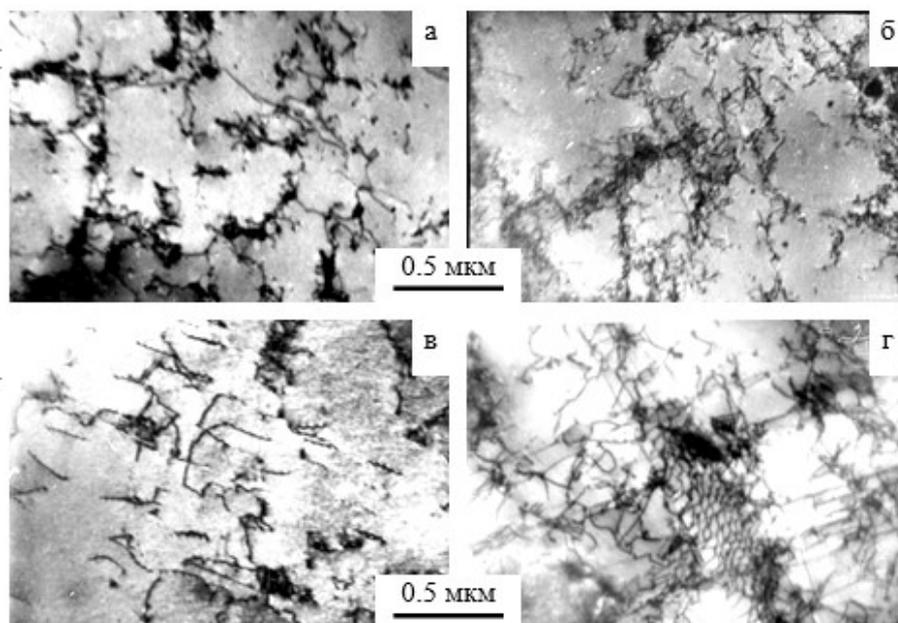


Рис. 1. Хаотическое распределение дислокаций наблюдаемых в сплаве  $\text{Cu}+0.2\text{ат.}\%\text{Al}$ .  $\epsilon_{\text{ист}} = 0.05$ . Размер зерна 120 мкм

Используя полученные экспериментальные данные, были построены распределения расстояний между дислокаций при разных  $\epsilon_{\text{ист}}$  в каждом типе ДСС.

Результаты исследования и их обсуждение. Рассмотрим изменение типов формирующихся субструктур при увеличении концентрации второго элемента в интервале 0.5 ... 14 ат.% Al. На рис. 2 приведены микроснимки основных типов ДСС, которые образуются в исследованных сплавах при  $\epsilon_{\text{ист}} = 0.10$ . После деформации  $\epsilon_{\text{ист}} = 0.02-0.05$  в сплавах  $\text{Cu}+0.2\text{ат.}\%$ ,  $0.5\text{ат.}\%$ ,  $2\text{ат.}\%$ ,  $3\text{ат.}\%$  и  $5\text{ат.}\%$  Al присутствуют два типа ДСС: хаотическое распределение дислокаций и дислокационные клубки (рис. 1а). При степени деформации  $\epsilon_{\text{ист}} = 0.10$  наблюдается неориентированная ячеистой субструктуры (рис. 1б). Проведем анализ влияния степени деформации на примере сплава  $\text{Cu}+3\text{ат.}\%\text{Al}$  на изменение расстояний между дислокациями X.



*Рис. 2 Электронно-микроскопические изображения типов дислокационных субструктур,*

*$\epsilon_{ист} = 0.10$ . В сплавах 0.2 ... 5ат.% Al (а, б) формируются следующие субструктуры: а – клубки и дислокационный хаос, б – ячеистая без разориентировок. Сплавы Cu+10ат.%Al и Cu+14ат.% Al (в, г): в – хаотическое распределение дислокаций по образцу и дислокационные скопления, г – однородная сетчатая ДСС.*

Пример зависимости расстояний между дислокациями от степени деформации в дислокационном хаосе и неразориентированной ячеистой ДСС для сплава Cu+3ат.% Al приведен на рис. 3. Имеются в материале области, где присутствуют отдельные дислокации (хаос) и места, где посредством взаимодействия отдельных дислокаций образуются клубки из дислокаций, наблюдается неоднородность в их распределении: минимальные расстояния между дислокациями оказываются равными 0.20, а максимальные – 0.40 мкм.

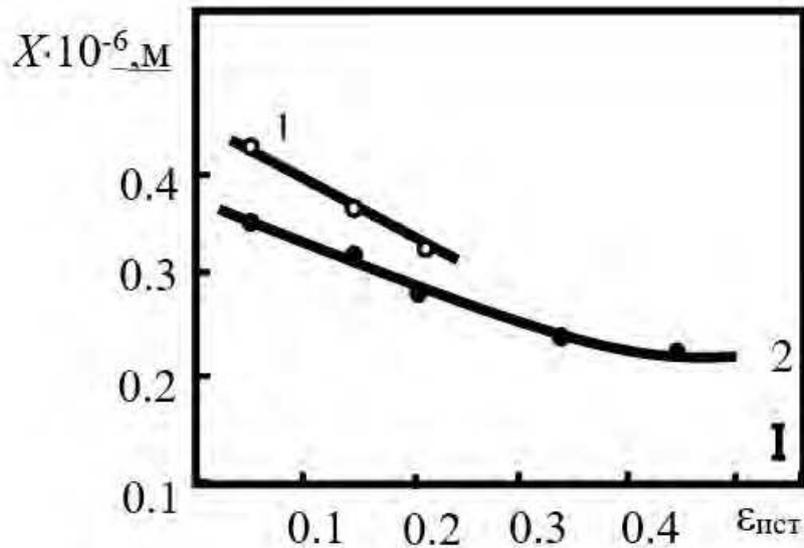


Рис. 3. Взаимосвязь расстояний  $X$  между дислокациями в различных типах субструктурах от степени деформации  $\epsilon_{пст}$  в сплаве  $Cu+3at.\% Al$ :

1 – в дислокационной субструктуре с хаотическим распределением,  
 2 – в ячеистой ДСС без разориентировок.  
 Размер зерна  $\langle d \rangle = 120$  мкм

Рост степени деформации в дальнейшем способствует более однородному распределению дислокаций по объему материала. Например, в материале, где формируется ячеистая без разориентировок дислокационная субструктура, величина  $X$  значений во всех исследованных сплавах изменяется от 0.24 до 0.40 мкм. Экспериментально установлено, что уменьшение расстояний между дислокациями происходит при росте степени деформации, соответственно, при этом возрастает средняя скалярная плотность дислокаций по всему объему образца.

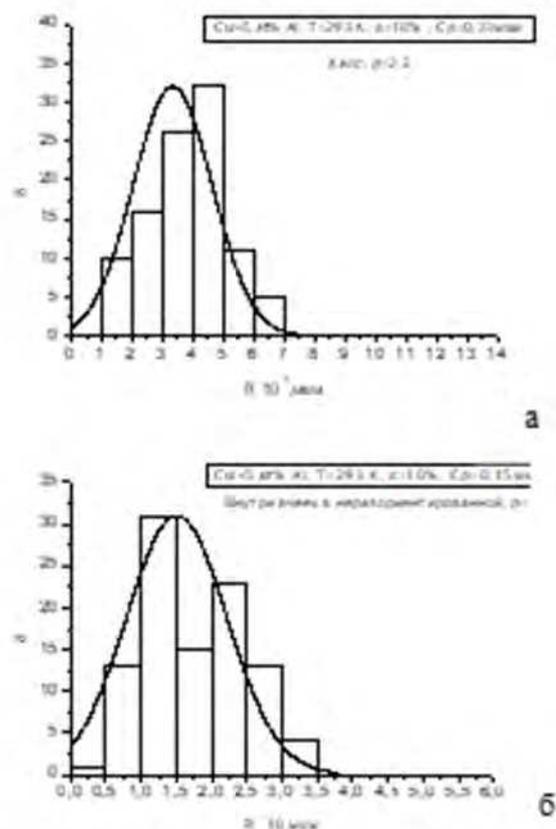


Рис.4. Распределения расстояний между дислокациями в сплаве Cu+5ат.% Al в различных субструктурах при  $\epsilon_{\text{ист}} = 0.10$  и  $T = 293 \text{ K}$ : а) в хаосе, б) внутри неразориентированных ячеек, в) в стенках неразориентированных ячеек.

Рис. 4 отражает экспериментальные результаты, полученные для сплава Cu+5ат.% Al в виде гистограмм распределений расстояний между дислокациями в разных типах дислокационных субструктур при  $\epsilon_{\text{ист}} = 0.10$ . Эти распределения можно аппроксимировать с логарифмически нормальным распределением, где уровень значимости 0.91.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Установлено, что в исследованных медно-алюминиевых сплавах с разной концентрацией второго элемента расстояния между соседними дислокациями с ростом степени деформации, увеличением концентрации второго элемента уменьшаются. В сплавах при увеличении концентрации второго элемента от 0.1 до 5 ат.%Al при степенях деформации  $\epsilon_{\text{ист}} = 0.10$  наблюдается неоднородность распределения дислокаций в структуре: встречаются места, где интервал значения  $X$  изменяется в четыре раза.

*Работа выполнена при поддержке госзадания Министерства науки и высшего образования РФ FEMN-2023-0003.*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. N.A. Koneva, V.A. Starenchenko, D.V. Lychagin, L.I. Trishkina, N.A. Popova, E.V. Kozlov, *Mat. Sci. and Eng. A.*, pp. 179-183 (2008).
2. С.А. Салтыков, *Стереометрическая металлография* (Металлургия, Москва, 1970), стр. 376.
3. Конева Н.А., Черкасова Т.В., Тришкина Л.И., Попова Н.А., Громов В.Е., Аксенова К.В. *Дислокационная структура и дислокационные субструктуры. Электронно-микроскопические методы измерения их параметров* Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2019. – 136 с.

Хаттаби Мохамед Асаад Ибрахим (Египет),  
Черкасова Татьяна Викторовна (Россия),  
Тришкина Людмила Ильинична (Россия)

Томский государственный  
архитектурно-строительный университет, г. Томск

Научные руководители:  
Черкасова Татьяна Викторовна, канд. физ.-мат. наук,  
Тришкина Людмила Ильинична, д-р физ.-мат. наук

### **ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ НА ЭВОЛЮЦИЮ ДИСЛОКАЦИОННОЙ СУБСТРУКТУРЫ В МЕДНО-МАРГАНЦЕВЫХ СПЛАВАХ**

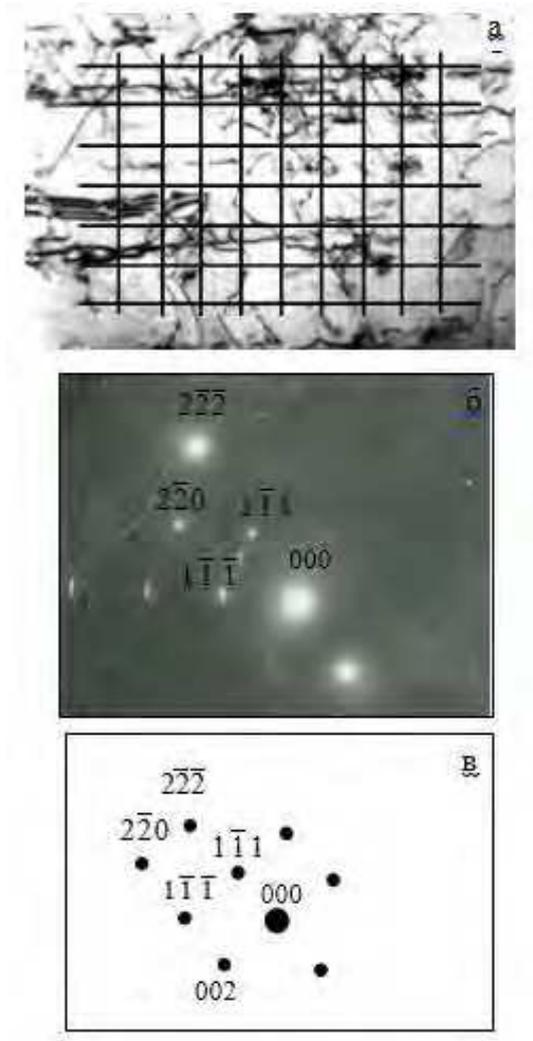
Различное содержание второго элементов в сплавах Cu - Mn позволяет широко изменять степень ближнего порядка, что меняет сопротивление движению дислокаций в материале в процессе деформации и дает возможность получить разнообразие дислокационных структур, а также механических свойств ГЦК твердых растворов [1, 2]. Развитие пластической деформации приводит к вступлению нового важного фактора упрочнения: формированию определенной дислокационной субструктуры (ДСС), определяющей деформационное упрочнение поликристаллов твердых растворов. Характер образующейся дислокационной структуры тесно связан с такими параметрами твердого раствора, как энергия дефекта упаковки, параметры локального порядка, силы трения в материале между дислокациями, которые

могут сильно изменяться в зависимости от концентрации легирующего элемента. Одной из основных проблем при практическом применении сплавов является создание в них оптимальных физико-механических свойств. Для решения этой проблемы необходимо исследовать особенности изменения дислокационной субструктуры в зависимости от концентрации легирующего элемента и деформации.

В данной работе, на примере сплавов системы Cu-Mn, была поставлена задача исследование влияния легирующего элемента на формирующийся тип дислокационной структуры и ее эволюцию с деформацией. Провести анализ поведения параметров субструктур от концентрации второго элемента и деформации.

**Материалы и методика эксперимента.** Для выполнения поставленной задачи для исследования был взят сплав, где концентрация легирующего элемента Mn изменялась в пределах 0.2...25 ат. % с размером зерна  $\langle d \rangle = 100$  мкм. Образцы растягивали на специальной машине "Instron" при комнатной температуре. Сплав деформировали от степени деформации  $\varepsilon_{ист} = 0.05$  до 0.60, а затем образцы деформированных сплавов исследовались в электронном микроскопе "Tesla-BS-540". В микроскопе при съемке применялся гониометр, при помощи которого можно непосредственно в микроскопе наклонять фольгу на разные углы, что позволяет провести анализ структуры в микроскопе в одном и том же месте. Применяя метод секущей, по микрофотографиям дислокационных структур определялась средняя скалярная плотность дислокаций в целом по образцу и объемные доли субструктур при разных концентрациях второго элемента [3, 4].

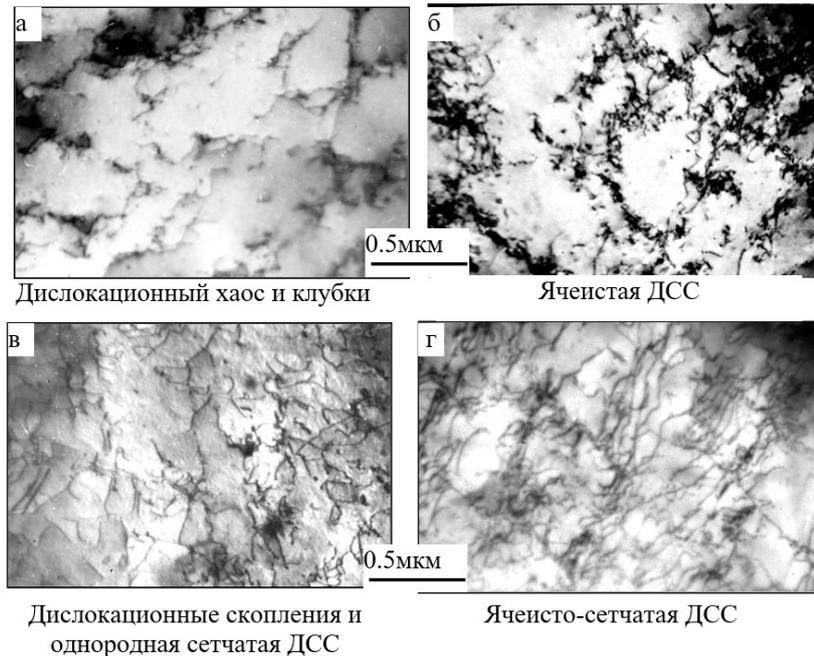
На рис.1 представлен пример определения средней скалярной плотности дислокаций для сплава системы Cu-Mn с небольшой концентрацией легирующего элемента, после деформации  $\varepsilon_{ист} = 0.05$ . На данном рисунке показана измерительная сетка с размером ячейки  $0,5 \times 0,5$  см наложенная на микрофотографию, по ним рассчитали число пересечений дислокационных линий, которые после деформации материала выходят на поверхность фольги. С учетом общей длины пересечений линий по вертикали и горизонтали можно рассчитать среднюю скалярную плотность дислокаций на данном участке микрофотографии по формуле  $\rho_0 = (n_1/L_1 + n_2/L_2) \cdot M/t$ , где  $M$  – увеличение микрофотографии,  $n_1$  и  $n_2$  – число пересечений дислокаций с горизонтальными и вертикальными линиями на измерительной сетке соответственно,  $L_1$  и  $L_2$  – суммарная длина горизонтальных и вертикальных линий,  $t$  – толщина фольги.



*Рис. 1. Пример для определения средней скалярной плотности дислокаций в ГЦК сплаве после деформации  $\epsilon_{ист} = 0,05$ :  
 а – электронно-микроскопическое изображение ячеисто-сетчатой субструктуры, б – микродифракционная картина (МД), снятая с данного участка, в – схема МД с указанием рефлексов  $hkl$*

**Результаты исследования и их обсуждение.** Рассмотрим изменение типов формирующихся субструктур и их объемных долей  $P_v$  при увеличении концентрации второго элемента в интервале 0.2 ... 25 ат. % Mn. На рис. 2 приведены микроснимки основных типов ДСС и их  $P_v$ , которые образуются в исследованных сплавах при  $\epsilon_{ист} = 0.10$ . в сплавах Cu+0.2ат. %, 0.5ат. %, 2ат. %, 3ат. %, 6ат. %, 13ат. %, 19ат. % и 25ат. % Mn. При концентрациях второго элемента до 6 ат. % присутствуют три типа ДСС: хаотическое распределение дислокаций и дислокационные клубки (рис. 2а) и неразориентированная ячеистой субструктуры (рис. 2б). Концентрация легирующего элемента 8 ат. % является переходной в формировании типов суб-

структуры. При концентрации второго элемента 8 ат. % и выше формируется сетчатая субструктура (рис. 2 в) и ячеисто-сетчатая субструктура (рис. 2 г).



*Рис. 2. Эволюция типов дислокационных субструктур в сплаве Cu-Mn в зависимости от концентрации легирующего элемента при степени деформации*

*$\epsilon_{ист} = 0.10$ : а – дислокационный хаос и клубковая, б – ячеистая ДСС (а, б – соответствует сплавам в интервале концентрацией второго элемента 0.2....6 ат.%), в – дислокационные скопления и однородная сетчатая ДСС, г – ячеисто-сетчатая ДСС (в, г – соответствует сплавам в интервале концентрацией второго элемента 8....25 ат.%)*

На рис.3 представлены диаграммы субструктур в координатах « $P_v - C$ », где  $C$  – концентрация Mn в сплаве. При увеличении концентрации легирующего элемента от 0.2 до 25ат.% Mn наблюдается следующая последовательность превращения субструктур в сплаве при небольших степенях деформации: дислокационный хаос, клубковая, ячеистая ДСС, ячеисто-сетчатая ДСС, дислокационные скопления, а затем однородная сетчатая ДСС. Последовательность превращений субструктур в зависимости от концентрации легирующего элемента от 0.2 до 25ат.% Mn в сплавах Cu-Mn при  $\epsilon_{ист} = 0.30..0.60$  выглядит следующим образом: ячеистая ДСС с разориентировками → микрополосовая ДСС → ячеисто-сетчатая с разориентировками → сетчатая с разориентировками + микрополосовая ДСС. Надо иметь в виду, что

микроросовая субструктура является всегда разориентированной по своему строению.

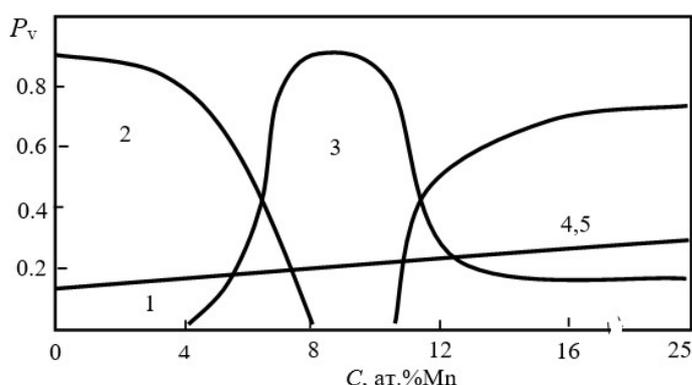


Рис. 3. Диаграммы эволюции дислокационных субструктур в сплаве Cu-Mn в зависимости от концентрации легирующего элемента при степени деформации  $\epsilon_{ист} = 0.10$ :

1 – дислокационный хаос, 2 – ячеистая ДСС, 3 – ячеисто-сетчатая ДСС, 4 – дислокационные скопления, 5 – однородная сетчатая ДСС

При увеличении степени деформации в исследуемых сплавах происходит изменение параметров дислокационной субструктуры, в частности плотности дислокаций. По микрофотографиям были измерены в зависимости от концентрации легирующего элемента средняя скалярная плотность дислокаций. Результаты измерений средней скалярной плотности дислокаций при различных степенях деформации представлены на рис. 4. Плотность дислокаций увеличивается (при одной и той же степени деформации) с увеличением концентрации марганца. Из рисунка видно, что в интервале концентраций от 0.2 до 8 ат. % Mn, плотность дислокаций увеличивается более интенсивно, а затем растет незначительно. Интересно обратить внимание на некоторые детали зависимости плотности дислокаций от концентрации легирующего элемента. При малых степенях деформации в сплавах Cu-Mn (при небольших концентрациях) зависимости  $\langle \rho \rangle = f(C)$  обуславливаются в основном твердорастворным упрочнением из-за размерного эффекта, а при переходе к большим концентрациям на части зависимостей появляется характерный изгиб, который можно связать с наличием ближнего атомного порядка в сплавах.

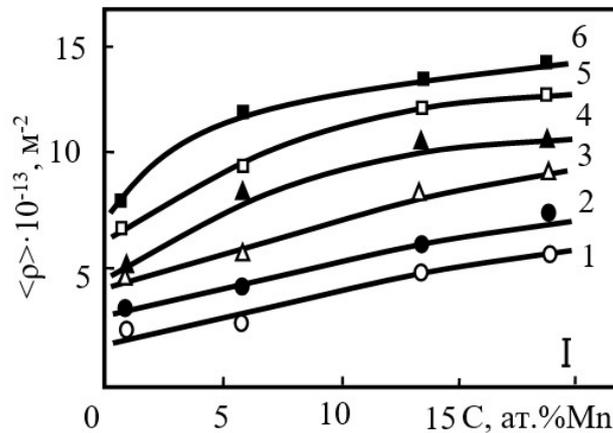


Рис. 4. Зависимости средней скалярной плотности дислокаций  $\langle \rho \rangle$  от концентрации легирующего элемента C при разных степенях деформации:

$$\begin{aligned} 1 - \varepsilon_{ист} &= 0.05, & 2 - \varepsilon_{ист} &= 0.10, \\ 3 - \varepsilon_{ист} &= 0.20, & 4 - \varepsilon_{ист} &= 0.30, \\ 5 - \varepsilon_{ист} &= 0.40; & 6 - \varepsilon_{ист} &= 0.60 \end{aligned}$$

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ.** Установлено, что в исследованных сплавах с разной концентрацией второго элемента происходит смена типов дислокационных субструктур. Рост концентрации легирующего элемента приводит к увеличению средней скалярной плотности дислокаций при фиксированной степени деформации. Формирование разного типа дислокационных субструктур и увеличение плотности дислокаций связано в основном с твердорастворным упрочнением.

Работа выполнена при поддержке госзадания Министерства науки и высшего образования РФ FEMN-2023-0003

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конева Н.А., Козлов Э.В., Тришкина Л.И., Жданов А.Н. Механизмы упрочнения и особенности стадийности деформации поликристаллов с нанозерном // Деформация и разрушение материалов. – 2009. – № 1. – С.12-15.
2. Тришкина Л. И., Конева Н.А. Влияние легирования на эволюцию субструктуры с деформацией в твёрдых растворах на основе Cu – Al и Cu – Mn // Естественные и гуманитарные науки в XXI веке. Материалы конференции. Томск, ТГАСУ. – 2004 г. – С. 25-32.
3. С.А. Салтыков, Стереометрическая металлография (Металлургия, Москва, 1970), стр. 376.

4. Конева Н.А., Черкасова Т.В., Тришкина Л.И., Попова Н.А., Громов В.Е., Аксенова К.В. Дислокационная структура и дислокационные субструктуры. Электронно-микроскопические методы измерения их параметров Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2019. – 136 с.

Ху Ган (Китай)

МГТУ им. Н. Э. Баумана, г. Москва

Научный руководитель: Шахов Андрей Викторович,  
канд. физ.-мат.наук, доцент

## **ОСНАЩЕНИЕ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ СТАНЦИЙ КИТАЙСКИМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ ЦЕНТРАЛИЗАЦИЯМИ**

Железнодорожный транспорт – это вид транспорта, использующий железнодорожные поезда для перевозки пассажиров и грузов. Он чрезвычайно важен для перевозки грузов и имеет множество преимуществ.

Станция предназначена в основном для выполнения технических операций по приёму, отправлению, обгону, скрещению и пропуску грузовых и пассажирских поездов, маневровых операций по прицепке-отцепке вагонов к сборным поездам, уборке и подаче вагонов на распределенные линии, а также грузовых, коммерческих и пассажирских операций [1].

Использование системы ЭЦ (CTCS) имеет большое преимущество для улучшения работы на станции.

Для использования системы CTCS была спроектирована железнодорожная станция, которая является типичной промежуточной станцией, а также она отвечает за отправку поездов на станции и отправку и инструктаж поездов на близлежащих участках железной дороги.

Оборудование станции включает: 35 стрелок, 41 светофор, 10 спаренных стрелок.

Технические операции на станции: все участки будут состоять из двух путей, что позволит использовать оба пути для приёма и отправления поездов в обоих направлениях; специальные рельсы, которые мы используем на станциях, в основном это рельсы типов р50 и р65; два пути разделены 5 м.

Схематический план является исходным документом, позволяющим осуществлять автоматизированное проектирование и дистанционное проектирование. Поскольку пути и стрелочные переводы показаны в виде прямых линий, их часто называют однолинейными планами. Из-за больших различий в продольных и поперечных размерах масштабные планы станций нецелесообразны, поэтому в практике проектирования для визуализации путей станции используются вне-масштабные схематические чертежи [2].

На схематическом плане станции показывается:

- специализация и нумерация приёмо-отправочных путей;
- расположение и нумерацию стрелок и светофоров;
- разбивка станции на изолированные участки;
- пост централизации;
- релейные и батарейные шкафы;
- расстояния (ординаты) от поперечной оси станции до стрелок, светофоров, изолирующих стыков и предельных столбиков;
- пассажирские платформы и грузовые платформы;
- ТССУ основных магистральных кабелей;
- виды стрелок и их количество, например: 1/9, 1/11.

Над схемой станции указано конкретное расположение различных установок оборудования. В центре станции проходит главная дорога. Два пути главной дороги идут в разные стороны, чтобы поезд мог быстро пройти через станцию.

CTCS означает китайскую систему управления движением поездов. Система имеет две подсистемы: бортовую подсистему и наземную подсистему. CTCS делит уровень приложений в соответствии с функциональными требованиями и конфигурацией, которые делятся на уровни 0-4.

Мы выбираем систему CTCS-3, которая является самой используемой и разнообразной системой управления железнодорожным транспортом в Китае.

Особенности системы CTCS-3:

1. Для связи между транспортным средством и землей CTCS-3 использует беспроводной режим и может осуществлять двустороннюю связь между транспортным средством и землей;
2. Система управления поездом CTCS-3 может достигать временного интервала в 3 минуты, в то время как временной интервал CTCS-2 обычно превышает 5 минут, поэтому CTCS-3 более эффективна;
3. Благодаря внедрению беспроводной передачи количество наземного оборудования значительно сокращается, поэтому

можно снизить инвестиционные затраты на сигнальное оборудование;

4. Максимально допустимая скорость уровня CTCС-3 может достигать 350 км/ч и выше, а максимальная скорость, достигаемая на данный момент, составляет более 400 км/ч на экспериментальной линии [2].

Система состоит из двух подсистем: подсистемы транспортного средства и наземной подсистемы. Наземная подсистема может состоять из следующих частей: транспондер, рельсовая цепь, сеть беспроводной связи (GSM-R), центр управления поездом (TCC)/радио. Бортовая подсистема центра блокировки (БЦБ) может состоять из следующих частей: бортовое оборудование КТКС, бортовой модуль беспроводной системы. Подсистема АТП (автоматическая система охраны поездов) GSM-R – международный стандарт беспроводной связи для железнодорожной связи.

Система CTCС спроектирована на базе системы ETCS (European Train Control System), которая хорошо интегрируется с существующей системой железных дорог России, и позволяет централизованно устанавливать путевой ящик в зоне объекта путевого управления. Блок управления и внутреннее машинное отделение используют оптоволоконную сеть для связи. Оборудование системы управления поездом поддерживает метод установки, при котором оборудование распределяется по путям, а релейный интерфейс заменяется полностью электронным интерфейсом, что значительно уменьшает пространство аппаратного помещения и уменьшает количество используемых кабелей. С одной стороны, это обеспечивает удобство при строительстве, а с другой стороны, снижает инвестиционную стоимость проекта [3].

Экономическое обоснование выбора и оборудования станции CTCС-3 очень важно. Результаты экономического расчёта помогут определить эффективность внедрения данной системы и выявить целесообразность проводимых мероприятий.

Планируемые экономические показатели проекта:

1. Эксплуатационные расходы: 4326143 руб.;
2. Общая экономия эксплуатационных расходов составит: 835857 руб.;
3. Чистый доход от внедрения на участковой станции электрической централизации составит 711983 руб.;
4. Срок окупаемости составит 4,4 года.

Таким образом, в нашей статье представлен оптимальный вариант полного оснащения промежуточных станции китайскими электрическими централизациями (подробно рассмотрен схематический

план, выбрана система управления движением CTC3-3, описаны планируемые экономические показатели), позволяющий значительно улучшить работу станции и повысить эффективность.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кононов В. А., Лыков А.А., Никитин А. Б. Основы проектирования электрической централизации промежуточных станций. – М.: УМК МПС России, 2003. - 316 с.
2. Додонов А. Ю. Проектирование схематического и двухниточного планов станции: учебное пособие. – Иркутск: ИрГУПС, 2009. – 64 с.
3. Цюань Хуньюй. Обсуждение применения системы управления поездом CTC3-3 в проектах зарубежных высокоскоростных железных дорог // Сигнализация железнодорожной связи. – 2021. - Т. 9., № 21. – С.116-120.

Хуа Кэфэй (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Леонов Сергей Владимирович,  
канд. техн. наук, доцент

### АСУ ПРОЦЕССОМ СЕПАРАЦИИ НА ЦЕНТРАЛЬНОМ ПУНКТЕ СБОРА

Прогресс в любой области должен основываться на передовых достижениях науки и техники. Только таким образом можно повысить производительность труда и конкурентоспособность на рынке. В секторе нефтяной промышленности в настоящее время существует необходимость внедрения автоматизированных систем управления производством. Наиболее представительным из них является автоматизация процессов и производства.

Внедрение автоматизации на предприятиях нефтяной промышленности может значительно повысить эффективность и способствовать упорядоченному развитию всех производственных процессов, при этом значительно снижая вероятность возникновения аварийных ситуаций, связанных с безопасностью.

#### **1 Описание автоматизированного процесса разделения**

При добыче нефти сырая нефть и природный газ вначале собираются из нефтяных скважин. Вместе с ними собираются: попутный газ,

пластовая вода, механические примеси. Подготовка и сбор нефтепродуктов осуществляется с помощью ЦПС [1].

Подготовка нефти проходит четыре основные стадии: дегазация, стабилизация, обезвоживание и обессоливание. В процессе сепарации АСУ используются нагреватели для промежуточного нагрева. Газ, выделяющийся в процессе сепарации, также сжимается и собирается в компрессорной станции. Одновременно отделенная экстрагированная вода подается в резервуар для очистки, где подвергается электростатической обработке и подается на первичную сепарацию или направляется в систему водоподготовки.

Газожидкостная смесь подается по трубопроводу в первичный сепаратор (рис. 1):

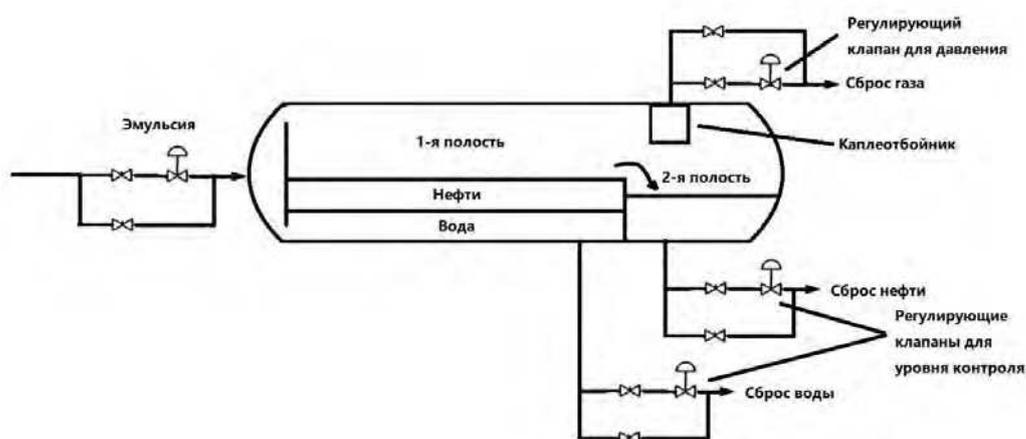


Рис. 1. Схема блока сепарации ЦПС

При прохождении газожидкостной смеси через приемный блок в сепаратор происходит отделение свободного газа. Отделенный газ собирается в верхней части устройства из-за своей плотности, проходит через каплесборник и отводится через патрубок выхода газа на следующий этап обработки. Внутренняя структура сепаратора разделена перегородкой на две полости. В первой камере происходит обезвоживание нефтяной эмульсии. Далее вторая полость используется для очистки масла. Отделенная вода собирается в нижней части первой полости, откуда она выводится через выходной патрубок. Отделенное масло собирается в нижней части второй полости и выгружается.

## 2 Разработка структурной схемы АСУ

Мы построили многоступенчатую систему, основанную на принципе иерархического распределенного управления, во главе которой стоит подсистема управления производственным процессом [2].

Объектом управления является сепарационное оборудование. Все параметры системы поступают в систему SCADA, как показано

на рисунке 2. Система SCADA обеспечивает автоматическое управление распределенным оборудованием, а также мониторинг параметров системы. Система может управляться человеком и распределена по иерархической структуре:

Нижний уровень: датчики, исполнительные механизмы. Статус объектов управления:

1. Датчики: классифицируются по обнаружению в реальном времени различных типов данных: уровень воды, уровень масла, реле уровня, давление, температура, расход.

2. Приводы: ручные, электрические клапаны управления.

Средний уровень: ПЛК, алгоритм автоматического управления, с помощью которого ПЛК собирает и обрабатывает информацию от объекта управления, а затем выполняет логику программы в соответствии с результатами обработки.

Высокий уровень: SCADA. Мы можем использовать компьютер для мониторинга состояния процесса разделения в режиме реального времени, или мы можем использовать несколько функций управления компьютером одновременно [3].

Мы используем компьютер для измерения таких данных, как уровень масла, давление, температура и расход в сепарационной установке.

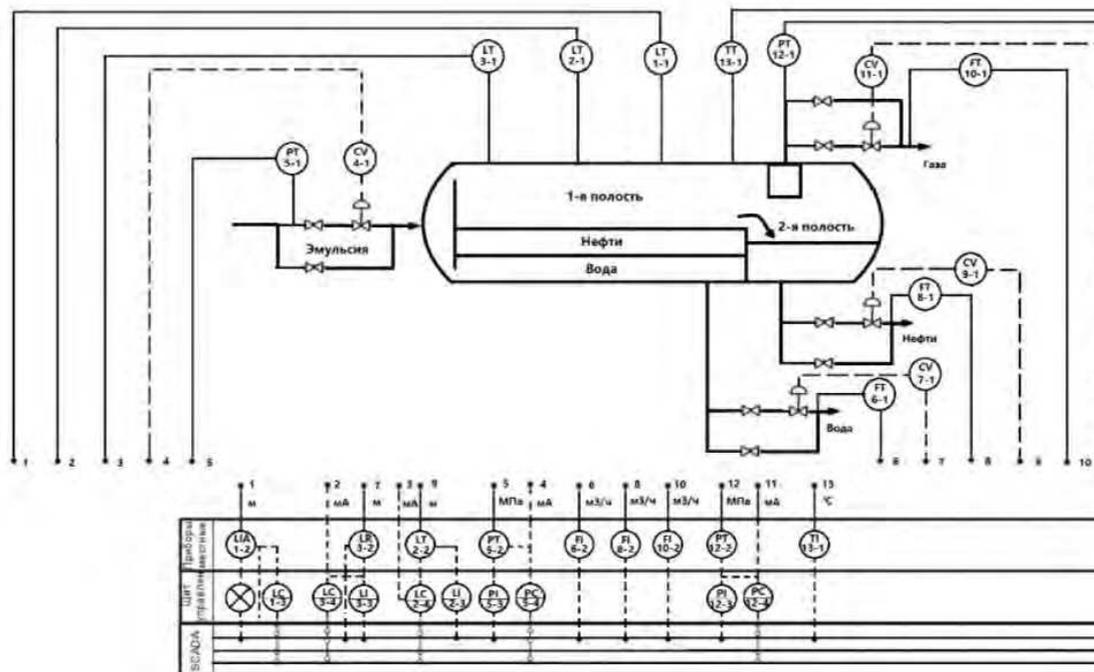


Рис. 2. Блок-схема системы автоматизации управления

## Заключение

Автоматизация процесса сепарации имеет важное значение для нефтяной промышленности. Кроме того, процессы сепарации должны

быть оптимально эффективными за счет контроля других параметров процесса: уровня, потока, температуры, плотности и т.д.

Мы управляем процессом сепарации с помощью компьютера, используя компьютеры для контроля успешной работы каждого этапа, что в свою очередь обеспечивает правильное функционирование всей системы автоматического управления.

Мы разработали систему автоматизации процесса сепарации на центральном пункте сбора, которая отслеживает и контролирует данные процесса сепарации. В результате получилась система, которая улучшает качество процесса сепарации и обеспечивает экономическую выгоду, одновременно снижая количество аварий.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. – Томск, 2009.
2. Центральный пункт сбора нефти (ЦПС), Система сбора и транспортировки:  
<https://neftegaz.ru/tech-library/oborudovanie-dlya-sbora-i-podgotovki-nefti-i-gaza/141713-tsentralnyy-punkt-sbora-nefti-tsp>
3. Комиссарчик В.Ф. Автоматическое регулирование технологических процессов: учебное пособие. Тверь 2001.

Хужажинова Камила Абликимовна (Казахстан)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Верхотурова Вера Викторовна,  
канд. ист. наук, доцент

### **КУЛЬТУРА ФИЗИЧЕСКОЙ ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КАК ЭЛЕМЕНТ ЭФФЕКТИВНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ЯДЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

В условиях глобального роста рисков, государства, имеющие объекты использования атомной энергии, прилагают согласованные усилия, связанные с обеспечением физической ядерной безопасности (ФЯБ) объектов, исключению возможности использования ядерного и другого радиоактивного материала в злонамеренных целях. ФЯБ иг-

рает основополагающую роль при управлении ядерными технологиями и в тех областях применения, где используется или транспортируется ядерный или другой радиоактивный материал.

Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) определяет физическую ядерную безопасность как обнаружение и предотвращение хищения, несанкционированного доступа, саботажа (диверсии), незаконной передачи или других злоумышленных действий в отношении ядерных материалов, других радиоактивных веществ или связанных с ними установок и реагирование на такие действия [1, с. 263].

Поскольку в мире развиваются способы совершения злонамеренных актов, улучшение физической защиты (ФЗ) является важной превентивной мерой против саботажа и диверсии. Система ФЗ, в свою очередь, требует сочетания аппаратных средств (устройств, обеспечивающих физическую безопасность), процедур (выполнение должностных обязанностей и организации работы сотрудников объекта) и элементов конструкции установки (включая их компоновку). Соблюдение установленных правил и проявление бдительности сотрудников объекта, в свою очередь, напрямую зависят от уровня культуры физической ядерной безопасности (ФЯБ) на предприятии.

Согласно документу МАГАТЭ группы Nuclear Security Series “Nuclear Security Culture”, культура ФЯБ – это совокупность характеристик отношения к деятельности и поведения людей, организаций и учреждений, служащая средством поддержания и повышения физической ядерной безопасности. Целью культуры ФЯБ является обеспечение внимания к мерам ФЯБ соответственно их значимости [2, с. 3].

Далее представлены основные факторы влияния культуры физической ядерной безопасности, направленные на усиление ФЯБ.

### **1.1 Потенциальный вклад в инциденты ФЯБ**

Угрозы физической ядерной безопасности представляют собой нарушители и/или террористы, приобретающие или использующие в злоумышленных целях:

ядерное оружие;

ядерный материал (ЯМ) для создания импровизированных ядерных взрывных устройств;

радиоактивные материалы, используемые для причинения вреда людям или окружающей среде.

Это могут быть как внешние, так и внутренние угрозы.

В случае злонамеренного использования радиоактивного материала возникают негативные политические и экономические последствия, а также разрушительное воздействие на здоровье людей и окру-

жающую среду. Ключевую роль в сохранении бдительности и принятии устойчивых профессиональных действий, в борьбе с диверсией и саботажем, с использованием радиоактивного материала в злонамеренных целях, играет культура ядерной безопасности.

### **1.2 Режим ФЯБ**

Защита людей, окружающей среды и имущества от злонамеренных действий, которые могут привести к недопустимым радиологическим последствиям при использовании ЯМ или других радиоактивных материалов является одной из основных целей государственного режима физической ядерной безопасности [3, с. 4].

Режим ядерной безопасности включает в себя целый ряд элементов и мероприятий, включая: законодательство и регулирование; сбор разведанных; оценку угрозы для радиоактивных материалов и связанных с ними мест и установок; административные системы; различные технические аппаратные системы; возможности реагирования и мероприятия по смягчению последствий. Эффективная культура ФЯБ зависит от надлежащего планирования, обучения, осведомленности, эксплуатации и технического обслуживания, а также от людей, которые планируют, эксплуатируют и обслуживают системы физической ядерной безопасности [3, с. 5-13].

Однако, даже хорошо спроектированная система может прийти в упадок, если процедуры, необходимые для ее эксплуатации и обслуживания, некачественны, или если операторы не соблюдают установленные процедуры.

Таким образом, в конечном счете, весь режим ФЯБ зависит от людей и их руководителей, а именно от человеческого фактора и уровня развития культуры ФЯБ. Более того, усиление культуры ФЯБ является одним из основных элементов в случае повышения эффективности функционирования системы обеспечения физической ядерной безопасности.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. МАГАТЭ. Глоссарий МАГАТЭ по вопросам безопасности // Терминология, используемая в области ядерной безопасности и радиационной защиты. – 2007. – С. 263.
2. IAEA. Nuclear Security Culture // Implementing Guide. – 2022. С. 3.
3. МАГАТЭ. Цели и основные элементы государственного режима физической ядерной безопасности // Основы физической ядерной безопасности. – 2014. – С. 4-13.

Хэ Цинчжоу (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Спиридонова Анна Сергеевна,  
канд. техн. наук, доцент

## **РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ**

Измерение давления имеет большое значение в экспериментальной газо- и гидродинамике, технологических процессах различных отраслей промышленности, оптимизации работы авиационных, энергетических и транспортных объектов, эффективности добычи и переработки газа и нефти. Для этого требуются качественные лабораторные комплексы и стенды для измерения давления.

Для разных областей науки и техники важно измерять давление точно и надежно.

### **Методы измерения давления**

Давление – это величина силы, которая действует на единицу площади поверхности тела от жидкости или газа и направлена перпендикулярно к ней. Если сила одинакова по всей площади, то давление в каждой точке поверхности одно и то же. Если сила разная по разным частям площади, то давление – это среднее значение силы по площади. По закону Паскаля давление не меняется в среде и распространяется равномерно во все стороны. Поэтому давление всегда перпендикулярно к любой части среды внутри нее, независимо от ее формы и положения в пространстве.

Давление, измеряемое относительно абсолютного вакуума называют абсолютным давлением. Барометрическое давление – это абсолютное давление, создаваемое земной атмосферой. Оно зависит от конкретных условий: температуры воздуха и высоты расположения точки измерения над уровнем моря [1].

Рассмотрим методы измерения давления.

1. Метод баланса упругих сил. Упругий элемент меняет свою форму под действием давления жидкости или газа. Сила, которая возникает из-за этого изменения формы, равна давлению на поверхность тела. Эту силу можно определить по величине смещения упругого элемента. Примеры таких манометров – пружинные трубки, сильфоны и мембраны.

2. Метод гравитационного баланса. Поршневой манометр измеряет давление как массу груза, который нужно положить на поршень для его уравновешивания. Он очень точный и может измерять разные

давления. Обычно он используется для проверки других манометров. Манометр жидкостного столба измеряет давление как высоту столба жидкости по законам гидростатики. Самый простой такой манометр – U-образная трубка с жидкостью внутри.

3. Метод механического баланса. В этом методе давление превращается в силу в одной точке и балансируется другой силой в другой точке. Когда эти силы равны, можно найти давление по значению другой силы. Этот метод сложный в конструкции, но точный в измерении и часто используется в датчиках давления или перепада давления.

4. Метод измерения физических свойств. В этом методе используются физические свойства материалов, которые меняются под действием давления, например электрическое сопротивление или частота колебаний. Такие манометры бывают электрические, колебательные, оптические и тд.

### **Средства измерения давления**

Манометры используют для прямого измерения и отображения давления жидкости или газа на шкале, табло или индикаторе прибора. Если прибор не показывает давление на себе, но может передавать сигнал по дистанции, то он называется измерительным преобразователем давления (ИПД) или датчиком давления. Также есть приборы, которые сочетают в себе обе функции (манометр-датчик).

Манометры разделяют по разным критериям: по принципу работы и конструкции, по типу измеряемого давления, по области применения и назначению, по способу отображения данных и т.д. (рис. 1).

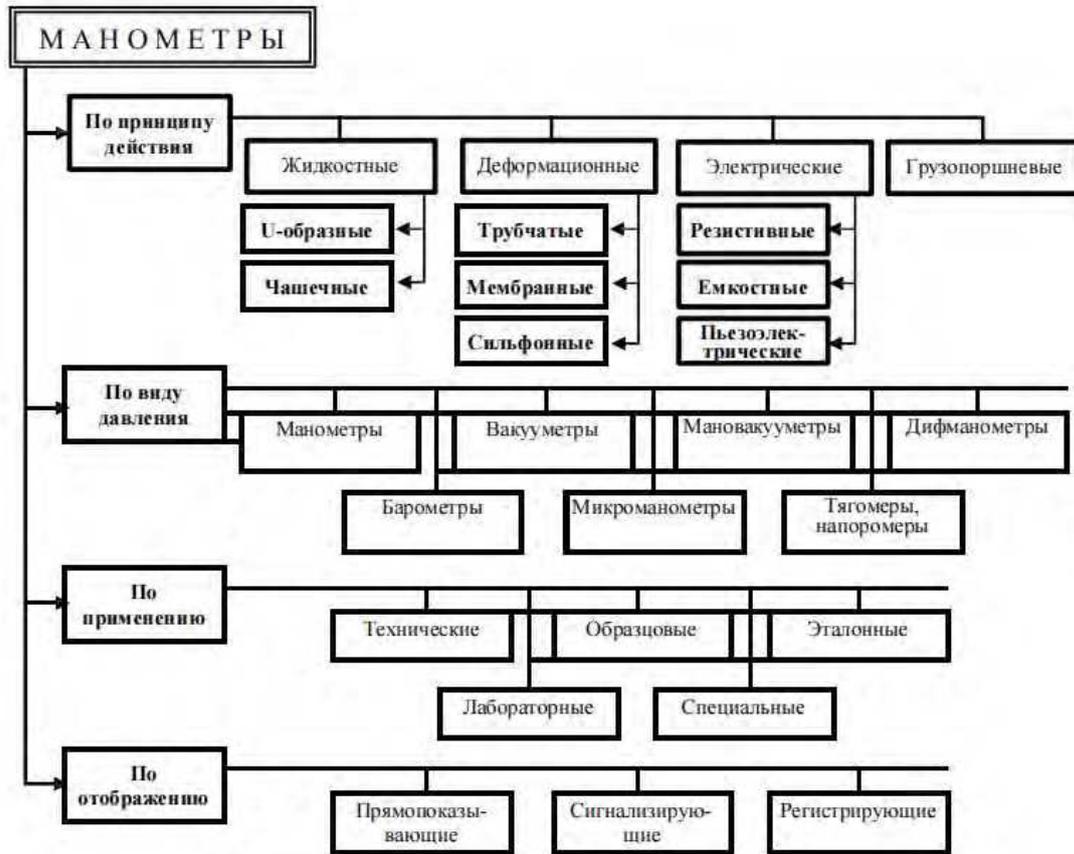


Рис. 1. Классификация манометров

Манометры служат для локального контроля и часто не подходят для автоматизации из-за трудности доступа к их показаниям (кроме манометров с унифицированным электрическим сигналом). Для этой цели лучше подходят измерительные преобразователи давления (ИПД).

Эти приборы подразделяются по тому, как они работают, какое давление они измеряют, и какой сигнал они выдают (рис.2). Кроме того, ИПД отличаются по единицам измерения и некоторым основным техническим параметрам.

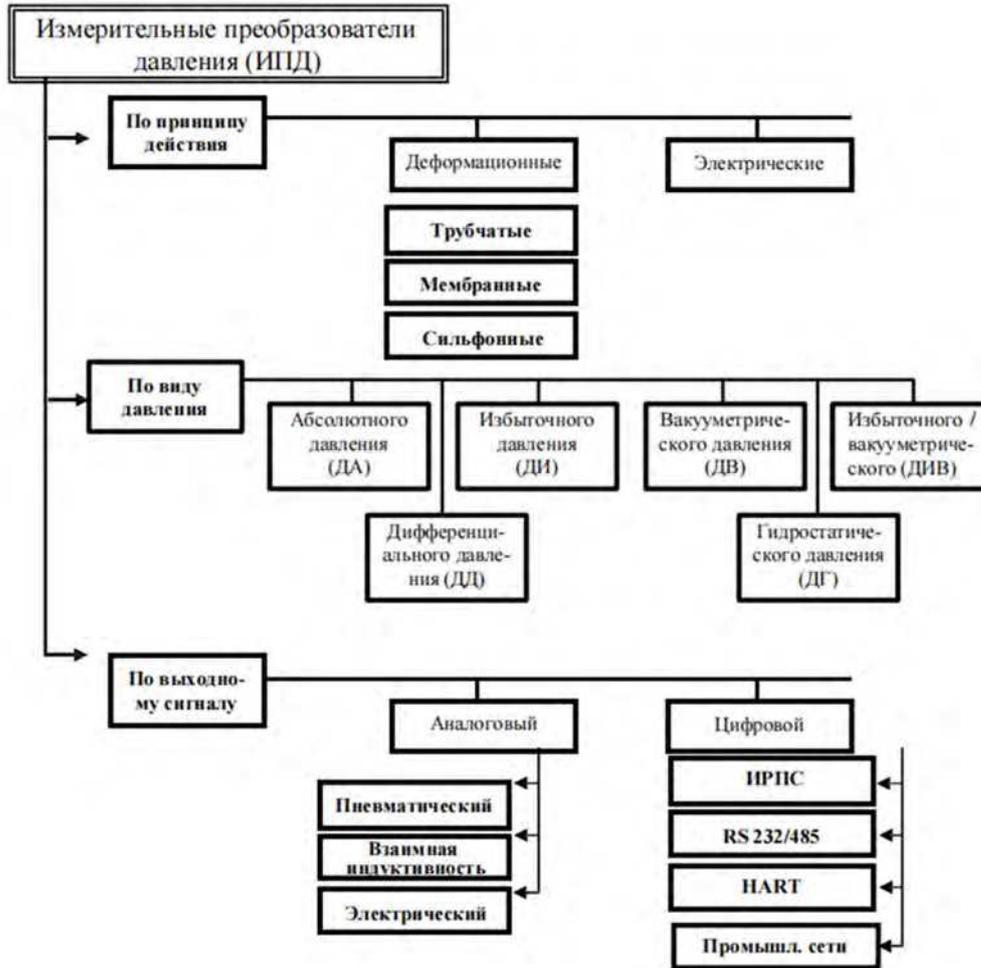


Рис. 2. Классификация измерительных преобразователей давления

Основной парк действующих ИПД относится к аналоговым с унифицированным токовым сигналом 0...5 мА, 0...20 мА или 4...20 мА. В последнее десятилетие наметился переход к ИПД с цифровым выходом. Широкое распространение получил цифровой протокол HART. Этот открытый стандартный гибридный протокол двунаправленной связи предусматривает передачу цифровой информации поверх стандартного аналогового сигнала 4...20 мА [2].

### Лабораторные комплексы для измерения давления

Рассмотрены представленные на рынке лабораторные комплексы и стенды для измерения давления. Для примера на рис. 3 показан один из них.

Практически все стенды имеют одинаковый набор, входящих в него средств измерений и вспомогательного оборудования. Разрабатываемый стенд предназначен для обучения студентов принципам, методам и средствам измерения давления.



*Рис. 3. Лабораторные комплексы для измерения давления*

- лабораторный стол;
- компрессор с ресивером;
- моноблок;
- датчик избыточного давления;
- цифровой датчик давления;
- полипропиленовый трубопровод;
- пневмодроссель;
- промышленный датчик давления;
- электроконтактный манометр;
- манометр;
- ПИД-регулятор;
- редуктор;
- микропроцессорная система;
- жк экран.

### **Заключение**

Измерение давления необходимо для управления технологическими процессами и обеспечения безопасности производства. Кроме того, этот параметр используется при косвенных измерениях других технологических параметров: уровня, расхода, температуры, плотности и т. д.

Изучены физические явления, лежащие в основе методик измерения давления. Проведен анализ возможных погрешностей при проведении измерения давления, областей и условий применения используемых средств измерений и имеющихся на рынке лабораторных комплексов для измерения давления.

Измерения требуют особого внимания, так как эталонные базы не соответствуют современным научным и производственным потребностям. Важно улучшать методы и принципы метрологического обслуживания средств измерений.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мулев Ю.В. Механические приборы измерения и контроля давления. – М.: НПО «ЮМАС».
2. Захарова А.Г. Измерительная техника: учебное пособие / А. Г. Захарова. – Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2011. – 151 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/6679>

Цзян Ялун (Китай),  
Фань Юйтэн (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск  
Научный руководитель: Кузьминская Елена Вячеславовна,  
канд. техн. наук, доцент

### ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Измерение температурных параметров имеет большое значение как в промышленности так и в повседневной жизни. Температура является важным параметром для измерений в таких областях, как медицина, пищевая промышленность, химическая промышленность, авиация и аэрокосмическая промышленность. Например, на электростанциях необходимо с достаточной точностью фиксировать параметры температуры, потому что их резкое изменение может привести к уменьшению производства электроэнергии и авариям на производстве.

Для точных измерений параметров температуры используются различные средства измерений, основанные на различных принципах и способах работы. На сегодняшний день таких средств измерений огромное количество, которые требуют не только знаний применения,

но еще знаний и опыта в области их технического периодического обслуживания.

Из-за многообразия средств измерений температуры невозможно создать универсальную лабораторию в одном месте для обучения персонала, однако с использованием цифровых технологий можно разработать виртуальную лабораторию. Виртуальная лаборатория позволит проводить обучения персонала из различных областей деятельности, в ходе которого они получают не только теоретические знания, но также и практические навыки применения различных средств измерений температуры и их технического обслуживания.

Прежде, чем перейти к разработке виртуальных лабораторий необходимо провести исследования существующих способов измерения температуры с использованием различных средств измерений.

Таким образом, целью статьи является анализ существующих разновидностей средств измерений, которые наиболее часто используются на практике широким кругом пользователей.

### **Способы измерения температуры с использованием различных средств измерений**

В большинстве измерителей температуры заложен принцип действия контактный и бесконтактный, в основу которых положены прямые или косвенные методы определения параметров.

Ярким представителем контактного прямого метода измерения температуры является термометр расширения. В принцип работы данного термометра заложено изменение длины или объема твердых или жидких тел в зависимости от температуры окружающей среды. Они получили большое распространение, благодаря простоте определения значения температуры, широкому температурному диапазону измерений и достаточной точности измерения. Однако они обладают существенными недостатками, такими как механическая непрочность, недостаточная четкость и информативность шкалы, отсутствие возможностей записи измерений.

К термометрам прямого действия можно отнести ртутные термометры, которые измеряют температуру тела путем теплового расширения и сжатия водных солей с использованием ртути в качестве основного вещества. Также манометрические термометры, которые измеряют температуру на основе зависимости между давлением насыщенного пара и температурой испаряющейся жидкости в закрытой системе измерения температуры и биметаллические термометры, которые показывают соответствующую температуру путем вращения свободного конца термочувствительного устройства.

Метод косвенной контактной термометрии представляет собой использование электрических параметров объекта для определения

температуры в ответ на изменение температуры. По сравнению с термометрами прямого измерения температуры, большинство этих элементов измерения температуры химически более стабильны и устойчивы к высоким температурам, но имеют очевидный недостаток - уязвимость к окислению в восстановительных средах или восстановительных газах.

К термометрам, основанных на косвенном методе измерения температуры, можно отнести термопары, которые измеряют температуру, используя разницу температур между двумя металлами для создания термоэлектрического потенциала в замкнутой цепи, и термометры RTD, которые измеряют температуру и связанные с температурой параметры на основе свойств изменения сопротивления проводников в зависимости от их температуры.

Бесконтактные методы измерения температуры обычно делятся на две категории: пирометрия оптического излучения и пирометрия инфракрасного излучения. Пирометрия оптического излучения основывается на методе выравнивания яркости объекта для измерения температуры. В свою очередь инфракрасная пирометрия основывается на принципе инфракрасной термографии.

В таблице 1 приведен сравнительный анализ существующих средств измерений температуры, работающих на различных методах и принципах действия.

Таблица 1

*Сравнительный анализ средств измерений температурных параметров*

<b>Вид термометра</b>	<b>Достоинства</b>	<b>Недостатки</b>
Ртутные	1. простота в использовании 2. быстрые и точные измерения 3. недорогой	1. определение диапазона 2. легко читаемые неправильные цифры
Манометрические	1. Простая структура 2. Низкая цена 3. Не требуется внешняя энергия	1. Высокая потеря тепла 2. Медленное время отклика 3. Сложность ремонта
Биметаллические	1. Низкие цены 2. Интуитивно понятные показания	1. Небольшой диапазон 2. Относительно низкая точность
Термопара	Термостойкость Отличная точность хорошее сопротивление окислению и коррозии	1. малые значения термоэлектрического потенциала. 2. Более уязвимы в среде восстановительных газов (особенно водорода, паров металлов). 3. Большие погрешности в компенсационных выводах.

Вид термометра	Достоинства	Недостатки
		4. Дорогостоящие.
RTD	1. Недорогой 2. Хорошая химическая стабильность 3. Выдерживает высокие температуры 4. Хорошая степень проволокообразования	1. Восприимчив к коррозии. 2. Температура плавления также низкая
Пирометры	1. Быстро, безопасно и эффективно 2. Высокая точность и низкая погрешность; 3. Поддерживает безопасное расстояние	1. Уязвимость к воздействию факторов окружающей среды (температура окружающей среды, пыль и т.д.) 2. Показания температуры на блестящих или полированных металлических поверхностях подвержены большему влиянию 3. ограничено измерением внешней температуры объекта

### Заключение

В статье перечислены распространённые методы измерения температуры в быту и промышленности, которые делятся на контактные и бесконтактные в зависимости от способа использования датчика измерения температуры. Кратко описаны основные принципы работы ртутных термометров, манометрических термометров, биметаллических термометров, термометров RTD и термопарных термометров. Перечислены некоторые бесконтактные термометры. Проведен сравнительный анализ существующих средств измерений, позволяющих измерить температуру различных объектов, также выделены их достоинства и недостатки.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Плотникова Елена Юрьевна - Бесконтактный способ измерения температуры – УДК 536,5 – страницы 4
2. <https://baike.baidu.com/item/%E6%8E%A5%E8%A7%A6%E5%BC%8F%E6%B5%8B%E6%B8%A9%E6%B3%95/9004875?fr=laddin>
3. Классификация методов измерения температуры - <https://www.airpromvent.ru/article/clauses/article100.html>
4. [https://wenku.baidu.com/view/91af028dbceb19e8b8f6ba81.html?\\_wkts\\_=1679669725459&bdQuery=%E8%99%9A%E6%8B%9F%E5%AE%9E%99%AA%8C%E5%AE%A4%E6%B5%8B%E6%B8%A9%E5%BA%A6](https://wenku.baidu.com/view/91af028dbceb19e8b8f6ba81.html?_wkts_=1679669725459&bdQuery=%E8%99%9A%E6%8B%9F%E5%AE%9E%99%AA%8C%E5%AE%A4%E6%B5%8B%E6%B8%A9%E5%BA%A6)

Ци Мэнсюй (Китай), Шэ Лу (Китай),  
Чжан Цинжун (Китай),  
Козлов Виктор Николаевич (Россия)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Козлов Виктор Николаевич,  
канд. техн. наук, доцент

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СИЛ ПРИ КОНЦЕВОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ СТАЛИ

При исследовании аддитивно-субтрактивной обработки фрезерованием 3D-печатных образцов твёрдосплавными фрезами (ВК8) необходимо исследовать динамику процесса фрезерования через изменение сил фрезерования ( $P_h$ ,  $P_v$ ,  $P_x$ ) (рис. 1), выявить особенности изменения составляющих силы резания, причину резкого или медленного нарастания сил при фрезеровании.

Для выполнения исследований использовался динамометр Kistler [1] (рис. 1). Заготовка закреплялась на столе фрезерного станка с ЧПУ таким образом, чтобы продольная подача была направлена вдоль её наибольшей стороны.

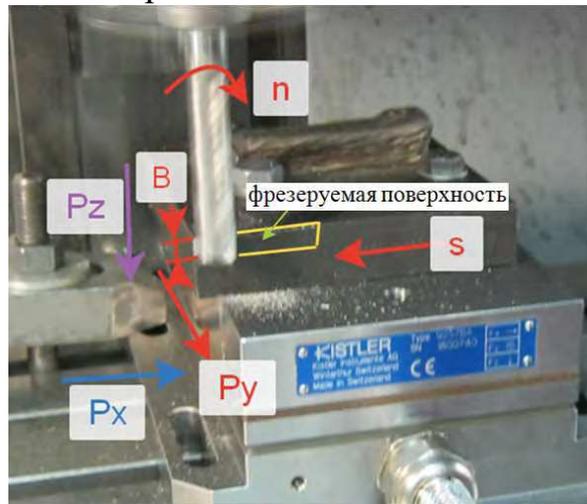


Рис. 1. Положение заготовки относительно фрезы и направление подачи  $s$  ( $s_m$ , мм/мин) при **встречном** фрезеровании **подложки** концевой фрезой

Для фрезерования образцов после синтеза наплавлением проволокой исследовались процессы при встречном и попутном фрезеровании концевыми фрезами из твёрдого сплава ВК6 четырёхзубыми фрезами диаметром 8 и 12 мм.

В данной статье представлены результаты измерения сил при глубине фрезерования  $t = 3,8$  мм, равной чуть меньше половине диа-

метра фрезы (рис. 2 б). Поэтому при врезании зуба на экране монитора появляются составляющая  $P_h$ , которая является силой  $P_z$ , т.к. при врезании она направлена против направления подачи стола  $S_M$ , т.е. пока центральный угол  $\psi$  небольшой (рис. 2 а). Составляющая  $P_v$  будет представлять силу  $P_y$ , т.к. при врезании она направлена радиально и перпендикулярно направлению подачи.

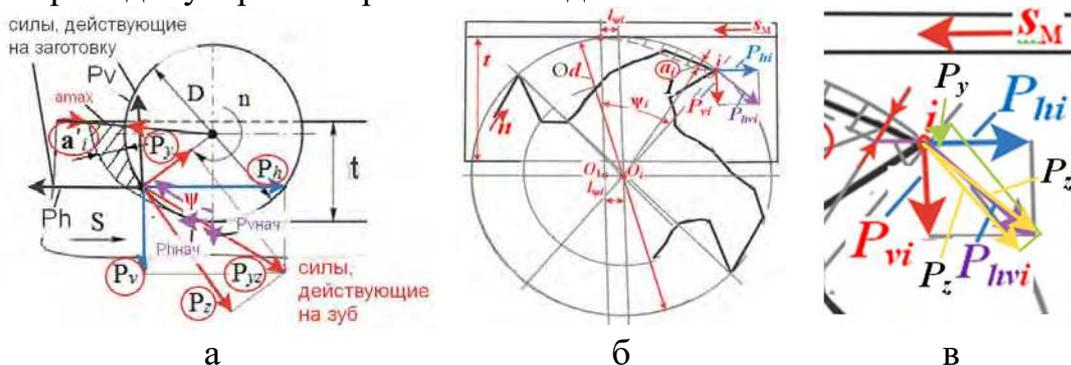


Рис. 2. Схема направления составляющих силы резания при несимметричном встречном концевом фрезеровании: а – при положении фрезы **после** заготовки на виде сверху; б – при положении фрезы **перед** заготовкой на виде сверху, как в рассматриваемом эксперименте; в – схема действия составляющих  $P_{vi}$  и  $P_{li}$ , а также  $P_z$  и  $P_y$  и их результирующих  $P_{hvi}$  и  $P_{zy}$

Т.к. количество зубьев 4 и  $t < d_{фп}/2$ , то одновременно в контакте с заготовкой будет находиться только один зуб, что облегчает анализ изменения сил при фрезеровании. При выходе зуба из контакта составляющая  $P_v$  будет представлять силу  $P_z$ , а составляющая  $P_h$  будет представлять силу  $P_y$ .

Составляющая  $P_x$  будет всегда направлена вдоль оси вращения фрезы, поэтому проблемы с изменением направления её действия не будет. Однако по торцу с заготовкой всегда будет контактировать 2 зуба, а иногда, короткое время, даже 3 зуба, т.к. пока один зуб врезается, то предыдущий по торцевой части ещё не вышел из контакта с заготовкой, а следующий уже зашёл в контакт с горизонтальной поверхностью уже обработанной поверхности заготовки. Конечно, сила на следующем зубе небольшая, т.к. он не срезает стружку. Но, тем не менее, сила  $P_x$  никогда не будет равна нулю.

Ширина фрезерования  $b$  в основном была равна 2 мм, но исследовалась динамика сил и при  $b = 8$  мм, чтобы выявить влияние угла наклона винтовой канавки зубьев фрезы, и при  $b = 0,5$  мм, чтобы до минимума исключить влияние угла наклона винтовой канавки зубьев фрезы, а выделить силы по торцевой части фрезы.

При частоте вращения фрезы  $n = 500$  об/мин время одного оборота фрезы  $\tau_{1об} = 1/n = 0,002$  мин = 0,12 с. Время резания одного зуба

четырёхзубой фрезы равно четверти этого времени, т.е.  $\tau_{1\text{зуба}} = 0,12/4 = 0,03$  с.

Из рис. 2, б видно, что при использовании острой фрезы для встречного фрезерования, когда зуб врезается в деталь, составляющая сила  $P_v$  (сила, перпендикулярная направлению подачи  $s_m$ ) действует в противоположном направлении от направления оси ОУ, т.е. зуб фрезы при врезании своей главной задней поверхностью и округлённой режущей кромкой **отгалкивает** заготовку от оси вращения фрезы, что не противоречит взаимодействию зуба фрезы с заготовкой в **начальный период врезания**.

При дальнейшем повороте зуба сила  $P_v$  действует уже в направлении оси ОУ, т.е. зуб фрезы притягивает заготовку к оси вращения фрезы из-за **положительного** главного переднего угла  $\gamma$ .

Составляющая сила  $P_h$ , действующая в противоположном направлении от направления подачи  $s_m$ , и являющаяся главной составляющей силы резания, т.к. «отвечает» за срез стружки, непрерывно увеличивается по мере поворота зуба фрезы, что не противоречит взаимодействию зуба фрезы с заготовкой.

Увеличение этой силы происходит из-за увеличения толщины среза  $a_i = s_z \cdot \sin \psi_i$ , где  $s_z$  – подача на зуб (мм/зуб);  $\psi_i$  – центральный угол от точки врезания режущей кромки зуба фрезы в заготовку до текущего положения точки  $i$  на главной режущей кромке (рис. 2 б).

По мере поворота зуба фрезы на угол  $\psi$  не только увеличивается толщина среза  $a$ , но и происходит изменение направления составляющих  $P_z$  и  $P_y$  силы резания (рис. 2 а, б).

Т.к. в рассматриваемом примере  $t = d/2 - 0,2$  мм, то при **врезании** зуба (рис. 3 а, положение 1) составляющая  $P_{h\text{врез}}$  соответствует составляющей  $P_z$ , а  $P_{v\text{врез}}$  соответствует составляющей  $P_y$  (рис. 3 а).

При **выходе** зуба из контакта с заготовкой (положение 3) составляющая  $P_{h\text{вых}}$  соответствует составляющей  $P_y$ , а  $P_{v\text{вых}}$  соответствует составляющей  $P_z$  (рис. 3 б).

При врезании зуба в заготовку (см. рис. 4, диапазон между числами 1 и 2) зуб фрезы своей округлённой режущей кромкой **отгалкивает** заготовку от оси вращения фрезы, т.е. появляется составляющая сила  $P_{v\text{врез}}$  с **отрицательным** знаком, что не противоречит взаимодействию зуба фрезы с заготовкой в **начальный период врезания**.

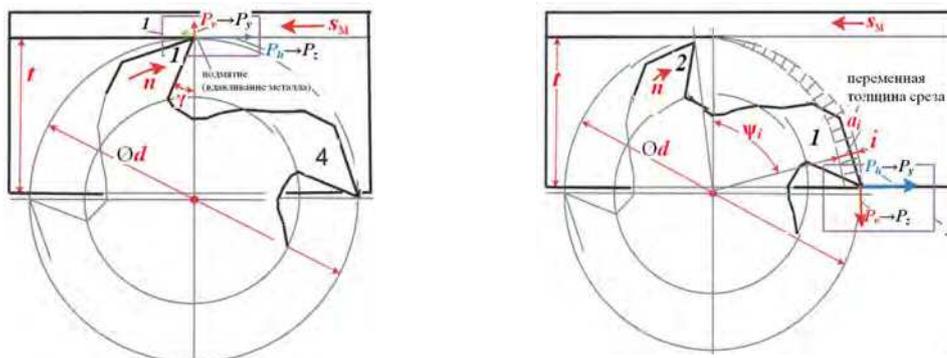


Рис. 3. Схема направления составляющих силы резания при несимметричном встречном концевом фрезеровании четырёхзубой фрезой при глубине фрезерования  $t = d/2 - 0,2$  мм: а – при врезании зуба № 1 (предыдущий зуб № 4 уже вышел из контакта); б – при выходе зуба № 1 из контакта с заготовкой (следующий зуб № 2 ещё не вошел в контакт с заготовкой).

В это же время (см. рис. 4, диапазон между числами 1 и 2) составляющая сила  $P_h$  врез действует с **положительным** знаком, т.е. зуб фрезы толкает заготовку в направлении, противоположном направлению встречной подачи  $s_m$ , что не противоречит взаимодействию зуба фрезы с заготовкой в **начальный период врезания**.

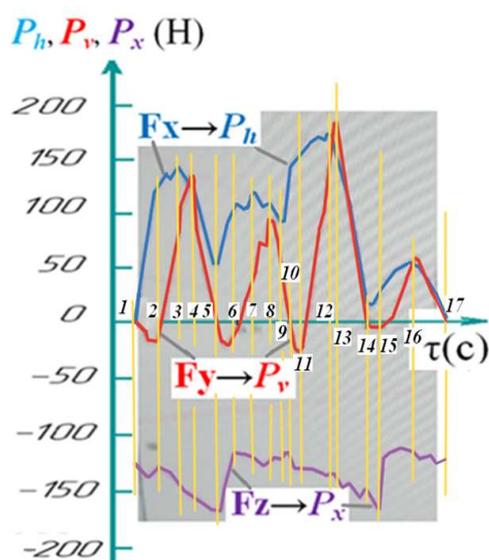


Рис. 4. Графики изменения сил при фрезеровании при повороте острой фрезы на один оборот. Встречное фрезерование 4-х зубой фрезой  $d = \varnothing 8$  мм,  $t = 3,8$  мм,  $b = 2$  мм,  $n = 500$  об/мин,  $s_m = 28$  мм/мин, образец № 1 – твердый сплав.

При дальнейшем повороте зуба (см. рис. 4, диапазон между числами 2 и 3) сила  $P_v$  действует уже в направлении оси ОУ, т.е. зуб

фрезы притягивает заготовку к оси вращения фрезы из-за **положительного** главного переднего угла  $\gamma$ .

Составляющая сила  $P_h$ , непрерывно увеличивается по мере поворота зуба фрезы (см. рис. 4, диапазон между числами 2 и 3), что не противоречит взаимодействию зуба фрезы с заготовкой.

По мере поворота зуба фрезы на угол  $\psi$  не только увеличивается толщина среза  $a$ , но и происходит изменение направления составляющих  $P_z$  и  $P_y$  силы резания (см. рис. 2 а, б, в). При увеличении толщины среза  $a$  сила  $P_z$  увеличивается более интенсивно, чем сила  $P_y$ , т.к. эта составляющая «отвечает» за срез стружки. Сила  $P_y$  при увеличении толщины среза практически не должна изменяться при остром режущем клине. Изменение **направления** действия сил  $P_z$  и  $P_y$  при повороте фрезы на угол  $\psi$  (см. рис. 4 в) приводит к тому, что составляющая  $P_v$  **увеличивается**, а составляющая  $P_h$  **начинает уменьшаться** (см. рис. 4, диапазон между числами 3 и 4).

Дальнейший поворот фрезы приводит к **уменьшению** толщины среза  $a_i$ , что вызывает уменьшение составляющих  $P_z$  и  $P_y$ , а значит и составляющих  $P_h$  и  $P_v$  (см. рис. 4, диапазон между числами 4 и 5). Уменьшение этих составляющих при этом происходит не так быстро, как уменьшение толщины среза в конце реза зуба, т.к. упругая деформация системы СПИД (станок- приспособление- инструмент- деталь) не позволяет сделать это так резко, как теоретически ожидается. Мы считаем, что с увеличением жёсткости системы СПИД, и прежде всего с увеличением жёсткости концевой фрезы как самого нежёсткого элемента, будем происходить более быстрое уменьшение сил в конце работы зуба фрезы.

Осевая составляющая  $P_x$  **изменяется** незначительно в течение всего цикла (см. рис. 4, диапазон между числами 1 и 5), т.к. по торцевой части в контакте с заготовкой находится практически сразу три зуба при четырёхзубой фрезе и глубине фрезерования  $t \approx d/2$  (см. рис. 3 а, б). При уменьшении глубины фрезерования  $t < 0,2d$ , т.е. если глубина фрезерования  $t$  будет меньше глубины стружечной канавки фрезы  $h$ ) в постоянном контакте с заготовкой будет находиться только один зуб. Это вызовет большие изменения величины составляющей  $P_x$  при повороте фрезы.

Отрицательная величина знака силы  $P_x$  ( $P_x = -120 \dots -170$  Н) свидетельствует о стремлении фрезы поднять заготовку, что связано с положительным углом наклона зубьев фрезы  $\omega = 15-20^\circ$  [1].

Увеличение силы  $P_x$  в **отрицательную** сторону в диапазоне цифр 2-5 (см. рис. 4) связано с увеличением толщины среза при повороте фрезы, а уменьшение в диапазоне цифр 5-6 – с уменьшением толщины среза в конце цикла срезания припуска рассматриваемым зубом № 1.

При дальнейшем повороте фрезы следующий зуб фрезы № 2 (см. рис. 3 б) начинает врезаться в заготовку, поэтому цикл изменения составляющих сил повторяется (см. рис. 4, диапазон между числами 5 и 6).

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Развитие науки о резании металлов /В.Ф. Бобров, Г.И. Грановский, Н.Н. Зорев и др. – Москва: Машиностроение, 1967. – 416 с.
2. Кожевников Д. В., Гречишников В. Л., Кирсанов С. В., Кокарев В. И., Схиртладзе А. Г. Режущий инструмент: Учебник для вузов / Под редакцией С. В. Кирсанова. - 2-е изд. доп. М.: Машиностроение, 2005. - 528 с: ил.
3. Козлов В.Н., Петровский Е.Н., Шэ Л., Чжан Х. Особенности фрезерования образцов после аддитивного синтеза // Современные проблемы машиностроения сборник трудов XV Международной научно-технической конференции, г. Томск, 22-25 ноября 2022 г.: / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; ред. кол. Е. Н. Пашков [и др.]. – Томск: Томский политехнический университет, 2022 . – [С. 102-104];
4. Козлов В.Н., Ци М., Хань Ц., Мэн С. Анализ нагружения зуба фрезы при обработке стали // Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов сборник докладов II Международной научно-практической конференции, Томск, 26-28 апреля 2022 г.: / Национальный исследовательский Томский политехнический университет. Школа базовой инженерной подготовки . – Томск : Изд-во ТПУ , 2022 . – [С. 628-633];
5. Козлов В.Н., Чжан Ц. Особенность нагружения зуба фрезы при врезании // Современные проблемы машиностроения сборник научных трудов XII Международной научно-технической конференции, г. Томск, 28 октября - 1 ноября 2019 г.: / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; под ред. А. Ю. Арляпова [и др.] . – Томск : Изд-во ТПУ , 2019 . – [С. 168-172].

Чан Динь Хынг (Вьетнам),  
Петров Михаил Александрович (Россия)

Московский политехнический университет, г. Москва

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИИ СГЛАЖИВАНИЯ МАТРИЦЫ НА РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОНТАКТНОГО ДАВЛЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ МИКРОШТАМПОВКИ ПРИ ПОМОЩИ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**Аннотация.** Наиболее нагруженной частью инструмента для листовой штамповки является заходная часть матрицы, которая может быть сглажена разными способами. Так как при листовой штамповке правомерно говорить о действии трении, соответствующего закону Кулона, то уровень создаваемого давления в области сглаживания будет оказывать влияние на интенсивность износа инструмента. В этом исследовании используется анализ методом конечных элементов для моделирования и объяснения появления и развития контактного давления в области сглаживания матрицы на протяжении всего процесса микроштамповки. Путем экспериментов с физическим моделированием вытяжки проверяется численная модель. Используются различные типы сглаживания матрицы: с постоянным и переменным радиусом. Было показано, что применение переменного радиуса скругления может как снизить, так и повысить давление на контактной поверхности, по сравнению со скруглением постоянного радиуса.

**Ключевые слова:** микроштамповка, контактное давление, геометрия сглаживания матрицы, износ инструмента, FEM, CAE, Abaqus.

### **Введение**

Решение практических задач, связанных с износом, могут быть дорогостоящими из-за необходимости использования дорогостоящих износостойких материалов и покрытий, частых простоев и технического обслуживания инструмента, а также низкого качества деталей с точки зрения отделки поверхности и геометрической точности. Следовательно, точное прогнозирование срока службы инструмента становится необходимым требованием [1, 2].

Учитывая увеличение абразивного износа металлообрабатывающих инструментов, чрезвычайно важно иметь подробную информацию о сроке службы инструмента уже при проектировании инстру-

мента. Таким образом, можно выбрать подходящие материалы и спланировать интервалы технического обслуживания на основе надежных знаний. Ключевой технологией прогнозирования развития износа металлообрабатывающих инструментов является численное моделирование. Износ обычно описывается с использованием моделей, основанных на механике контактного взаимодействия, наиболее известной из которых является модель износа Арчарда [3, 4].

Для оптимизации износа инструмента в зависимости от давления на поверхность и расстояния скольжения в процессе обработки применяется метод конечных элементов (МКЭ), который является надежным и быстрым инструментом численного моделирования. Во время экспериментов трудно измерить поверхностное давление в области контакта материалов заготовки и матрицы, кроме того, изготовление новой матрицы для каждого испытания является дорогостоящим процессом и отнимает много времени.

Область сглаживания матрицы подвергается наибольшему контактному давлению, создаваемому заготовкой, так как в этом месте в заготовке возникают растягивающие напряжения, вызванные воздействием пуансона, и сжимающие напряжения, вызванные воздействием прижима. Поэтому для оценки степени износа инструмента необходимо исследовать распределение контактного давления в этом месте, и исходя из этого прогнозировать тенденцию износа и срок службы инструмента [5–8].

Поскольку расчеты износа основаны на результатах моделирования методом конечных элементов, то важно убедиться, что распределение давления получено точно. Точность будет складываться из точности алгоритма, реализующий метод конечного элемента, и точности компьютерного вычисления. Однако, этот вопрос в статье не рассматривается.

#### **Исходные данные для численного моделирования**

На рис. 1 представлена классическая схема вытяжки, которая применялась для реализации процесса микровытяжки.

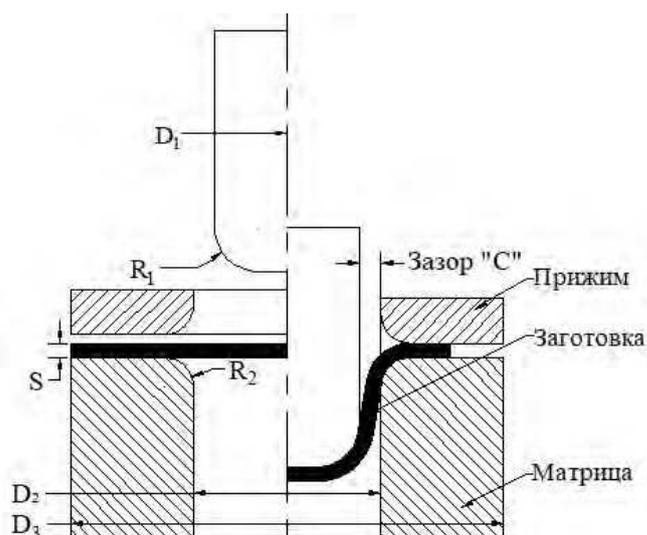


Рис. 1. Схема процесса микровытяжки

В таблицах 1 и 2 представлены параметры размеров геометрии инструментов и виды сглаживания, используемые при моделировании. Геометрия заходной части матрицы изучалась для случаев скругления постоянного ( $R_{МК}$ ) и переменного ( $R_{МЭ}$ ) радиусов, представленных в табл. 2. В первом случае сечение скругления матрицы представляет собой круг, а во втором – эллипс. Было выделено три варианта: вариант А ( $a < b$ ), вариант Б ( $a = b$ ) и вариант В ( $a > b$ ).

Таблица 1

Геометрические размеры штампов (мм)

Геометрические размеры штампов	Размер [мм]
Диаметр пуансона ( $D_1$ )	8
Диаметр матрицы ( $D_2$ )	8,3
Радиус пуансона ( $R_1$ )	1,5
Радиус матрицы ( $R_2$ )	1...2
Зазор между пуансоном и матрицей ( $C$ )	0,3
Толщина заготовки ( $S_0$ )	0,2

Таблица 2

Значения размеров и тип сглаживания, [мм]

Случай	Вариант	$R_{МК}$	$R_{МЭ}$	Тип
1 – для $R_{МК}$	А ( $a < b$ )	-	1	а ( $a < b$ )
2 – для $R_{МЭ}$			2	
1	Б ( $a = b$ )	1; 1,5 и 2	-	а ( $a = b$ )
1 – для $R_{МК}$				
3 – для $R_{МЭ}$	В ( $a > b$ )	-	2	а ( $a > b$ )
			1	

## Описание материалов

В качестве материала заготовки использована листовая медь марки М1. Химический состав материала в соответствии с ГОСТ 859-2001 показан в табл. 3. Механические свойства материалов заготовки и инструмента показаны в табл. 4. Коэффициент трения при моделировании выбирается для трения, рассчитываемый по известному закону Кулона. Пластические свойства меди описывались уравнением Людви́ка-Холломо́на, согласно уравнению (1).

Таблица 4

*Механические свойства материалов, при 20 °С*

Параметр	4Х5МФ1С	М1
Плотность материала $\rho$ , [кг/м <sup>3</sup> ]	7716	8940
Предел кратковременной прочности $\sigma_b$ , [МПа]	1670	260
Модуль упругости E, [МПа]	2,07	1,28
Коэффициент Пуассона, [-]	0,33	0,34

Таблица 3

**Химический состав меди М1, % (ГОСТ 859-2001)**

Cu+Ag	Bi	Ni, Sb, As, Sn	Zn, S	Fe, Pb, O
99,9	до 0,001	до 0,002, каждый	до 0,004, каждый	до 0,005, каждый

$$\sigma = K \varepsilon^n, \quad (1)$$

где  $\sigma$  – напряжение текучести, [МПа];  $\varepsilon$  – логарифмическая деформация,  $\ln(1+\varepsilon)$ , [-];  $K$  – коэффициент прочности, [-];  $n$  – показатель деформационного упрочнения, [-].

## Результаты исследования и обсуждение

На рис. 2а показано распределение контактного давления на поверхности радиуса сглаживания матрицы после микроштамповки, выполненной программой ABAQUS.

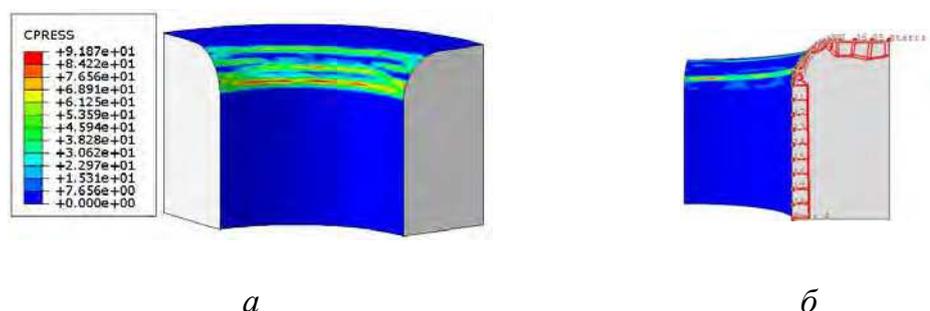


Рис. 2. Распределение давления на поверхности штампа (а) и приповерхностные узлы, в которых рассчитывается контактное давление (б)

Узлы, выбранные для расчета контактного давления, обведены красным контуром (рис. 2б). На рис. 3 показано прогнозируемое распределение контактного давления по радиусу матрицы для разного момента времени в ходе моделирования микровытяжки. Изображение в правом верхнем углу показывает трехмерное представление деформированной заготовки в конкретный момент времени.

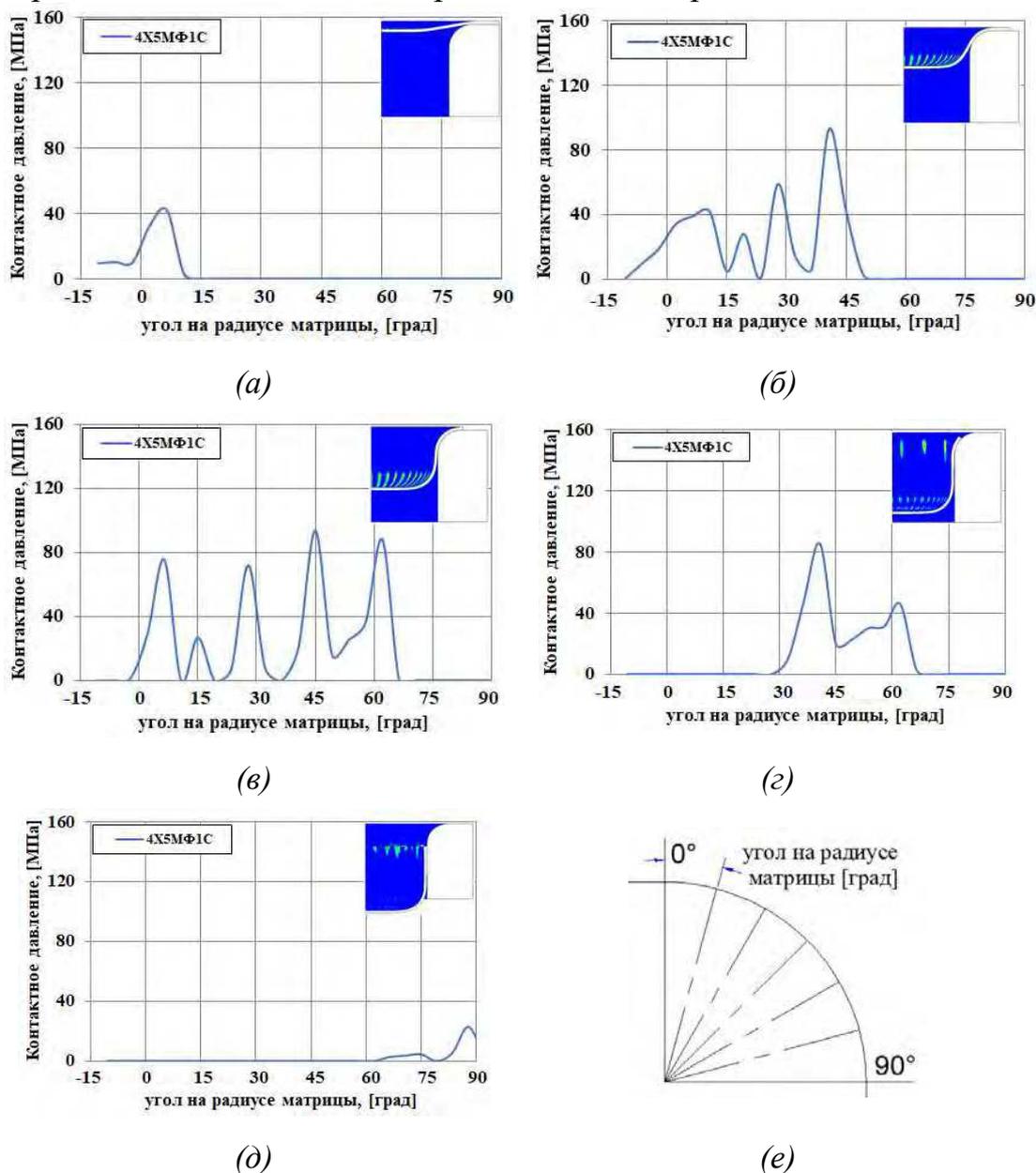


Рис. 3. Прогнозируемое распределение контактного давления по радиусу матрицы для разного момента времени (определены шагами моделирования): (а) шаг 2, (б) шаг 6, (в) шаг 9, (г) шаг 11, (д) шаг 15, (е) угол на радиусе матрицы

Очевидно, что контактное давление имеет сложный характер распределения, значительно изменяющейся по радиусу матрицы на

протяжении всего процесса микровытяжки, поэтому оно не может быть полностью отражено на представленных пяти графиках.

На рис. 4 показан интегральный график изменения распределения контактного давления на поверхности угла матрицы для всего процесса микроштамповки. Полученные результаты моделирования показали, что контактное давление в основном распределяется в двух основных точках по радиусу матрицы, образуя график из двух пиков. Первый пик находится в положении от  $8^\circ$  до  $12^\circ$  и достигает самого высокого значения при  $10^\circ$ . Второй пик находится между  $50^\circ$  и  $70^\circ$  и достигает своего наивысшего значения на угле  $60^\circ$ .

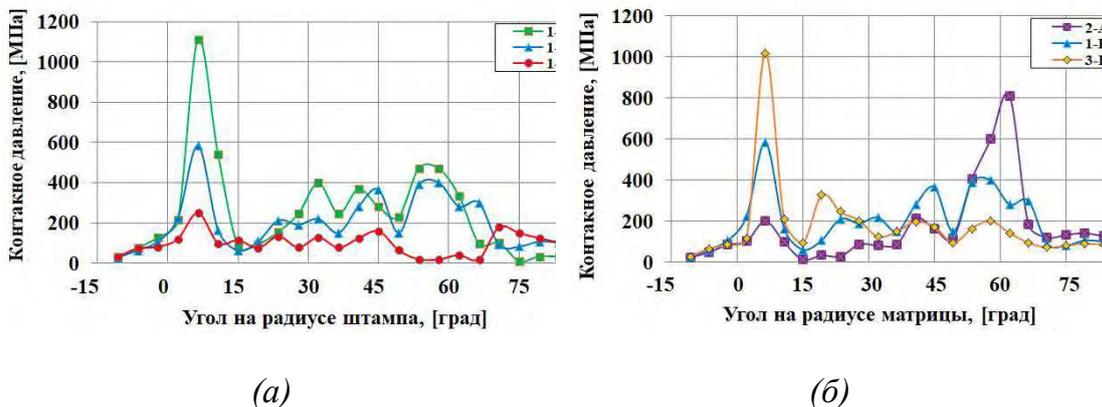


Рис. 4. Распределения контактного давления соотнесённое к углу на радиусе матрицы (рис. 3е): (а) для случая 1, (б) для случаев 2 и 3

Для случая 1, распределение контактных давлений во всех местах на поверхности радиуса матрицы имеет тенденцию к уменьшению по мере уменьшения значения  $R_{мк}$  (рис. 4а). Для случаев 2-А и 3-В по сравнению с базовым вариантом 1-Б наблюдается заметная разница (рис. 4б). В случае 2-А распределение контактного давления сосредоточено в области от  $50^\circ$  до  $65^\circ$  и достигает наибольшего значения при  $60^\circ$ , в то время, как контактное давление по-прежнему распределяется в области от  $8^\circ$  до  $12^\circ$ , но намного меньше, чем при  $60^\circ$ , что для случая 3-В это является противоположным распределению по случаю 2-А. Максимальные значения пиковых контактных давлений представлены в таблице 5.

Таблица 5

Максимальные значения контактного давления

Случай	Вариант	Пик 1, [МПа]	Пик 2, [МПа]
1 – для $R_{мк}$	1-А	250,67	179,22
2 – для $R_{мэ}$	2-А	201,62	812,17
1	1-Б	585,61	400,93
1 – для $R_{мк}$	1-В	1112,54	470,74
3 – для $R_{мэ}$	3-В	1019,15	202,66

## Выводы

По полученным результатам численного моделирования износа инструмента для микровытяжки в программе Abaqus, можно сделать два основных вывода.

1. Важен геометрический размер и форма сглаживания заходной части матрицы, так как они влияют на распределение контактного давления на поверхности радиуса матрицы при микроштамповке.
2. Контактное давление концентрируется в областях с  $8^\circ$  по  $12^\circ$  и с  $50^\circ$  по  $65^\circ$  в полярной системе координат области сглаживания матрицы, образуя двойной пик. При увеличении геометрического размера радиуса матрицы контактное давление уменьшается и наоборот.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. M.P. Pereira, W. Yan, B.F. Rolfe, Contact pressure evolution and its relation to wear in sheet metal forming, *Wear* 265 (2008) 1687–1699. doi:10.1016/j.wear.2008.04.042
2. R.G. Bayer, A general model for sliding wear in electrical contacts, *Wear* 162–164 (1993) 913–918. DOI: 10.1016/0043-1648(93)90094-3
3. M.P. Pereira, W. Yan, B.F. Rolfe. Sliding distance, contact pressure and wear in sheet metal stamping, Volume 268, Issues 11–12, 12 May 2010, Pages 1275-1284. DOI: 10.1016/j.wear.2010.01.020
4. J.F. Archard, Contact, Rubbing of flat surfaces, *Journal of Applied Physics* 24 (1953) 981–988. DOI: 10.1063/1.1721448
5. ABAQUS Inc., ABAQUS Version 6.5 Documentation, Dassault Systems, Providence, RI 02909, USA, 2004.
6. D. Hortig, D. Schmoeckel, Analysis of local loads on the draw die profile with regard to wear using the FEM and experimental investigations, *Journal of Materials Processing Technology* 115 (2001) 153–158. DOI: 10.1016/S0924-0136(01)00757-9
7. N. Rebelo, J.C. Nagtegaal, H.D. Hibbit, Finite element analysis of sheet forming processes, *International Journal for Numerical Methods in Engineering* 30 (1990) 1739–1758. DOI: 10.1002/nme.1620300824
8. M. Eriksen, The influence of die geometry on tool wear in deep drawing, *Wear* 207 (1997) 10–15. DOI: 10.1016/S0043-1648(96)07461-3

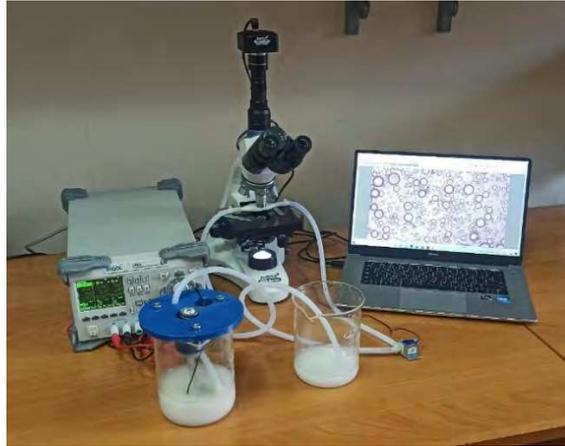
Чжан И (Китай),  
Чжан Юйсиь (Китай),  
Филипас Александр Александрович (Россия),  
Кучман Алёна Владимировна (Россия)

Томский политехнический университет, ИШИТР

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОБРАБОТКА МИКРОФОТОГРАФИЙ ЭМУЛЬСИИ С ЦЕЛЬЮ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДИСПЕРСНОГО СОСТАВА СКВАЖИННОЙ ЖИДКОСТИ**

Анализ дисперсного состава – это процесс получения статистических данных о размерах капель эмульсии. Применение разработанной информационно-измерительной системы для определения дисперсного состава позволит подобрать наиболее рациональные способы её разрушения и параметры этих способов, а также контролировать условия синтеза, с целью получения эмульсии с заданным распределением глобул. На сегодняшний день наиболее распространен ультразвуковой метод получения статистических данных о дисперсном составе эмульсий, который, однако, не несет информации о форме и положении глобул. Классическим методом определения дисперсного состава эмульсий является оптическая микроскопия. Этот метод имеет простейшую реализацию и обеспечивает распределение размеров капель эмульсии непосредственно по результатам измерений отдельных капель, без математической обработки полученных данных. Эти характеристики делают оптическую стандартной методикой анализа дисперсного состава, и результаты, полученные другими методами, обычно подтверждаются этим методом [7]. Однако данные, полученные с помощью этого метода, требуют дальнейшей обработки, что представляет из себя достаточно трудоемкий и длительный процесс, с учетом использования ручного труда. Таким образом целью работы является разработка алгоритма распознавания глобул эмульсии на микрофотографиях.

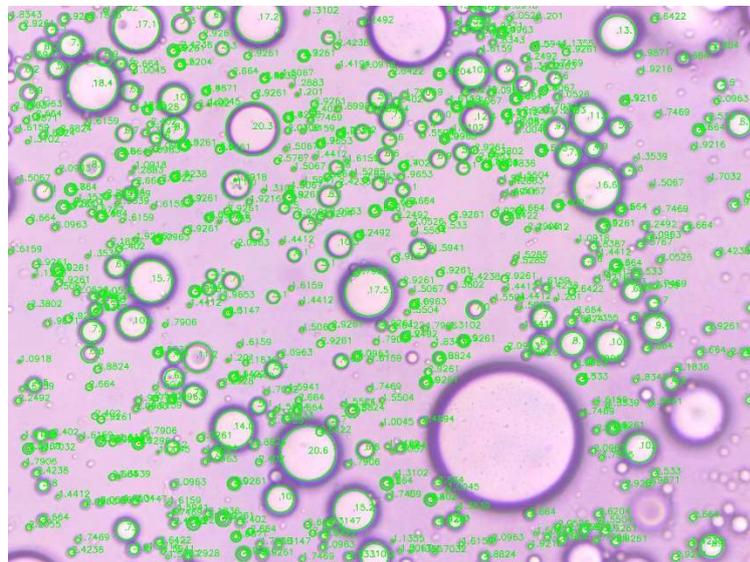
Основным конструктивным элементом программно-аппаратного комплекса является микроскоп с вмонтированной в него камерой. Камера делает снимки с определенной периодичностью, они обрабатываются программно и в зависимости от величины поступающих на предметный столик капель дисперсной фазы эмульсии происходит регулирование фокусного расстояния и положения столика по осям X и Y с помощью приводов M1, M2 и M3 соответственно [2]. Собранный система представлена на рисунке 1.



*Рис.1. Программно-аппаратный комплекс для определения дисперсного состава водомаслянных эмульсий*

В статическом режиме на ячейку подается порция эмульсии, затем происходит процесс создания и анализа микрофотографий. Анализ микрофотографии представляет из себя распознавание и сегментирование глобул эмульсии. Было выявлено, что наиболее подходящим для этого алгоритмом является преобразование Хафа – вычислительный алгоритм, применяемый для параметрической идентификации геометрических элементов растрового изображения [3].

Данный алгоритм был реализован программно на языке Python. Результат анализа микрофотографии эмульсии с помощью выбранного алгоритма в статическом режиме представлен на рисунке 2.



*Рис.2. Сегментирование глобул эмульсии в статическом режиме*

Для этого эксперимента было сделано в общей сложности 288 фотографий, и было получено много информации для обработки. Было выявлено, что микрофотографии высококонцентрированных

эмульсий хуже всего поддаются обработке из-за очень маленьких расстояний между глобулами. Оптимальным является содержание дисперсной фазы в эмульсии не более 10%. На рисунке 3 представлены результаты компьютерной обработки всех образцов.

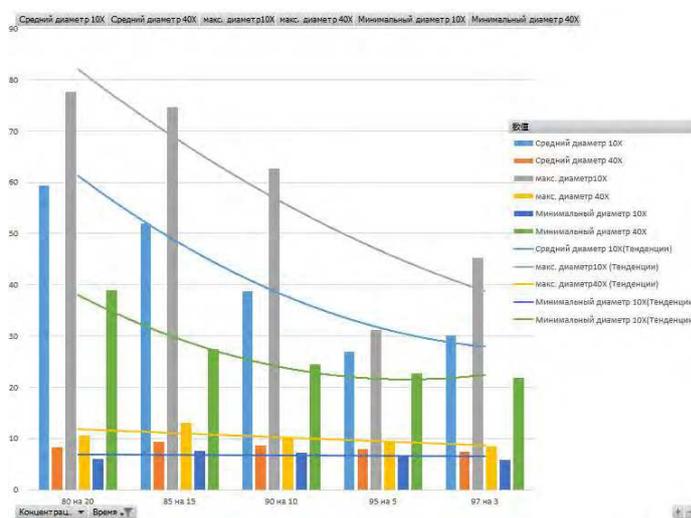


Рис. 3. Общий анализ общего диаметра пузырьков для всех экспериментов

Разработанный алгоритм имеет ряд недостатков. Самые весомые из них – распознавание капель только с четкими контурами, а также необходимость подстройки параметров в зависимости от среднего размера капель. Решение выявленных проблем является целью дальнейшей работы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. P. Fernandez, V. Andre, J. Rieger, A. Kuhnle. Nano-emulsion formation by emulsion phase inversion // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. – 2004. – P. 53-58.
2. Мигель А.В., Филипас А.А., Исаев Ю.Н., Семенов Н.М. Разработка автоматизированной системы для проведения анализа дисперсного состава скважинной жидкости // Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. Часть 2 – 2021. – С. 169-171.
3. Hough Transform [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/hough.htm> – свободный (дата обращения 24.05.2022).

Чжан Хайлун (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Леонов Сергей Владимирович,  
канд. техн. наук, доцент

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННОЙ**

Система автоматизации ректификационной колонны играет очень важную роль в химической, нефтяной и других отраслях промышленности. Они используются для разделения и очистки смесей с целью получения высокочистых химических веществ и топлива. Ниже приведены некоторые примеры роли систем автоматизации дистиляционных колонн в обществе.

**Повышение эффективности производства.** Система автоматизации дистиляционной башни позволяет автоматически регулировать параметры процесса и сокращать вмешательство оператора, тем самым повышая эффективность производства и качество продукции.

**Сокращение человеческих ошибок.** Поскольку система автоматизации дистиляционной башни может автоматически контролировать и корректировать параметры процесса, это может сократить перерывы в производстве и увеличить производственные затраты из-за человеческих ошибок.

**Повышение безопасности.** Система автоматизации дистиляционной башни может контролировать различные параметры в дистиляционной башне, чтобы избежать возможных аварий и опасностей.

**Энергосбережение.** Система автоматизации дистиляционной башни позволяет снизить потребление энергии за счет контроля и регулировки расхода нагревательных и охлаждающих жидкостей.

**Защита окружающей среды.** Система автоматизации дистиляционной башни позволяет уменьшить изменения технологических параметров и образование технологических отходов, тем самым снижая воздействие на окружающую среду.

В целом, системы автоматизации дистиляционных колонн играют жизненно важную роль в химической, нефтяной и других отраслях промышленности, помогая компаниям повысить эффективность производства, снизить затраты, повысить безопасность и оказывать меньшее воздействие на окружающую среду.

Поэтому целью данной статьи является первоначальное изучение и понимание системы автоматизации дистиляционной башни.

Система управления дистилляционной колонной, основанная на *model predictive control* (MPC), позволяет добиться более точного управления и обладает большей надежностью.

Создание математической модели дистилляционной башни: Математическая модель дистилляционной башни может быть создана на основе физических принципов или на основе экспериментальных данных. Эта модель может быть использована для прогнозирования динамического поведения дистилляционной колонны и послужить основой для проектирования контроллера.

Проектирование контроллера. Исходя из конструкции контроллера MPC, в первую очередь необходимо рассмотреть структуру и выбор параметров контроллера. При нормальных обстоятельствах контроллер MPC включает в себя такие части, как модель прогнозирования, модель управления и оптимизатор. Среди них модель прогнозирования может предсказывать поведение системы в течение определенного периода времени в будущем, модель управления может вычислять стратегию управления, которая должна быть выполнена, и оптимизатор может оптимизировать стратегию управления.

Напишите программу контроллера. Напишите программу MPC-контроллера для реализации функций контроллера. При написании программы необходимо объединить математическую модель и контроллер, чтобы реализовать управление контроллером по замкнутому циклу.

Отладка и оптимизация. Прежде чем контроллер будет применен к фактической работе дистилляционной колонны, необходимо выполнить отладку и оптимизацию. Этот процесс может быть осуществлен с помощью имитационных экспериментов и реальных экспериментов. Основной целью отладки является оптимизация параметров контроллера для достижения более точного управления.

Прикладной контроллер: Примените контроллер MPC к фактической работе дистилляционной колонны. Перед применением контроллера необходимо загрузить программу контроллера в аппаратное обеспечение контроллера и подключить такие устройства, как датчики и исполнительные механизмы. После этого дистилляционная колонна может автоматически управляться и контролироваться контроллером.

В целом, система управления дистилляционной колонной, основанная на контроллере MPC, обладает более высокой точностью управления и надежностью, но для достижения эффективного управления требуется более сложная конструкция и программирование контроллера, а также более адекватная отладка и оптимизация.

### Заключение

В статье перечислены этапы разработки системы управления дистиляционной колонной на основе контроллера МРС и перечислены преимущества контроллера МРС. Контроллер МРС позволяет распределять более или менее важные контролируемые показатели, устанавливая приоритет использования ресурсов. Снижение энергопотребления может повысить энергоэффективность системы управления дистиляционной колонной при одновременном достижении требуемого качества готовой продукции.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ушева Н.В., Бешагина Е.В., Мойзес О.Е., Кузьменко Е.А., Гавриков А.А. Технологические основы и моделирование процессов промышленной подготовки нефти и газа: учебное пособие / Томский политехнический университет. – 2-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2013. – 128 с.
2. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии: учебник для ВУЗов – Москва: Химия, 1995. – 368 с.
3. Бекиров Т.М, Ланчаков Г.А. Технология обработки газа и конденсата. – Москва: Недра, 1999. – 596 с.

Чжан Хао (Китай), Ли Вэйхан (Китай),  
Жуй Минхань (Китай), Ди Чэнь (Китай),  
Козлов Виктор Николаевич (Россия)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Козлов Виктор Николаевич,  
канд. техн. наук, доцент

### **ОБРАБОТКА АЛЮМИНИЯ КОНЦЕВЫМИ ФРЕЗАМИ С МНОГОГРАННЫМИ ПЛАСТИНАМИ**

Концевые фрезы широко используются в промышленности для обработки уступов и пазов. Для увеличения производительности всё чаще применяется твёрдый сплав. Твёрдосплавные режущие пластины могут припаиваться к стальному корпусу фрезы, а сменные многогранные пластины (СМП) к нему крепятся механически (рис. 1), что увеличивает её ремонтпригодность. Такими фрезами можно об-

рабатывать различные материалы: от цветных металлов до труднообрабатываемых сталей и сплавов. В последнее время в машиностроении довольно часто используются алюминиевые сплавы.



*Рис. 1. Концевые фрезы с механическим креплением СМП*

Алюминий и его сплавы сравнительно легко поддаются лезвийной обработке. Но химический состав, а точнее, вид алюминиевого сплава, существенно влияет на характеристику обрабатываемости материала. Обрабатываемость определяется несколькими параметрами (критериями): качеством обработанной поверхности, силами резания, стойкостью режущего инструмента, формой стружки и т.п. [1, 2].

Качество обработки зависит от вида обработки, режима резания, геометрии режущей части и материала режущего инструмента.

При обработке алюминиевых сплавов крайне необходимо иметь у инструмента острую режущую кромку и большой передний угол для предотвращения прилипания стружки к передней поверхности и ухудшение качества обработанной поверхности.

Для обработки алюминия и его сплавов была разработана универсальная сменная многогранная пластина (рис. 2). Она имеет острую режущую кромку по всему периметру и передний угол  $\gamma = 15^\circ$  за счёт стружкозавивающей канавки, главный задний угол  $\alpha = 8^\circ$  и вспомогательный задний угол  $\alpha = 16^\circ$ .



*Рис. 2. Сменная многогранная пластина ZDCT 150308 до полировки*

На качество обработанной поверхности влияет большое количество факторов: острота режущих кромок, подача на зуб и скорость резания, вид и марка смазочно-охлаждающего технологического средства (СОТС), виброустойчивость технологической системы и т.д. [1, 2].

При исследовании обрабатываемости алюминия принято считать, что при уменьшении скорости резания и увеличении подачи шероховатость обработанной поверхности увеличивается. Влияние скорости резания вызвано прилипанием стружки к передней поверхности инструмента с последующим её срывом – происходит появление нароста, что характерно для малой скорости резания.

Для исследования влияния режима резания на качество обработанной поверхности было рассмотрено фрезерование плоской заготовки фрезой, оснащённой многогранными режущими пластинами из твёрдого сплава с механическим креплением на корпусе сборной фрезы. При проведении экспериментов изменялись скорость резания  $v$  (м/мин), подача на зуб  $s_z$  (мм/зуб) и глубина резания  $t$  (мм). В наибольшей степени на шероховатость обработанной поверхности влияет подача на зуб, поэтому для оценки влияния скорости резания подача на зуб и глубина резания оставались неизменными. Поскольку на фрезерном станке устанавливается минутная подача  $s_m$  (мм/мин), которая прямо пропорциональна частоте вращения шпинделя  $n$  (об/мин) и числу зубьев фрезы  $z$  (шт), т.е.  $s_m = s_z \cdot z \cdot n$ , то при увеличении скорости резания  $v$  [м/мин], а значит и увеличении частоты вращения шпинделя  $n = 1000 \cdot v / \pi \cdot d_{фр}$  [об/мин], необходимо увеличивать минутную подачу  $s_m$ , чтобы величина подачи на зуб  $s_z$  оставалась неизменной.

После спекания твёрдосплавных режущих пластин их необходимо шлифовать по опорным поверхностям, передней и задней поверхностям, по стружкозавивающей канавке. После этого режущие пластины полируются. Пример профилограммы передней поверхности режущей пластины, полученной при подготовке СМП для наших исследований, представлен на рис. 3.

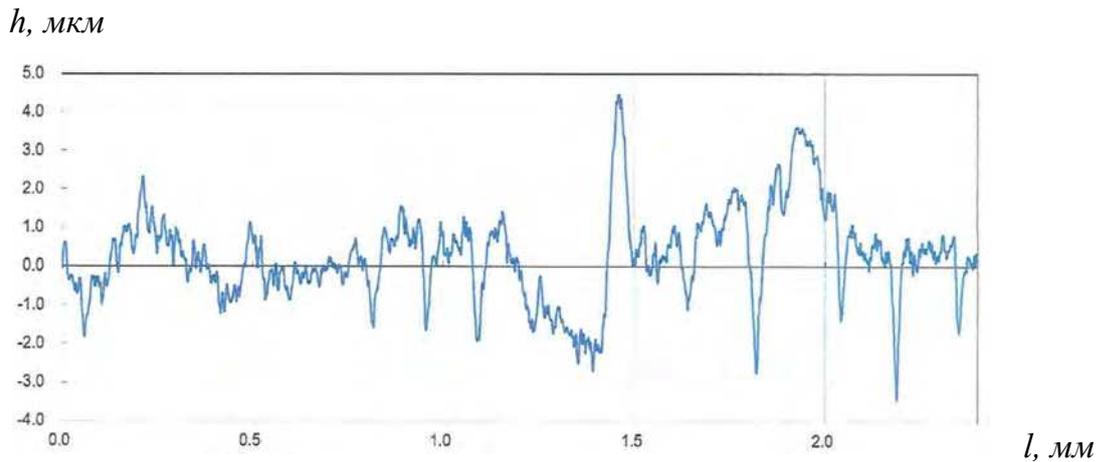


Рис. 3. Профилограмма передней поверхности режущих пластин. По оси абсцисс – пройденный путь вдоль измеряемой поверхности  $l$  [мм]; по оси ординат – высота неровностей  $h$  [мкм]

После фрезерования заготовки измеряется шероховатость обработанной поверхности. При обработке заготовки из алюминиевого сплава АК8 фрезой диаметром 100 мм со сменными многогранными пластинами ZDCT 150308 с постоянной подачей  $s_z = 0,25$  мм/зуб и глубиной резания  $t = 5$  мм было выявлено уменьшение шероховатости при увеличении скорости резания: при  $v = 200$  м/мин  $Ra = 0,8$  мкм; при  $v = 450$  м/мин  $Ra = 0,4$  мкм.

Однако дальнейшее увеличение скорости резания приводит к ухудшению качества обработки (рис. 4). На графике  $Ra = f(v)$  можно выделить 4 диапазона.



Рис. 4. Зависимость шероховатости обработанной поверхности  $Ra$  [мкм] от скорости резания  $v$  [м/мин] [1]

В **первом** диапазоне, т.е. при очень малой скорости резания, шероховатость обработанной поверхности неудовлетворительная из-за нароста на передней поверхности инструмента, но при увеличении

скорости резания шероховатость быстро уменьшается. При дальнейшем увеличении скорости резания, т.е. во **втором** диапазоне, шероховатость обработанной поверхности линейно уменьшается.

В **третьем** диапазоне возможно увеличение шероховатости обрабатываемой поверхности из-за появления вибрации. Увеличение скорости резания требует увеличения частоты вращения фрезы и, как следствие, увеличивается вероятность совпадения частоты вынужденных колебаний с собственной частотой технологической системы, т.е. появления резонанса [1, 2].

В **четвёртом** диапазоне из-за увеличения температуры стружки и режущего инструмента увеличивается химическая активность чистого, не защищённого окислами, прирезцового слоя стружки. При скорости резания более 500 м/мин увеличивается вероятность приваривания алюминиевой стружки к передней поверхности инструмента, что вызывает резкое увеличение шероховатости обработанной поверхности и делает невозможным продолжение обработки с этой вершиной режущей пластины.

При обработке стали приваривание стружки к передней поверхности не наблюдается, но увеличивается вероятность выкрашивания режущей кромки и даже поломки СМП. При черновом фрезеровании стали 40Х концевой фрезой диаметром  $d = 30$  мм с механическим креплением СМП предельная глубине фрезерования  $t_{max} = 12$  мм, а подача на зуб  $s_z = 0,24$  мм/зуб. При обработке уступа толщина среза в точке  $i$  рассчитывается по формуле

$$a_i = s_z \times \sin \psi_i, [\text{мм}] \quad (1)$$

где  $\psi_i$  – текущее значение угла контакта зуба фрезы с заготовкой от начала врезания зуба до текущего положения точки  $i$  [°].

Угол  $\psi_i$  рассчитывается по формуле:

$$\cos \psi_i = 1 - 2 \cdot t_i / d, [^\circ] \quad (2)$$

где  $t_i$  – текущее значение глубины фрезерования.

Наибольшее значение угла контакта рассчитывается по формуле (2). При  $t_i = t_{max} = 12$  мм и  $d = 30$  мм рассчитываем  $\cos \psi_{max} = 1 - 2 \cdot 12 / 30 = 0,2$ , отсюда  $\psi_{max} = 78^\circ$ .

Наибольшая толщина среза для наших условий рассчитывается по формуле (1):  $a_{max} = s_z \times \sin \psi_{max} = 0,24 \times \sin 78 = 0,234$  мм.

Для расчёта НДС режущей пластины берём распределение контактных напряжений, полученных в экспериментах при токарной обработке резцом с  $\phi = 45^\circ$  []. Рассчитываем продольную подачу  $s = a_{max}$

$1 / \sin 45^\circ = 0,234 / \sin 45^\circ = 0,33$  мм/об. Подача 0,33 мм/об на станке отсутствует, поэтому устанавливаем ближайшее значение:  $s = 0,34$  мм/об.

Распределение контактных напряжений на передней и задней поверхностях ранее нами было исследовано [3]. Приложение контактных напряжений при их реальном распределении обеспечило более точный расчёт НДС режущей пластины методом конечных элементов (МКЭ) при её наибольшем нагружении во время фрезерования паза. На рис. 5 представлены некоторые результаты расчёта МКЭ с использованием программы ANSYS12.

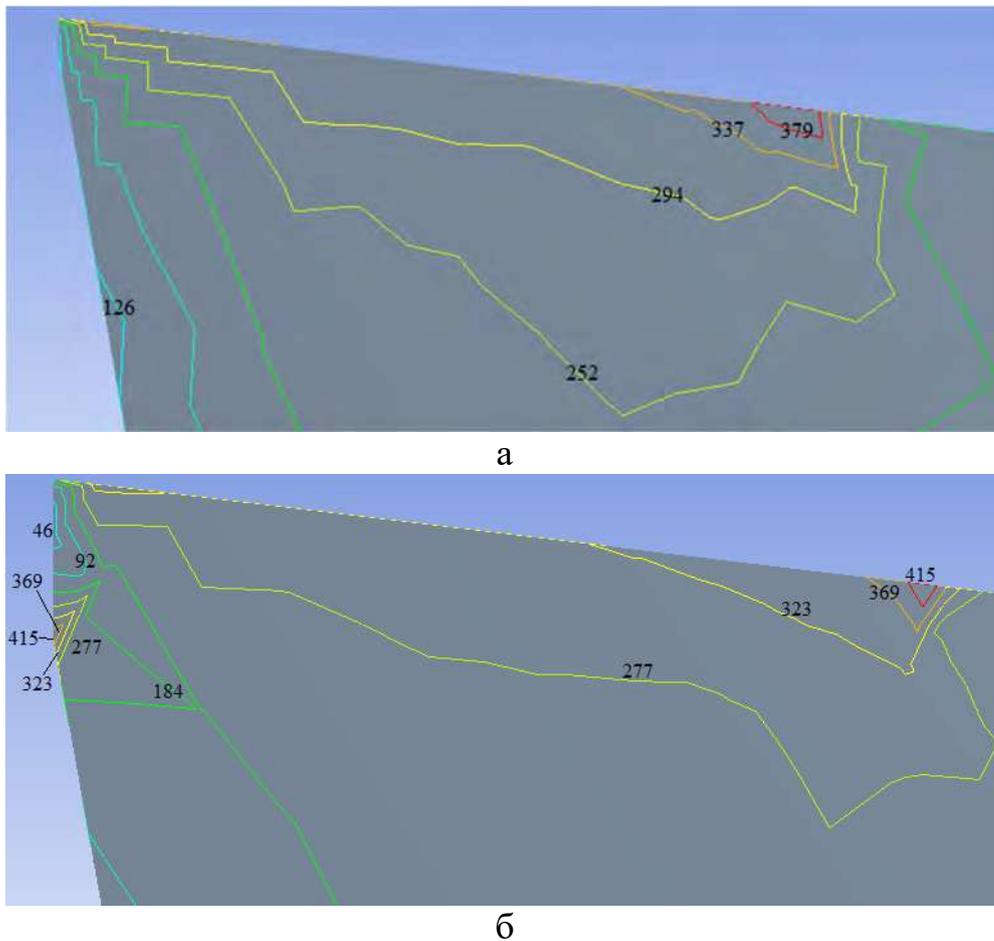


Рис. 5. Распределение эквивалентного напряжения  $\sigma_{\text{э}}$  [МПа] в режущем клине СМП. Сталь 40Х - Т15К6;  $s = 0,34$  мм/об;  $v = 120$  м/мин; округление режущей кромки  $\rho = 5$  мкм. Длина фаски износа задней поверхности: а –  $h_3 = 0,13$  мм; б –  $h_3 = 0,54$  мм

При небольшой длине фаски износа задней поверхности  $h_3 = 0,13$  мм на передней поверхности имеется зона с наибольшей величиной эквивалентного напряжения  $\sigma_{\text{э, наиб}} = 379$  МПа, на задней по-

верхности эти напряжения небольшие ( $\sigma_{\text{э наиб}} = 126$  МПа). При увеличении длины фаски износа задней поверхности до  $h_3 = 0,54$  мм на передней поверхности наибольшая величина эквивалентного напряжения увеличивается до  $\sigma_{\text{э наиб}} = 415$  МПа, а на задней поверхности эти напряжения увеличиваются более существенно: до  $\sigma_{\text{э наиб}} = 415$  МПа. Это увеличение негативно сказывается на запасе прочности СМП, особенно с учётом возможного развития трещины, соединяющей эти две опасные зоны.

### Заключение

1. При обработке алюминия и алюминиевых сплавов режущая пластина должна иметь большие передние углы для получения удовлетворительного качества поверхности и благоприятных условий резания.

2. Эксперименты показали, что при скорости резания более 200 м/мин наблюдается существенное уменьшение шероховатости обработанной поверхности.

3. При скорости резания более 500 м/мин увеличивается вероятность приваривания алюминиевой стружки к передней поверхности инструмента и делает невозможным продолжение обработки.

4. Чем выше твердость и прочность сплава алюминия, тем более высокое качество поверхности можно получить.

5. При обработке стали увеличение длины фаски износа задней поверхности до  $h_3 = 0,54$  мм вызывает появление опасных зон на передней и задней поверхностях с повышенной величиной эквивалентного напряжения  $\sigma_{\text{э наиб}} = 415$  МПа с учётом возможного развития трещины, соединяющей эти две опасные зоны.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Нильсен Х. Алюминиевые сплавы (свойства, обработка, применение) / Х. Нильсен, В. Хуфнагель, Г. Ганулис ; пер. с нем. под ред. М. Е. Дрица, Л.Х. Райтбарга - 13-е изд., переработ. и доп. – Москва Металлургия, 1979.– 678 с.
2. Ковалевский А.В. Выбор рациональных режимов для фрезерования для обработки алюминиевых сплавов/ А. В. Ковалевский // Омский научный вестник – 2008. - №4 – С 64-66.
3. Kozlov Victor Nicolaevich, Zhang Jiayu, Guo Yingbin, Sabavath Sai Kiran. Contact loads on surfaces of worn out cutter in steel machining [Electronic resource] / Zhang Jiayu [et al.]; sci. adv. V. N. Kozlov // Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов российских вузов : сборник докладов VIII Всероссийской научно-практической конференции, Томск, 16-18 мая

2018 г. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2018. – [С. 39-45].

4. Artamonov E. V., Chernyshov M. O., Pomigalova T. E. Improving the Performance of Composite Bits with Replaceable Inserts // Russian Engineering Research, 2017, Vol. 37, No. 4, pp. 348-350.

Чжан Цинжун (Китай), Шэ Лу (Китай), Го Таоюй (Китай),  
Козлов Виктор Николаевич (Россия)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Козлов Виктор Николаевич,  
канд. техн. наук, доцент

## РАСЧЁТ НАПРЯЖЕНИЙ В РЕЖУЩЕМ ИНСТРУМЕНТЕ В НАЧАЛЕ РЕЗАНИЯ

Многие режущие инструменты начинают резание с врезанием в заготовку сразу по всей длине режущей кромки, например при врезании в коническую поверхность, оставшуюся от предыдущей обработки (рис. 1 а), или при фрезеровании торцовыми фрезами.

Это приводит к резкому увеличению нагрузки на него, что усугубляется наличием фаски износа по задней поверхности длиной  $h_3$  (рис. 1 б).



Рис. 1. Контакт главной режущей кромки с заготовкой по всей её длине в начале резания (а) и фаска износа по задней поверхности длиной  $h_3$  и с задним углом на ней  $\alpha_\phi = 0 \dots -3^\circ$  (б)

Поэтому инструмент часто ломается или выкрашивается на режущей кромке ещё до начала образования стружки. Для расчёта инструмента на прочность в этот период необходимо знать распределение контактных напряжений на его рабочих поверхностях [1-4].

Для изучения динамики изменения сил резания в период врезания использовался токарный резец с главным углом в плане  $\phi=45^\circ$ ,

главным передним углом  $\gamma=0^\circ$ , главным задним углом  $\alpha=12^\circ$ , вспомогательным углом в плане  $\varphi_1=45^\circ$ , углом наклона главной режущей кромки  $\lambda=0^\circ$ , радиусом при вершине  $r=0,02$  мм при продольной подаче  $s$  (мм/об) (рис. 1 а).

На задней поверхности затачивалась искусственная фаска различной длиной  $h_3$  с постоянным задним углом  $\alpha_h=0^\circ$ , имитирующая износ по задней поверхности. Радиус округления режущей кромки был равен минимально возможным при заточке на остро ( $\rho=0,003$  мм).

Врезание происходило в заготовку из стали 40Х, имеющую коническую поверхность, оставшуюся после отключения подачи в предыдущем эксперименте (предыдущая поверхность резания) с углом в плане  $\varphi=45^\circ$ , что обеспечивало контакт резца сразу по всей длине режущей кромки в начальный момент её касания. Исследования выполнялись с постоянной скоростью резания  $v = 120$  м/мин, обеспечивающей отсутствие нароста на передней поверхности, и различными подачей  $s = 0,07-0,52$  мм/об и глубиной резания  $t = 1-4$  мм.

Измерения составляющих сил резания выполнялись с помощью токарного динамометра Kistler. При точении измерялась средняя температура резания с помощью инфракрасного термометра MS-5630 ( $t^\circ\text{C}$ ) и контролировалась термо-ЭДС ( $\mu\text{A}$ ) с помощью естественной термопары.

Исследование распределения контактных напряжений на искусственной фаске износа по задней поверхности выполнялось **методом переменной длины фаски** износа  $h_3$  с задним углом на ней  $\alpha_h = 0^\circ$ . Достоверность определялась сравнением величины нормальной  $N_{h\text{эп}}$  и касательной  $F_{h\text{эп}}$  сил (Н) на фаске задней поверхности, рассчитанных по полученным эпюрам контактных напряжения, с величиной этих сил, полученных при измерении  $N_{h\text{эксп}}$  и  $F_{h\text{эксп}}$  сил (Н) при различной длине фаски  $h_3$ .

Наши исследования показали, что при врезании в стальную заготовку происходит резкое увеличение почти в 2 раза составляющих сил резания по сравнению с установившемся резанием (рис. 2). После появления стружки на передней поверхности происходит быстрое уменьшение сил резания. Такие же процессы происходят при встречном фрезеровании, когда в начальный момент врезания зуба фрезы толщина среза  $a$  (мм) равна нулю.

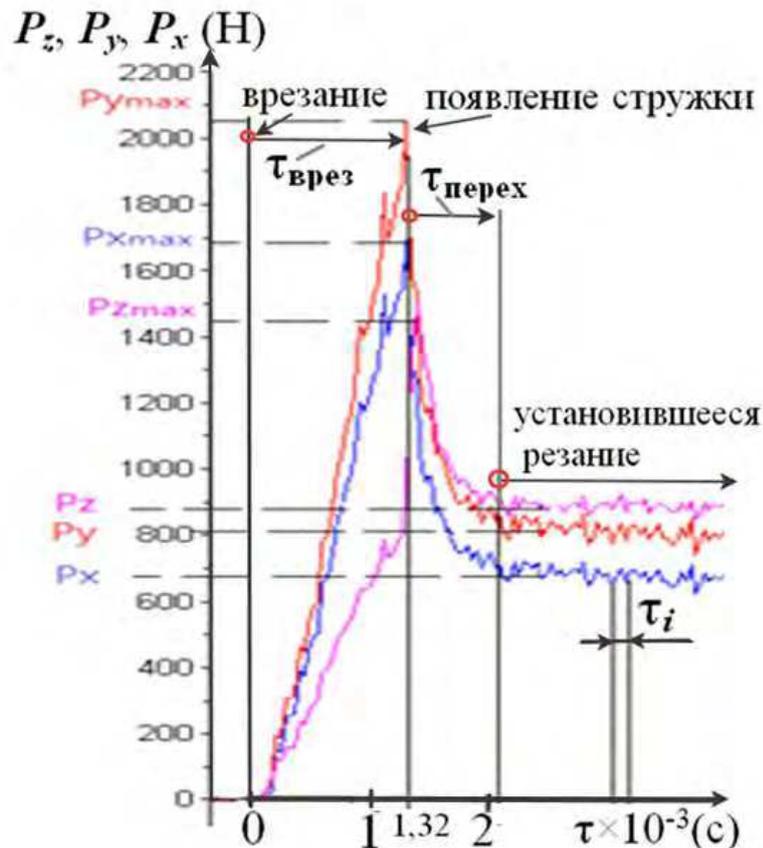


Рис. 2. Изменение составляющих силы резания  $P_z$ ,  $P_y$  и  $P_x$  (Н) при врезании. Сталь 40Х – Т15К6.  $s = 0,07$  мм/об,  $v = 120$  м/мин,  $t = 1,8$  мм. Ордината – составляющие силы резания (Н); абсцисса – время от момента касания конической поверхности заготовки  $\tau$  (с)

Удельная нормальная контактная нагрузка на фаске задней поверхности  $q_{Nh}$  (МПа) (нормальное контактное напряжение  $\sigma_h$  (МПа) при  $\Delta h_3 \rightarrow 0$  мм) на фаске рассчитывалось как отношение приращения нормальной силы на фаске задней поверхности  $\Delta N_h = \Delta P_{xy}$  (Н) к приращению площади фаски задней поверхности  $q_{Nh} = \Delta N_h / (\Delta h_3 \cdot b)$ , где  $\Delta h_3$  – приращение длины фаски (мм),  $b$  – ширина контакта фаски резца с поверхностью заготовки и рассчитывается по известной формуле  $b = t / \sin \varphi$  (мм).

На гистограммах удельных нормальных  $q_{Nh}$  и касательных  $q_{Fh}$  контактных нагрузок у режущей кромки нет участка с большой величиной контактной нагрузки (рис. 3).

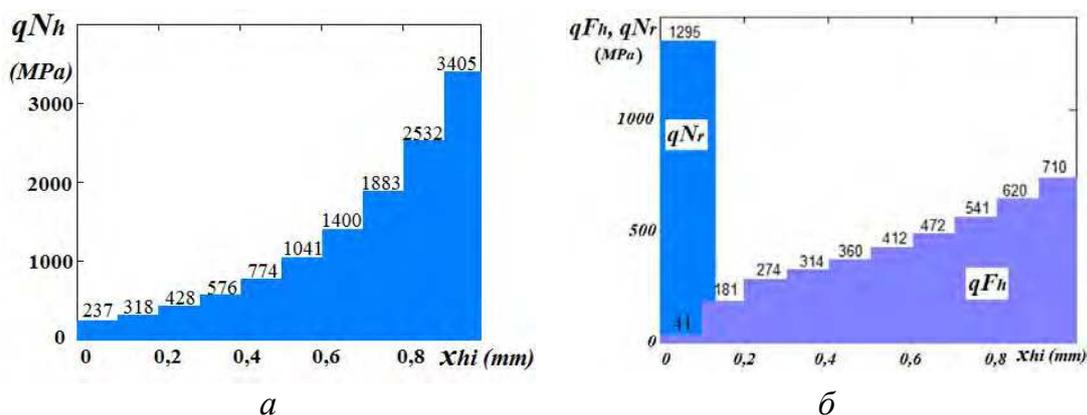


Рис. 3. Распределение нормальных  $q_{Nh}$  (а) и касательных  $q_{Fh}$  (б) контактных нагрузок (МПа) на фаске задней поверхности и величина удельных нормальных контактных нагрузок на передней поверхности  $q_{Nr}$  (МПа) (б) рядом с режущей кромкой при **врезании**. Сталь 40Х – Т15К6.  $s = 0,07$  мм/об,  $v = 120$  м/мин,  $t = 1,8$  мм Абсцисса – расстояние от режущей кромки вдоль фаски износа по задней поверхности  $x_{hi}$  (мм)

При врезании рядом с режущей кромкой на небольшом участке передней поверхности длиной  $s_{вр}$  действуют большие удельные контактные нагрузки  $q_{Nr}$  (контактные напряжения  $\sigma_{вр}$ ), направленные перпендикулярно передней поверхности (рис. 4). Сила трения на указанном участке мала, т.к. на этом участке в момент формирования стружки нет движения стружки вдоль передней поверхности, поэтому  $q_{Fr} = 0$  МПа.

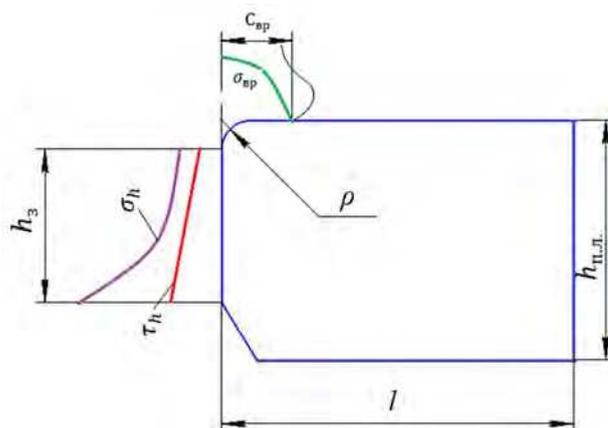


Рис. 4. Модель режущего клина и его нагружение контактными напряжениями при врезании при обработке стали

Исследования, выполненные по результатам наших экспериментов и расчётам, показали, что при наибольшей силе  $P_z$  (рис. 2) длина контакта передней поверхности с заготовкой при врезании

$c_{вр} \approx \rho + 0,1 \cdot a_{вр}$ , где  $a_{вр}$  – толщина среза при врезании (мм), т.е. толщина слоя металла заготовки в зоне стружкообразования, уходящего под заднюю поверхность инструмента. На гистограммах указана  $c_{вр} \approx 0,1$  мм.

Наши эксперименты показывают, что на этом участке передней поверхности практически отсутствует касательная сила, поэтому при расчёте методом конечных элементов участок  $c_{вр}$  нагружаем только нормальной к передней поверхности удельной контактной нагрузкой  $q_{N,r} = N_{вр} / (c_{вр} \cdot b)$ , где  $N_{вр}$  – нормальная к передней поверхности сила на участке длиной  $c_{вр}$ ;  $b$  – длина контакта режущей кромки с поверхностью резания при врезании ( $b = t / \sin \varphi$ ). При переднем угле  $\gamma = 0^\circ$  и угле наклона главной режущей кромки  $\lambda = 0^\circ$   $N_{вр} = P_{z \text{ п вр}}$ .

По нашему мнению при врезании на радиусном участке режущей кромки появляется **застойная зона**, под силовым действием которой происходит прогиб поверхности резания. Восстанавливающаяся поверхность этого прогиба давит на поверхность фаски задней поверхности и вызывает появление на ней контактных напряжений. Чем дальше от режущей кромки, тем больше будет величина этого восстановления, тем больше будут контактные напряжения (удельные контактные нагрузки), что и наблюдается на рис. 3.

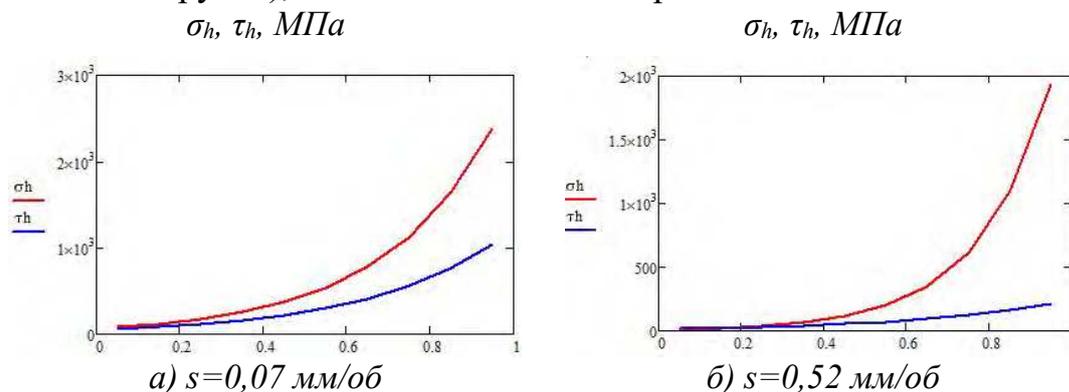
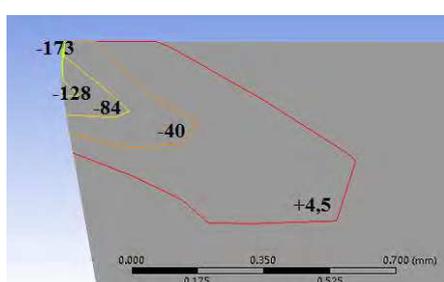


Рис. 5. Распределение контактных напряжений на фаске задней поверхности (МПа) при врезании при учёте силового взаимодействия реза и заготовки на радиусном участке режущей кромки. Сталь 40Х - Т15К6,  $t = 2$  мм,  $v = 120$  м/мин. Ордината – нормальные  $\sigma_h$  и касательные  $\tau_h$  контактные напряжения (МПа) на фаске задней поверхности; абсцисса – расстояние от режущей кромки вдоль фаски износа по задней поверхности  $x_{hi}$  (мм)

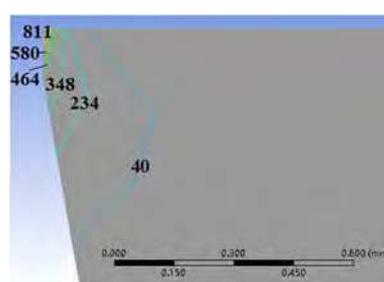
Эпюры контактных напряжений на фаске задней поверхности, представленные на рис. 5, объясняют повышенный износ при обработке с малыми подачами и увеличение вероятности поломки режущего инструмента при увеличении длины фаски износа по задней по-

верхности более 0,8 мм. При подаче  $s=0,07$  мм/об контактные напряжения у режущей кромки больше, чем при большей подаче  $s=0,52$  мм/об.

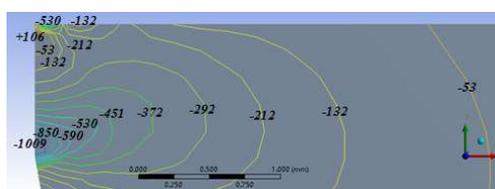
Расчёт напряжений в режущем клине резца методом конечных элементов с использованием программы ANSYS показал, что при малых подачах ( $s = 0,07$  мм/об) и длинах фаски задней поверхности ( $h_3 = 0,13$  мм) в режущем клине при врезании возникают напряжения сжатия ( $\sigma_x = -173$  МПа, ось OX направлена перпендикулярно к фаске и от неё, т.е. вправо) (рис. 6 а). При этом наибольшие эквивалентные напряжения ( $\sigma_{\text{ЭКВ}} = 811$  МПа) (рис. 6 б) в 5 раз меньше предельно допустимых.



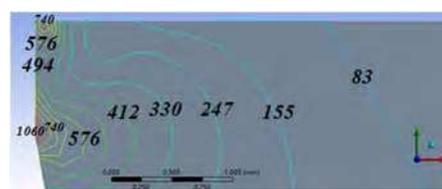
а)  $\sigma_x$  (МПа),  $h_3 = 0,13$  мм,  
 $s = 0,07$  мм/об



б)  $\sigma_{\text{ЭКВ}}$  (МПа),  $h_3 = 0,13$  мм,  
 $s = 0,07$  мм/об



в)  $\sigma_x$  (МПа),  $h_3 = 0,95$  мм,  
 $s = 0,11$  мм/об



з)  $\sigma_{\text{ЭКВ}}$  (МПа),  $h_3 = 0,95$  мм,  
 $s = 0,11$  мм/об

Рис. 6. Распределение нормальных  $\sigma_x$  и эквивалентных  $\sigma_{\text{ЭКВ}}$  напряжений (МПа) в режущем клине резца при врезании. Сталь 40Х-Т15К6;  
 $t = 2$  мм;  $v = 2$  м/с;  $\rho = 3$  мкм

При большом допускаемом износе  $h_3 = 0,95$  мм была определена оптимальная подача  $s = 0,34$  мм/об с точки зрения прочности режущего клина.

### Выводы

При образовании сливной стружки с увеличением подачи наибольшие контактные напряжения удаляются от режущей кромки,

что приводит к уменьшению интенсивности износа по задней поверхности;

Во время обработки стали при врезании даже с небольшой подачей ( $s=0,23$  мм/об) на передней поверхности резца, не имеющего износа по задней поверхности, у режущей кромке возникают большие растягивающие напряжения ( $\sigma_x=3438$  МПа). Эквивалентные напряжения в этой области существенно больше ( $\sigma_{\text{экв}}=5174$  МПа), что увеличивает вероятность выкрашивания режущей кромки;

При врезании даже с небольшой подачей  $s=0,23$  мм/об на передней поверхности резца, имеющего небольшой износ по задней поверхности  $h_3=0,29$  мм, у режущей кромке растягивающие уменьшаются ( $\sigma_x=2079$  МПа). Эквивалентные напряжения в этой области также уменьшаются ( $\sigma_{\text{экв}}=4290$  МПа), что уменьшает вероятность выкрашивания режущей кромки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Контактные нагрузки на режущих поверхностях инструмента/Полетика М.Ф. – Москва: Машиностроение, 1969. – 148 с.
2. Развитие науки о резании металлов /В.Ф. Бобров, Г.И. Грановский, Н.Н. Зорев и др. – Москва: Машиностроение, 1967. – 416 с.
3. Kozlov V., Zhang J., Cui J., Bogolyubova M. Split Cutter Method for Contact Stresses Research over Flank Surface of a Cutter // Key Engineering Materials. Trans Tech Publications, Switzerland. – 2017. v. 73, pp. 252-257.
4. Методика измерения контактных напряжений на поверхностях резца [Электронный ресурс] / В. Н. Козлов [и др.]; науч. рук. В. Н. Козлов // Молодежь и современные информационные технологии : сборник трудов XIV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 7-11 ноября 2016 г. в 2 т. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт кибернетики (ИК) ; под ред. В. С. Аврамчук [и др.]. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. - Т. 2. - с. 350-352.
5. Hu, J., Chou, Y.K. Characterizations of cutting tool flank wear-land contact. Wear, V. 263, Iss. 7-12, SPEC. ISSS., 10 September 2007, P. 1454-1458.

Чжан Цинжун (Китай), Шэ Лу (Китай),  
Козлов Виктор Николаевич (Россия)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Козлов Виктор Николаевич,  
канд. техн. наук, доцент

## ВЛИЯНИЕ ПЕРЕДНЕГО УГЛА НА СИЛЫ РЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ТИТАНОВОГО СПЛАВА

При обработке титановых сплавов происходит интенсивный износ режущего инструмента по задней поверхности, что вызывает увеличение силы резания, а также ухудшение качества обработки.

При этом происходит появление фаски на передней поверхности с большим отрицательным передним углом  $\gamma_f = -20 \dots -30^\circ$ , а также округление режущей кромки до радиуса  $\rho = 5 \dots 10$  мм [1-4].

Наши исследования, выполненные при точении периферии диска с радиальной подачей разрезного резца, т.е. при прямоугольном свободном резании, показали, что при заточке фаски длиной  $f = 3$  мм на передней поверхности с большим отрицательным передним углом  $\gamma_f = -20 \dots -30^\circ$  существенно увеличиваются силы на передней поверхности, но силы на искусственной фаске износа по задней поверхности с задним углом  $\alpha_h = 0^\circ$  увеличиваются незначительно. Из-за малой длины контакта титановой стружки с передней поверхностью контакт стружки происходит только с поверхностью этой фаски, поэтому было принято, что передний угол  $\gamma$  равен  $\gamma_f$ .

Измерение составляющих  $P_z$  и  $P_y$  силы резания выполнялось при прямоугольном свободном точении периферии диска из титанового сплава ВТЗ-1 с радиальной подачей  $s_y$  (мм/об), поэтому сила  $P_x$  не проявлялась, а толщина среза  $a = s_y$  (мм).

Силы на фаске передней поверхности, т.е. на передней поверхности с передним углом  $\gamma$ , выделялись из общих сил резания методом экстраполяции на нулевую искусственную фаску износа по задней поверхности. С уменьшением переднего угла силы существенно увеличиваются (рис. 1).

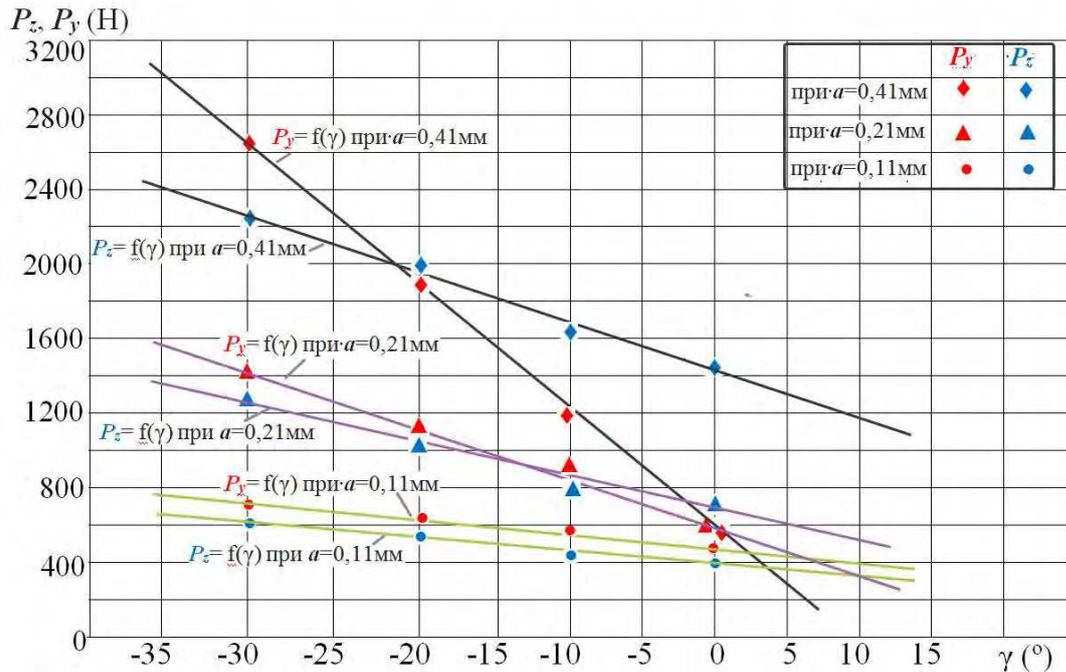


Рис. 1. Влияние величины переднего угла  $\gamma$  ( $^\circ$ ) на составляющие  $P_y$  и  $P_z$  (Н) силы резания при обработке неизношенным резцом. ВТЗ-1-ВК8,  $b = 2,3$  мм,  $\alpha = 10^\circ$

Величина контактных напряжений на фаске задней поверхности длиной  $h_3$  (мм) определялась методом переменной фаски, т.е. удельные контактные нагрузки на фаске задней поверхности рассчитывались как отношение приращения силы к приращению площади контакта, вызванной приращением длины фаски  $h_3$  [5].

Было исследовано также влияние **скорости резания  $v$**  на составляющие силы резания при точении периферии диска с радиальной подачей разрезного резца, т.е. при прямоугольном свободном резании (рис. 2). Наибольшая скорость резания применялась 60 м/мин, поэтому были выполнены измерения сил резания при меньшей скорости резания, т.к. при  $v > 60$  м/мин происходит интенсивный износ и геометрия резца меняется, что не позволяет сравнивать результаты.

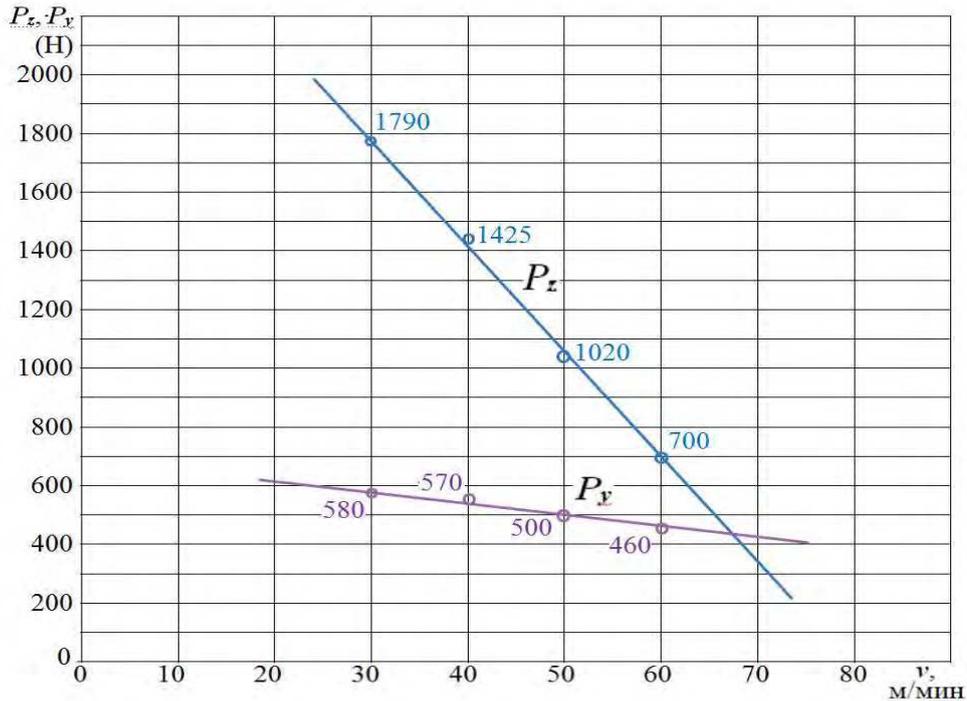


Рис. 2. Влияние скорости резания  $v$  (м/мин) на составляющие  $P_y$  и  $P_z$  (Н) силы резания при обработке неизношенным резцом. ВТЗ-1-ВК8,  $\gamma = 0^\circ$ ,  $b = 2,3$  мм,  $\alpha = 10^\circ$ ,  $s_y = 0,21$  мм/об

Из графиков на рис. 2 видно, что составляющие силы резания увеличиваются при уменьшении скорости резания, особенно сила  $P_z$ , что связано с уменьшением температуры в зоне стружкообразования и соответствующим увеличением прочности титанового сплава, что приводит к увеличению сопротивления к отделению элементов стружки.

Касательная сила  $F = P_y$  при  $\gamma = 0^\circ$  изменяется не столь существенно, что объясняется нами достижением предела прочности на сдвиг приконтактного слоя стружки, но и он немного уменьшается с уменьшением скорости резания, а значит и температуры. Приконтактный слой имеет температуру более высокую, чем остальной объём стружки, из-за нагрева со стороны резца, поэтому и не реагирует так интенсивно на уменьшение скорости резания.

Поскольку требуемая мощность станка зависит только от силы  $P_z$ , то выгоднее вести обработку с высокой скоростью резания. Однако интенсивность износа при этом резко увеличивается.

Было исследовано также влияние величины радиуса округления режущей кромки  $\rho$  на силы резания, которое показало более существенное увеличение составляющей  $P_y$  силы резания по сравнению с силой  $P_z$  даже при отсутствии фаски износа. В случае резания инстру-

ментом с округленной режущей кромкой следует разделять силы, действующие на радиусном участке передней поверхности, на радиусном участке задней поверхности и на плоском участке фаски задней поверхности.

Но, даже зная силы на радиусном участке как разницу сил, полученных методами экстраполяции на нулевую толщину среза и на нулевую фаску износа, трудно разделить её на составляющие, действующие на участках передней и задней поверхности. Достоверно неизвестно и расположение линии пересечения фактической поверхности среза с поверхностью радиусного участка.

В целом величина наибольших нормальных контактных нагрузок на искусственной фаске износа с задним углом на ней  $\alpha_h = 0^\circ$  парадоксально уменьшается в 2 раза при появлении округления режущей кромки. Это объясняется нами появлением застойной зоны на радиусном участке передней поверхности и уменьшением контакта на плоском участке искусственной фаски износа задней поверхности.

О наличии застойной зоны свидетельствует сохранение на радиусном участке резца рисок, оставленных при заточке шлифовальным крутом. Увеличение составляющих силы резания на передней поверхности при округлении режущей кромки объясняется небольшими размерами застойной зоны, не позволяющими компенсировать рост сопротивления стружкообразованию со стороны передней поверхности. Для изменения же нормальных контактных нагрузок на фаске задней поверхности достаточно даже незначительных изменений застойной зоны в связи с жесткостью контакта по задней поверхности.

Величина наибольших контактных нагрузок  $\sigma_{h \max}$ ,  $\tau_{h \max}$  и длина горизонтального участка эпюры  $\sigma_h$  на плоском участке фаски задней поверхности прямо пропорциональны радиусу округления  $\rho$ , что объясняется увеличением объёма материала, вдавливаемого под режущую кромку. Происходит это за счёт увеличения упругой деформации материала заготовки в области стружкообразования, что косвенно подтверждается прямо пропорциональной зависимостью силы  $P_{y \Pi}$  на передней поверхности инструмента от радиуса округления. При этом предполагается, что угол наклона условной плоскости сдвига изменяется незначительно, а значит и среднее напряжение, нормальное к поверхности резания в области стружкообразования, будет увеличиваться.

Сходные условия создаются, на наш взгляд, и при резании с большим отрицательным передним углом. Так, при резании ВТЗ-1 с передним углом  $\gamma = -30^\circ$ , радиальная составляющая силы резания на передней поверхности  $P_{y \Pi} = 1400$  Н, что больше в 3 раза, чем при реза-

нии с передним углом  $\gamma = 0^\circ$  ( $P_{y_n} = 440$  Н). В то же время уровень нормальных контактных нагрузок вдвое меньше. Обращает на себя внимание примерное равенство нормальных контактных нагрузок на фаске при резании инструментом с большим отрицательным передним углом  $\gamma = -30^\circ$  ( $\sigma_h = 1300$  МПа) и с округленной режущей кромкой ( $\rho = 0,07...0,35$  мм,  $\sigma_h = 1370...1650$  МПа) при одинаковых режимах обработки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полетика М.Ф. Контактные нагрузки на режущих поверхностях инструмента. – М.,: Машиностроение, 1969.- 150 с.
2. Полетика М.Ф., Афонасов А.И. Контактные условия на задней грани инструмента при элементном стружкообразовании. Сб. статей "Прогрессивные технологические процессы в машиностроении". -Томск, 1997, с. 14-17.
3. Che-Haron, C.H. Tool life and surface integrity in turning titanium alloy. *Journal of Materials Processing Technology*, 118 (1-3) (2001) 231-237.
4. Справочное руководство ISCAR. Обработка титана. Электронный ресурс: [https://www.iscar.ru/Catalogs/publication-2019/machining\\_titanium\\_rus\\_metric.pdf](https://www.iscar.ru/Catalogs/publication-2019/machining_titanium_rus_metric.pdf).
5. Методика измерения контактных напряжений на поверхностях резца / В. Н. Козлов [и др.]; науч. рук. В. Н. Козлов // Молодежь и современные информационные технологии сборник трудов XIV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 7-11 ноября 2016 г.: в 2 т.: / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт кибернетики (ИК); под ред. В. С. Аврамчук [и др.]. – Томск : Изд-во ТПУ, 2016. – Т. 2 . – С. 350-352.

Чжан Цзяньчэн (Китай)

Томский политехнический университет г. Томск

Научный руководитель: Лысак Илья Александрович,  
канд. техн. наук, доцент

## **МОДЕЛЬ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ВТУЛКИ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДОРНОВАНИЕМ**

Дорнование – способ обработки заготовок без снятия стружки. Суть обработки заключается в жестком рабочем инструменте - дорне, перемещающемся с натягом в отверстии заготовки. В процессе обработки, за счет растяжения происходит упрочнение металла на поверхности, сглаживание исходной шероховатости, изменение формы и размера поперечного сечения отверстия [1,2]. Размер поперечного сечения инструмента больше, чем размер поперечного сечения отверстия заготовки. Обработка отверстий малого диаметра дорнованием, приводит к возникновению сжимающих остаточных напряжений, что существенно увеличивает их усталостную прочность, т.к. препятствует развитию усталостных трещин. Также дорнование способно в некоторых пределах исправлять погрешности шероховатости и отклонения формы отверстий. Однако, при неправильном выборе режимов, может привести к снижению прочности (возникновение растягивающих остаточных напряжений) и ухудшению геометрических характеристик отверстий (усадка отверстий, образование наплывов на торцах, разрушение поверхностного слоя) [3,4]. Таким образом, выбор режимов всегда должен учитывать свойства обрабатываемого материала.

Известно, что распределение остаточных напряжений чувствительно к параметрам процесса, особенно к степени натяга и геометрическим особенностям обсадной колонны. Поэтому важной задачей является изучение характера изменения остаточных напряжений после дорнования по схеме сжатия (рис. 1). Таким образом, цель настоящей работы рассчитать поле остаточных напряжений в окрестности отверстий малого диаметра, а также деформацию геометрии формы, вызванную одноцикловым дорнованием, и установить связь между этими параметрами и свойствами материала, оказывающими существенное влияние на способность материала к обработке деформированием.

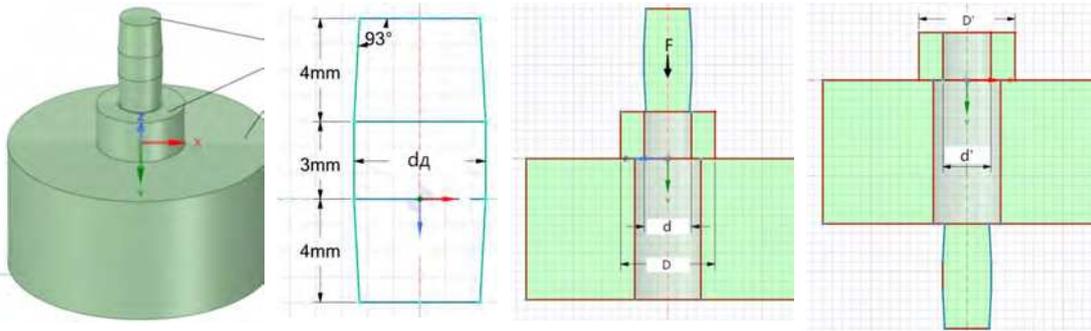


Рис. 1. Схема дорнования

*1 - дорн; 2 - втулка; 3 - опора;  $d$  - внутренний диаметр втулки;  
 $D$  - наружный диаметр втулки;  $d'$  - внутренний диаметр втулки  
 после дорнования;  $D'$  - наружный диаметр втулки после дорнования;  
 $dД$  - диаметр дорна*

Деформация – изменение формы и размеров предметов или объемов, связанное с их перемещением относительно друг друга вследствие приложения силы, при котором предмет искажает свою форму. Обычно деформация сопровождается изменением величины межатомной силы, мерой которой является упругомеханическое напряжение [1].

Виды деформации делятся на обратимые (упругие) и необратимые (пластические, ползучие). Обратимая деформация исчезает после прекращения приложения силы, а необратимая остается. В основе обратимых деформаций лежит смещение объемных атомов из положения равновесия, а в основе необратимых деформаций лежит необратимое смещение атомов на определенное расстояние от исходного положения равновесия (переориентация в новое положение равновесия после снятия нагрузки) [1]. Деформация определяется как отношение изменения длины деформируемого объекта к его первоначальной длине.

Металлы характеризуются большей устойчивостью к растяжению или сжатию, чем к сдвигу. Поэтому процесс пластической деформации металлов обычно представляет собой процесс, при котором часть кристалла скользит относительно другой части по плоскости кристалла или плоскости скольжения с более плотной упаковкой атомов, где сопротивление сдвигу наименьшее. Скольжение является результатом смещения дислокаций в кристалле. В результате скольжения кристаллическая структура движущихся частей не изменяется [2].

Таким образом, оптимальные режимы процесса дорнования должны быть установлены с учетом как параметров дорна (форма, натяг, количество циклов), так и характеристик обрабатываемых материалов. Экспериментальное исследование остаточных напряжений

весьма затруднительно, поэтому поставленная задача может быть эффективно решена только с использованием методов математического моделирования.

Для решения подавленной задачи перспективен метод применения CAE-систем для инженерного анализа. С помощью CAE возможно оценить напряженно-деформированное состояние модели без огромных временных и денежных затрат. В работе использовалась система ANSYS. В системе ANSYS процесс моделирования состоит из следующих этапов: создание геометрической модели, создание сетки конечных элементов, задание свойств материала, задание граничных условий, расчет анализ результатов. Использование этой системы снижает сложность анализа за счет повышения репрезентативности результатов [4,5]. Расчетная схема математической модели в осесимметричной постановке представлена на рис. 2. Наружный диаметр втулки устанавливается с учетом условия ее полубесконечности в радиальном направлении.

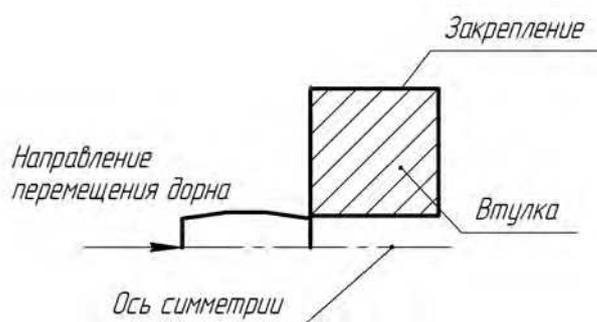


Рис. 2. Схема математической модели

Моделирование процесса дорнования в псевдостационарной постановке возможно осуществить с использованием модуля Static Structural программного комплекса ANSYS. Актуальным является исследование связи параметров напряженно-деформированного состояния образцов и характеристик материалов, из которых они изготовлены. Интерес представляет сравнение результатов численного анализа для, широко используемых в авиастроении металлов с существенно различающимися упругопластическими свойствами, таких как сталь 40X, титановый сплав ВТ6 и алюминиевый сплав 7075. Точность математической модели при этом связана с принимаемыми в моделях материалов допущениях. Обоснование выбора моделей материалов является темой дальнейших исследований.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Монченко, В. П. Эффективная технология производства полых цилиндров / В. П. Монченко. М.: Машиностроение, 1980. - 248 с.
2. Розенберг, А. М. Механика пластического деформирования процессах резания и деформирующего протягивания / А. М. Розенберг, О. А. Розенберг - Киев: Наукова думка, 1990. - 320 с.
3. Скворцов, В. Ф. Остаточные напряжения при дорновании отверстий малого диаметра в полых толстостенных цилиндрах с большими натягами / В. Ф. Скворцов, И. С. Охотин, А. Ю. Арляпов // Известия Томского политехнического университета. - 2010. - Т. 316. - № 2.-С. 24-27.
4. Лю. Ю. Исследование напряженно-деформированного состояния толстостенных втулок после обработки одноцикловым дорнованием с использованием комплекса ANSYS/Ю. Лю, И. А. Лысак // Современные проблемы машиностроения: сборник трудов XIV Международной научно-технической конференции, г. Томск, 25-30 октя-бря 2021 г. -Томск: Томский политехнический университет, 2021.- с. 99-100.
5. Лысак, И. А. Численное исследование остаточных напряжений в цилиндрических образцах, подвергнутых одноцикловому дорнованию по схеме сжатия/ И. А. Лысак, Ю.Лю, Г. В. Лысак // Ползуновский альманах. - 2021. - № 4. - с. 33-3

Чжан Юйсинь (Китай),  
Сладков Максим (Казахстан),  
Жгута Вадим, Леонова Екатерина,  
Томский политехнический университет, г.Томск  
Научный руководитель: Леонов Сергей Владимирович,  
канд. техн. наук, доцент

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОЙ КОНВЕРСИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ**

В основе нашего исследования заложен механизм плазмохимической конверсии газа или газовой смеси с применением импульсного электрического разряда, что может быть использовано для переработки природного газа или попутного нефтяного газа в нефтехимиче-

ской промышленности, а также может применяться в природосберегающих технологиях связывания и переработки углекислого газа, а также в других областях химического производства.

Рассматриваемая в статье система основана на методе разложения углекислого газа при помощи плазменного пиролиза и предназначена для решения задач по декарбонизации воздушной смеси. В частности, наиболее предпочтительными сферами применения данной разработки являются: ликвидация последствий аварийного выброса вредных веществ в пределах производственного помещения; снижение уровня углекислого газа в условиях частичной или полной изоляции помещения, т.е. без возможности подачи свежего воздуха извне (например, на космических станциях, герметичных бункерах); развитие экологически чистых «зеленых» технологий [1].

Для исследования процесса декарбонизации воздушной смеси был создан учебно-исследовательский стенд, выполненный с использованием: ионизатора, инфракрасных датчиков CO<sub>2</sub>, ряда конструктивных элементов, а также средств автоматизации.

Плазма является мощным инструментом для реализации химических реакций с высокой энергией активации, например, при производстве синтезгаза, конверсии CO<sub>2</sub> и H<sub>2</sub>S. В промышленности применяют плазменные технологии с использованием барьерного и коронного электрических разрядов, а также электрической дуги и микроволнового электрического разряда для проведения плазмохимических реакций в неравновесной и равновесной плазме. Понятие неравновесной плазмы означает, что температура молекул газа существенно не растет, а электроны имеют энергию, необходимую для диссоциации молекул и их ионизации.

Для повышения эффективности плазмохимической реакции необходимо уменьшить затраты энергии при максимальном выходе требуемых продуктов. В прямых химических реакциях плазма вызывает диссоциацию молекул реагентов, производя радикалы к желаемым продуктам.

Существует два подхода, обеспечивающие протекание подобных реакций.

Один подход заключается в диссоциации исходных молекул за счет передачи кинетической энергии электронам.

Второй подход – нагревание молекулы газа в реакционной камере до температуры, достаточной для преодоления активационного барьера реакции.

Технический результат рассматриваемого решения состоит в повышении эффективности процесса преобразования газовой смеси в

желаемые продукты за счет повышения вероятности протекания прямых реакций и уменьшения сопутствующих обратных преобразований [2].

Для достижения требуемого результата используется способ плазмохимической конверсии газовой смеси, при котором происходит активация молекул с помощью импульсного электрического разряда представляющего собой последовательно возникающие и гаснущие в потоке газовой смеси горячие плазменные каналы.

Для осуществления заявленного способа предлагается устройство для проведения плазмохимической конверсии газовой смеси, содержащее реактор, состоящий из реакционной камеры и модулей ввода и вывода, регулятор расхода газа и высоковольтный блок питания, соединенный с электродами, находящимися внутри реакционной камеры, при этом высоковольтный блок питания создает между электродами импульсные электрические разряды.

Для идентификации и исследования коронных разрядов нам необходимо зафиксировать свет с помощью камеры. Захват видимого света сначала анализируется с помощью свойств света. Первоначально мы намеревались достичь цели своей задачи путем идентификации пламени свечи. В результате съемка не удалась, так как пламя свечи было слишком маленьким, а цвет пламени недостаточно четким. Позже мне удалось идентифицировать электрические искры.

Проанализировав информацию, мы решили провести идентификацию коронных разрядов с помощью идентификации электрических искр. Примите характеристики света, чтобы использовать их для идентификации цели.

Цветовая модель RGB, представленной на рис.1 (Red, Green, Blue: красный, зеленый, синий), имеются другие цветовые пространства, использование которых может оказаться более предпочтительным или удобным

Цветовая модель RGB также известна как модель аддитивного смешения цветов. В соответствии с принципом трех основных цветов количество света выражается в единицах света основного цвета. В цветовой модели RGB любой цветовой свет  $F$  может быть образован путем добавления и смешивания различных компонентов  $R$ ,  $G$  и  $B$ , и выражение выглядит так:  $F=r[R]+g[G]+b[B]$ . Когда все три компонента основного цвета равны 0,  $F$  – это черный свет; когда все три компонента основного цвета равны 1,  $F$  – это белый свет. Цветовая модель RGB включает в себя практически все цвета, воспринимаемые человеческим зрением.

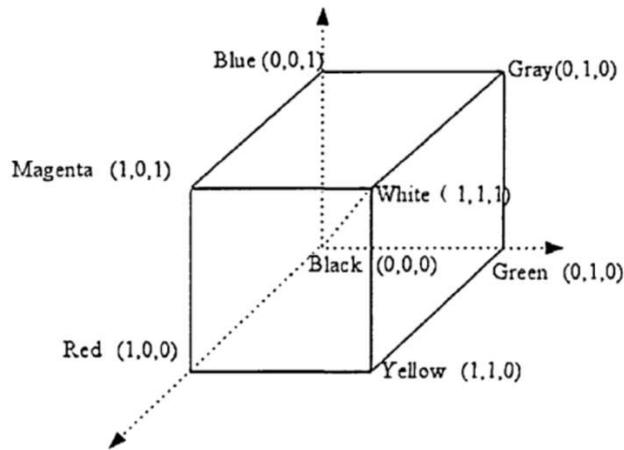


Рис. 1. Цветовая модель RGB

Оттенки цветов (красный, зеленый и синий) можно представить в виде куба, как показано на рисунке 1.  $F$  - точка в координатах этого куба, которая представляет любой цвет. Настройка любого из трехцветных коэффициентов  $R$ ,  $G$  и  $B$  изменит значение координаты  $F$ , тем самым изменив значение его цвета [3].

Во-первых, цветовое распределение пикселей пламени имеет следующие характеристики:

$$R_{mean} = \sum_{i=1}^k R(x_i, y_j) / k$$

$$R(x, y) > R_{mean}$$

$$R(x, y) > G(x, y) > B(x, y)$$

В формуле  $R(x,y)$ ,  $G(x,y)$ ,  $B(x,y)$  соответственно представляют значения трех основных цветовых компонентов точки пикселя  $(x,y)$  в модели RGB, и  $k$  представляет точку пикселя в изображении пламени. Общее число,  $R_{mean}$ , представляет собой значение компонента основного цвета всех пикселей в изображении пламени. Во-вторых, три основных цветовых компонента изображения пламени удовлетворяют следующему соотношению:

$$R(x, y) > 200, G(x, y) < 200, B(x, y) < 100$$

Световой поток представляет собой производную величину потока излучения, выраженную символом  $\Phi$  (реже  $\Phi_r$ ). Связь между световым потоком и потоком излучения определяется по формуле, указанной ниже:

$$\phi = k_m \int V(\lambda) \Phi_{e_\lambda} d\lambda$$

где  $K_m$  – максимальное значение спектральной световой визуальной эффективности, равное 683 лм/Вт;

$V(\lambda)$  – стандартная функция спектральной световой эффективности, определенная Международной комиссией по освещению (CIE);

$\Phi_{e\lambda}$  – спектральная плотность потока излучения. Единицей измерения светового потока является лм (люмен);

$\lambda$  – спектральная световая эффективность.

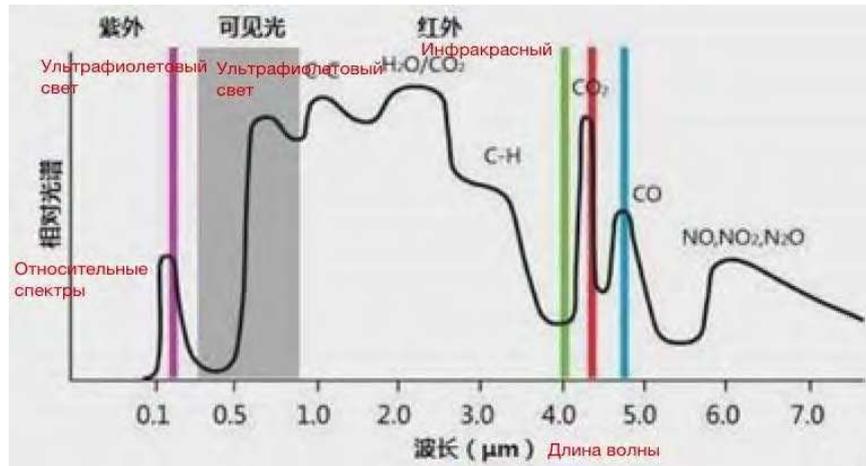


Рис. 2. Типичная диаграмма спектра излучения

Красный и ультрафиолетовый спектры, излучаемые при горении различных веществ, отличаются, но из зарисовки спектра пламени видно, что поднимаются три кривые излучения пламени, одна из которых находится ниже  $0,28\mu\text{m}$  в ультрафиолетовом диапазоне, а две другие – вблизи  $4,3\mu\text{m}$  и  $4,6\mu\text{m}$  в инфракрасном диапазоне, где кривая излучения дневного света на поверхности находится точно на впадине.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Леонов С.В., Жгута В.А. Экспериментальное исследование процесса конверсии  $\text{CO}_2$  с применением технологии плазменного пиролиза // В сборнике: Молодежь и современные информационные технологии. Сборник трудов XIX Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2022. С. 306-309.
2. Леонов С.В., Жгута В.А., Сладков М. Разработка системы декарбонизации воздуха с применением технологии плазменного пиролиза // Энергетические системы. – 2022. № 1. – С. 73-77.
3. Хмельницкая К.А. Распознавание пламени с помощью оптоэлектронных систем в судостроении // Труды Крыловского государственного научного центра. Специальный выпуск 2, 2019. – С. 277-281.

4. Характеристики видимого света //URL:<https://baike.baidu.com/item/%E5%85%89%E9%80%9A%E9%87%8F/1422628?fr=aladdin> (дата обращения 23.03.2023).

Чжан Юйчэнь (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Мамонова Татьяна Егоровна,  
канд. техн. наук, доцент

## **НЕЙРОСЕТЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ КВАДРОКОПТЕРОМ**

### **Введение**

Чтобы система квадрокоптера могла быстро корректировать свое состояние, чтобы адаптироваться к изменениям окружающей среды, когда она нарушена, для квадрокоптера используются методы нейронной сети RBF и ПИД-управления, полагаясь на функции самообучения нейронной сети и нелинейного отображения. реализовать параметры динамического управления системой. Система ПИД-управления нейронной сети RBF и простая система ПИД-управления моделируются отдельно. Экспериментальные результаты показывают, что ПИД-регулятор нейронной сети RBF имеет более короткое время настройки и лучший контрольный эффект, чем традиционный ПИД-регулятор, что повышает адаптивность системы.

### **Цель исследования**

Система управления полетом квадрокоптера является типичной многопараметрической, нелинейной, с сильной связью и чувствительной к помехам [1]. Связь между каждым каналом системы управления квадрокоптером и его собственной неопределенностью являются трудностями и горячими точками в современной теории проектирования систем управления [1]. Хотя традиционный ПИД-регулятор может установить ПИД-параметры оптимальной системы при определенных условиях, фактическая система не является статической. В определенной ситуации ПИД-параметры, установленные в другой ситуации или, когда система нарушена, уже не подходит для новой системы, поэтому параметры должны меняться при изменении системы. Нейронная сеть RBF обладает выдающимися характеристиками, такими как сильная способность нелинейного отображения и быстрая скорость сходимости. ПИД-управление нейронной сети RBF, сформированное путем объединения нейронной сети RBF с классическим

ПИД-регулятором, было применено к ПИД-регулированию с самонастройкой, поэтому система выбирает использовать RBF. Метод нейросетевой настройки параметров PID для адаптации к изменению состояния системы. Поскольку значение матрицы Якоби напрямую влияет на изменение параметров ПИД-регулятора, RBF фактически изменяет значения  $K_p$ ,  $K_i$  и  $K_d$ , определяя матрицу Якоби, тем самым настраивая параметры ПИД-регулятора, а затем регулируя состояние всей системы.

### Анализ системного алгоритма на основе нейронной сети RBF

Квадроторная система описывается с использованием следующей модели:

$$y(k) = f(y(k-1), y(k-2), \dots, y(k-n_y); u(k-d), \dots, u(k-n_u))$$

где  $y(\cdot)$  – выход системы,  $u(\cdot)$  – вход системы, а связь между выходом и входом системы представлена  $f(\cdot)$ .

Нейронная сеть RBF использует приведенную выше модель для моделирования нелинейной системы:

$$y_m(k) = f_m(y(k-1), y(k-2), \dots, y(k-n_y); u(k-d), \dots, u(k-n_u))$$

Выход нейронной сети равен  $y_m(k)$ , а функция активации скрытого слоя выбрана как функция Гаусса, а именно:

$$h_j(x) = h(\|x - c_j\|) = \exp\left(-\frac{\|x - c_j\|^2}{2b_j^2}\right), j = 1, 2, \dots, m$$

Частная производная функции активации выражается как:

$$\frac{\partial h_j(x)}{\partial b_j} = \exp\left(-\frac{\|x - c_j\|^2}{b_j^2}\right) \frac{\|x - c_j\|^2}{b_j^3} = h_j(x) \frac{\|x - c_j\|^2}{b_j^3}$$

$$\frac{\partial h_j(x)}{\partial c_{ji}} = \exp\left(-\frac{\|x - c_j\|^2}{b_j^2}\right) \frac{(x - c_{ji})}{b_j^2} = h_j(x) \frac{(x - c_{ji})}{b_j^2}$$

где  $c_j$  – значение центрального узла  $j$ -й базисной функции, а  $b_j$  – базовая ширина узла.

Процесс обучения нейронной сети RBF выглядит следующим образом:

1. Сигнал распространяется вперед. Вычислить выход RBF для каждого узла:

$$h_j(x(k)) = h(\|x(k) - c_j(k-1)\|) = \exp\left(-\frac{\|x(k) - c_j(k-1)\|^2}{2b_j^2(k-1)}\right)$$

Выход сети RBF:

$$y_m(k) = \sum_{j=1}^m w_j(k-1)h_j(x(k))$$

Ошибка обучения нейронной сети

$$e(k) = y(k) - y_m(k)$$

Тогда функция стоимости нейронной сети RBF имеет вид

$$J(k) = \frac{1}{2} [y(k) - y_m(k)]^2$$

Таким образом, процесс оптимизации заключается в минимизации функции стоимости.

2. Обратное распространение ошибки. Функция стоимости оптимизируется методом градиентного спуска, а  $J(k)$  представляет собой мгновенное значение энергии ошибки. Этот процесс настройки синаптических весов нейронов будет продолжаться до тех пор, пока система не достигнет стабильного состояния. В это время процесс обучения останавливается.

Веса нейронной сети:

$$w_j(k) = w_j(k-1) - \eta \frac{\partial J(k)}{\partial w_j(k-1)} + \alpha(w_j(k-1) - w_j(k-2))$$

где  $\eta$  – размер шага обучения, а  $\alpha$  – импульсный фактор.

Базовая ширина узла следующая:

$$b_j(k) = b_j(k-1) - \eta \frac{\partial J(k)}{\partial b_j(k-1)} + \alpha(b_j(k-1) - b_j(k-2))$$

Центральные узлы следующие:

$$c_{ji}(k) = c_{ji}(k-1) - \eta \frac{\partial J(k)}{\partial c_{ji}(k-1)} + \alpha(c_{ji}(k-1) - c_{ji}(k-2))$$

3. Обновление параметров ПИД-регулятора. Ошибка управления:

$$ec(k) = y(k) - y(k)$$

Показатели эффективности:

$$Jc(k) = \frac{1}{2} ec^2(k)$$

Вход ПИД-регулятора:

$$xc(1) = ec(k) - ec(k-1); \quad xc(2) = ec(k);$$

$$xc(3) = ec(k) - 2ec(k-1) + ec(k-2)$$

Инкрементальный ПИД-регулятор выглядит следующим образом:

$$u(k) = u(k-1) - \Delta u(k)$$

$$\Delta u(k) = K_p(k-1)xc(1) + K_i(k-1)xc(2) + K_d(k-1)xc(3)$$

$K_p, K_i, K_d$  с использованием метода градиентного спуска:

$$\Delta K_p(k) = \eta e c \frac{\partial y(k)}{\partial u(k)} x c(1); \quad \Delta K_i(k) = \eta e c \frac{\partial y(k)}{\partial u(k)} x c(2);$$

$$\Delta K_d(k) = \eta e c \frac{\partial y(k)}{\partial u(k)} x c(3)$$

$$K_p(k) = \Delta K_p(k) + K_p(k-1) + \alpha_p (\Delta K_p(k) - \Delta K_p(k-1))$$

$$K_i(k) = \Delta K_i(k) + K_i(k-1) + \alpha_i (\Delta K_i(k) - \Delta K_i(k-1))$$

$$K_d(k) = \Delta K_d(k) + K_d(k-1) + \alpha_d (\Delta K_d(k) - \Delta K_d(k-1))$$

### Моделирование ПИД-регулятора нейронной сети RBF

В среде MATLAB эксперимент по моделированию проводится на канале шага квадрокоптера. Заданный входной сигнал  $yd(k) = 0.50 * \sin(2 * pi * k * ts)$ , который используется для проверки способности идентификации нейронной сети RBF. Результат показан на рисунке 1- 2. Видно, что нейронная сеть RBF может хорошо аппроксимировать фактический результат работы управляемого объекта. Поскольку сеть идентификации находится в процессе непрерывной оптимизации в начале, ошибка относительно велика. Однако выходная кривая нейронной сети RBF примерно соответствует идеальной выходной кривой, что доказывает, что нейронная сеть RBF обладает хорошей способностью идентифицировать нелинейные объекты.

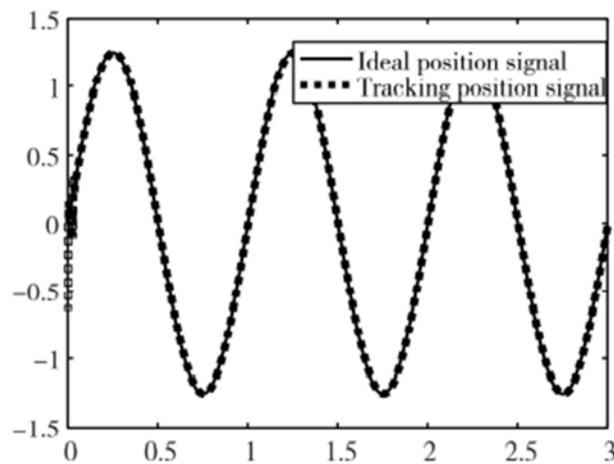


Рис. 1. Сигнал идеального положения и сигнал положения отслеживания

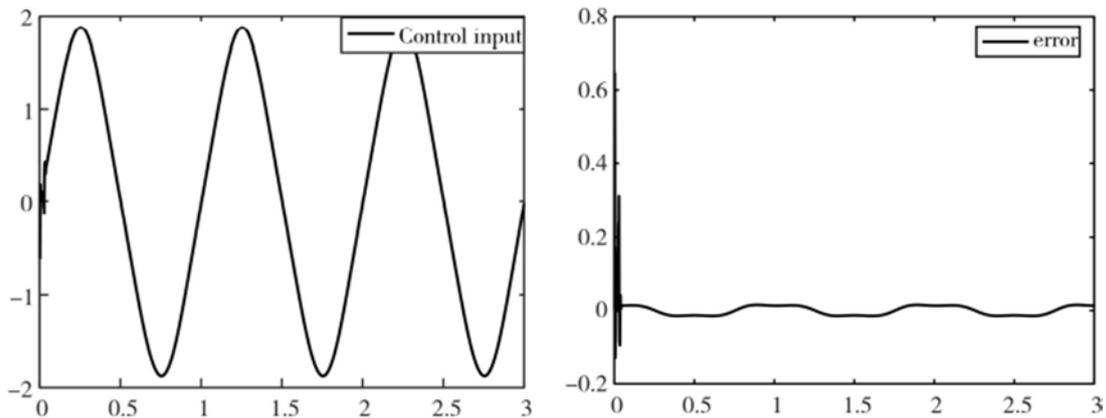


Рис. 2. Контрольный ввод и ошибка отслеживания

Нейронная сеть RBF использует структуру 3-6-1, скорость обучения составляет 0.1, коэффициент фактора импульса составляет 0,05, начальное значение параметров PID составляет  $K_p = 0,03$ ,  $K_i = 0,28$ ,  $K_d = 0,03$ , а скорость обучения PID составляет 0,20. Когда заданный входной сигнал равен  $r(t) = 1.0 * \text{sign}(\sin(2 * \pi * t * ts))$ , как показано на Рисунке 3.

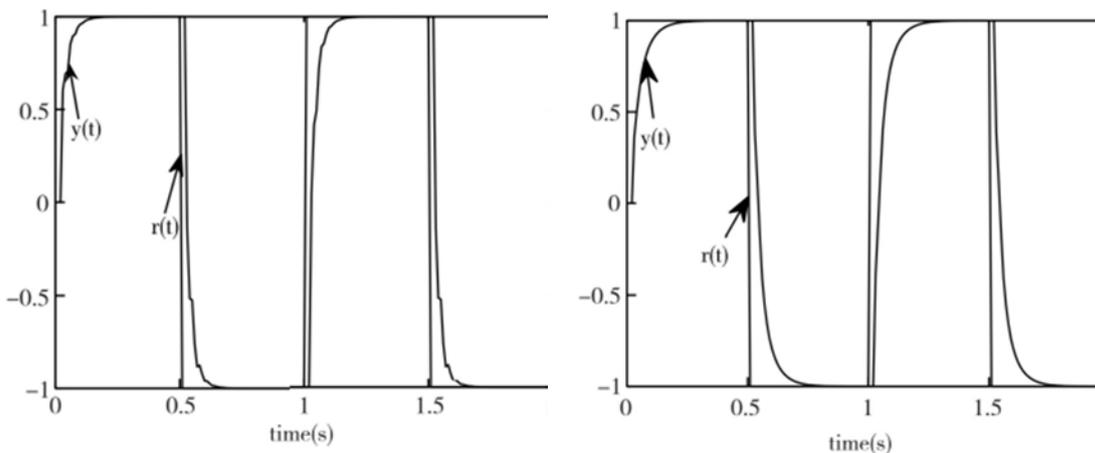


Рис. 3. Слева – системный выход под RBF&PID-регулятором, справа – выход системы под управлением ПИД-регулятора

Когда система находится около времени 0 и каждое изменение входа, результаты идентификации сильно колеблются. Этот этап является процессом самообучения системы, чтобы найти значение параметра PID. Сравнивая RBF&ПИД-регулятор с ПИД-регулятором, можно увидеть, что ошибка отслеживания RBF&ПИД-регулятора меньше, чем у ПИД-регулятора во время управления ориентацией, время регулировки короче, и целевое состояние может быть восстановлено быстрее. Когда входные данные системы изменяются, ПИД-управление нейронной сети может самообучаться, чтобы находить со-

ответствующие параметры ПИД и быстро восстанавливаться до заданных требований траектории после возникновения помех во время полета квадрокоптера.

#### Выводы

В этой статье в качестве объекта используется система управления ориентацией квадрокоптера и используется метод управления, сочетающий нейронную сеть RBF и традиционное ПИД-управление для динамического управления системой, что эффективно повышает скорость и надежность и дает хорошие результаты управления.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. BOLANDI H, REZAEI M, MOHSENIPOUR R, et al. Attitude control of a quadrotor with optimized PID controller [J] . Computer Science & Communications, 2013, 4 (3) : 342-349.
2. ZEGHLACHE S, SAIGAA D, KARA K, et al. Backstepping sliding mode controller improved with fuzzy logic: Application to the quadrotor helicopter [J] . Archives of Control Sciences, 2012, 22 (3) : 315-342.

Чжао Гэнчнь (Китай)

Томский политехнический университет, г.Томск

Научный руководитель: Воронин Александр Васильевич,  
канд. техн. наук., доцент

#### **БАЛАНСИРУЮЩИЙ АВТОМОБИЛЬ НА БАЗЕ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ PID**

#### Ведение

С увеличением потребностей людей в интеллектуализации и автоматизации, балансирующий автомобиль стал одним из самых обсуждаемых исследовательских вопросов. Как машина с функцией самобалансировки, балансирующий автомобиль имеет широкие перспективы применения, например, в области домашнего развлечения, образования, бизнеса и т.д. В процессе исследования балансирующего автомобиля, контрольный алгоритм является критической частью, а алгоритм управления PID, как классический контрольный алгоритм, широко применяется в области автоматического управления и также широко используется в управлении балансирующим автомобилем.

Цель данной статьи заключается в разработке балансирующего автомобиля на основе алгоритма управления PID, реализующего функцию самобалансировки. Вначале представлены принципы управления балансирующим автомобилем и принципы алгоритма управления PID, а также его преимущества и недостатки. Затем рассматриваются методы проектирования системы управления, включая аппаратную и программную составляющие.

#### Теоретические основы

Балансирующийся робот-машинка является устройством, способным находить равновесие самостоятельно. Его ядром является система управления, а проектирование контрольной системы и выбор алгоритма управления имеют решающее влияние на производительность и стабильность балансирующейся машинки. В данной главе будет рассмотрен принцип управления балансирующейся машинкой, принцип алгоритма PID-управления, а также его преимущества и недостатки.

Принцип управления балансирующейся машинкой основан на принципе управления инвертированным маятником. Его основой является использование крутящего момента двигателя для управления углом наклона машинки. Контрольная система измеряет угол наклона машинки, а затем, используя контрольный алгоритм, вычисляет оптимальный крутящий момент двигателя, чтобы удерживать баланс. Управление балансирующейся машинкой может осуществляться с помощью открытой или закрытой системы управления, а в случае закрытой системы управления обычно применяется алгоритм PID-регулирования.

Как показано на рисунке 1.



Рис. 1. Система PID с каскадным регулированием

#### Проектирование системы балансировки автомобиля

В балансирующей системе автомобиля основным контроллером является плата разработки STM32 и используется множество периферийных устройств, включая: шестиосевой датчик MPU6050, модуль

Bluetooth. Ультразвуковой модуль, OLED дисплей и двигатель. Соединения между периферийными устройствами и контроллером показаны на рисунке 2.

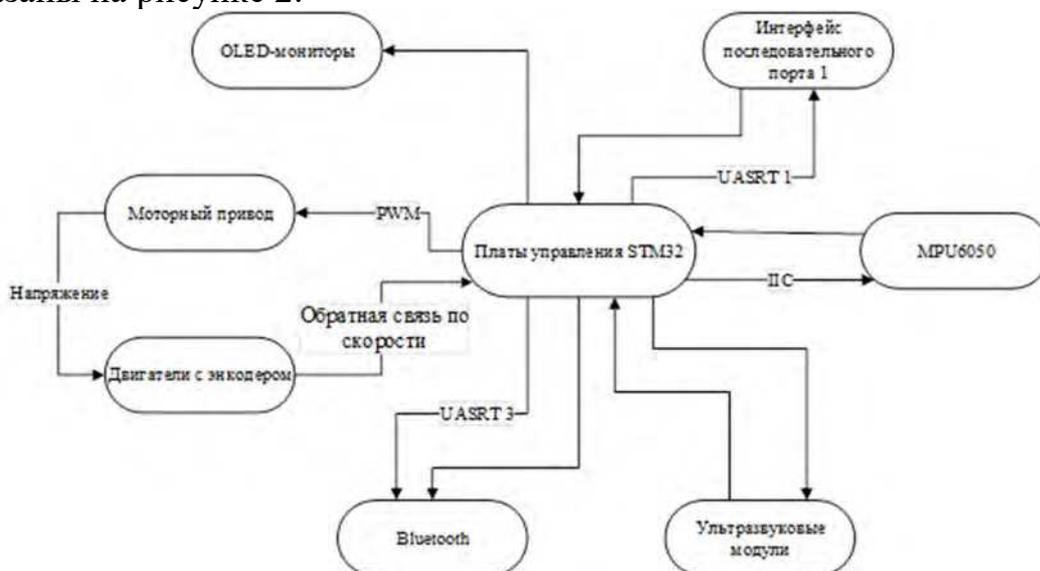


Рис. 2. Схема взаимодействия внешних устройств автомобиля

Для достижения вертикального положения и движения малого автомобиля, используется контроль двигателя, который обратно связан с текущим углом и скоростью автомобиля. Следует отметить, что реализация поворота происходит путем регулирования скорости двух двигателей, поэтому направление ШИМ-сигнала должно быть противоположным для левого и правого колеса.



Рис. 3. Блок-схема управления двигателем

Диаграмма программной структуры представлена на рисунке 4. После инициализации происходит вход в бесконечный цикл while, в котором происходит отображение информации на OLED-экране. Все действия управления нашим маленьким автомобилем выполняются в прерывании, вызванном датчиком MPU6050. Прерывание по серийному порту 3 используется для приема команд от приложения, прерывание по серийному порту 1 для отправки данных на верхний уровень,

а прерывание таймера 3 используется для захвата и расчета значения измерения расстояния с помощью ультразвукового датчика.

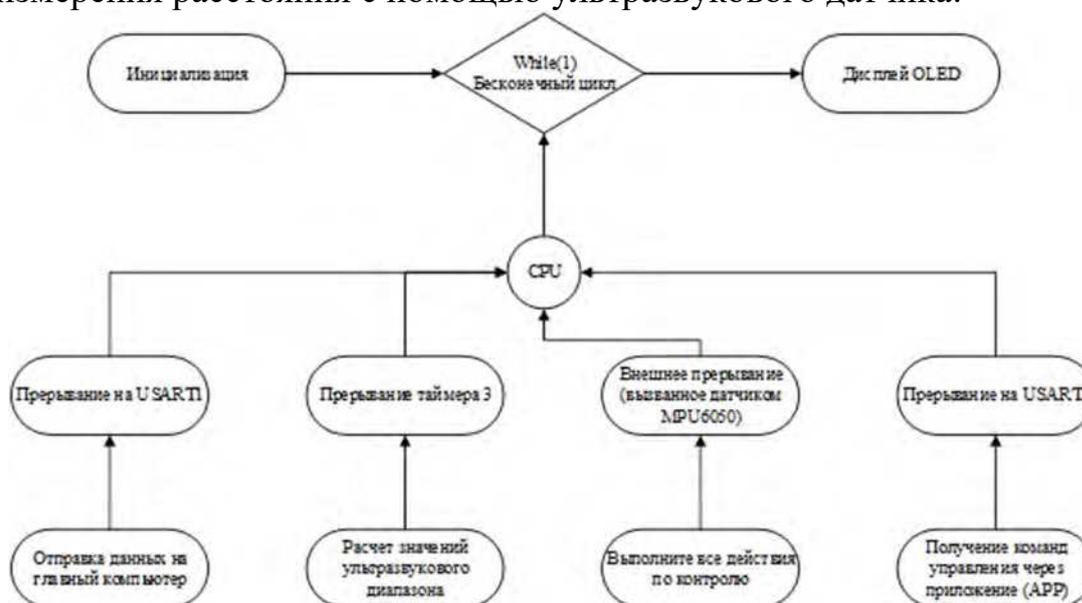


Рис. 4. Структура программы

### Заключение

Данное исследование посвящено изучению балансирующего маленького автомобиля на основе алгоритма управления PID. В работе систематически описываются принципы управления и алгоритм управления PID балансирующего маленького автомобиля, а также разрабатывается система управления балансирующим маленьким автомобилем на основе алгоритма управления PID. После систематического тестирования и экспериментальной проверки, разработанная система управления обладает хорошей управляемостью и стабильностью, и может реализовать автономное балансирование балансирующего маленького автомобиля.

В будущих исследованиях можно дополнительно улучшить методы настройки параметров алгоритма управления PID, улучшить скорость отклика и устойчивость системы управления. Также можно изучить другие алгоритмы управления, такие как нечеткая логика управления, управление нейронными сетями и т.д., для улучшения точности и стабильности управления балансирующим маленьким автомобилем. Кроме того, балансирующий маленький автомобиль может быть использован в таких областях, как логистика и безопасность, чтобы дополнительно расширить его область применения и рыночную ценность.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Струнные ПИД-системы // URL: <https://zhuanlan.zhihu.com/p/135396298> (дата обращения 11.03.2023).
2. Юань Церуй, Исследование алгоритма управления двухколесным самобалансирующимся роботом [D]. Магистр инженерных наук, Харбинский технологический институт. Диссертация, 2006.
3. Лю Пао, Тан Ваньшэн, Современная теория управления. 3 издания [M]. Издательство механической промышленности, 2006.
4. ПИД-алгоритмы - от одноступенчатых ПИД-регуляторов до адаптивных ПИД-регуляторов с одним нейроном. // URL: <https://www.cnblogs.com/ren-jiong/p/15136615.html> (дата обращения 20.03.2023).
5. Интеллектуальные роботы RoboPro // URL: <https://cn.osepp.com/> (дата обращения 11.03.2023).

Шэ Лу (Китай), Чжан Цинжун (Китай),  
Козлов Виктор Николаевич (Россия)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Козлов Виктор Николаевич,  
канд. техн. наук, доцент

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ФРЕЗ ПРИ ОБРАБОТКЕ СТАЛИ

При фрезеровании заготовки концевой фрезой возникают сравнительно небольшие силы резания, но в связи малой жёсткостью концевых фрез диаметром менее 14 мм повышается вероятность их поломки. Для оценки прочности фрез необходимо выполнить расчёт внутренних напряжений как всей фрезы, так и отдельно режущего клина зуба.

Для этого необходимо знать распределение контактных напряжений на передней поверхности зуба, а также на фаске износа по задней поверхности, примыкающей к главной режущей кромки, а также на поверхности фаски износа по уголкам, которая неизбежно образуется при износе фрезы (рис. 1).



Рис. 1. Износ фрезы по задней поверхности примыкающей к главной режущей кромке и по уголкам.

Исследовать распределение контактных напряжений на передней поверхности зуба неизношенной фрезы очень сложно в связи со сложной формой передней поверхности и вращением фрезы, поэтому можно принять, что распределение контактных напряжений на передней поверхности зуба такое же, что и на передней поверхности токарного резца с одинаковым передним углом и углом наклона главной режущей кромки  $\lambda$ . Влияние угла наклона винтовой канавки  $\omega$  сопоставимо с углом наклона режущей кромки токарного резца  $\lambda \approx \omega$  при брющем точении (рис. 2).

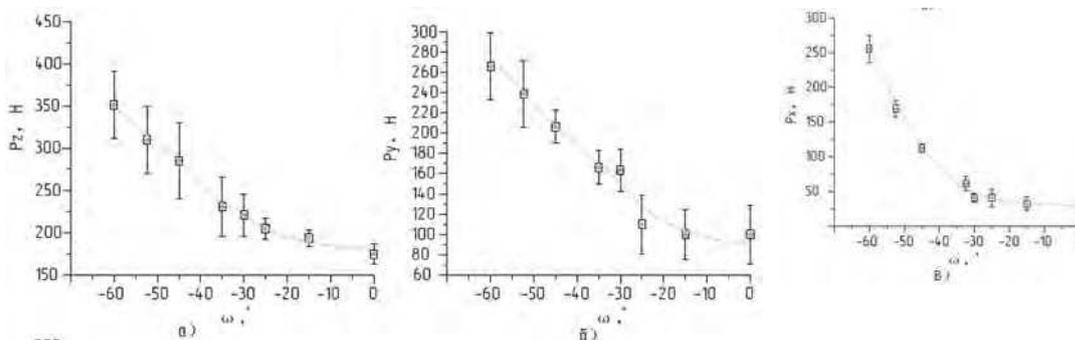


Рис. 2. Зависимости изменения составляющих силы резания при брющем точении от угла наклона лезвия  $\lambda \approx \omega$ : а)  $P_z$ , б)  $P_y$ , в)  $P_x$  [1]

При этом необходимо рассчитать толщину среза при фрезеровании а, и взять распределение контактных напряжений при такой же толщине среза при токарной обработке или рассчитать эпюры самостоятельно [2, 3, 4, 5]. Как правило, наибольшая нагрузка действует на фрезу перед выходом зуба из контакта с заготовкой при встречном фрезеровании, и при врезании зуба в случае реализации схемы попутного фрезерования [2, 3].

После получения этих данных необходимо создать 3Д модель фрезы (рис. 3), указать физико-механические свойства её материала, наложить связи закрепления фрезы, приложить внешние нагрузки в виде эпюр контактных напряжений.

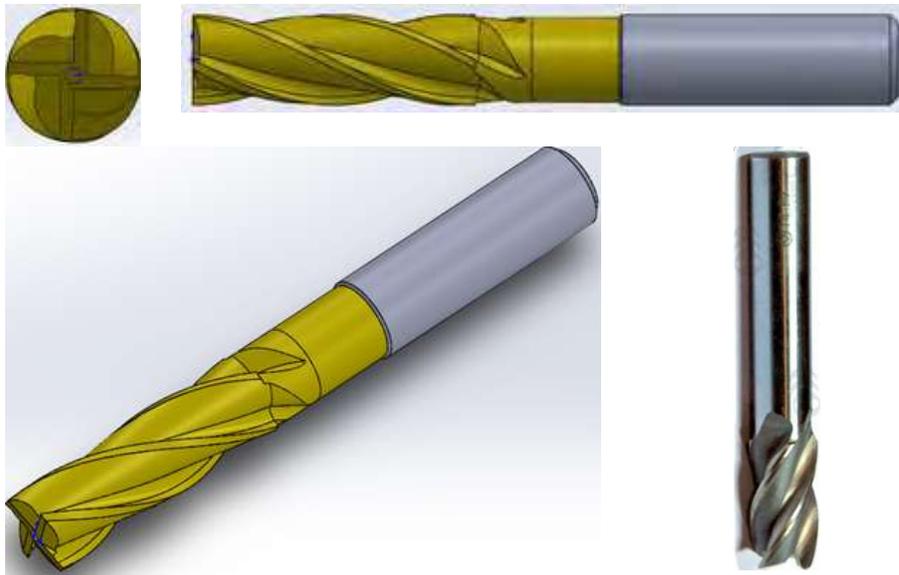


Рис. 3. 3Д модель четырёхзубой цельной концевой фрезы без износа,  $\text{Ø}16$  мм, передний угол  $\gamma = 10^\circ$ , угол подъёма винтовой канавки фрезы  $\omega = 40^\circ$ , фотографии быстрорежущей и твёрдосплавной фрезы соответственно

Для определения длины контакта режущей кромки зуба фрезы с заготовкой  $l_{\text{конт}}$  при  $B=8$  мм,  $t=1$  мм,  $d=16$  мм,  $\omega=40^\circ$  рассчитывается угол сектора  $\alpha_{\text{сект}} = 30^\circ$  (рис. 4).

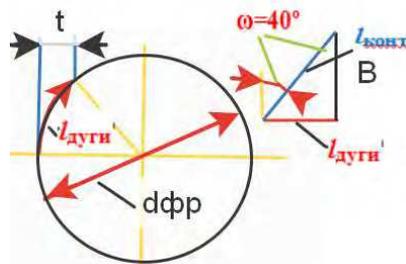


Рис. 4. Расчёт длины дуги сектора  $l_{\text{дуги}}$  и длины контакта гл. режущей кромки фрезы с заготовкой  $l_{\text{конт}}$

При  $t=1$  мм и  $d=16$  мм рассчитываем длину дуги сектора  $l_{\text{дуги}} = \pi \cdot R \cdot \alpha_{\text{сект}} / 180 = 3,14 \cdot 8 \cdot 30^\circ / 180^\circ = 4,19$  мм;  
 Рассчитывается длину контакта режущей кромки фрезы:  
 $l_{\text{конт}} = l_{\text{дуги}} / \cos \omega = 4,19 / \cos 40^\circ = 5,47$  мм.

Рассчитываются нормальная  $N$  и касательная  $F$  силы на передней поверхности фрезы, если  $P_{xy}$  п.п. = 492 Н,

$P_z$  п.п. = 300 Н, длина контакта стружки с передней поверхностью  $s = 0,052$  мм,  $l_{\text{конт}} = 5,47$  мм из схемы действия сил на передней поверхности (рис.5).

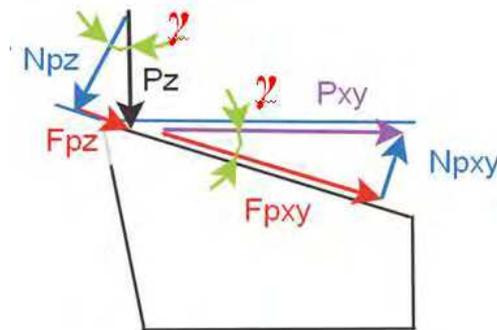


Рис. 5. Схема действия составляющих силы резания на передней поверхности в главной секущей плоскости

$$N = NP_z - NP_{xy} = P_z \times \cos \gamma - P_{xy} \times \sin \gamma = \\ = 300 \times \cos 7 - 492 \times \sin 7 = 238 \text{ Н.}$$

$$F = FP_{xy} + FP_z = P_{xy} \times \cos \gamma + P_z \times \sin \gamma = \\ = 492 \times \cos 7 + 300 \times \sin 7 = 525 \text{ Н.}$$

Рассчитываются удельные нормальная  $q_N$  и касательная  $q_F$  силы на передней поверхности фрезы:

$$q_N = N / (l \cdot s) = 238 / (5,47 \cdot 0,052) = 820 \text{ Н/мм}^2$$

$$q_F = F / (l \cdot s) = 525 / (5,47 \cdot 0,052) = 1816 \text{ Н/мм}^2$$

Средний условный коэффициент трения на передней поверхности зуба фрезы  $\mu_p = q_F / q_N = 1816 / 820 = 2,21$ .

Рассчитывается средние удельные нормальную  $q_{Nh}$  и касательную  $q_{Fh}$  сила на фаске износа по задней поверхности фрезы ( $F_h = P_z$   $h = 490$  Н;  $N_h = P_{xy} h = 1059$  Н;  $l_{\text{конт}} = 5,47$  мм;  $h_z = 0,62$  мм):

$$q_{Fh} = q_F (P_z h) = P_z h / (l_{\text{конт}} \cdot h_z) = 490 / (5,47 \cdot 0,62) = 144 \text{ Н/мм}^2;$$

$$q_{Nh} = q_N (P_{xy} h) = P_{xy} h / (l_{\text{конт}} \cdot h_z) = 1059 / (5,47 \cdot 0,62) = 312 \text{ Н/мм}^2.$$

Средний условный коэффициент трения на фаске износа по задней поверхности фрезы  $\mu_h = q_{Fh} / q_{Nh} = 144 / 312 = 0,46$ .

Внешние нагрузки прикладываются на переднюю и на фаску износа задней поверхности фрезы, рассчитываются внутренние напряжения в режущем клине зуба фрезы (рис. 6).

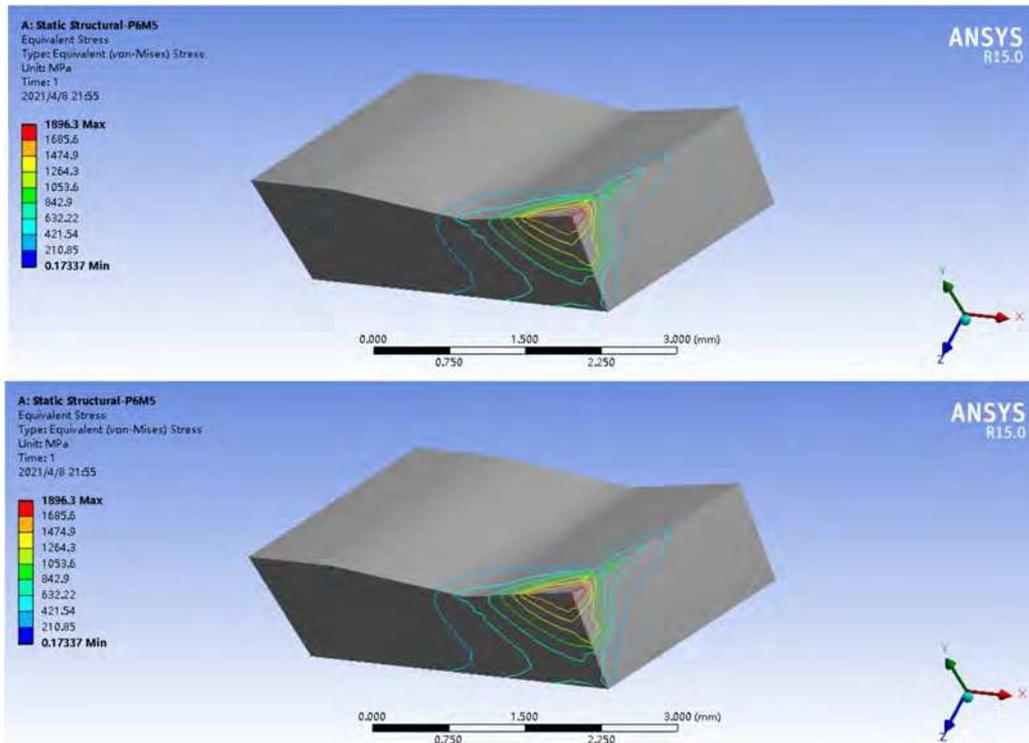


Рис.6. Распределение эквивалентных напряжений в режущем клине зуба концевой фрезы. Сталь 40Х – Р6М5,  $\gamma = 10^\circ$ ,  $\omega = 40^\circ$ ,  $a = 0,09$  мм,  $c = 0,7$  мм;  $\sigma_{\text{экв max}} = 1896,3$  МПа

Расчёт эквивалентных напряжений режущего клина зуба фрезы показал, что при длине фаски износа по задней поверхности возникают существенные напряжения ( $\sigma_{\text{экв max}} = 1896,3$  МПа), которые приближаются к предельно допустимым и могут стать причиной скола режущей части зуба фрезы.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Филиппов А.В. Повышение точности обработки нежестких валов путём оптимизации параметров брешущего течения, 2015. С. 152-153. [https://xueshu.baidu.com/usercenter/paper/show?paperid=55131a0fada758676358e307b35498f8&site=xueshu\\_se](https://xueshu.baidu.com/usercenter/paper/show?paperid=55131a0fada758676358e307b35498f8&site=xueshu_se).
2. Развитие науки о резании металлов /В.Ф. Бобров, Г.И. Грановский, Н.Н. Зорев и др. – Москва: Машиностроение, 1967. – 416 с.
3. Контактные нагрузки на режущих поверхностях инструмента/Полетика М.Ф. – Москва: Машиностроение, 1969. – 148 с.

4. Методика измерения контактных напряжений на поверхностях резца [Электронный ресурс] / В. Н. Козлов [и др.]; науч. рук. В. Н. Козлов // Молодежь и современные информационные технологии : сборник трудов XIV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, г. Томск, 7-11 ноября 2016 г. в 2 т. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Институт кибернетики (ИК) ; под ред. В. С. Аврамчук [и др.]. – Томск: Изд-во ТПУ, 2016. - Т. 2. - с. 350-352.
5. Чэнь Юэчжоу. Расчёт эпюр контактных напряжений при обработке стали / Чэнь Юэчжоу, Чжан Цзяюй, В. Н. Козлов; науч. рук. В. Н. Козлов // Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов российских вузов сборник докладов X Всероссийской научно-практической конференции, Томск, 22-24 апреля 2020 г.: / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ , 2020 . - с. 243-250.

Юсеф Фарах (Сирия)

Московский государственный технологический университет  
«СТАНКИН», г. Москва

Научный руководитель: Сосенушкин Сергей Евгеньевич,  
канд. техн. наук, доцент

## **АРХИТЕКТУРА ПРОГРАММНОЙ ЭМУЛЯЦИИ ИНТЕРФЕЙСА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ ПРОТОКОЛОВ БЕСПРОВОДНЫХ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ**

### **Введение**

Интеграция данных и интероперабельность стандартов беспроводных сенсорных сетей (БСС) является одним из наиболее важных научных исследований в области индустрии 4.0. Анализ научных разработок и существующих решений совместимости протоколов беспроводных сенсорных сетей показывает, что готовых и открытых стандартов, способных гарантировать совместимость компонентов с разными протоколами, не существует, т.е. необходимо разработать интерфейс для обеспечения связи между двумя или более различными протоколами [3]. В качестве решения вопроса совместимости были предложены две методики унификации форматов кадров данных (универсальная методика и методика «посредник») на канальном

уровне модели OSI [1]. В данной работе сделан первый шаг к реализации предложенного нашего решения, где, разработана архитектура программной эмуляции интерфейса обеспечения интероперабельности протоколов БСС для пары ZigBee и WirelessHART (по методике «посредник»).

### Методики унификации кадров данных протоколов БСС

Для решения вопроса совместимости стандартов БСС были предложены 2 методики унификации форматов кадров данных (универсальная методика и методика «посредник») на канальном уровне модели OSI. Методики применены для стандартов ZigBee, Wi-Fi и WirelessHART. В результате оценки методик, оказалось, что методика «посредник» эффективнее универсальной методики унификации с точки зрения соотношения размера заголовков к общему размеру кадра [2].

Унифицированный (общий) кадр канального уровня для пары стандартов ZigBee и WirelessHART с применением соответствующей методики посредника показан на табл.1.

Таблица 1

*Унифицированный кадр данных для пары ZigBee и WirelessHART  
(методика посредника)*

Управление кадром	Порядковый номер	Поле адреса	Идентификатор сети	Спецификатор адреса
2 байт	1 байт	до 20 байт	2 байт	1 байт
тип DLPDU	Код целостности сообщения (MIC)	Полезная нагрузка	Контрольная сумма	
1 байт	4 байт	до 127 байт	2 байт	

### Структура эмулятора (интерфейса)

Для построения программного эмулятора необходимо понимать процедуру унификации, которая проходит следующим образом: узлы отправляют их собственные кадры; кадры данных поступают в устройство унификации. В устройстве унификации сначала происходит декапсуляция заголовков кадров, потом - инкапсуляция и создается новый общий кадр. Общий кадр состоит из общего заголовка: а) содержащего общие и уникальные заголовки обоих стандартов, таких, как управление кадром, порядковый номер, поле адреса, идентификатор сети и др. б) собственной сохранённой полезной нагрузки стандарта в) новой рассчитанной контрольной суммы. После получения общего кадра в процессе инкапсуляция полей при необходимости

можно декапсулировать обратно общий полученный кадр с целью получения исходного кадра стандарта.

### Архитектура эмулятора

Архитектура эмулятора включает три программных модуля (скрипта). Первый скрипт эмулирует работу устройства WirelessHART (узел WirelessHART), второй представляет собой модель устройства ZigBee (узел ZigBee) и третий скрипт – это скрипт унификации кадров обоих стандартов.

Структура первого и второго скриптов заключается в описании заголовков, генерации полезной нагрузки, расчете контрольной суммы, инкапсуляции всех этих полей, формировании и отправке кадра данных. Скрипт унификации кадров программы в свою очередь состоит из подпрограммы (функции и процедуры) для выполнения разных процессов, таких, как проверка значения контрольной суммы, инкапсуляция и декапсуляция полей данных, создание нового кадра и др. На рис. 1,2 представлены алгоритмы работы программы узлов и программы унификации.



Рис. 1. Алгоритм работы программы узлов ZigBee и WirelessHART

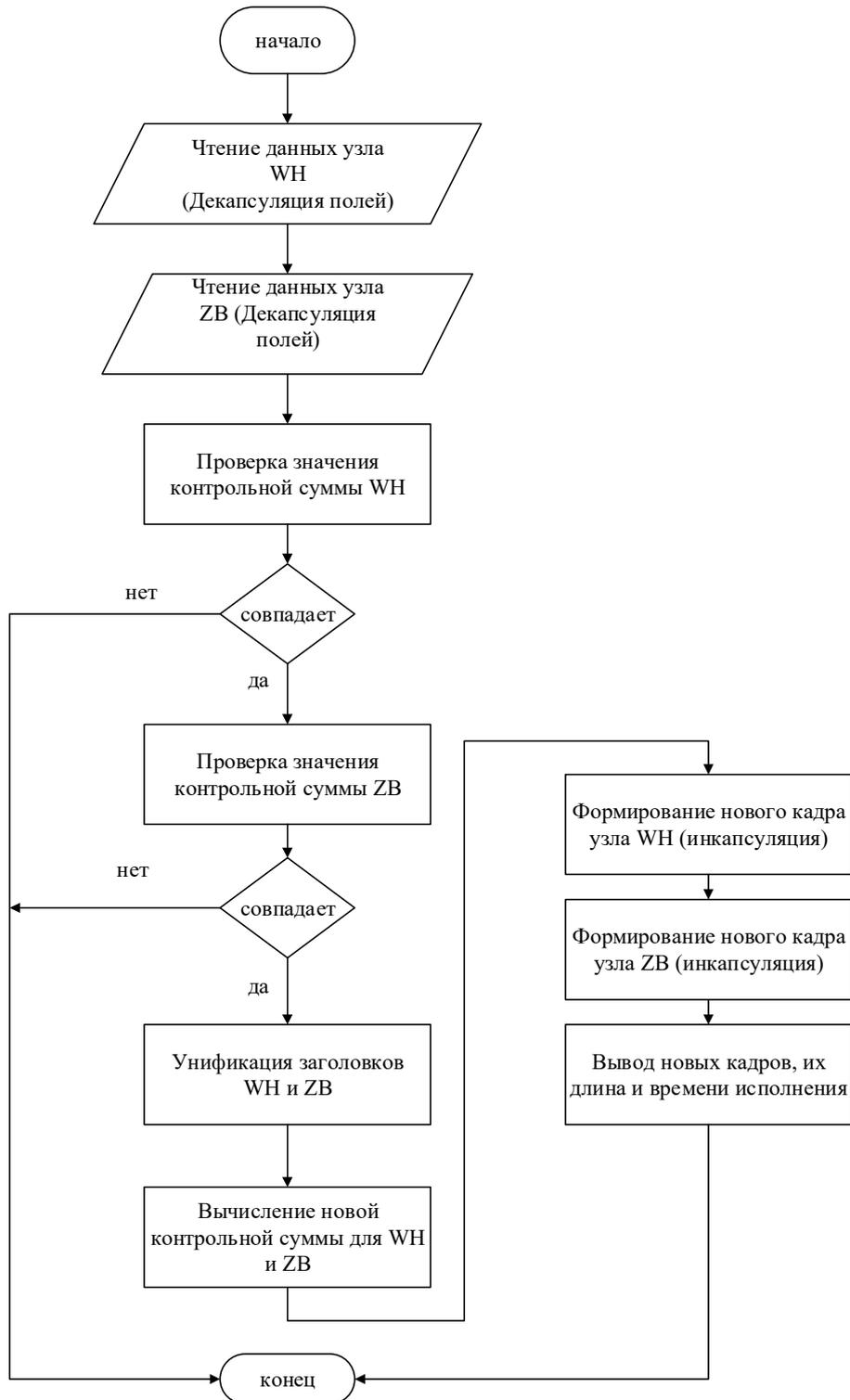


Рис. 2. Алгоритм работы программы унификации кадров WirelessHART и ZigBee

### Выводы

В данной статье рассмотрены и разработаны алгоритмы программной эмуляции интерфейса обеспечения интероперабельности

протоколов БСС для пары ZigBee и WirelessHART (по методике «посредника»). Архитектура эмулятора представляет первый шаг к программной реализации предложенного решения вопроса совместимости стандартов беспроводных сенсорных сетей. Дальнейшая работа будет сосредоточена на реализации этой архитектуры на языке программирования Python и исследование эффективности эмулятора.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юсеф Ф., Сосенушкин С.Е. Методика обеспечения интероперабельности беспроводных сенсорных сетей на основе унификации форматов кадров // Вестник МГТУ СТАНКИН. – 2022., № 61. – С. 38 – 42.
2. Юсеф Ф. Обеспечение интероперабельности стандартов ZigBee, Wi-Fi и WirelessHART на основе унификации форматов кадров // Научная инициатива иностранных студентов и аспирантов. Сборник докладов II Международной научно-практической конференции. – 2022. – С. 671– 676.
3. Юсеф Ф., Сосенушкин С.Е. Сравнительный анализ методик обеспечения интероперабельности стандартов беспроводных сенсорных сетей // Сборник докладов МАШИНОСТРОЕНИЕ: традиции и инновации (МТИ – 2022). – 2022. – С.329 – 335.

Ян Сяньчжэ (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Федорищева Марина Владимировна,  
канд. физ.-мат. наук, старший научный сотрудник

## **ПОВЕРХНОСТНАЯ МОДИФИКАЦИЯ СТРУКТУРЫ ТРУБОПРОВОДНЫХ СТАЛЕЙ ВАКУУМНЫМИ МЕТОДАМИ С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ**

### **Введение**

Детали и конструкции из низкоуглеродистой стали требуют дополнительной защиты от коррозии при эксплуатации в особо тяжелых условиях. Наиболее часто такая защита заключается в нанесении на поверхность защищаемых конструкций слоев покрытий на основе органических и неорганических материалов или металлов различными методами. Покрытия, полученные таким способом, обладают существенными недостатками. Защитные пленки, получаемые этими методами, часто бывают пористыми и рыхлыми, как, например, золь-гель

технология и электрохимическая технология, для которых характерна плохая адгезия. При этом происходит наводороживание поверхностного слоя детали, что приводит к охрупчиванию материала. Одним из методов решения вышеперечисленных проблем является получение антикоррозионных покрытий с помощью современной вакуумной технологии, позволяющей формировать многослойные покрытия для достижения заданных функциональных свойств. В работах [1-3] установлена эффективность имплантации против коррозии, но не достаточно изучены химические изменения, происходящие в поверхностном слое при имплантации, приводящие к повышению коррозионной стойкости.

Целью работы является исследование влияния алюминия, бора и кислорода, имплантированных в низкоуглеродистую сталь на устойчивость к коррозионному воздействию.

#### **Материалы и методы**

В качестве исследуемого объекта выбрана низкоуглеродистая сталь 09Г2С, толщиной 1мм, из которой готовили образцы, общей площадью 2см<sup>2</sup>.

Перед имплантацией образцы обрабатывали механически: шлифовали и полировали до шероховатости Ra = 0,08 мкм.

Имплантация поверхности осуществляли при помощи вакуумной установки UVN-05MD «КВАНТ», оснащенной имплантерами «Диана» и «Дионис». В качестве имплантированных ионов использовали алюминий, бор и кислород, причем алюминий и бор имплантировали одновременно в атмосфере инертного газа на установке «Дионис», для чего использовали соответствующую мишень. Имплантацию кислородом осуществляли до имплантации алюминия и бора на установке «Диана». Для получения оксидов с элементами матрицы, образование которых приводит к повышению коррозионной стойкости модифицированной поверхности, проводят при 30% концентрации кислорода, при этом доза составляет  $1 \times 10^{18}$  ион/см<sup>2</sup>. Имплантацию ионов алюминия и бора проводили при ускоряющем напряжении 80 кВ с дозой имплантации  $1 \times 10^{17}$  ион/см<sup>2</sup>, поскольку меньшее значение ускоряющего напряжения не приводило к внедрению ионов Al и B.

Для анализа коррозионных характеристик образцов применяли потенциодинамическую поляризацию на потенциостате Р-40Х с использованием программного обеспечения ПО-ES8 и приложения для обработки импедансных спектров Eissa1. Испытания проводились с использованием трехэлектродной электрохимической ячейки с хлорсеребряным электродом сравнения и графитовым противозлектро-

дом в 3,5 мас. % NaCl. В качестве рабочего электрода выступал образец с покрытием или без обработки. Потенциодинамическую поляризацию проводили со скоростью сканирования 1 мВ/с в диапазоне потенциалов от -1 В до +0,4 В. Для установления равновесного потенциала образец выдерживали в растворе около 40 минут. ЭИС проводили при потенциале холостого хода в диапазоне частот от 100 000 Гц до 0,05 Гц с потенциалом возмущения 10 мВ.

Морфологию поверхности исследовали методом растровой (сканирующей) электронной микроскопии на приборе LEO EVO-50 XVP (РЭМ). Основан на принципе взаимодействия электронного пучка с объектом исследования.

### Результаты и обсуждение

Потенциодинамическая поляризация проводится для оценки коррозионных свойств. Вычислены потенциалы коррозии ( $E_{cor}$ ) и плотности тока коррозии ( $I_{cor}$ ), полученные из кривых Тафеля (таб.1). Чем выше коррозионный потенциал, тем меньше склонность к коррозии и тем лучше коррозионная стойкость. Между тем, чем меньше плотность тока коррозии, тем ниже скорость коррозии и выше коррозионная стойкость. Образец после обработки показывает  $E_{cor} = -0,446$  В, что выше, чем у трубопроводной стали ( $E_{cor} = -0,561$  В), что свидетельствует о лучшей коррозионной стойкости. После обработки поверхности стали ионами кислорода, алюминия и бора плотность тока коррозии показывает отрицательный сдвиг по сравнению с исходной низкоуглеродистой сталью, подтверждая, что скорость коррозии после имплантации является наименьшей. Результаты убедительно доказывают, что имплантация повышает коррозионную стойкость.

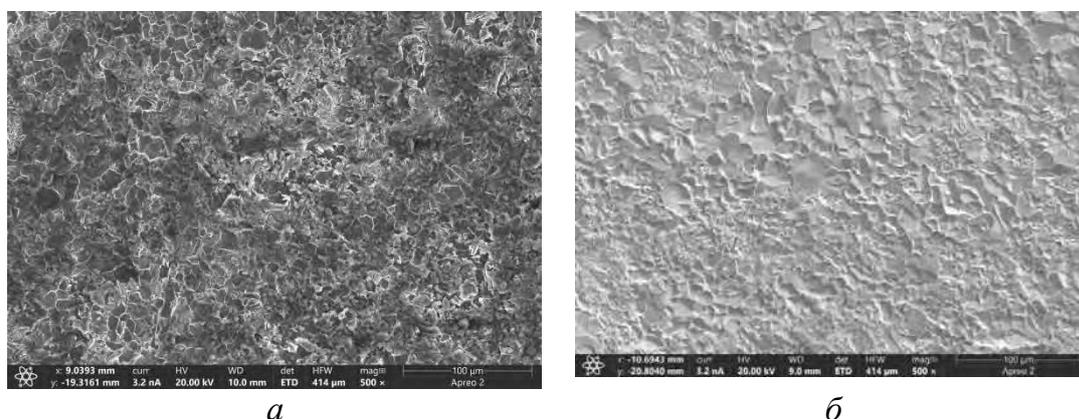
Таблица 1

*Потенциалы коррозии ( $E_{cor}$ ) и плотности тока коррозии ( $I_{cor}$ )*

Образцы	$E_{cor}$ (В)	$I_{cor}$ (мкА/см <sup>2</sup> )
Сталь без обработки	-0,561	4,8
Сталь после имплантации	-0,446	2,6

В исходном состоянии сталь 09Г2С имеет феррито-перлитную структуру со средним размером зерен феррита 10-20 мкм. Методом растровой электронной микроскопии исследована низкоуглеродистая сталь в исходном состоянии и имплантированная ионами кислорода, алюминия и бора после коррозионных испытаний. На рисунке 2 приведены изображения, полученные методом РЭМ. Видно, что исходная сталь при одном и том же режиме испытаний имеет глубокие ямки и

дефекты, в то время как сталь обработанная ионами кислорода, алюминия и бора имеет достаточно однородную структуру без видимых дефектов и изъявлений.



*Рис. 2. РЭМ изображения морфологии поверхности низкоуглеродистой стали в исходном состоянии и имплантированной ионами кислорода, алюминия и бора после коррозионных испытаний.*

### **Вывод**

Таким образом, методами потенциодинамической поляризации установлено, что коррозионная стойкость низкоуглеродистой стали увеличивается результате двухстадийной имплантации ионов кислорода и одновременно ионов алюминия и бора. Исследования методом растровой электронной микроскопии показали, что поверхность стали после имплантации ионами кислорода алюминия и бора однородна, без видимых дефектов, что способствует увеличению коррозионной стойкости низкоуглеродистой стали.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Behrouz Bahadormanesh, Mohammad Ghorbani. Ni-P/Zn-Ni compositionally modulated multilayer coatings – Part 2: Corrosion and protection mechanisms // *Applied Surface Science*. – 2018. – Vol. 442. P. 313–321, DOI:10.1016/j.apsusc.2018.02.130.
2. Wang H.W., Stack M.M., Lyon S.B., Hovsepian P., Munz W.D. The corrosion behaviour of macroparticle defects in arc bond-sputtered CrN/NbN superlattice coatings // *SURFACE & COATINGS TECHNOLOGY*. - 2000. - Vol. 2-3. P. 279-287 DOI: 10.1016/S0257-8972(00)00554-5.
3. Leppäniemi Jarmo et al., Corrosion protection of steel with multilayer coatings: Improving the sealing properties of physical vapor deposition CrN coatings with Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiO<sub>2</sub> atomic layer deposition nanolaminates // *Thin Solid Films*. - 2017. - Vol. 627. P. 59–68, DOI: 10.1016/j.tsf.2017.02.050.

Ян Юйси (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Зенин Борис Сергеевич,  
канд. физ.-мат. наук, доцент

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОЛУЧЕНИЯ МАТЕРИАЛА ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ЕВМ (ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ ПЛАВКИ) И ЛАЗЕРНОЙ SLM (СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО СПЛАВЛЕНИЯ) ОБРАБОТКОЙ МЕТОДАМИ АДДИТИВНЫХ ПРОИЗВОДСТВ**

### **Введение**

Методы аддитивных производств (АП) могут значительно изменить современную обрабатывающую промышленность. Эта технология управляется компьютерным программированием и программным обеспечением. Простота вычислений и манипулирования данными является основным положительным моментом для развития АП. Увеличение количества исследований в области АП обусловлено необходимостью прототипирования на этапе разработки продукта. АП непосредственно участвует в процессе прототипирования, сокращая время и отходы материалов, используемых в процессе [1-2].

В данном исследовании объектом моделирования является процесс электронно-лучевого или лазерного аддитивного плавления металлического порошка электронным или лазерным лучом. Модель представляет собой отражение физических процессов, протекающих вследствие теплового воздействия электронного и лазерного луча на поверхность слоя металлического порошка.

Цель данной работы заключается в сравнении технических параметров электронно-лучевого плавления и селективного лазерного спекания и влияния на них физических свойств модельного материала путем изменения такого параметра, как толщина слоя порошка, с использованием построенных моделей. В качестве заданного порошкового металлического материала выступает титан.

Необходимые параметры для расчетов – физические характеристики данного металла титана – приведены в таблице 1. (Температура плавления  $T_{пл}$ , плотность  $\rho$ , теплоёмкость  $c$ , скрытая теплота плавления  $L$ , коэффициент поглощения лазерного излучения металлом  $k\lambda$ .)

Таблица 1

*Физические характеристики титана*

Материал	Тпл, К	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$c$ , Дж/кг*К	L, Дж/кг	$k\lambda \text{ Ar} + \lambda$
Титан	1941	4505	532	392754	0,48

**Физическая модель**

Упрощенные физические модели двух методов – SLM и EBM – очень мало отличаются, физическая модель в этом разделе показывает процесс аддитивного плавления высокоэнергетическим (ВЭ) лучом [3-4]. Как показано на рисунке 1 а), пятно ВЭ луча диаметром  $d$  движется со скоростью  $v$  по поверхности насыпного слоя металлического порошка толщиной  $h$ , при этом передавая мощность  $W$  на объем титанового порошка. Для того чтобы упростить расчет энергетических условий для формирования слоя материала, мы рассматриваем форму пятна электронного пучка как квадрат с длиной стороны, равной  $a$ , как представлено на рис 1 б).

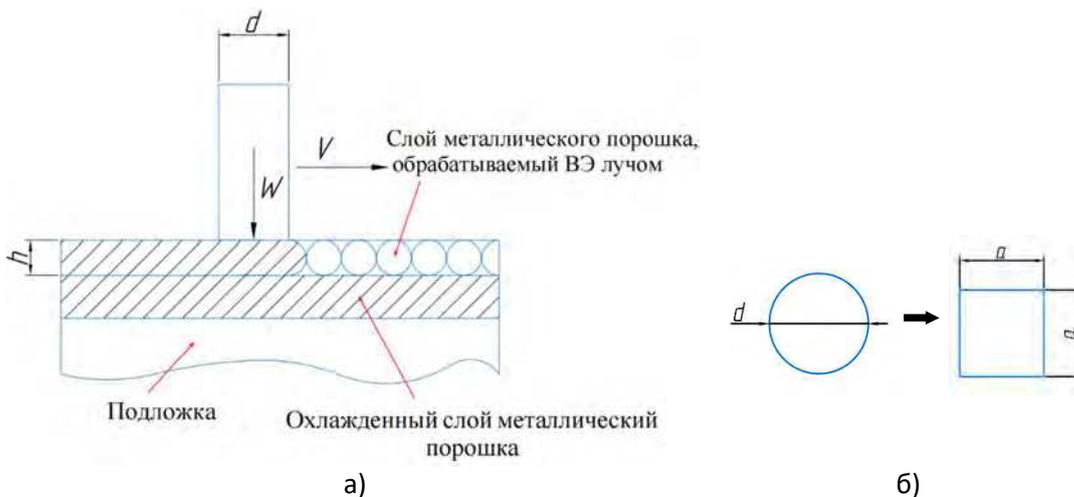


Рис 1. а) Физическая модель процесса аддитивного плавления ВЭ лучом  
 б) Форма пятна луча

**Математическая модель**

В основе модели лежит уравнение теплового баланса  $dW = (Q_1 + Q_2) \cdot t$ , где  $dW$  - мощность электронного луча, падающего на элементарный участок,  $Q_1, Q_2$  – количество теплоты, которое необходимо сообщить слою порошка для нагрева до температуры плавления  $Q_1$  и оплавления частиц  $Q_2$ ,  $t$  – время нагрева.

Для описания процесса плавления высокоэнергетическим лучом введем следующие технологические параметры обработки металлического порошка – физические свойства материала порошка:



Эти данные были получены при обработке порошка металлического титана двумя методами – электронно-лучевой плавки и селективного лазерного сплавления (рис. 2).

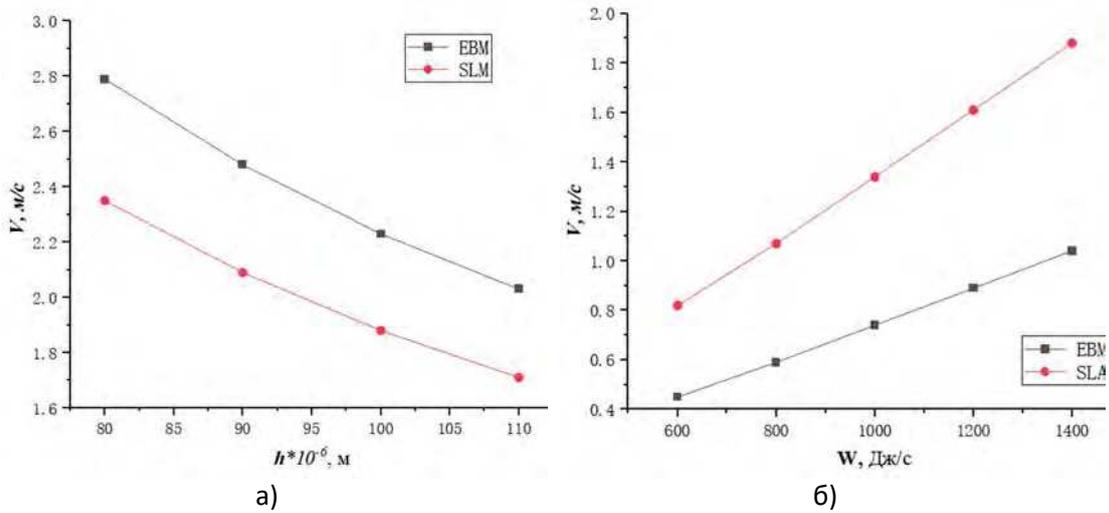


Рис. 2. а) Зависимость скорости движения электронного и лазерного луча от толщины слоя порошка  
 б) Зависимость скорости движения электронного луча от задаваемой мощности

По результатам видно, что, когда селективное лазерное спекание и электронно-лучевое спекание работают на максимальной мощности, очевидно, что скорость движения электронного луча больше. Когда параметры управления одинаковы для обеих мощностей, больше скорость движения лазерного луча. Это можно объяснить меньшим размером диаметра лазерного луча и, следовательно, меньшим объемом расплавляемого порошка. Мы делаем вывод, что EBM-технология более эффективная, чем SLM.

Полученные результаты показывают, что EBM по сравнению с SLM имеет высокую скорость построения получаемого материала благодаря высокой мощности излучателя.

Мы знаем, что КПД лазерного луча меньше, чем КПД электронного из-за сильного отражения от металлической поверхности за счет  $\kappa\lambda$ . Электронный луч обрабатывается в вакууме, что обеспечивает чистоту среды в процессе обработки и при этом дает высокий КПД (до 90 %), существенно превосходящий аналогичный показатель для лазерной обработки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kamal, N.L.M., Bas, Y. Materials and technologies in road pavements-an overview // Materials Today: Proceedings. – 2021. – Vol. 42. – P. 2660–2667.

2. Agapovichev, A.V., Khaimovich, A.I. et al. Multiresponse Optimization of Selective Laser Melting Parameters for the Ni-Cr-Al-Ti-Based Superalloy Using Gray Relational Analysis // *Materials*. – 2023. – Vol. 16(5), 2088 (<https://www.mdpi.com/1996-1944/16/5/2088>).
3. Gusarov, A.V., Smurov, I. Modeling the interaction of laser radiation with powder bed at selective laser melting // *Physics Procedia*. – 2010. – Vol. 5. – P. 381–394.
4. Yan, W., Ge, W., Smith, J., Lin, S., Kafka, O.L., Lin, F., Liu, W.K. Multi-scale modeling of electron beam melting of functionally graded materials // *Acta Materialia*. – 2016. – Vol. 115. – P. 403–412.
5. Vayre, B., Vignat, F., Villeneuve, F. Identification on Some Design Key Parameters for Additive Manufacturing: Application on Electron Beam Melting // *Procedia CIRP*. – 2013. – Vol. 7. – P. 264–269.
6. Galati, M., Iuliano, L. A literature review of powder-based electron beam melting focusing on numerical simulations // *Additive Manufacturing*. – 2018. – Vol. 19. – P. 1–20.
7. Зленко, М.А., Попович, А.А., Мутылина, И.Н. Аддитивные технологии в машиностроении. – СПб.: Издательство политехнического университета, 2013. – 212 с.

Яхья Мохаммад (Сирия)

Московский авиационный институт  
(Национальный исследовательский университет), г. Москва

Научный руководитель: Неретин Евгений Сергеевич,  
канд. техн. наук, заведующий кафедрой

## **ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ НАДЁЖНОСТИ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ ЗА СЧЕТ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОТКАЗОВ**

### **Введение**

С момента начала осуществления гражданских воздушных перевозок конструкторы постоянно стремятся повысить надежность оборудования, используемого на борту летательного аппарата. На сегодняшний день применяются следующие основные методы повышения надежности [1]:

- аппаратное резервирование;

- аналитическое резервирование;
- обработка сигналов.

Однако с постоянным ростом сложности авиационных систем данные методы стали недостаточными, и своё развитие получили более гибкие способы обеспечения надёжности сложных систем. Один из таких способов – алгоритмы машинного обучения, который добился значительных результатов в повышении надёжности авиационной техники. В данной статье представлены некоторые направления, выдвинутые на первый план в исследованиях других авторов, которые сосредоточены на повышении производительности алгоритмов прогнозирования отказов.

### **Содержательная часть**

Любая модель прогнозирования отказов состоит из двух основных частей [2]:

1-я часть, связанная с данными, описывающими динамическую модель (в настоящей статье рассматривается самолёт);

2-я часть, которая относится к алгоритмам, обрабатывающим эти данные.

Таким образом, улучшив одну из этих частей, можно улучшить модель прогнозирования в целом.

### **Работа с данными**

Данные представляют собой набор выборок, описывающих изучаемую модель, с помощью которых будет предсказано ее будущее состояние. Таким образом, необходимо работать над улучшением качества данных до начала процесса прогнозирования.

Данные должны быть: доступными, точными, когерентными, полными, консистентными, определёнными, релевантными, актуальными. Недоработка в любом из аспектов качества может сделать данные малопригодными или бесполезными. Или, что ещё хуже, внешне пригодными, но ведущими к неправильным заключениям.

Таким образом, первым шагом в процессе улучшения модели прогнозирования отказов является работа над улучшением начальных данных.

Поэтому при сборе данных по конкретному воздушному судну или одному из устройств этого воздушного судна необходимо определить тип проблемы, от которой зависят данные, а затем приступить к этапу так называемой подготовки данных.

Далее будет рассмотрена одна из проблем, от которой зависят данные, а именно проблему обработки аномалий и их влияние на улучшение данных.

Данные об аномалиях можно не учитывать, но в некоторых исследованиях эти данные сортировались по степени аномалии. Процесс выявления аномалий важен для больших данных и сильно влияет на результат прогноза. В последние годы наблюдается рост интереса к этой теме.

Традиционные методы производят обнаружение аномалий на основе значений данных, но в ряде недавних исследований были предложены новые методы, в которых были выбраны дополнительные признаки, основанные на значениях коэффициента корреляции или значениях линейной регрессии для значений пар переменных самолета в данных предыдущих полетов [3, 4]. Эти функции показывают изменения значений каждой переменной самолета и линейную зависимость между этими переменными и данными из различных полётов.

Схема, представленная на рисунке (1), показывает новую методологию, которая представляет собой сводку методов, использованных в большинстве последних исследований в области прогнозирования, и предлагаемое дополнение для ее улучшения.

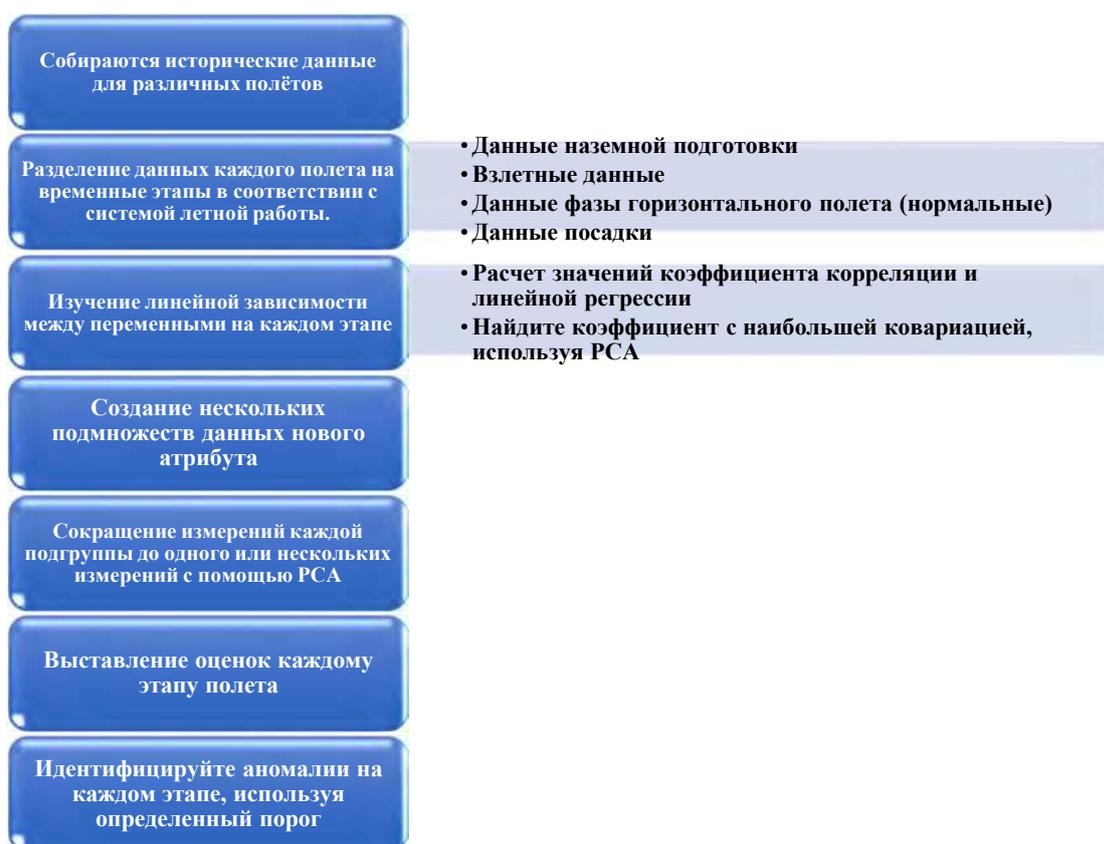


Рис. 1. Методология, используемая для улучшения данных

## Алгоритмы прогнозирования

Второй этап, не менее важный, чем этап подготовки данных, заключается в выборе подходящего алгоритма и модификаций, которые можно внести в алгоритм для получения наилучшей производительности.

Один из традиционных подходов, использованных [2], состоит в том, чтобы проверить большое количество возможных алгоритмов машинного обучения, а затем определить, какой из них является наилучшим. Проблема с этим методом заключается в том, что он может занять много времени, в зависимости от размера данных. На выполнение алгоритма могут уйти часы или даже дни. Кроме того, возможна ситуация, в которой машинный алгоритм не подходит для решения выбранной задачи.

Во избежание данных проблем в различных исследованиях прибегают к использованию методов, позволяющих определить более точные критерии для поиска алгоритма и внесения в него модификаций.

Далее будет рассмотрен традиционный метод, используемый при выборе алгоритма, а затем его возможная модификация, которую можно внести для достижения наилучших результатов.

На следующем рисунке показан традиционный подход к выбору алгоритма [2]:



Рис. 2. Традиционный подход к выбору алгоритма прогнозирования

Предыдущая схема отображает механизм выбора алгоритма в целом, но результаты исследования показали, что добавление новых методов значительно улучшит производительность алгоритмов с точки зрения точности, времени прогнозирования и количества ложных срабатываний. Вот некоторые из этих технологий:

- определение характера динамической работы системы (рабочее состояние системы): устойчивый или неустойчивый [5]. Необходимо определить алгоритм прогнозирования для каждого конкретного случая и не использовать только один алгоритм.

- принятие временных моделей для значений предыдущих выборок с использованием модифицированной техники скользящих окон [5];

- сосредоточение на важных параметрах, которые определяются путем изучения коэффициентов корреляции между признаками и выходом [4];

- использование концепции матричных деревьев решений вместо одного большого дерева решений [6], эта концепция помогает распределять обработку между деревьями и легче находить переменные, которые способствуют отказу;

- предложение использовать концепцию динамической линейной регрессии, целью которой является прогнозирование значения целевой переменной [4];

- в ряде исследований предложено использовать алгоритм случайного леса, так как результаты исследований показали его превосходство по ряду признаков [7, 8]:

- обнаружение скрытых связей между переменными;
- в нем меньше допущений, поэтому обработка данных проще, что, в свою очередь, экономит время;
- алгоритм способен определить наиболее важные параметры, влияющие на процесс прогнозирования, и игнорировать менее важные параметры.

### **Заключение**

В этой статье представлен обзор существующих методов и их модификаций, которые помогут построить модель прогнозирования отказов с использованием алгоритмов машинного обучения.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Ding, S.X., Model-based fault diagnosis techniques: design schemes, algorithms, and tools. 2008: Springer Science & Business Media.
2. طعيمة, ا.ع., تعلم الآلة و علم البيانات : الأساسيات والمفاهيم والخوارزميات والادوات. 12 يوليو 2022. 465.
3. Furlas, G.K. and G.C. Karras, A survey on fault diagnosis and fault-tolerant control methods for unmanned aerial vehicles. Machines, 2021. 9(9): p. 197.

4. ALOS, A., Anomaly Detection and Behavior Assessment in Unmanned Aerial Vehicles Using Data Mining, in Informatics Department. 2021-2020, Higher Institute for Applied Sciences & Technology Informatics Department SYRIAN ARAB REBUPLIC.
5. Шаханов, Н., Е. Ершов, and О. Юдина, Модель, метод и алгоритмы прогнозирования отказов роликов отводящего рольганга уборочной группы прокатного производства. Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение, 2018. 8(3): p. 50-59.
6. Alos, A. and Z. Dahrouj, Decision tree matrix algorithm for detecting contextual faults in unmanned aerial vehicles. Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 2020. 38(4): p. 4929-4939.
7. Шаханов, Н. and О. Юдина. Определение пороговых значений нормальной работы для прогнозирования отказов оборудования. in Череповецкие научные чтения-2016. 2017.
8. Shi, F., Z. Liu, and E. Li. Prediction of pipe performance with ensemble machine learning based approaches. in 2017 International Conference on Sensing, Diagnostics, Prognostics, and Control (SDPC). 2017. IEEE.

## **АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ** **ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

Абделвахед Мохамед Гуда Мохамед Гуда, (Египет)

Волгоградский государственный  
технический университет, г. Волгоград.

Научный руководитель: Панченко Лидия Сергеевна,  
старший преподаватель.

### **ВИДИМЫЕ НЕВИДИМКИ**

Жизнь – особая форма материи, которая постоянно преподносит удивительные факты. В нашей многогранной и многоступенчатой жизни наряду со сложными по структуре и функциям организмами прекрасно уживаются просто устроенные организмы. Макромир и микромир составляют живой мир на планете Земля.

Меня особенно заинтересовали одноклеточные организмы типа Простейшие (Protozoa), класса Ресничные Инфузории (Paramecium). В аудитории мы разводим и изучаем типичного представителя этого класса Пресноводную Инфузорию, которую в России называют Туфелькой (Paramecium), так как ее форма тела, как подошва маленькой туфли, т.е. туфельки.



*Рис. 1. Материнские и дочерние особи Пресноводной Инфузории*

Световой микроскоп открывает нам поразительно просто отшлифованные сложные функции микромира.

Пресноводная Инфузория (*Paramecium*) для разведения в искусственных условиях взята из пресного водоема ботанического сада Волгоградского государственного социально-педагогического университета. Естественный источник питания – микроводоросли. Подкормка – дрожжи, кефир. Мною установлено, что при передозировке дрожжей, кефира Инфузории погибают от переедания.



*Рис. 2. Питание особей Пресноводной Инфузории микроскопической водорослью*

Наблюдения за размножением Инфузории показали, что в наших благоприятных аудиторных условиях она размножается бесполом способом. Конъюгация характерна для Инфузории в неблагоприятных условиях.



*Рис. 3. Дочерние особи Инфузории*

Органоиды одноклеточной Инфузории, являясь микроскопическими прообразами простейших органов, выполняют свои функции основательно и надежно. Например, ученые установили, что две сократительные вакуоли Инфузории за 30 минут выводят объем воды, равный всему объему клетки, а в теле человека две почки выводят объем воды, равный объему организма, за три недели [1, с. 240]. Видимо, природа в процессе эволюции настолько отшлифовала структуру и функции микроскопических Инфузорий, что они способны конкурировать со сложными многоклеточными организмами.

Наблюдая за бесполом размножением Инфузорий, я установил, что при оптимальном питании эти одноклеточные организмы размножаются два, а иногда и три раза в сутки. Эта функциональная особенность Инфузории позволила ученым изучать закономерности роста популяции человека на примере популяции Инфузории.

Велика роль Инфузории в экологических системах природных и искусственных водоемов. Инфузории – регуляторы численности одноклеточных водорослей и бактерий, индикаторы степени загрязнения поверхностных вод – источников водоснабжения населенных пунктов. Инфузории – источник пищи в аквариумах.

Изучая структуру и функции пресноводной Инфузории, я понял, что ее особи хранят тайны развития природы, которые при серьезном подходе к ним и глубоком анализе помогут понять биологическую историю человечества. Не случайно индивидуальное развитие многоклеточного организма начинается с одноклеточной зиготы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вилли К. Биология. – М.: Издательство «Мир», 1974. – 808 с.
2. Резник Н. Думы Простейших // Химия и жизнь. – 2020, № 2.
3. Янковский А. В. Тип *Ciciorhona Doflein*, Инфузории. – Протисты: Руководство по зоологии. – СПб: Наука, 2007. Ч. 2.

Гумгна Самэн Борис Лэбон (Камерун)

Российский университет дружбы народов, г. Москва

## **ФРАКТАЛЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В ТВОРЧЕСКОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ**

Фракталы – это сложные и увлекательные математические объекты, которые были открыты и разработаны в 20 веке. Они характеризуются самоподобием, т.е. их структура повторяется в разных масштабах. Фракталы используются во многих областях, таких как математика, физика, информатика, биология, искусство и т.д.

Фракталы были в значительной степени открыты благодаря работе французского математика Бенуа Мандельброта в 1970-х годах. Термин "фрактал" происходит от латинского слова "fractus", что означает "ломать" или "нерегулярный". Мандельброт изучал математические объекты, которые были сложными, но при этом демонстрировали регулярность в различных масштабах. Он понял, что эти объекты можно описать с помощью простых, повторяющихся математических уравнений. Вероятно, самым известным фракталом является множество Мандельброта, которое представляет собой набор комплексных чисел, создающих фрактальное изображение. Множество Мандельброта создается путем итерации комплексной функции над каждой точкой комплексной плоскости. Точки, которые остаются внутри множества, окрашиваются в черный цвет, а точки, находящиеся вне его, окрашиваются в соответствии с количеством итераций, необходимых для их "выхода" из множества.

Фракталы обладают многими интересными свойствами, включая самоподобие, фрактальную размерность, масштабную инвариантность и чувствительность к начальным условиям. Они также часто используются для моделирования природных явлений, таких как облака, горы, сети кровеносных сосудов, геологические разломы, кривые роста растений.

Фракталы используются в искусстве для создания захватывающих образов и форм. Художники могут с помощью компьютерных программ создавать сложные и красочные фрактальные изображения или преобразовывать существующие изображения во фракталы с помощью математических преобразований. Многие современные художники включили фракталы в свои работы, а выставки фрактального искусства проводятся по всему миру.

В математике фракталы применяются для изучения фрактальной геометрии и теории хаоса. Фракталы также служат для моделирования природных явлений, таких как рост растений, геологические фракталы, кривые роста населения.

В физике фракталы используются для моделирования таких явлений, как броуновское движение, хаотические динамические системы, турбулентность, потоки жидкости и т.д.

В биологии фракталы помогают моделировать сети кровеносных сосудов, модели роста растений, фракталы ДНК.

В информатике фракталы применяются для сжатия изображений, генерации случайных ландшафтов, создания текстур для видеоигр, улучшения графического рендеринга.

Приблизительные фрактальные формы легко наблюдаются в природе. Эти объекты имеют самоподобную структуру на больших, но конечных масштабах: облака, снежинки, речные сети, цветная капуста или брокколи и кровеносные сосуды.

### **Эволюция понимания фракталов**

С момента их открытия в 1970-х годах понимание фракталов претерпело значительную эволюцию. В первые годы фракталы изучались в математике в основном с теоретической точки зрения. Математики были очарованы открытием геометрических структур, которые не могли быть описаны классической математикой.

Однако со временем фракталы нашли применение в самых разных областях. Ученые начали использовать фракталы для моделирования природных явлений, а художники использовали фракталы для создания захватывающих образов и форм. Открытие фракталов также привело к лучшему пониманию некоторых природных явлений, таких как рост растений или форма гор. Таким образом, фракталы произвели революцию в нашем представлении о геометрии и моделировании сложных объектов.

### **Место фракталов в творческой деятельности студентов инженерных специальностей**

Инженерное дело – это постоянно развивающаяся область, где творчество и инновации необходимы для решения сложных проблем. Творчество - это способность генерировать новые идеи и решения, а проектная деятельность - это процесс создания продуктов, систем или процессов, удовлетворяющих конкретные потребности. Эти два элемента неразделимы в инженерном образовании, поскольку студенты должны научиться разрабатывать инновационные идеи и превращать их в функциональные продукты.

Ключевым аспектом преподавания творчества и проектной деятельности является использование различных методов проектирования. Например, дизайн, ориентированный на пользователя, - это метод, который фокусируется на потребностях и желаниях пользователей для создания более актуальных и эффективных продуктов. Системно-ориентированный дизайн, с другой стороны, рассматривает всю систему, в которой

будет использоваться продукт, обеспечивая совместимость и оптимальное взаимодействие всех элементов. Используя различные методы проектирования, студенты могут развить разнообразные и универсальные навыки, чтобы подходить к дизайнерским проектам с разных сторон.

Фракталы могут играть важную роль в теме творчества и проектной деятельности в инженерном образовании. Фракталы используются во многих областях инженерного дела, таких как проектирование конструкций, моделирование сложных систем и создание текстур для трехмерной графики.

Использование фракталов может способствовать развитию творческих способностей, позволяя по-новому взглянуть на то, как можно создавать узоры. Фракталы также могут помочь в решении сложных проблем проектирования, обеспечивая более точный и реалистичный метод моделирования. Студенты инженерных специальностей могут использовать фракталы для создания случайных узоров, которые могут быть полезны при проектировании конструкций, моделировании природных явлений или создании реалистичных текстур.

Кроме того, фракталы могут способствовать развитию проектной деятельности, позволяя учащимся создавать более сложные и утонченные модели. Фракталы часто используются для моделирования сложных форм, таких как облака, береговые линии или узоры листьев. Это позволяет учащимся использовать фракталы для моделирования сложных систем в дизайнерских проектах, принимая во внимание взаимодействия и взаимосвязи между различными элементами.

Фракталы также могут помочь студентам понять основные принципы математического моделирования и анализа данных. Фракталы часто используются для моделирования сложных явлений с помощью математических уравнений и вычислительных алгоритмов. Поэтому студенты инженерных специальностей могут научиться использовать фракталы в качестве инструмента моделирования и применять эти принципы в других областях техники, таких как моделирование динамических систем или анализ данных в реальном времени.

В заключение следует отметить, что фракталы могут играть важную роль в теме творчества и проектной деятельности в инженерном образовании. Студенты могут использовать фракталы для стимулирования своего творчества, решения сложных проектных задач и понимания основных принципов математического моделирования и анализа данных. Используя фракталы в качестве инструмента обучения, студенты могут развить универсальные и передаваемые навыки, чтобы подходить к дизайнерским проектам с разных сторон.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дорохова, Ж. В. Фрактальная графика. Обзор возможностей и область применения в инженерном образовании / Ж. В. Дорохова // Актуальные проблемы науки и техники: Сборник научных статей по материалам II Международной научно-практической конференции, Уфа, 22 мая 2020 года. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2020. – С. 321-330. – EDN IABJJB.

Жизлейн Анисе Зебазе Нджапоу (Камерун)

Волгоградский государственный технический университет, Волгоград

Научный руководитель: Ионкина Елена Сергеевна,  
канд. пед. наук, доцент

### **ИНКАПСУЛЯЦИЯ ФУЛЛЕРЕНОВ $C_{60}$ В ОДНОСТЕННЫЕ УГЛЕРОДНЫЕ НАНОТРУБКИ: ПОЛУЧЕНИЕ ДВУСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК**

#### Абстракт

Целью данной работы является изучение с помощью вычислительных средств превращения углеродных стручков (инкапсулированных фуллеренов в одностенных углеродных нанотрубках: SWCNT) в двустенные углеродные нанотрубки (DWCNT). Для достижения этой цели используется метод молекулярной динамики, в котором взаимодействия моделируются потенциалом AIREBO. Для моделирования применяется программное обеспечение LAMMPS. Начиная со структуры стручка, определяемой пятью молекулами  $C_{60}$  внутри одностенной углеродной нанотрубки (8,8), процесс включает низкотемпературную полимеризацию фуллеренов с последующей самосборкой в трубку при более высокой температуре. Обнаруживается, что при температуре 3500-4000°K исходная структура фуллеренов внутри нанотрубки (8,8) исчезает и превращается во внутреннюю трубку диаметром 6.5Å и длиной 40.1Å.

#### 1. Введение

Открытие многостенных (MWCNT) и одностенных (SWCNT) углеродных нанотрубок дало перспективу области исследований углеродсодержащих материалов. К настоящему времени обнаружено несколько потрясающих механических и электрических свойств SWCNT, таких как

дуальность металл-полупроводника, определяемая хиральным числом ( $n$ ,  $m$ ), которое однозначно присваивается каждой хиральной структуре SWCNT [1]. Вначале синтез SWCNTs в большей степени осуществлялся методом электродугового разряда [2]. Однако в последнее время метод каталитического химического осаждения из паровой фазы (CCVD) широко исследуется [3] из-за его потенциала для крупномасштабного производства SWCNTs.

Поскольку углеродные нанотрубки имеют трубчатую структуру, они могут быть заполнены другими элементами, атомами или молекулами, что приводит к образованию новых одномерных наноструктурированных материалов, таких как стручки  $C_{60}@SWCNTs$ , стенки нанотрубок-хозяев которых защищают от внешней среды. Smith, Monthieux и Luzzi с помощью просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения [4] обнаружили фуллерены  $C_{60}$ , инкапсулированные в SWCNTs. Эта новая структура впоследствии была названа стручком, и началось изучение ее оптических, электронных и транспортных свойств. Таким образом, нанотрубка является идеальным объектом для изучения фундаментальной физики. Углеродная нанотрубка, защищенная другой, имеет структуру DWCNTs с двойными стенками из углеродных нанотрубок. Электронные и механические свойства внутренней и внешней стенок двустенных нанотрубок аналогичны свойствам однослойных нанотрубок, но DWCNTs более устойчивы.

В данной работе процесс образования DWCNT из углеродного стручка изучался с помощью классического молекулярно-динамического моделирования, реализованного с помощью кода LAMMPS. LAMMPS – это программа, широко используемая компьютерщиками, химиками, биологами и материаловедами для моделирования методом молекулярной динамики (МД) [5]. Моделирование может достигать масштабов миллионов атомов и миллиардов временных шагов. AIREBO даёт возможность создать эмпирическую модель межмолекулярных и внутримолекулярных сил углерода. В AIREBO распределение времени вычислений между различными подпрограммами происходит из-за множества различных физических явлений, обрабатываемых кодом, будь то двугранники, порядки связей, радикалы или дисперсия. Для получения двустенной нанотрубки из углеродного стручка ( $C_{60})_5@(8,8)$ , который мы выбрали для моделирования, мы определили условия, благоприятные для ее трансформации, без ущерба для структуры исходной трубки.

## 2. Методы

Производство DWCNT из стручка моделируется классической молекулярной динамикой, реализованной с использованием программного

обеспечения LAMMPS. Мы выбрали 5 молекул  $C_{60}$ , инкапсулированных в SWCNT (8,8) длиной  $60.5\text{\AA}$  и диаметром  $13.7\text{\AA}$ , а затем сгенерировали исходную конфигурацию с помощью среды VMD программного обеспечения LAMMPS, как показано на рис.1.

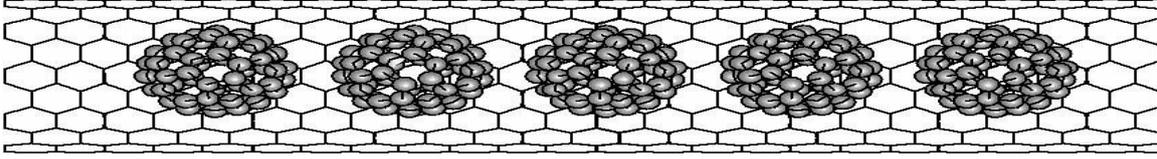


Рис. 1. Начальные условия для моделирования углеродных тручков,  $(C_{60})_5@(8,8)$ , генерируемых VMD

SWCNT имеет периодическое граничное условие и является фиксированным. Полная потенциальная энергия системы выражается потенциалом AIREBO для углерода:  $U^{AIREBO} = \frac{1}{2} \sum_i \sum_{j \neq i} [U^{REBO} + V_{ij}^{L-J}(r_{ij}) + \sum_{k \neq i, j} \sum_{l \neq i, j, k} V_{i,j,k,l}^{tor}]$  (1)  $U^{REBO} = \sum_i \sum_{j > i} [V_{ij}^R(r) - \bar{B}_{ij} V_{ij}^A(r)]$  (2)

$V_R(r)$  и  $V_A(r)$  – силы отталкивания и притяжения соответственно. Форма типа Морса с функцией отсечки  $f(r)$  выражает эти условия  $f(r_1) = 1$  et  $f(r_c) = 0$ :

$$V_{ij}^R(r) = f_c(r) \frac{D_e}{s-1} \exp[-\beta \sqrt{2S}(r - r_e)] \quad (3)$$

$$V_{ij}^A(r) = f_c(r) \frac{D_e S}{s-1} \exp\left[-\beta \sqrt{\frac{2}{S}}(r - r_e)\right] \quad (4)$$

$$U_{LJ}(r_{ij}) = 4\varepsilon_{ij} \left[ \left(\frac{\sigma_{ij}}{r_{ij}}\right)^{12} - \left(\frac{\sigma_{ij}}{r_{ij}}\right)^6 \right] \quad (5)$$

Влияние условия связи каждого атома учитывается через член  $V_{ij}^*$ , который является функцией угла  $\theta_{ijk}$  между связью  $i-j$  и  $i-k$ . Мы использовали следующие параметры для моделирования :

$D_e = 6.325\text{eV}$ ,  $S = 1.29$ ,  $\beta = 1.5 \text{\AA}^{-1}$ ,  $R_e = 1.315\text{\AA}$ ,  $\delta = 0.80469$ ,  $a_0 = 0.011304$ ,

$C_0 = 19$ ,  $d_0 = 2.5$ ,  $R_1 = 1.7 \text{\AA}$ ,  $R_2 = 2.0\text{\AA}$ .

Кроме того, для ковалентного связывания атомов углерода в молекулах  $C_{60}$  используется потенциал REBO (2), потенциал Леннарда-Джонса 6-12 (5) с параметрами  $\varepsilon=2.5\text{meV}$  и  $\sigma=3.37\text{\AA}$ . между атомами углерода SWCNT и молекул  $C_{60}$ , а торсионный термин используется для описания двугранного угла.

### 3. Результаты и их обсуждение

Моделирование отжига для систем  $(C_{60})_5@(8,8)$  было выполнено для семи различных температур от  $1000$  до  $4000^\circ\text{K}$ . Снимки исходной конфигурации и окончательных структур после  $1\text{ps}$  отжига показаны на рис.2.

Внешняя трубка не показана для ясности. На первых стадиях происходит полимеризация фуллеренов.

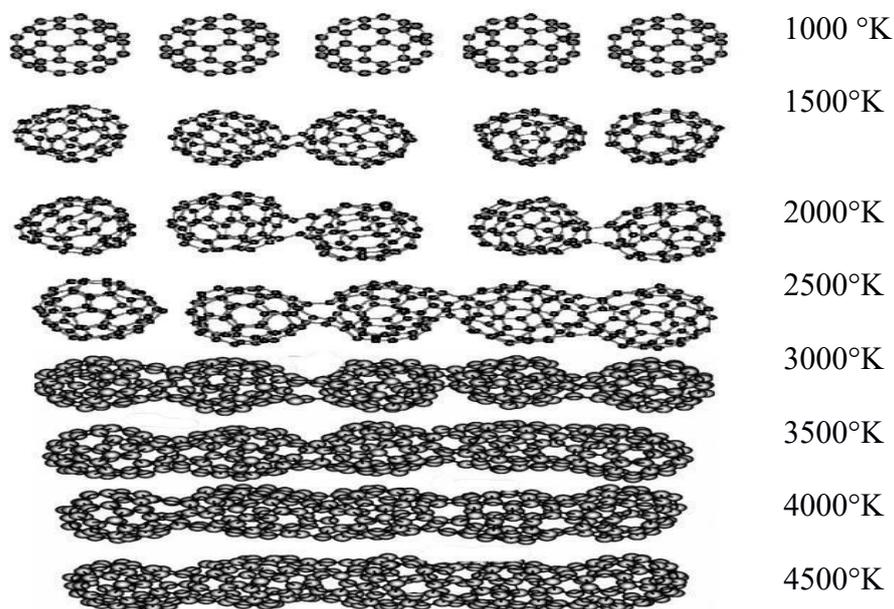


Рис. 2. Моментальные снимки процесса формирования трубки

Таким же образом исследовался процесс роста DWCNT при различных температурах от 1500 до 4000°K. Рис.3. показывает временной ряд среднего расстояния между внутренней и внешней трубкой при различных температурах. Средний диаметр внутренней трубчатой структуры был определен средним значением положений всех атомов углерода, кроме тех, что в структуре крышки на краях трубок.

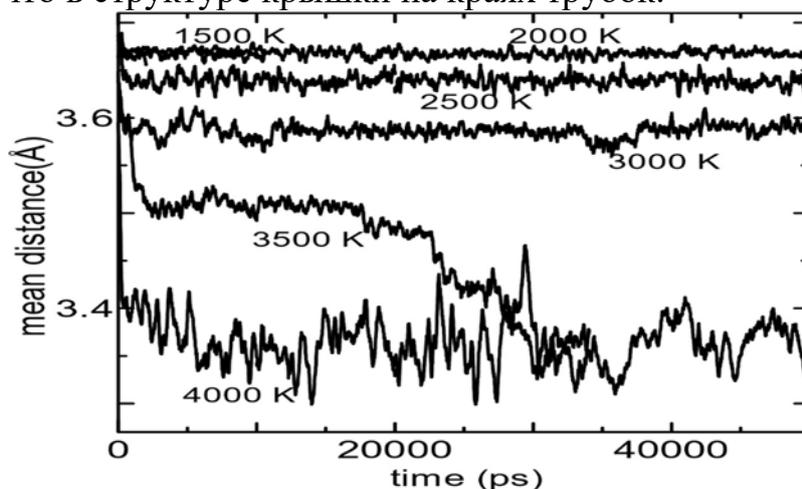


Рис. 3. Среднее расстояние между внутренней и внешней трубкой

В этой структуре при  $3000^{\circ}\text{K}$  среднее расстояние между внутренней и внешней трубками составляет около  $3.6\text{\AA}$ , что близко к расстоянию, наблюдаемому в экспериментальных результатах. Это была самая высокая температура, при которой в моделировании наблюдалась трансформация SW. В случае моделирования при  $3500^{\circ}\text{K}$  и  $4000^{\circ}\text{K}$  исходная структура  $\text{C}_{60}$  исчезает по механизму частого переключения связей. Таким образом в процессе формирования стручка до DWCNT существуют некоторые энергетические барьеры, поскольку окончательная форма зависит от температуры. При температурах выше  $3500^{\circ}\text{K}$  среднее расстояние сходится примерно к  $3,4\text{\AA}$ .

Именно из-за аномального пути переключения связей исходная структура фуллеренов исчезает, а атомы углерода занимают оптимальное положение благодаря силам Ван-дер-Ваальса, которые составляют расстояние  $3.4\text{\AA}$ . Следовательно, сложно достичь того, чтобы среднее расстояние между двумя слоями DWCNT, образованными при термообработке стручка, составило всего  $3.4\text{\AA}$  при преобразовании SW. Поэтому среднее расстояние в экспериментальных результатах составляет около  $3.6\text{\AA}$ .

Внутренний радиус является функцией внешнего радиуса, а это означает, что механизм трансформации более сложен, чем простое слияние фуллеренов, поскольку это сохранит радиус внутренней трубки. Мы получили  $D_{\text{inner}} = D_{\text{outer}} - 2 \times 3.6\text{\AA}$ . Рис.4.



Рис.4. Виды вдоль оси трубы окончательной конструкции (DWCNT)

#### 4. Выводы

Производство DWCNT из углеродного стручка исследовано методом классической молекулярной динамики.

Наблюдается непрерывное структурное изменение от фуллерена к полимеризованному фуллерену и структуре, подобной нанотрубке.

Наблюдается энергетический барьер при изменении структуры. Зависимость хиральности от потенциальной энергии DWCNT изучается с использованием потенциала Леннарда-Джонса 6-12.

Потенциальная энергия зависит только от расстояния между двумя слоями, а не от относительной хиральности внутренней и внешней трубок. Это открывает нам возможности исследования структурных и электронных свойств с помощью расчетов *ab initio* и DFT.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сайто Р., Дрессельхаус Г., Дрессельхаус М.С. Физические свойства углеродных нанотрубок. Imperial College Press; Глава 3 (1998).
2. Журне К., Мазер В.К., Бернье П., Лузо А., де ла Шапель М.Л., Лефрант С., Дениар П., Ли Р., Фишер Дж.Е. Крупномасштабное производство одностенных углеродных нанотрубок электродуговым методом. Природа; 388:756-758 (1997).
3. Дай Х., Ринзлер А.Г., Николаев П., Тесс А., Колберт Д.Т., Смолли Р.Э. Одностенные нанотрубки, полученные катализируемым металлом диспропорционированием монооксида углерода. хим. физ. Lett.; 260:471-475 (1996).
4. Б.В. Смит, М. Монтиу и Д.Е. Луцци, Инкапсулированный C60 в углеродных нанотрубках, Nature, 396, 323–324 (1998).
5. Д. К. Рапапорт, Искусство молекулярно-динамического моделирования, Издательство Кембриджского университета, Нью-Йорк, США, 2-е изд., (2004).

Киеу Бак Тхуан (Вьетнам)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Карелин Владимир Александрович,  
д-р техн. наук, профессор

#### **ЭКСТРАКЦИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ТРИБУТИЛФОСФАТОМ**

Термин «редкоземельные элементы» (РЗЭ) обозначает группу из 17 химических элементов, в которую входят скандий, иттрий и лантаноиды. Лантаноиды представляют собой серию элементов с атомными номерами от 57 до 71 и все, кроме прометия, встречаются в природе [1]. Поскольку соседние редкоземельные элементы (РЗЭ) имеют чрезвычайно схожие физические и химические свойства возникает проблема от-

деления их друг от друга для научных исследований или промышленности. Следовательно, решение этой проблемы является самой сложной задачей в области технологии РЗЭ.

Экстракционные методы, особенно фосфорорганическими соединениями или карбоновыми кислотами, были доказаны в разных работах как эффективные методы разделения РЗЭ из раствора. Некоторыми распространенными экстрагентами являются ди-(2-этилгексил)-ортофосфорная кислота (Д2ЭГФК) [2] и трибутилфосфат (ТБФ) [3]. В промышленных масштабах чистый ТБФ широко применяют с разбавителями при экстракции РЗЭ из азотнокислых растворов. Механизм процесса можно записать следующей реакцией:



При концентрации  $\text{HNO}_3 \leq 12 \text{ M}$ , РЗЭ экстрагируются в виде сольватов с ТБФ, а в более кислых средах комплексные кислоты  $\text{H}_n\text{Re}(\text{NO}_3)_{n+3} \cdot 3\text{ТБФ}$  выделяются из раствора.

**Информация о экстрагенте.** ТБФ является химически очень стабильным соединением, о чем свидетельствуют его термическая стабильность и стойкость к окислению. Физические свойства ТБФ, особенно коэффициенты извлечения металлов, близки к оптимальным для крупномасштабных операций. Эти факторы в сочетании с его доступностью обеспечат его дальнейшее использование в будущем. На рисунке 1 представлена структура ТБФ.

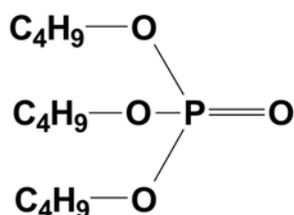


Рис.1. Структура ТБФ

**Результаты.** Зависимость коэффициентов распределения ( $\alpha$ ) РЗЭ от атомного номера представлена в рисунке 2. Все кривые не содержат точки для церия (Ce), так как невозможно предотвратить процесс окисления Ce (III) до Ce (IV). Полученная кривая при концентрации  $\text{HNO}_3$  18,5 М почти прямая. Однако лучше всего она представлена двумя прямыми, сходящимися в окрестности  $Z \sim 64$ . При концентрации  $\text{HNO}_3$  15,5 М отклонение от одной прямой линии весьма заметно. Следует отметить, что с уменьшением концентрации  $\text{HNO}_3$  наклон правой части кривой уменьшается быстрее, чем наклон левой. Эта инверсия усиливается при еще более низких концентрациях  $\text{HNO}_3$ , как показано на кривой при концентрации  $\text{HNO}_3$  1,0 М.

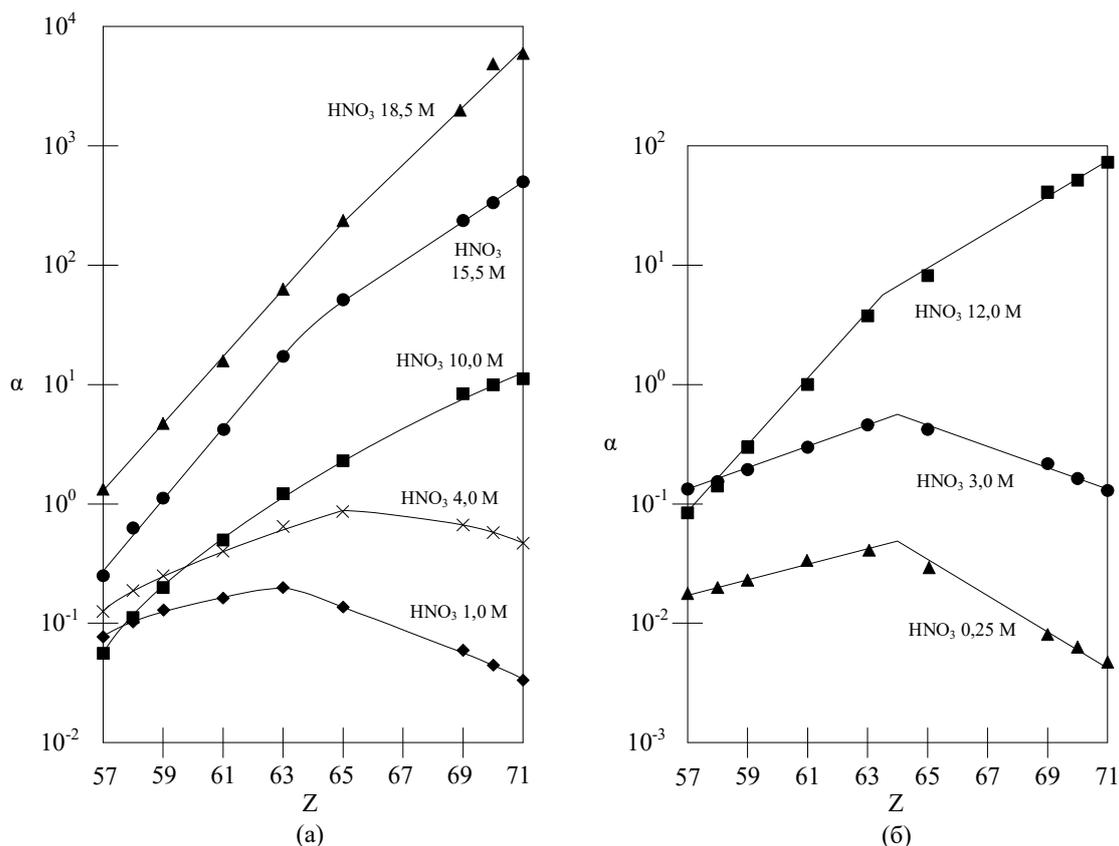


Рис. 2. Зависимость коэффициентов распределения РЗЭ от атомного номера при разных концентрациях  $\text{HNO}_3$

Из-за этого эффекта, можно разделить РЗЭ на 2 подгруппы ( $Z = 57-64$  и  $Z = 64-71$ ) с произвольной прямой линией для каждой из них. Однако трудно определить, что эти линии соединены в одной точке, соответствующей  $Z = 64$ . В диапазоне  $Z = 57-64$ , все линии направлены вверх, даже при концентрации  $\text{HNO}_3$  0,25 М.

Поскольку существует зависимость  $\alpha$  от концентрации  $\text{HNO}_3$ , эксперименты были проведены, чтобы определить зависимость  $\alpha$  от концентрации ТБФ. ТБФ был разбавлен в бензине «галоша» (бензин прямой перегонки малосернистых нефтей [4]). Результаты представлены на рисунке 3. Видно, что 2 подгруппы показывают обратный порядок экстракции при значительно более высокой концентрации кислоты в системе с разбавленным ТБФ, чем в системе с неразбавленным ТБФ.

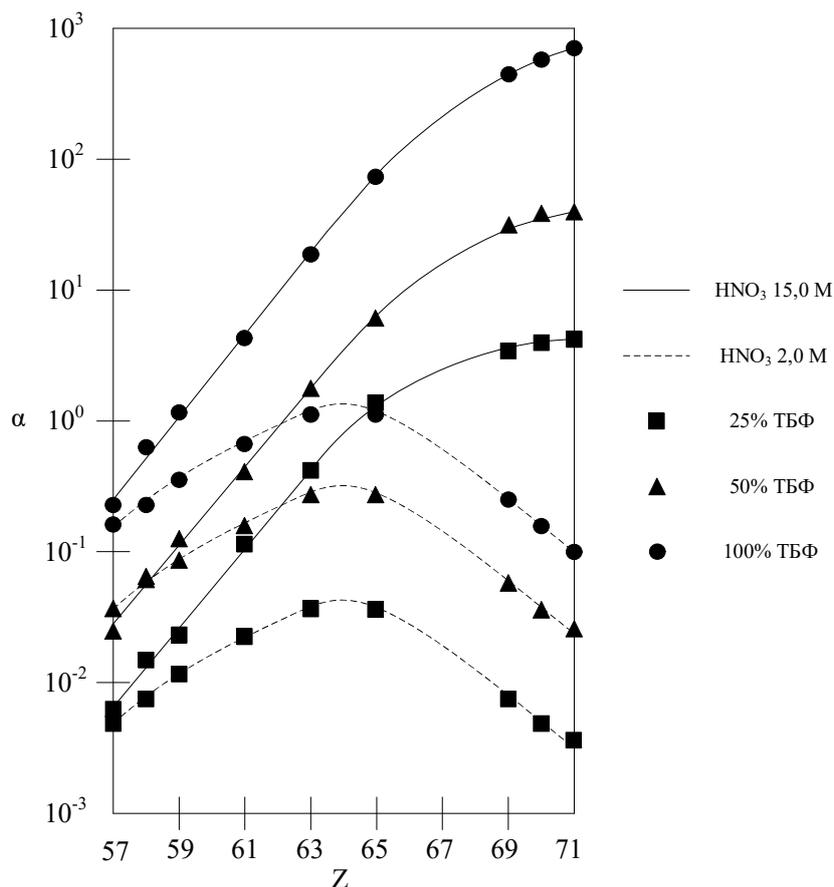


Рис. 3. Зависимость коэффициентов распределения РЗЭ от атомного номера при различных способах разбавления ТБФ

**Заключение.** Различные графики зависимости коэффициента распределения ( $\alpha$ ) от атомного номера ( $Z$ ) можно рассматривать как соединение двух прямолинейных участков, пересекающихся при  $Z \sim 64$ . С уменьшением концентрации  $\text{HNO}_3$  наклон участка с высоким  $Z$  уменьшается быстрее, чем у участка с низким  $Z$ . Кроме того, при уменьшении концентрации  $\text{HNO}_3$  наклон участка с высоким  $Z$  становится отрицательным, а с низким  $Z$  остается положительным во всей исследуемой области.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gupta, С.К. Extractive metallurgy of rare earths / С.К. Gupta, N. Krishnamurthy // International Materials Reviews. – 1992. – Vol. 37. – Issue 1. – P. 197-248. – DOI: 10.1179/imr.1992.37.1.197.
2. Михайличенко, А.И. Экстракция редкоземельных элементов ди-(2-этилгексил)-ортофосфорной кислотой из азотнокислых растворов / А.И. Михайличенко, Р.М. Пименова // Радиохимия. – 1969. – № 11. – Вып. 1. – С. 8-13.

3. Вальков А.В. Экстракция редкоземельных элементов смесями изомеров трибутилфосфата с нитратом триалкилметиламмония / А.В. Вальков, Н.Д. Хмелевская // Изв. вузов. Химия и хим. технология. – 2018. – № 61. – Вып. 7. – С. 54-60. – DOI: 10.6060/ivkkt.20186107.5676.
4. Черножуков Н.И. Очистка и разделение нефтяного сырья, производство товарных нефтепродуктов. В 3 частях. Часть 3 / Н.И. Черножуков. – 6-е изд. – Москва : Химия, 1978. – 424 с., ил.

Ли Вэньди (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Илела Алфа Эдисон,  
канд. техн. наук, доцент

## СИНТЕЗ НАНОПОРОШКА $MgAl_2O_4-Ag$ С ПОМОЩЬЮ НАНОРАСПЫЛИТЕЛЬНОЙ СУШКИ

**Введение.** Серебро обладает целым комплексом уникальных свойств в том числе антибактериальных и противовирусных. В качестве антибактериального агента нано-серебро имеет большую удельную поверхность, малый размер частиц, легко контактирует с патогенными микроорганизмами и может проявлять максимальную биологическую активность [1]. Ограничением широкого использования серебра является его токсичность, одним из способов подавления которой является включение данного металла в состав инертного композиционного материала, например, полимера или керамики. В данной работе для этих целей предложено использовать алюмомагниевою шпинель.

В настоящее время композиционный материал на основе алюминия и магния широко используют благодаря исключительным физическим и химическим свойствам также низкой токсичности [2–4]. Одним из традиционных методов, который часто используется для получения  $MgAl_2O_4$ , является химический. В нашей работе мы предлагаем для получения нанопорошков  $MgAl_2O_4-Ag$  использовать установку Nano Spray Dryer B-90. Она позволяет быстро получить чистый порошок [5].

**Экспериментальная часть.** Для подготовки прекурсоров готовили 1 М растворы нитратов алюминия и магния, выдерживали их в течение суток. Затем готовили суспензию гидроксидов методом обратного используя как осадитель аммиак. Использовали два соотношения между

ионами алюминия и магния:  $[Al^{3+}]:[Mg^{2+}] = 80:20$  и  $90:10$ . Промывали осадок до нейтрального pH и добавляли 0,001 М нитрата серебра.

Порошки  $MgAl_4O_2$  выделяли из суспензии с помощью аппарата Nano Spray Dryer B-90. В ходе эксперимента использовали следующие параметры сушки: скорость газового потока 140 л/мин, относительная интенсивность распыления = 56%. Для подбора оптимальных условий варьировали температуру от 70 до 80 °С, давление от 3100 до 4100 Па, время работы установки – 5 часов (по мере заполнения коллектора), использовали максимальный размер сопла – 7 мкм, обеспечивающий большую скорость выхода продукта.

Порошки анализировали методами термического и рентгенофазового анализа.

**Результаты и обсуждение.** Для определения поведения полученных образцов при температурной обработке был проведен ТГ-ДСК анализ (рис 1.) шпинели со серебром и без серебра.

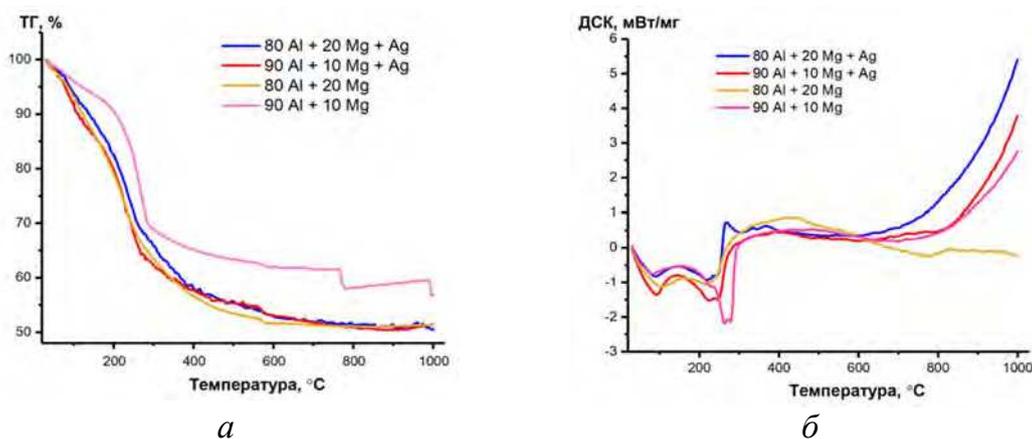


Рис. 1. ТГ-ДСК анализ порошков, выделенных из суспензий  $[Al^{3+}]:[Mg^{2+}]:[Ag^+]$  различного состава

ТГ-кривые для всех образцов имеют схожий характер. Эндо-эффекты в области от 100 до 280 °С относятся к удалению адсорбированной воды. Наиболее выражен этот сигнал и смещен в область больших температур для частицы соотношением  $[Al^{3+}]:[Mg^{2+}] = 90:10$ . Явный экзо-эффект начинает проявляться после 600° С и соответствует кристаллизации оксида алюминия, так как потери массы в данном температурном интервале не наблюдается. Зафиксировать сигналы связанные с кристаллизацией шпинели или превращениями серебра не удалось. Однако, очевидно, что не следует использовать для обработки температуры выше 600° С, чтобы сохранить пористость образца.

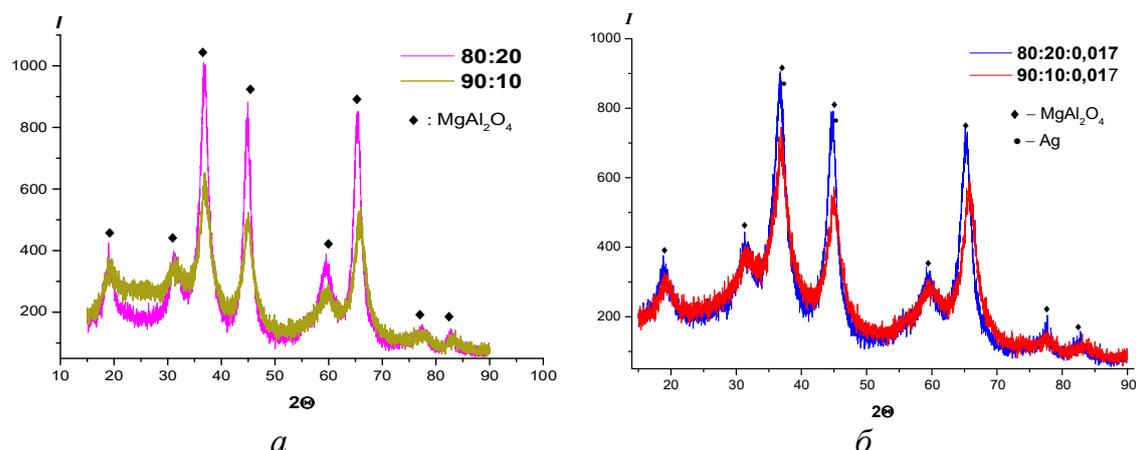


Рис. 2. РФА шпинели (а) и шпинели с нанесенным серебром (б), полученных из суспензий различных составов

На рисунке 2 представлены дифрактограммы порошков, полученных нанораспылительной сушкой, а в таблице 1 приведены размеры ОКР и фазовый состав продукта. По характеру дифрактограмм видно, что часть оксидов находятся в аморфном состоянии. Отличие между композитами с разным соотношением алюминия и магния в интенсивности сигналов, а, соответственно, в количестве окристаллизованной фазы. Для обоих составов, содержащих серебро наблюдаются его сигналы на дифрактограмме. Размеры ОКР не значительно отличаются между порошками с разным соотношением алюминия и магния. При добавлении серебра размеры ОКР шпинели увеличиваются.

Таблица 1

Фазовый состав и размер ОКР

[Mg <sup>2+</sup> ]:[Al <sup>3+</sup> ] : [Ag]	Фазовый состав (%)	ОКР, нм
80 : 20 : 0	MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub> : 100	12,16
80 : 20 : 0,017	MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub> : 99,9 Ag : 0,1	20,67 8,37
90 : 10 : 0	MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub> : 100	10,11
90 : 10 : 0,017	MgAl <sub>2</sub> O <sub>4</sub> : 99,8 Ag : 0,2	18,10 5,40

На рисунке 3 показаны РЭМ изображения шпинели с серебром.

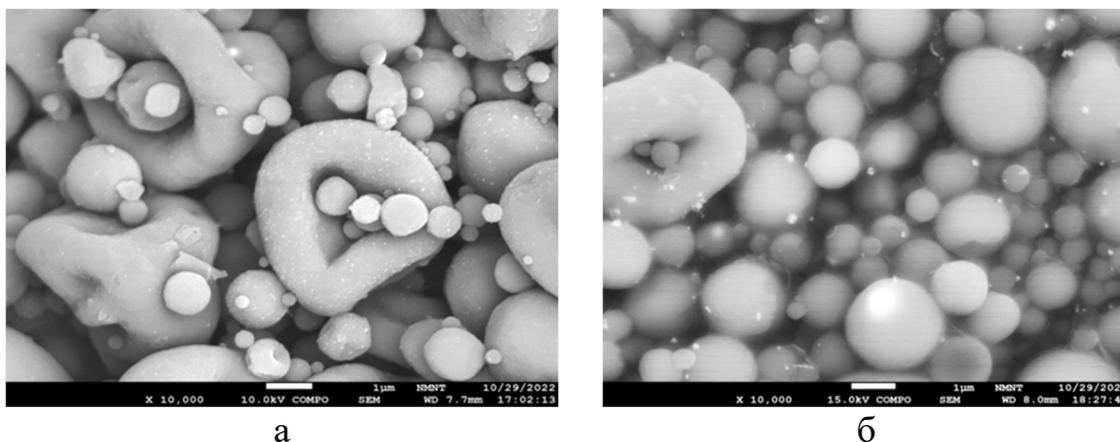


Рис. 3. РЭМ изображения шпинели с серебром при различных соотношениях,  $[Al^{3+}]:[Mg^{2+}]:[Ag^{+}] = 80:20:0,017$  (а) ;  $90:10:0,017$  (б)

До термообработки часть частиц имеет форму сфер, а часть неправильную форму «сжатого» эллипсоида. Такие формы характерны для частиц с хорошей адгезией, при распылении, очевидно наблюдается искажение сферической формы за счет прилипания частиц к стенкам установки. После отжига большая часть частиц имеет сферическую форму. Хорошо видно распределения серебра на частицах шпинели: при большем содержании алюминия в системе (рис.3, б), часть частиц серебра расположена на поверхности и не включена в объем основных частиц. Очевидно, что при помещении в жидкую среду такие частицы будут легко диффундировать в раствор.

Полученные порошки в дальнейшем могут быть использованы для разработки противовирусных и антибактериальных препаратов, вводимых в организм энтерально.

В работе применялось оборудование ЦКП НОИЦ НМНТ ТПУ, поддержанного проектом Минобрнауки России № 075-15-2021-710

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Younas M., Ahmad M.A., Jannat F.T. 18-Role of silver nanoparticles in multifunctional drug delivery // Nanomedicine manufacturing and applications. –2021. –P. 297-319.
2. Elmhamdi A., Kais N. Synthesis, characterization and ionic conductivity of  $MgAl_2O_4$  // European Journal of Chemistry. –2015. –Vol. 6(3). – P.314.

3. Yuan L., Liu Z., He X., Ma B, Zhu Q. Fabrication and characterization of porous MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub> ceramics via a novel aqueous gel-casting process // *Materials*. –2017. –Vol. 11(1). – P.1376.
4. Maksoud M.I.A., Ghobasy M.M., Kodous A.S. Insights on magnetic spinel ferrites for targeted drug delivery and hyperthermia applications // *Nanotechnology Reviews*. –2022. –Vol. 11. –P.372–413.
5. Lyamina G.V., Ilena A.E., Dvilis E.S. Medical ceramics from powders of the system Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-ZrO<sub>2</sub>-Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> obtained on an installation of nanospray drying // *Nanotechnologies in Russia*. –2018. –Vol. 13. –P. 5-6.

Ли Сяоянь(Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Илела Алфа Эдисон,  
канд. техн. наук, доцент

## ПОЛУЧЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ЦИНКА ИЗ СУСПЕНЗИЙ РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ

**Введение.** Оксид цинка применяется во многих областях, таких как катализ, солнечная энергетика, датчики газа и т.д [1]. Нанопорошок на основе цинка обладают низкой токсичностью и являются привлекательными материалами для биомедицинских применение [2, 3]. Материал на основе ZnO отличается высокой коррозионной стойкостью, устойчив к воздействию большинства органических и неорганических кислот и солей поэтому часто использовать в качестве ингибитора коррозии [4].

Распространенными методами получения нанопорошков оксида цинка являются золь-гель, гидротермальный синтез и химическое осаждение.

В работе использовалась установка распылительной сушки. Размер нанопорошка, полученного этим методом, составляет 100 нм – 5 мкм. Нанораспылительная сушилка В-90 обладает уникальной способностью генерировать частицы размером в субмикронный или даже нанометровый диапазон и может обрабатывать образцы на уровне миллиграммов с высоким выходом (90%). Нанораспылительное сушильное устройство представляет собой экономичный, эффективный, быстрый и адаптируемый метод получения наночастиц ZnO.

Целью настоящей работы являлись синтез и сравнение характеристик порошков оксида цинка, полученного различными способами.

**Экспериментальная часть.** Для подготовки прекурсоров готовили 1 М растворы нитрата цинка. Потом готовили суспензии методом обратного осаждением с использованием 1 М NaOH. Образовавшийся осадок промывали дистиллированной водой до полного удаления ионов натрия из образца.

Полученные частицы отделяли от растворителя методами фильтрации ( $\Phi$ ), нанораспылительной сушки (НРС) (Nanospray Drying B-90) и с помощью СВЧ-сушки (СВЧ).

В ходе эксперимента методом распылительной сушки использовали следующие параметры сушки: скорость газового потока 140 л/мин, относительная интенсивность распыления – 50 %,  $T = 70$  °С,  $P = 30$  гПа, время работы установки = 1– 5 часов.

При использовании фильтрации осадок выдерживали в термощкафу при температуре 70 °С для удаления остатков воды.

При применении СВЧ использовали частоту 2,45 ГГц и среднюю мощность 12 и 48 кВт. При длительном воздействии СВЧ-волн на порошок (от получаса до часа) наблюдается спекание порошка.

**Результаты и обсуждение.** Поведение полученных образцов при термообработке определяли анализом ТГ-ДСК (рис.1). Видно, что для всех образцов эндоэффекты находятся в интервале 100-200 °С и соответствуют удалению остатков свободной и связанной воды. Пик при температуре около 340°С для частиц, выделенных фильтрацией, обусловлен удалением кристаллизационной воды. Согласно ТГ-кривым, порошки теряют при этом около 25% своей массы. При дальнейшем нагреве начинают последовательно образовываться фаза ZnO. Согласно ТГ-ДСК анализу, порошки, фаза оксида цинка кристаллизуется примерно при 350 °С.

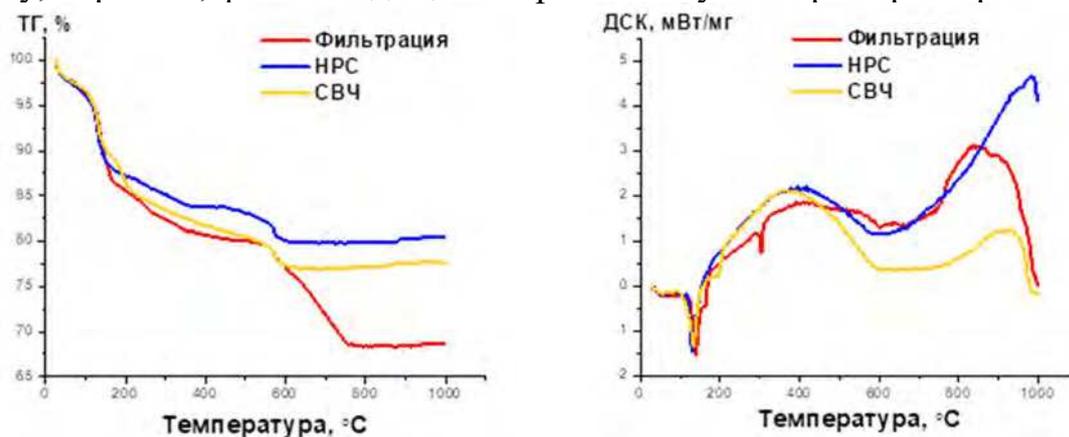
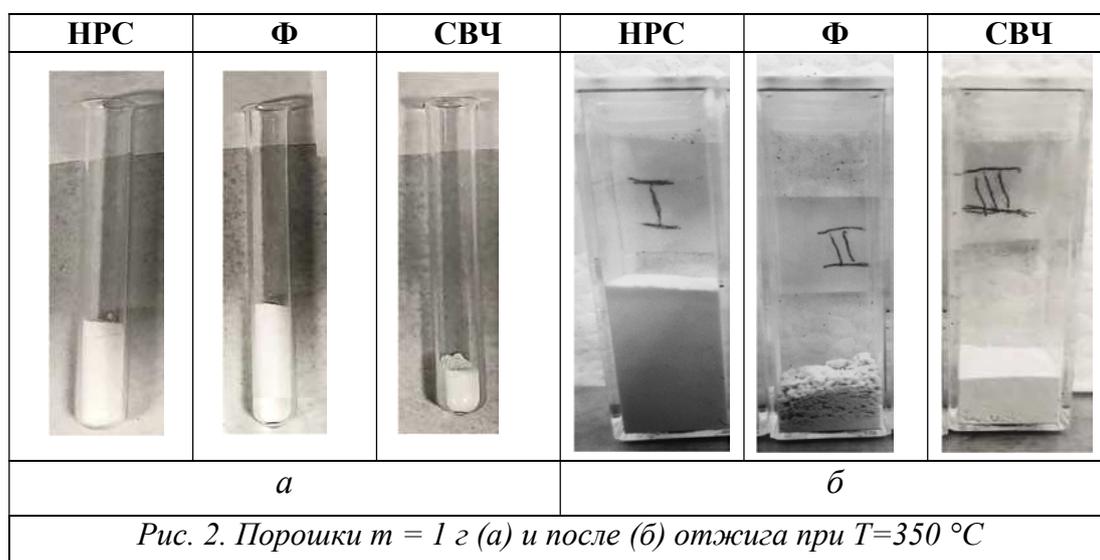


Рис. 1. Кривые ТГ и ДСК наночастиц ZnO

На рисунке 2 можно увидеть разницу между частицами, полученными различными способами по объему, который занимает порошок с одинаковой массой.

Видно, что до отжига (рис. 2, а) порошок, полученный НРС и фильтрацией имеют почти одинаковую и высоту. Таким образом размер частиц гидроксида цинка примерно одинаковый в данном случае. СВЧ обработка, скорее всего приводит к образованию оксида. После отжига при температуре 350 °С отчетливо видна разница между порошками. В данном случае весь порошок находится преимущественно в фазе оксида. Очевидно, что самые плотные частицы образуются при фильтрации, а самые пористые дает распылительная сушка.



Данные БЭТ анализа это подтверждают. Удельная поверхность (Sуд) составляет,  $13.19 \pm 0.19$ ,  $1.26 \pm 0.05$  и  $11.04 \pm 0.02$  м<sup>2</sup>/г, для частиц, полученных нанораспылительной сушкой, фильтрацией и СВЧ-сушкой, соответственно.

Данные РФА порошков представлены на рис. 3 и в таблице 1.

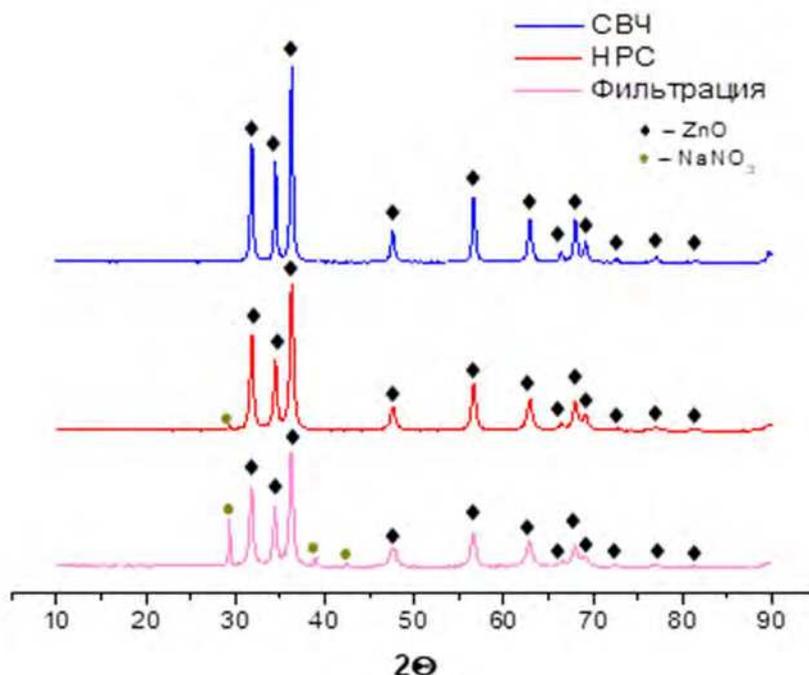


Рис. 3. Дифрактограммы порошков ZnO после отжига

Видно, что фазовый состав представлен, в основном, оксидом цинка. В порошке, полученном методом фильтрации, наблюдается примесь нитрата натрия. Рассчитанные размеры ОКР показывают, что, нанопорошки, полученные методом нанораспылительной сушки имеют самые мелкие размеры кристаллитов, самые крупные размеры наблюдаются для порошков, выделенных фильтрацией.

Таблица 1

Результаты РФА анализа ZnO после отжига при  $T=350\text{ }^{\circ}\text{C}$

Метод	Фазовый состав, %	ОКР, нм
Фильтрация	ZnO – 95 NaNO <sub>3</sub> – 5	58,91 -
НРС	ZnO – 100	28,63
СВЧ	ZnO – 100	47,06

В результате работы получены порошки, имеющие различный размер, морфологию и чистоту. В зависимости от сферы применения можно использовать материал с заданными свойствами. Например, при необходимости использования наноразмерных порошков высокой чистоты можно рекомендовать оксид цинка, полученный нанораспылительной сушкой.

*В работе применялось оборудование ЦКП НОИЦ НМНТ ТПУ, поддержанного проектом Минобрнауки России № 075-15-2021-710*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Razaa A., Shoeb M., Mashkoo F. Phoenix dactylifera mediated green synthesis of Mn doped ZnO nanoparticles and its adsorption performance for methyl orange dye removal: A comparative study // Materials Chemistry and Physics. –2021. –Vol. 286. – P.126173.
2. Bedi P.S., Kaur A. An overview on uses of zinc oxide nanoparticles // World Journal of Pharmacy and pharmaceutical sciences. –2015. –Vol. 4(12). – P.1177-1196.
3. Zeghoud S., Hemmami H., Seghir B.B., Gandarak J.S. Amor A. review on biogenic green synthesis of ZnO nanoparticles by plant biomass and their applications // Materials today: Communications. –2022. –Vol. 33. – P.104.
4. Hasnidawani J.N., Hassan N.A., Hassan N., Samat N. ZnO nanoparticles for anti-corrosion nanocoating of carbon steel // Materials Science Forum. –2017. –Vol. 894. – P.76-80.

Ли Хуатин (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Лямина Галина Владимировна,  
канд. хим. наук, доцент

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ОБРАЗОВАНИЯ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА И ЧАСТИЦ КОСТНОЙ ТКАНИ

**Введение.** Тестирование коррозионной устойчивости медицинских сплавов часто проводят в жидких электролитах по составу близких к человеческому организму. Однако медицинские сплавы контактируют не только с жидкостью, а с костной тканью, мышечной тканью и другими компонентами. Таким образом жидкость не является идеальной модельной средой в данном случае. Мы предлагаем для этих целей использовать гели, в частности материалы на основе хитозана.

Хитозан – природный биополимер, полисахарид, продукт деацетилирования хитина, обладающий высокой биологической активностью и устойчивостью в природной среде [1].

Высокое содержание воды и пористая структура гидрогелей может идеально имитировать внеклеточную матричную среду человеческой ткани [2].

**Изучение процесса образования пленок.** Предварительно хитозан (ХТ) растворяли в 2%  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , испаряли растворитель до образования сухой пленки для удаления следов кислоты и затем повторяли процедуру растворения в различных растворителях.

К пленке из ХТ добавляли растворитель (таблица 1) и оставляли на сутки до полного растворения хитозана. После этого вводили глицерин и костный порошок. Из полученных растворов или суспензий получали пленки.

Таблица 1

*Составы гелей на основе хитозана (400 мг Хт)*

Состав	Растворитель, мл	Глицерин, мл	Кости, г
ХТ	20 мл $\text{H}_2\text{O}$	-	-
ХТ – Гл	20 мл $\text{H}_2\text{O}$	2	-
ХТ – Гл – Рингер	20мл раствора Рингера	2	-
ХТ – Гл – NaCl	20мл 0,9% NaCl	2	-
ХТ – Гл – Кость	20 мл $\text{H}_2\text{O}$	2	0,1

Для приготовления порошка из свиных костей сначала мы сушили кости при температуре  $100\text{ }^\circ\text{C}$  в течение трех суток, а затем измельчали кости.

Для изучения процесса образования пленок изучали скорость изменения массы растворов до образования пленки при комнатной температуре,  $35$ ,  $50$ ,  $65$  и  $70\text{ }^\circ\text{C}$ .

Характер кривых для всех изученных температур одинаковый. Типовая кривая приведена на рисунке 1. Он отражает влияние природы компонентов раствора при  $70\text{ }^\circ\text{C}$ . Видно, что глицерин дает сильный сшивающий эффект и Добавление порошков костей в состав матрицы снижает скорость испарения воды.

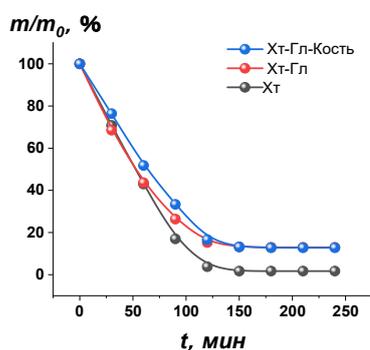


Рис. 1. Изменение массы растворов на основе хитозана при  $70\text{ }^\circ\text{C}$

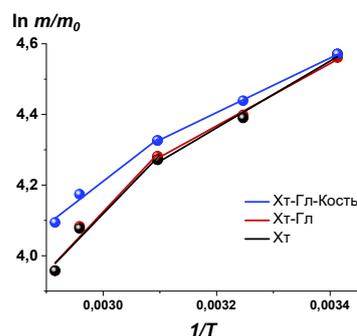


Рис. 2. Расчет энергии активации

Для расчета энергии активации по уравнению Аррениуса

$$k = k_0 \cdot e^{(-Ea/RT)}$$

данного процесса мы использовали время реакции, где скорости изменения массы линейно зависят от времени для всех температур.

Результаты по энергии активации и коэффициенты уравнения приведены в таблице 2.

Таблица 2

Коэффициенты уравнения  $\ln k = \ln k_0 \cdot e^{(-Ea/RT)}$

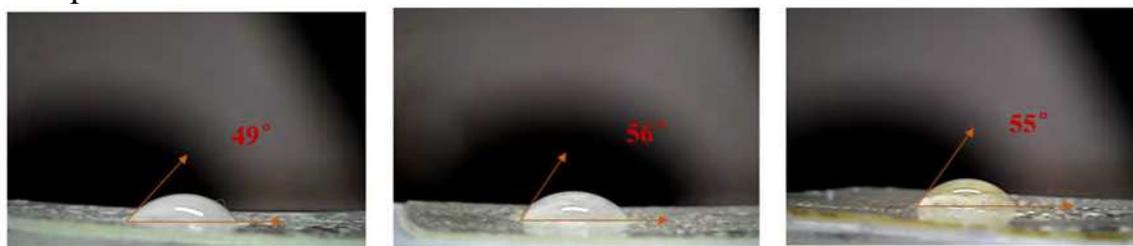
Состав	<i>a</i>	<i>-b</i>	$\Delta E_a$ , кДж/моль · К
Хт-Гл-Кость	1242	0.49	$10 \pm 1$
	773	1.93	$6 \pm 1$
Хт	1662	0.87	$14 \pm 2$
	946	1.33	$8 \pm 7$
Хт-Гл	1708	0.998	$14 \pm 2$
	884	1.54	$7 \pm 5$

Энергии активации до 25 кДж – это реакции, контролируемые диффузией. Для этих трех гелей – это как раз случай диффузионного контроля. На всех кривых наблюдается перегиб, соответствующий смене лимитирующей стадии. Ею остается диффузия, однако энергия активации увеличивается в 1,7 – 2 раза.

Добавление глицерина к хитозану не влияет на энергию активации. При добавлении в систему костей энергия активации уменьшается. Число межфазных контактов возрастает и облегчает выход растворителя из матрицы.

### Краевой угол смачивания пленок

Мы определяем краевой угол смачивания, по форме капли воды. Как видно на рисунке 3 пленки всех трех образцов имеют большее сродство к воде и являются гидрофильными по своей природе. При добавлении хлорида натрия к хитозановой пленке ее гидрофильность увеличивается, что обусловлено большей диссоциацией полимерных молекул в растворе электролита.



*Хт-NaCl-Гл*

*Хт-Рингер-Гл*

*Хт-Гл*

Рис. 3. Испытание пленок на гидрофильность

Чем более гидрофильна пленка, тем значительно будет ее адгезия к поверхности твердого тела.

На основании проведенного эксперимента нами был синтезирован и изучен состав геля на основе хитозана, который может использоваться как тест-среда или электролит при оценке химической и электрохимической устойчивости медицинских сплавов.

В работе применялось оборудование ЦКП НОИЦ НМНТ ТПУ, поддержанного проектом Минобрнауки России № 075-15-2021-710

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абилова Г.К., Махаева Д.Н., Ирмухаметова Г.С., Хуторянский В.В. Гидрогели на основе хитозана и их применение в медицине // Вестник Казахского национального университета. Серия химическая. 2020. Т. 97. № 2. С. 16-28.
2. Chu Min. Biological characteristics of hydroxyapatite/chitosan complexed with metformin for bone defects in rats // Chinese Tissue Engineering Research. 2021, 25(28)

Ли Цзе (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Ковалевская Жанна Геннадьевна,  
д-р техн. наук, профессор

### **ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ И МИКРОТВЕРДОСТИ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА, ИЗГОТОВЛЕННОГО ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ АДДИТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ**

#### Введение

С развитием технологии аддитивного производства она широко используется в производстве различных изделий из металлических материалов.

Технология аддитивного производства используется при синтезе различных сплавов. Алюминиевые сплавы имеют низкую плотность, высокую удельную прочность, хорошую коррозионную стойкость и превосходную пластичность [1]. Перспективными являются сплавы, в состав которых входят интерметаллиды системы Al-Fe.

Сплавы на основе интерметаллидов железо-алюминий имеют высокую твердость, высокую коррозионную стойкость и высокую жаростойкость, что позволяет их использовать при повышенных температурах, в условиях абразивного износа, а также при работе в агрессивных средах. Применение интерметаллидов как конструкционных материалов, затруднено из-за свойственной интерметаллидам хрупкости, особенно при комнатной температуре [2].

Поэтому можно считать перспективным создание комбинированных изделий, состоящих из более пластичной части, выполненной из стали, и износостойкой и коррозионностойкой части, выполненной из сплава на основе алюминия с интерметаллидной составляющей.

Технология аддитивного производства в настоящее время широко используется в различных областях. Технология используется NASA, Boeing и Lockheed Martin для производства компонентов для ракетных двигателей. Немецкая компания GEFERTEC использует технологию электронно-лучевого плавления для производства крышек подшипников. Электронно-лучевая технология используется при синтезе различных сплавов, таких как алюминиевые сплавы, титановые сплавы, медные сплавы и многие другие виды сплавов. Электронно-лучевая технология является одной из ключевых технологий в металлической 3D-печати [3].

Цель данной работы – исследовать строение и механические свойства алюминиевого сплава, полученного электронно-лучевым сплавлением на поверхности стальной подложки с перемешиванием.

#### Методика

В работе использовалась электронно-лучевая аддитивная установка Центра аддитивных технологий ТПУ. Принтер имеет максимальную скорость сканирования 800 м/с и минимальный диаметр электронного луча 150 мкм. Высота одного слоя материала, напечатанного устройством, имеет толщину до 300 мкм. Для эксперимента был выбран ток луча 9,5 мА.

Для наращивания использовалась подложка из стали 45 и порошок силумина АК7.

Строение образцов изучали на микроскопе CarlZeiss AxioObserver. Оценивалось расположение структурных составляющих, наличие объемных дефектов, форма и размер зерен.

Твердость в данном эксперименте измеряли с помощью микротвердомера EMCO-TEST DuraScan 50, предназначенного для измерения твердости по методу Виккерса. Метод включает вдавливание четырехгранной алмазной пирамиды в образец и последующее измерение полученного отпечатка.

Химический анализ определялся с помощью оптико-эмиссионного спектрометра PMI-MASTER.

### Экспериментальная часть

Образец силумина серебристо-белого цвета, в форме капли, был разделен на две части (рис 1).



Рис. 1. Исследуемый образец

На верхней поверхности заметны крупные дендриты, большинство из которых имеют столбчатую формы с ориентацией как вертикально от подложки, так и с небольшим углом. При макроанализе видно, что в нижней зоне столбчатые кристаллы имеют меньший размер.

Мы провели анализ химического состава образца и получили следующие экспериментальные данные (таблица 1).

Таблица 1

*Химический состав образца*

Al, %	Si, %	Fe, %	Cu, %	Mn, %	Ni, %	Ti, %	Cr, %	V, %	Ca, %	Sr, %
76.7	4.62	18.55	0.05	0.09	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01

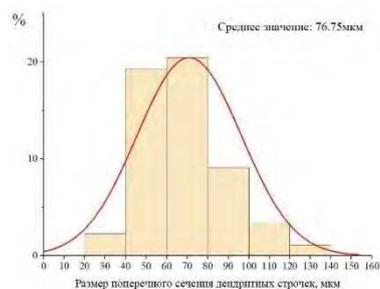
Как видно, в химическом составе полученного сплава присутствует 18,55 % железа и значит должны сформироваться интерметаллиды на его основе.

На основе металлографического анализа поперечного сечения образца определено, что в процессе электронно-лучевого сплавления получен материал с литым строением. Под воздействием энергии луча, материал расплавлялся и кристаллизовался последовательно с наращиванием структурных элементов от подложки к поверхности образца. Такой рост структуры называется эпитаксиальным.

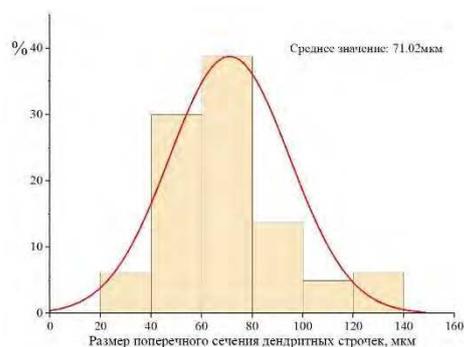
Эпитаксия представляет собой тип роста кристаллов или осаждения материала, при котором новый кристаллический слой имеет одну или несколько четко определенных ориентаций относительно кристаллического исходного слоя.

Проведен расчет размера элементов эпитаксиальной структуры в разных зонах образца. Определялся размер поперечного сечения дендритных строчек (рис. 2 и 3).

Как видно из расчета размера ширины дендритных строчек, верхняя и нижняя зона образца имеют одинаковый размер структурных составляющих, что говорит о том, что кристаллизация по всему объему материала идет в одинаковых условиях.



*Рис. 2. Микроструктура и гистограмма распределения размеров поперечного сечения дендритных строчек верхней части образца*

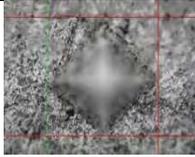
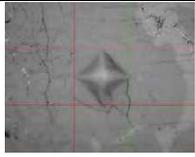
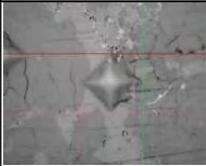
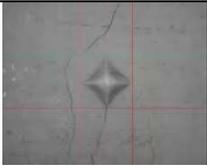
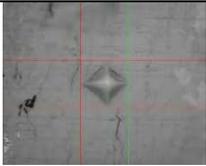
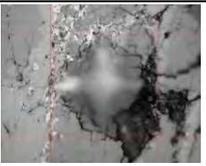


*Рис. 3. Микроструктура и гистограмма распределения размеров поперечного сечения дендритных строчек в нижней части образца*

Измерение значений микротвердости показало, что дендриты и междендритное пространство имеют большой разброс значений микротвердости (таблица 2). Микротвердость дендритов находится в интервале от 9700 МПа до 16170 МПа. Микротвердость в междендритном пространстве около 3500 МПа.

Таблица 2

*Микротвердость по Виккерсу*

№ измерения	1	2	3	4
Фото				
МПа	16170	3410	3730	9700
№ измерения	5	6	7	8
Фото				
МПа	9700	13640	15090	3730

Силумин АК7 это сплав алюминия с содержанием кремния около 7%. Он также содержит другие элементы, такие как медь и магний. Микроструктура сплавов Al-Si обычно состоит из трех фаз: раствор  $\alpha$ -Al, частицы Si и соединения металлов.

Раствор  $\alpha$ -Al (HV=1500 МПа) является наиболее распространенным фазом в алюминиево-кремниевом сплаве [4]. Частицы Si являются другим важным компонентом алюминиево-кремниевого сплава, обычно имеющим форму шара или многоугольника с размерами от 0,5 до 50 микрон. Частицы Si (HV=2300 МПа) могут эффективно увеличить прочность и твердость алюминиево-кремниевого сплава. Металлические соединения являются третьим компонентом алюминиево-кремниевого сплава, обычно представленные соединениями типа  $AlZnSi_x$  (HV= 300 – 1200 МПа), и могут также содержать другие элементы [5].

Микротвердость сплавов системы Fe-Al независимо от их фазового состава значительно выше, чем у алюминия и железа. Максимальной микротвердостью обладают фазы  $FeAl_3$ ;  $FeAl_2$ ;  $Fe_2Al_7$ ;  $Fe_2Al_5$ . Значение микротвердости для этих фаз колеблется в интервале от 9600 до 11500 МПа. Для фазы  $FeAl$  значение микротвердости достигает 6000 МПа, а для фазы  $Fe_3Al$  – 27000 ГПа [2].

Ориентируясь на значения твердости можно предположить, что дендриты состоят из интерметаллида железа-алюминия, а междендрит-

ное пространство из соединения алюминия с кремнием. Для точного анализа строения полученного образца требуются дополнительные исследования.

### **Заключение**

С помощью электронно-лучевой аддитивной установки на стальной подложке из порошка силумина получен сплав, в состав которого входят интерметаллиды железа-алюминия, что значительно повышает твердость полученного сплава по сравнению с твердостью силумина.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Pixner F. et al. Wire-based electron beam additive manufacturing of tungsten //International Journal of Refractory Metals and Hard Materials. – 2022. – Т. 108. – С. 105917.
2. Колачев Б.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. М.: МИСИС, 1999. 416 с
3. Pushilina N. S. et al. Beam current effect on microstructure and properties of electron-beam-melted Ti-6Al-4V alloy //Journal of Materials Engineering and Performance. – 2019. – Т. 28. – С. 6165-6173.
4. Yang X. et al. High-Pressure Solidification of Ternary Al-Ni-Sn Alloy //Crystals. – 2022. – Т. 12. – №. 8. – С. 1025.
5. García-Villarreal S. et al. Microstructural and mechanical characterization of Al-Zn-Si nanocomposites //Materials characterization. – 2013. – Т. 83. – С. 187-197.

Ли Шуай (Китай), Хань Цзэли (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Клименов Василий Александрович,  
д-р техн. наук, профессор

## **ОСОБЕННОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ И ВОЗМОЖНОСТЬ ЕЁ ИЗУЧЕНИЯ**

Титановый сплав является относительно новым металлическим материалом, так как очень распространен в земной коре, титан, как алюминий, железо, медь, магний и другие металлы, стал основным материалом в современном машиностроении. В частности, из-за его превосходных механических свойств и отличной коррозионной стойкости он широко используется в биомедицинской областях, а также в морской среде. По

типу структуры титановые сплавы принято делить на три категории: титановый сплав на основе  $\alpha$ ,  $\beta$  твердого раствора; титановый сплав на основе твердого раствора и содержащий определенное количество соединений; интерметаллический сплав на основе соединения. Среди них сплав ВТ6св (Ti-4Al-3V) на основе твердого раствора является наиболее широко используемым титановым сплавом, имеет типичную двухфазную  $\alpha$ - $\beta$  микроструктуру. Типовой низкопрочный высокопластичный титановый сплав ВТ1-0 также часто используется в качестве конструкционного материала благодаря отличной технологичности и низкому содержанию вредных примесей [1,2]. По сравнению с технологиейковки, используемой для обработки титанового сплава, технология аддитивного производства титанового сплава имеет много выдающихся особенностей, особенно короткий производственный цикл. Часто было использовано для изготовления пористых деталей, соответствующих человеческой кости. Электронно-лучевое сплавление представляет собой типичный метод 3D-печати металла на основе проволоки, использующий электронные лучи в качестве источника тепла, способный изготавливать сложные металлические детали при высокой температуре и высоком вакууме.

Образцы были получены на лабораторной установке электронно-лучевого аддитивного производства, разработанной в ИФПМ СО РАН [3]. Процесс формирования образца из сплава ВТ6св в виде проволоки диаметром 1,6 мм происходил в вакууме при давлении  $10^{-3}$  –  $10^{-2}$  Па. В работе использовали кованные слитки марки ВТ1-0 чистотой 99,7 %. Слиток отжигали при 1073 К в течение 20 ч, затем охлаждали в печи до комнатной температуры и прокатывали. Металлографический анализ, наблюдаемый с помощью оптического микроскопа Axio ObserverA1m, показана на рисунке 1. Среди них большого зерна – это  $\alpha$ -фаза, а темная фаза на границе –  $\beta$ -фаза. ВТ1-0 – чистый  $\alpha$ -сплав. Содержание  $\beta$ -стабилизирующих элементов очень мало. ВТ1-0 претерпевает аллотропный фазовый переход из ГПУ ( $\alpha$ ) в ОЦК ( $\beta$ ) структуру при температурах выше 890 °С. Фазовый переход  $\alpha \rightarrow \beta \rightarrow \alpha$  может изменять микроструктуру и текстуру генетического материала и приводить к значительным изменениям в системах активного скольжения и двойникования [4]. Двойники показаны на рис. 1.

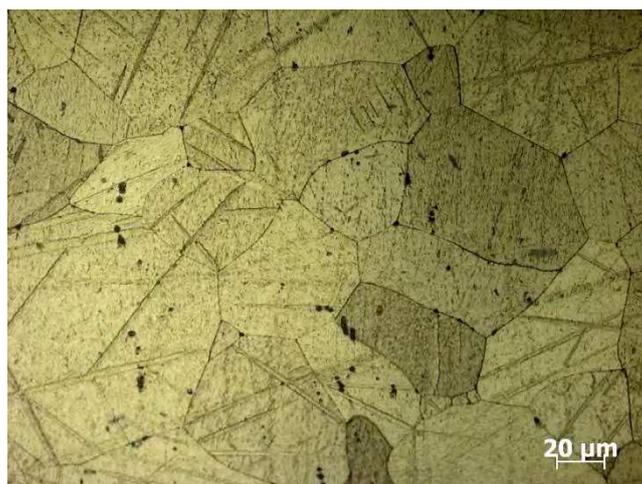


Рис. 1. Микроструктура VT1-0 под оптическим микроскопом

VT6св содержит как  $\alpha$ -стабилизатор, так и  $\beta$ -стабилизатор: алюминий может стабилизировать  $\alpha$ -фазу в титане до более высокой температуры и упрочнить ее по механизму упрочнения твердого раствора. Ванадий стабилизирует  $\beta$ -фазу. Изготовили два образца, один из VT6св после прокатки, другой из VT6св получившегося электронно-лучевого сплавления. После травления поверхности были получены микроструктуры, показанные на рис. 2. Для VT6св после прокатки (а) имеет  $(\alpha + \beta)$  равноосное зерно, где более светлые области представляют собой  $\alpha$ -фазу, а  $\beta$ -фаза распределена в темных областях. Микроструктура (б) в основном состоит из  $\alpha$ -фазы и небольшого количества  $\beta$ -фазы в исходных столбчатых зернах  $\beta$ , ориентированных вдоль направления построения.  $\alpha$ -фаза имеет пластинчатая структура, а  $\beta$ -фазы находятся между  $\alpha$ -пластинчатыми границами.  $\alpha$ -фазы расположены в структуре Видманштеттеновы структура разного размера и ориентации [5].

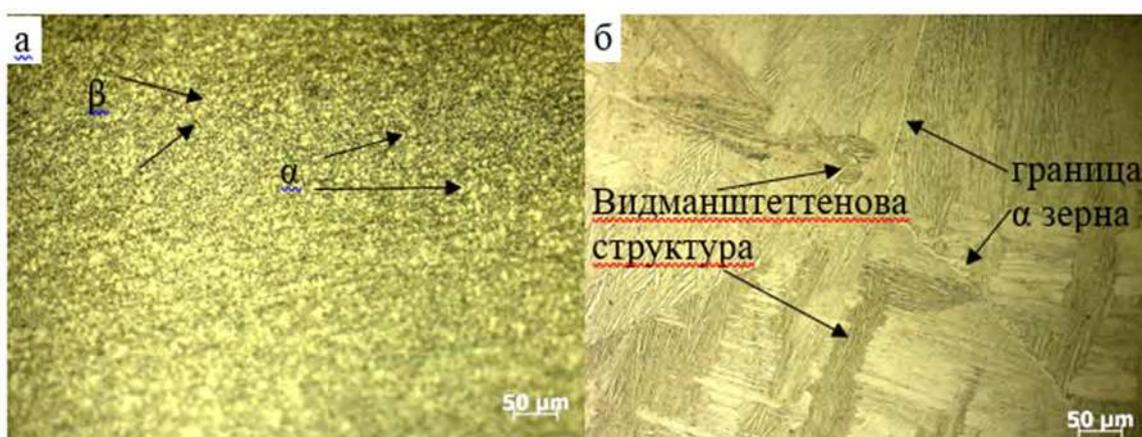


Рис. 2. Микроструктура VT6св после прокатки (а), микроструктура VT6св получившегося электронно-лучевого сплавления (б)

В работе были анализированы микроструктуры материалов, получившие после прокатки, и напечатанные из титанового сплава методом аддитивного производства с использованием электронного луча.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Shunyu Liu, Yung C. Shin. Additive manufacturing of Ti6Al4V alloy: A review// *Materials & Design*. – 2019. – № 164.
2. Collins P C, Brice D A, Samimi P, et al. Additive manufacturing of Ti6Al4V alloy: A review// *Microstructural control of additively manufactured metallic materials*. – 2016. – № 46. – С. 63–91.
3. Клименов В.А., Колубаев Е.А., Клопотов А.А., Чумаевский А.В., Рубцов В.В., Хань Ц., Батрагин А.А., Стрелкова И.Л., Химич М.А., Никонов С.Ю. Применение методов физико-механических исследований и методов неразрушающего контроля при разработке аддитивных технологий с использованием титановых сплавов. // *Физические принципы формирования многоуровневой структуры и механизмы нелинейного поведения. Тез. докл. Междунар. конф. Томск, Россия. – 2022. – С. 430–431.*
4. A. Safdar, L.-Y. Wei, A. Snis, Z. Evaluation of microstructural development in electron beam melted Ti-6Al-4V// *Materials Characterization*. – 2012. – № 65. – С. 8–15.
5. Yu, Z.; Chen, Z.; Qu, D.; Qu, S.; Wang, H.; Zhao, F.; Zhang, C.; Feng, A.; Chen, D. Microstructure and Electrochemical Behavior of a 3D-Printed Ti-6Al-4V Alloy// *Materials*. – 2022. – № 15. – С. 4437.

Лу Вейлун (Китай),  
Кузьменко Егор Дмитриевич (Россия)

Томский политехнический университет, г. Томск  
Научный руководитель: Матренин Сергей Вениаминович,  
канд. техн. наук, доцент

#### **ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КЕРМЕТОВ НА ОСНОВЕ ZRC-ZRN-NI**

Кермет – это конструкционный материал, в котором приблизительно равноосные мелкие зерна твердой фазы керамики встраиваются в матрицу из связующего металла или сплава. Металлокерамика на основе

карбонитрида циркония была впервые применена в 1930-х годах, но активное применение режущих марок керметов началось в начале 1970-х годов, когда были созданы металлокерамики на основе карбида циркония. Однако, благодаря своим превосходным свойствам, металлокерамика на основе Zr (C, N) в настоящее время находится в процессе замены металлокерамики на основе ZrC для применения в режущих инструментах. В традиционных металлокерамических изделиях на основе карбонитрида циркония никель считается незаменимым компонентом, обеспечивающим смачиваемость и спекаемость в ущерб обрабатываемости при шлифовании. С развитием технологий спекания металлокерамики произошел технический прорыв, когда никель больше не является незаменимым. Однако для металлокерамики с очень высоким содержанием азота, будет требоваться умеренное добавление никеля [1].

Кермет состоит из твердой фазы, а именно Zr (C, N), связанной металлургическим связующим, которое содержит Ni. Известно, что с точки зрения механической обработки Zr(CN) контролирует стойкость к диффузионному и адгезионному износу; Ni способствуют стойкости к пластической деформации [2].

В ходе работы были подготовлены порошковые смеси следующих составов ZrC, 80 масс. % ZrC – 20 масс. % ZrN, 50 масс. % ZrC – 50 масс. % ZrN, 20 масс. % ZrC – 80 масс. % ZrN, 80 масс. % ZrC – 20 масс. % ZrN. В работе рассматривалось введение в смеси никеля в 20 масс. %.

Смешивание производилось мокрым способом в бензине.

Подготовленные смеси прессовались на разрывной машине Р-20 при давлении 500 МПа. Полученные образцы спекались в вакуумной печи при температуре 1450°C.

Для полученных образцов были определены их кажущиеся плотности, рисунок 1.

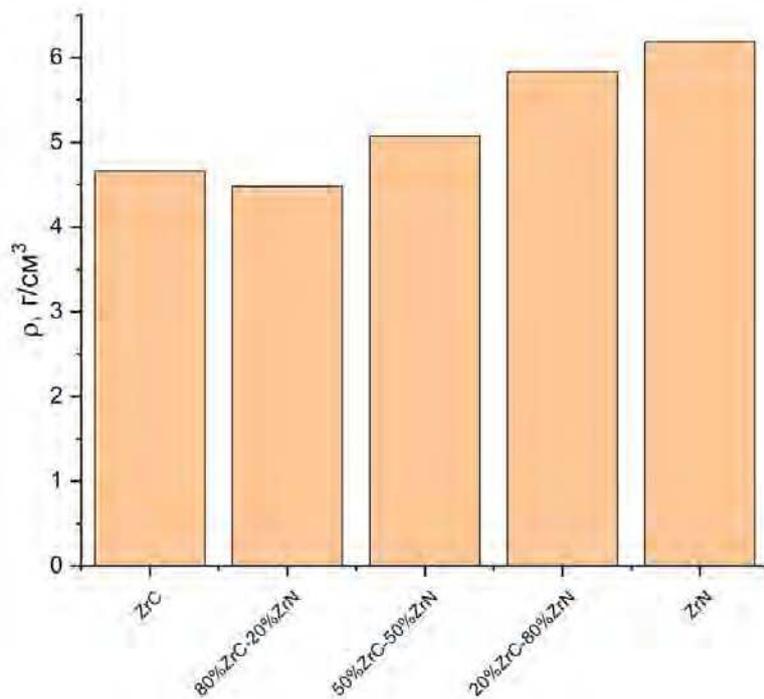


Рис. 1. Кажущаяся плотность образцов, г/см<sup>3</sup>

По правилу аддитивности были установлены истинные плотности образцов, рисунок 2.

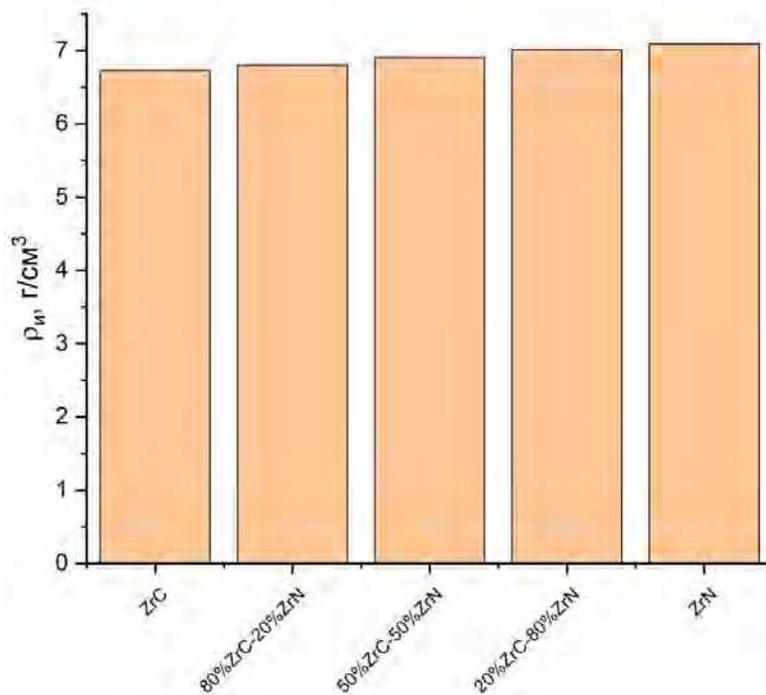


Рис. 2. Истинная плотность образцов, г/см<sup>3</sup>

На основании установленных плотностей была определена абсолютная пористость исследуемых керметов, рисунок 3.

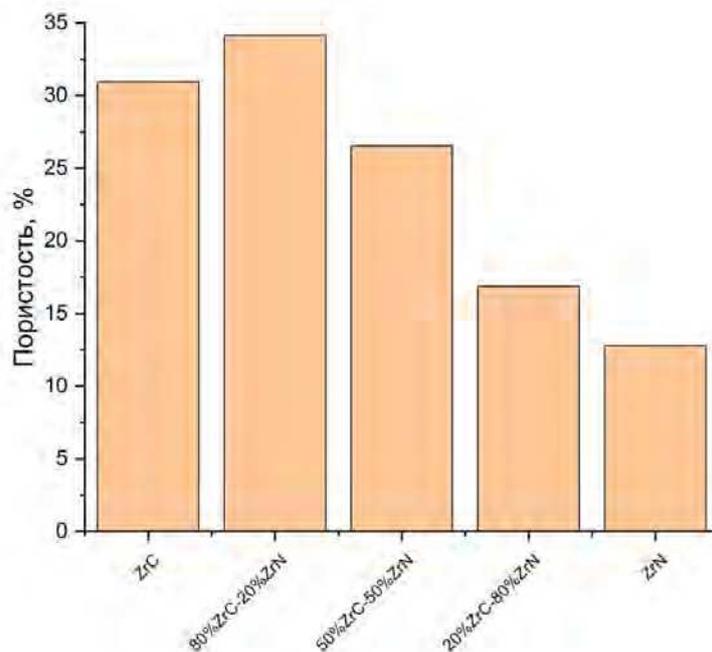


Рис. 3. Пористость образцов, %

При помощи твердомера Novotest были определены твердости исследуемых образцов, рисунок 4.

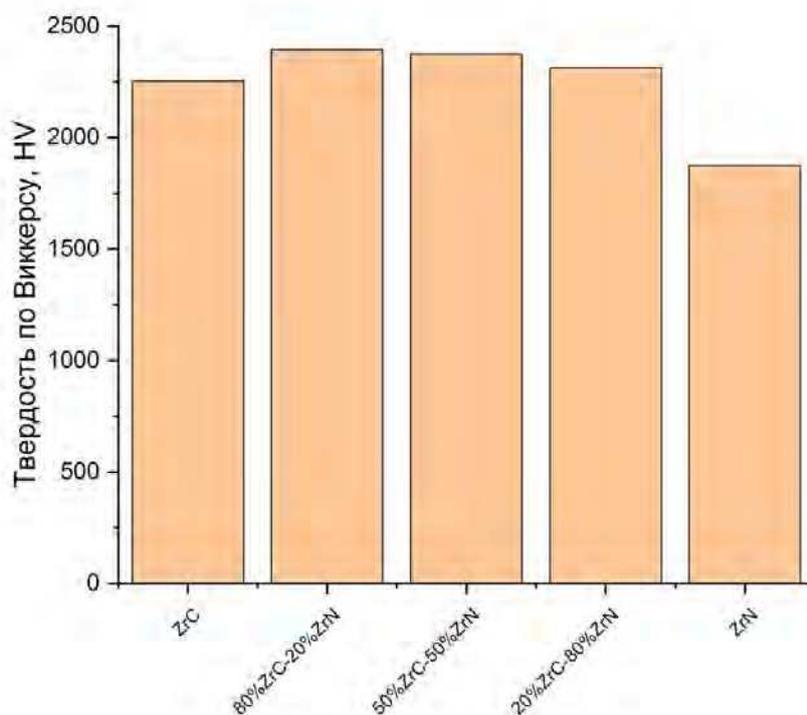


Рис. 4. Твердость образцов по Виккерсу, HV

Для полученных образцов наблюдались следующие зависимости. С увеличением содержания нитрида циркония в образцах наблюдалось увеличение плотности образцов. Это связано с тем, что плотность нитрида циркония больше плотности карбида циркония и составляет  $7,09 \text{ г/см}^3$ . Также с увеличением содержания нитрида циркония было отмечено снижение показателя пористости. Но при этом с увеличением содержания нитрида циркония в образцах твердость незначительно снижалась до значения 1875 HV.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Peng Y., Miao H., Peng Z. Development of TiCN-based cermets: Mechanical properties and wear mechanism // International Journal of Refractory Metals and Hard Materials. – 2013. – Т. 39. – Р. 78-89.
2. Kwon W. T. et al. Effect of WC and group IV carbides on the cutting performance of Ti (C, N) cermet tools // International Journal of Machine Tools and Manufacture. – 2004. – Т. 44. – №. 4. – Р. 341-346.

Лю Тинтин (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Лямина Галина Владимировна,  
канд. хим. наук., доцент

#### СИНТЕЗ И СВОЙСТВА ПОЛИМЕРНЫХ ГЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА ДЛЯ ОЧИСТКИ МЕТАЛЛОВ ОТ ПРОДУКТОВ КОРРОЗИИ

**Введение.** Одной из важнейших стадий подготовки и эксплуатации металлических материалов является очистка поверхности. Для этих целей могут использоваться различные химические реагенты (кислоты, щелочи, комплексообразователи) и физические методы (механическая очистка, лазерная очистка). В последние десятилетия для очистки поверхности используют гели различного состава. Гель позволяет проводить очистку в щадящем режиме, останавливать процесс в любой время, предотвращать необратимые процессы коррозии на поверхности.

В настоящей работе мы предлагаем использовать гели на основе хитозана для этих целей. [1–2].

**Получение гелей на основе хитозана.** В нашей работе использовали – для получения геля из хитозана (ХТ) составы, приведенные в таблице 1.

Таблица 1

*Составы гелей на основе хитозана*

Обозначение образца	Растворитель (20 мл)	Лимонная кислота, г	Глицерин, мл	Хитозан, г
ХТ-Гл- NaCl	0.9% NaCl	-	2	0,4
ХТ-Гл-Рингер	Раствор Рингера	-	2	0,4
ХТ-Гл	H <sub>2</sub> O	-	2	0,4
ХТ-Гл-НСit	H <sub>2</sub> O	0.5	2	0,4

В качестве растворителей использовали воду, раствор Рингера и хлорид натрия. Глицерин используют как пластицирующий агент; лимонную кислоту – как сшивающий агент, обеспечивающий межмолекулярные взаимодействия внутри матрицы.

Схема синтеза гелей представлена на рис.1.

С помощью вышеуказанных операций были получены прозрачные пленки с хорошей адгезией.

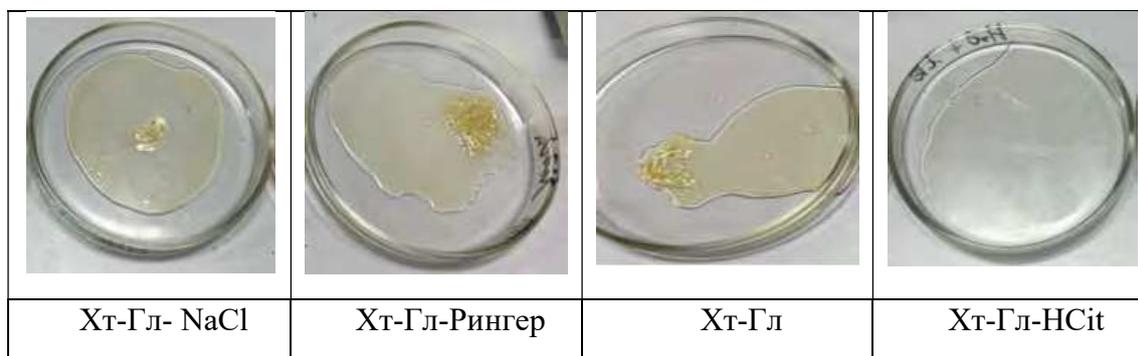




Рис. 1. Приготовление пленок гелей на основе хитозан

Из приготовленных пленок самой сильной адгезией к стеклу обладает состав Хт-Гл-НСit, она легко прилипает к поверхности и трудно удаляется, поэтому ее сложно будет использовать для последующих экспериментов с металлами.

### ИК-спектры гелей на основе хитозана

ИК-спектроскопические исследования полимерных гелей проводили с целью установления структурных изменений в полимерной матрице. ИК-спектры регистрировали на спектрофотометре «СФ56» с последующей обработкой данных в программе Performance Guard.

Основные изменения, которые наблюдаются в ИК-спектре геля при использовании различных растворителей и добавок следующие:

- при добавлении НСit появляется дополнительная полоса валентных колебаний при  $2877$  и  $2360 \text{ см}^{-1}$ ; изменение соотношения интенсивностей полос при  $1747$  и  $1643 \text{ см}^{-1}$ . Это связано с появлением полос собственных колебаний лимонной кислоты и с расходом части функциональных групп хитозана на образование комплексных соединений с кислотными группами.

- при использовании раствора Рингера и хлорида натрия вместо воды спектр не имеет значительных изменений.

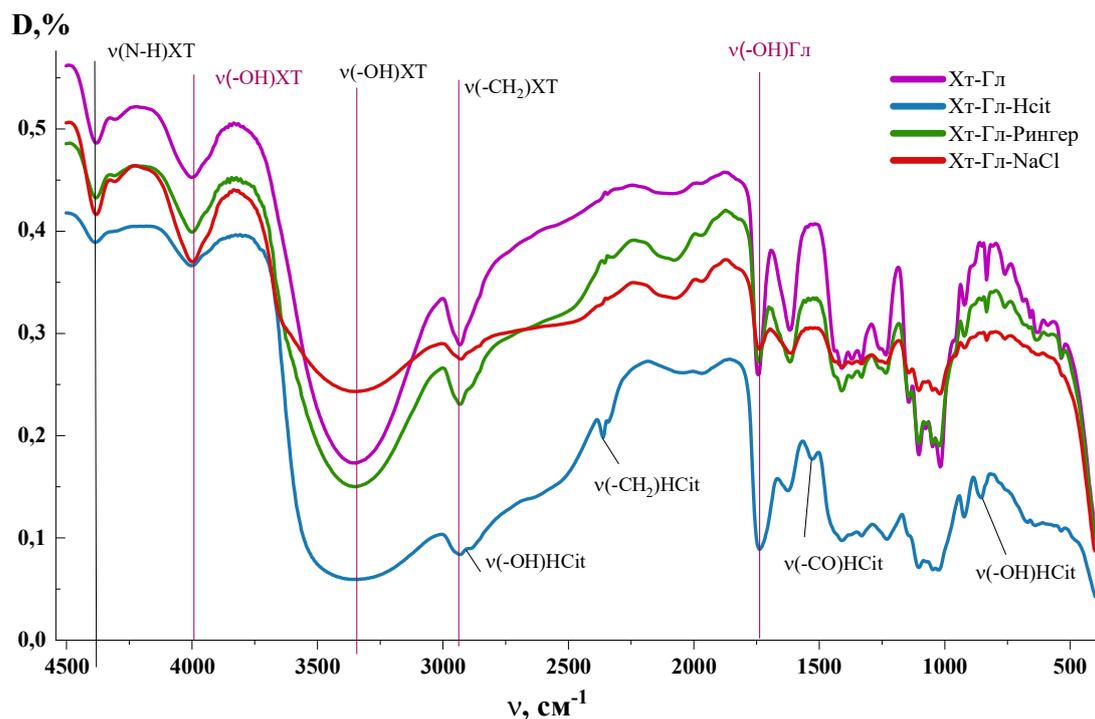


Рис. 2. ИК спектры гелей на основе хитозана

При введении дополнительных веществ спектр смещается вниз. Добавление электролита часто приводит к такому смещению. Чем ниже спектр, тем прочнее межмолекулярные водородные связи.

#### Определение краевого угла смачивания гелей на основе хитозана

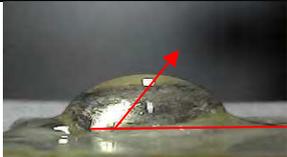
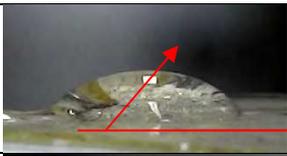
Метод «лежащей капли» основан на расчете с использованием геометрических размеров капли в зависимости от её формы. Каплю исследуемой жидкости наносят на поверхность образца, освещают с боку и зарисовывают или фотографируют форму капли. На снимке или рисунке проекции капли отмечают высоту и диаметр капли, а также отмечают точку пересечения трех фаз и проводят касательную наклона для определения краевого угла смачивания [3].

В таблице 2 приведены значения краевых углов смачивания поверхности гелей для воды и масла.

При смачиваемости геля на основе хитозана все четыре пленки являются гидрофильными, поскольку они имеют острые углы. Угол снижается при замене воды на электролиты, так как наличие электролитов позволяет набухать гелю в большей степени за счет электростатического отталкивания функциональных групп полимера. Самое меньшее значение  $\Theta$  наблюдается для состава Xт-Гл-Рингер, видимо по причине наличия большого количества солей.

Таблица 2

*Смачиваемость гелей на основе хитозана*

Состав	H <sub>2</sub> O	Θ, °	масло	Θ, °
Хт-Гл- NaCl		60		51
Хт-Гл- Рингер		34		36
Хт-Гл		47		40
Хт-Гл- HCit		49		56

Мы полагаем, что при меньших значениях угла смачиваемости адгезия полимерного геля к поверхности металла будет выше.

В результате данной работы получена гелевая композиция, которую можно использовать при очистке металлов от продуктов коррозии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gan Zhao, Junjie Yang, Yujian Wang, Honghao Zhao, Zhijie Wang, Obtaining and electromechanical properties of the gel polymeric drive of chitosan based on heat treatment //Sensors and drives. - 2018. - Т.279., - S. 481-492.
2. Lu Yaxing, Zhang Bird, Zheng Pengwu, Ma Xiaofei. Porous three-dimensional network gels of rectorite/chitosan: preparation and adsorption properties//Applied Clay Science. – 2015. – V.107., – P. 21–27.
3. Практикум по коллоидной химии: учебное пособие / под ред. М.И. Гельфмана. – Спб.: Из-во «Лань», 2005. – 256 с.

Лю Я (Китай),

Годымчук Анна Юрьевна (Россия)

Томский политехнический университет, г.Томск

Научный руководитель: Годымчук Анна Юрьевна,  
канд. техн. наук, доцент

## ПОВЕДЕНИЕ НАНОЧАСТИЦ ЦИНКА В ВОДНЫХ СУСПЕНЗИЯХ: ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

### Введение

Суспензии наночастиц цинка (Zn) перспективны для медицины [1], экологии [2] и растениеводства [3]. Но благодаря высокой физико-химической активности при определенных условиях наночастицы Zn могут быть токсичны для гидробионтов [4], растений [5] и микроорганизмов [6]. Поэтому изучение коллоидных свойств наночастиц в окружающей среде является ключевой задачей нанотоксикологии [7].

Агрегация наночастиц в гидросфере зависит как от размера [8], формы и концентрации наночастиц [9], так и от pH, органики [10] и солевого состава среды [11]. Не смотря на высокую актуальность исследований, подавляющее большинство исследований проводится на наночастицах оксида цинка (ZnO), а данных о поведении наночастиц Zn в воде практически нет.

Целью работы являлось показать влияние солей на осаждение наночастиц Zn в водной среде.

### Экспериментальная часть

В работе исследовали наночастицы Zn (ООО «Передовые порошковые технологии», г.Томск, Россия) со средним размером частиц 60 нм и содержанием Zn не менее 95 мас.%.

Растворы электролитов готовили следующим образом. Сначала титровали воду (pH=6,5±0,2, дистиллятор АЭ-25 МО, ОАО ТЗМОИ, Тюмень) до pH=7 с помощью 0,1 М растворов NaOH и HNO<sub>3</sub> при непрерывном перемешивании на магнитной мешалке BioSan MS-3000 (Heidolph, Россия, 200 об/мин, элемент 5x10 мм). Значения pH регистрировали с помощью рН-метра ST3100-F (Ohaus, США, ±0,01 pH, Ag/AgCl электрод). Затем в воду с заданным значением pH добавляли навески NaCl и CaCl<sub>2</sub> (весы ALC-110d4, ACCULAB, Россия, ±0,0001 г) таким образом, чтобы ионная сила в растворе составила 0,5...5...50...500 мМ.

Далее 50 мл приготовленного раствора электролита добавляли к навеске наночастиц (0,05 г). Суспензию обрабатывали в ультразвуковой ванне ODA-LQ40 (ОДА Сервис, Россия, 4 л, мощность 120 Вт) в течение 15 мин. Затем контейнер вручную встряхивали в течение 5 секунд, и из

него наполняли стеклянную кювету спектрофотометра для изучения процесса осаждения.

В неподвижно закрепленной кювете с суспензией измеряли коэффициент светопропускания ( $T$ , %) при длине волны 560 нм на спектрофотометре PD-303 (Arel, Япония) в течение 60 минут. В качестве эталона использовали дистиллированную воду ( $T=100\%$ ). Из полученного значения  $T$  рассчитывали коэффициент адсорбции ( $A$ , уд.ед.).

Отношение адсорбции к исходному значению ( $A/A_0$ ) прямопропорционально коррелирует с изменением удельной концентрации частиц ( $C/C_0$ ), где  $C$  – концентрация (коэффициент адсорбции) в момент времени  $t$ , мин;  $C_0$  – концентрация (коэффициент адсорбции) при  $t=0$  мин.

Кинетику седиментации оценивали с помощью полуэмпирической модели скорости осаждения первого порядка, используемой для описания, зависящего от времени удаления наночастиц из водной фазы [12].

$$\frac{C}{C_0} = \left(1 - \frac{C_{res}}{C_0}\right) e^{-k_{sed}t} + \frac{C_{res}}{C_0} \quad (1)$$

где  $t$  – время седиментации, мин;  $k_{sed}$  – константа скорости седиментации,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $C_0$  – относительная начальная концентрация частиц (или адсорбция  $A = -\lg(T/100)$ ),  $C_{res}$  – относительная остаточная концентрация через бесконечное время, основанная на данных, полученных через 60 минут.

Параметр  $(1 - C_{res}/C_0)$  отражал степень осаждения частиц.

#### Результаты и обсуждение

Показано, что наночастицы Zn осаждаются независимо от концентрации солей, о чем свидетельствует уменьшение концентрации частиц в средах. Например, в 0,5 М растворе NaCl через 5...30...60 мин в кювете остается 94...72...59% частиц, соответственно (рис. 1а). Аналогичная тенденция к осаждению частиц характерна для растворов CaCl<sub>2</sub> (рис. 1б). При этом, концентрация соли не влияет на профиль кривой седиментации.

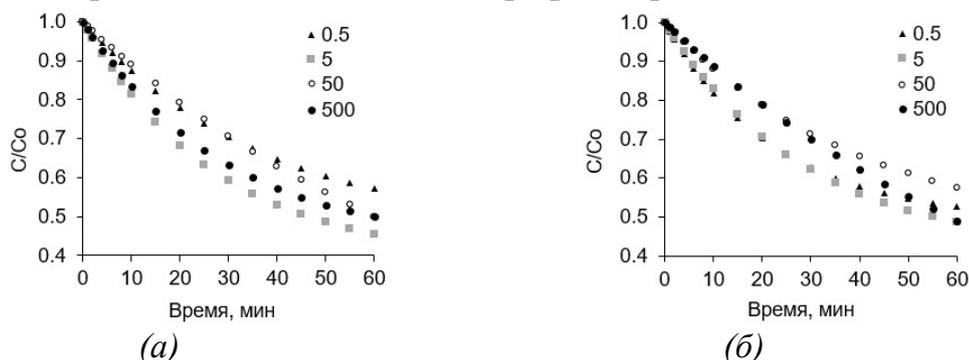


Рис. 1. Изменение концентрации частиц ( $C/C_0$ , уд. ед) в растворах NaCl (а) и CaCl<sub>2</sub> (б) с разной ионной силой (мМ). Двухкратный эксперимент.

Уравнение седиментации первого порядка хорошо описывает процесс осаждения исследуемых частиц. Независимо от типа соли, максимальное значение коэффициента корреляции рассчитано в растворах с  $I=5$  мМ:  $R^2 \geq 0,9524$  ( $p < 0,05$ ) (табл.1).

Таблица 1

*Коэффициент корреляции  $R^2$  для седиментационных кривых*

Соль	Ионная сила, мМ			
	0,5	5	50	500
NaCl	0,9851	0,9949	0,9910	0,9887
CaCl <sub>2</sub>	0,9524	0,9955	0,9897	0,9882

Далее установлено, что скорость осаждения наночастиц в среде  $\text{Na}^+$  неоднозначно зависит от ионной силы, в то время как скорость осаждения наночастиц в растворе  $\text{Ca}^{2+}$  уменьшается с увеличением ионной силы (рис.3). Это не согласуется с другими исследованиями [13], согласно которым для наночастиц  $\text{Al}_2\text{O}_3$  с размером 80 нм с увеличением солености от 0,2 до 31.5 мг/л скорость седиментации частиц возрастает от 0,006 до 0,019  $\text{мин}^{-1}$ . Вполне вероятно, что для растворимых частиц Zn возможно образование малорастворимого гидроксида Zn, который препятствует осаждению агрегатов.

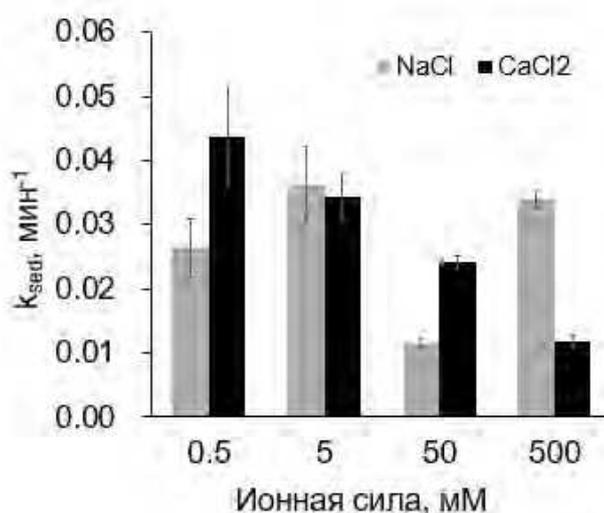


Рис. 2. Влияние ионной силы в растворах солей NaCl и CaCl<sub>2</sub> на скорость осаждения  $k_{sed}$ ,  $\text{мин}^{-1}$ . Двухкратный эксперимент.

Можно сделать вывод, что при  $I \leq 50$  мМ преимущественно скорость осаждения в  $\text{Ca}^{2+}$  растворе выше, чем в растворе  $\text{Na}^+$ , что согласуется с выводом для наночастиц CuO (80 нм) [12].

Закключение

Таким образом, с помощью электровзрывных наночастиц цинка со средним размером 60 нм было показано, что седиментация частиц хорошо описывается уравнением седиментации первого порядка ( $R^2 \geq 0,9524$ ). Установлено, что с увеличением ионной силы в растворах  $\text{Ca}^{2+}$  скорость седиментации уменьшается. Также при ионной силе 0,5...50 мМ в растворе  $\text{Na}^+$  седиментация протекает менее активно, чем в среде  $\text{Ca}^{2+}$ .

*Результаты получены с применением оборудования ЦКП НОИЦ НМНТ ТПУ, поддержанного проектом Минобрнауки России № 075-15-2021-710.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hameed S., Iqbal J., Ali M., Khalil A.T., Abbasi B.A., Numan M., Shinwari Z.K. Green synthesis of zinc nanoparticles through plant extracts: establishing a novel era in cancer theranostics // *Materials Research Express*. – 2019. – Vol.6 (10) – P. 102005.
2. Mahmood R. M. Effect of zinc nanoparticles on water pollution treatment // *British Journal of Global Ecology and Sustainable Development*. – 2022. – Vol.11 – P. 134-149.
3. Ahmed R., Uddin M. K., Quddus M.A., Samad M. Y.A., Hossain M. M., Haque A.N.A. Impact of foliar application of zinc and zinc oxide nanoparticles on growth, yield, nutrient uptake and quality of tomato. – 2023. – Vol.9 (2) – P. 162.
4. Asghar M. S., Qureshi N. A., Jabeen F., Kha M. S., Shakeel M., Noureen A. Toxicity of zinc nanoparticles in fish: a critical review // *Journal of biodiversity and environmental sciences*. – 2015. – Vol.7 (1) – P. 431-439.
5. Raigond P., Raigond B., Kaundal B., Singh B., Joshi A., Dutt S. Effect of zinc nanoparticles on antioxidative system of potato plants // *Journal of Environmental Biology*. – 2017. – Vol.38 (3) – P.435
6. Singaravelan R., Alwar S.B.S. Zinc nanoparticles: an investigation of deleterious effect on micro-organisms // *Global Journal of Nanomedicine*. – 2017. – Vol.1 (4) – P.555-569.
7. Lead J. R., Wilkinson K. J. Aquatic colloids and nanoparticles: current knowledge and future trends // *Environmental Chemistry*. – 2006. – Vol.3 (3). – P.159-171.
8. Sun H., Jiao R., An G., Xu H., Wang D. Influence of particle size on the aggregation behavior of nanoparticles: Role of structural hydration layer // *Journal of Environmental Sciences*. – 2021. – Vol. 103. – P.33- 42.

9. Kelly K.L., Coronado E., Zhao L.L., Schatz G.C. The optical properties of metal nanoparticles: the influence of size, shape, and dielectric environment // *The Journal of Physical Chemistry B*. – 2006. Vol.107 (3). – P. 668-677.
10. Wang P. Aggregation of TiO<sub>2</sub> nanoparticles in aqueous media: effects of pH, ferric ion and humic acid // *International Journal of Environmental Sciences and Natural Resource*. – 2017. – Vol.1 (5). – P. 157-162.
11. Barreto A., Luís L.G., Girão A.V., Trindade T., Soares A.M., Oliveira M. Behavior of colloidal gold nanoparticles in different ionic strength media // *Journal of Nanoparticle Research*. – 2015. – Vol.17. – P.1-13.
12. Qiu Y., Mu Z., Wang N., Wang X., Xu M., Li H. The aggregation and sedimentation of two different sized copper oxide nanoparticles in soil solutions: Dependence on pH and dissolved organic matter // *Science of the Total Environment*. – 2020. – Vol. 731. – P. 139215.
13. Zheng X., Li Y., Chen D., Zheng A., Que Q. Study on analysis and sedimentation of alumina nanoparticles // *International Journal of Environmental Research and Public Health*. – 2019. – Vol. 16. – P. 510- 521.

Лян Ичэн (Китай),

Кузьменко Егор Дмитриевич (Россия)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Матренин Сергей Вениаминович,  
канд. техн. наук., доцент

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОКЕРАМИКИ НА ОСНОВЕ НИТРИДА ЦИРКОНИЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОДЕРЖАНИЯ НИКЕЛЯ**

Металлокерамическим материалам уделяется большое внимание, поскольку они обеспечивают оптимальные тепловые и механические свойства без дискретной границы раздела между двумя фазами. Благодаря контролю химического состава и пористости в настоящей работе были исследованы физико-механические свойства металлокерамики на основе нитрида циркония и никеля. Было исследовано влияние содержания никеля на данные свойства материала.

Металлокерамические материалы обеспечивают решение многих сложных задач, где требуется соединение двух или более материалов с различными свойствами. Они обеспечивают постепенный переход

свойств различных материалов, при котором несоответствие свойств, таких как механические и термические свойства, сводится к минимуму [1].

В работе применялся метод порошковой металлургии из-за его широкого диапазона контроля состава, а также способности к формообразованию образцов.

Следует отметить, что в системе керамика–металл способность компонента к спеканию является важным вопросом. В основном это связано с разницей в температуре спекания большинства металлов и керамики. Кроме того, спекание при более низкой температуре более экономично. В результате для спекания образцов обычно применяется температура незначительно ниже температуры плавления применяемого металла. Принцип спекания заключается в том, чтобы способствовать уплотнению образцов за счет введения жидкофазного спекания [2].

В ходе работы были подготовлены порошковые смеси следующих составов 85 масс. % ZrN – 15 масс. % Ni, 80 масс. % ZrN – 20 масс. % Ni, 70 масс. % ZrN – 30 масс. % Ni, 60 масс. % ZrN – 40 масс. % Ni. Смешивание производилось мокрым способом в бензине.

Подготовленные смеси прессовались на разрывной машине Р-20 при давлении 500 МПа. Полученные образцы спекались в вакуумной печи при температуре 1450°C. При этом образцы с содержанием никеля до 10 масс. % включительно при заданных параметрах спечены не были.

Для полученных образцов были определены их кажущиеся плотности, рисунок 1.

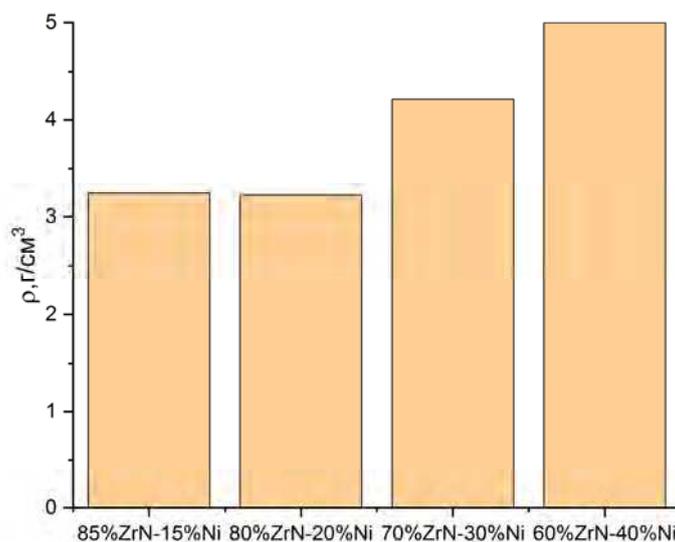


Рис. 1. Кажущаяся плотность образцов, г/см<sup>3</sup>

По правилу аддитивности были установлены истинные плотности образцов, рисунок 2.

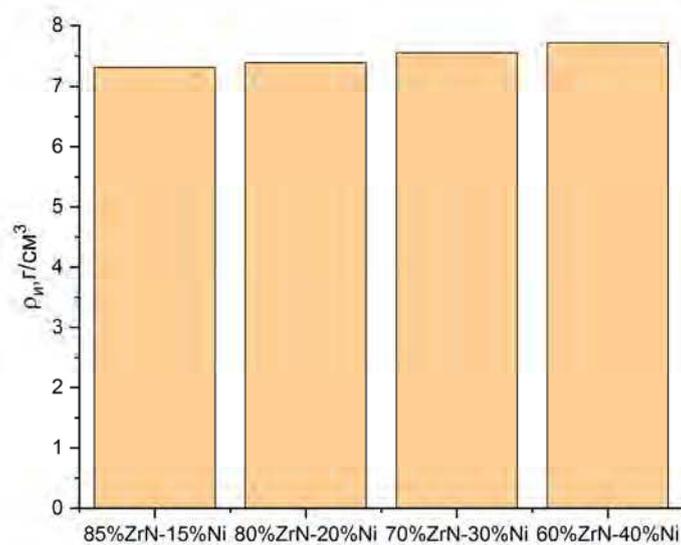


Рис. 2. Истинная плотность образцов, г/см<sup>3</sup>

На основании установленных плотностей была определена абсолютная пористость исследуемых металлокерамик, рисунок 3.

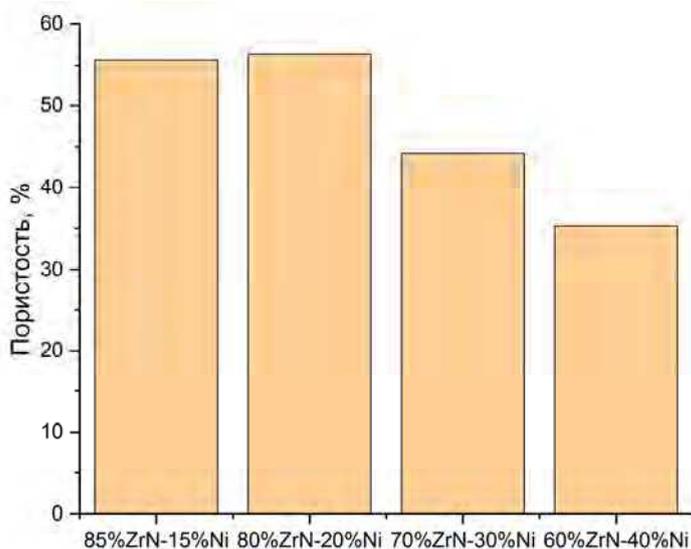


Рис. 3. Пористость образцов, %

При помощи твердомера Novotest были определены твердости исследуемых образцов, рисунок 4.

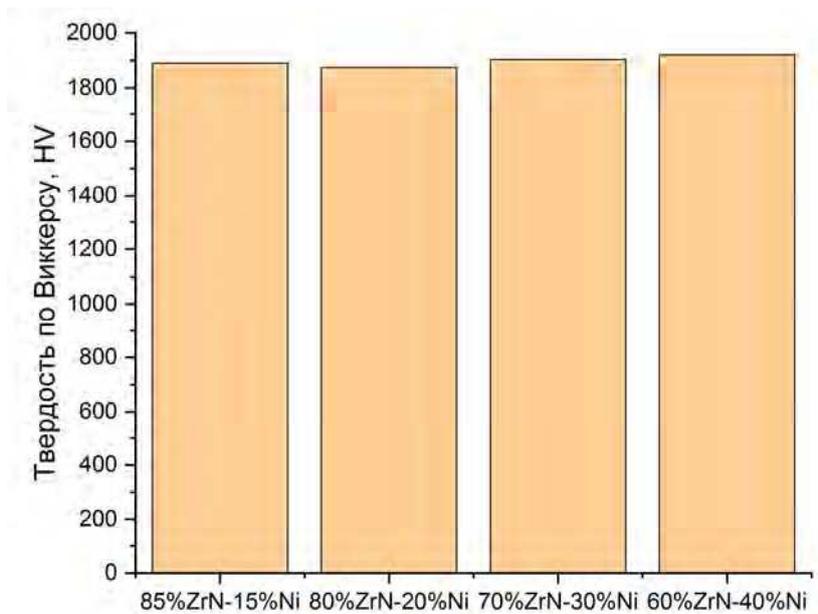


Рис. 4. Твердость образцов по Виккерсу, HV

Для полученных образцов наблюдались следующие зависимости. С увеличением содержания никеля в составе наблюдалось увеличение плотности образцов. Это связано с тем, что плотность никеля больше плотности нитрида циркония и составляет  $8,902 \text{ г/см}^3$ . Также с увеличением содержания никеля было отмечено снижение показателя пористости. При этом пористость образцов была значительна. Помимо этого, при увеличении содержания никеля в составе незначительно увеличивалась твердость образцов, до значения 1919 HV.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ma J., Tan G. E. B. Processing and characterization of metal–ceramics functionally gradient materials // Journal of Materials Processing Technology. – 2001. – Т. 113. – № 1-3. – P. 446-449.
2. Yamamoto M. Metal-ceramics // Chicago: Quintessence. – 1985. – P. 268-02.

Маида Хазмин Гонсалес Франко (Парагвай)

Российский государственный аграрный университет –  
МСХА им. К. А. Тимирязева, г. Москва

## МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКОЕ И ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ РОДА *ILEX*

В настоящее время изучение филогенетических отношений внутри видов растений может привести к пониманию эволюции и взаимосвязи между растениями, которые распространены по всей земле. *Ilex*, относящийся к семейству *Aquifoliaceae*, является крупнейшим древесным двудомным родом покрытосеменных растений, насчитывающим более 400 видов. Падубы (*Ilex*) распространены в тропических, субтропических и умеренных регионах обоих полушарий. Они достигли наибольшего видового разнообразия в странах Южной и Севера Америки, Юго-Восточной и Восточной Азии, Европы и Полинезии и были найдены дикие виды в России. Падуб уже много столетий служит объектом разведения и селекция в целях озеленения и декоративного садоводства. Получено несколько сот гибридов и садовых форм, отличающихся по форме кроны, размерам и окраске листьев и плодов. Листья более 60 видов *Ilex* используются для приготовления напитков. Наиболее широко известен чай (“*terere*”), приготовленный из *I. paraguariensis*, “Йерба Мате” или Парагвайский Чай. Важно сказать, что для видов этого рода характерно высокая фенотипическая изменчивость, которая делает их интересным объектом для изучения.

Рибосомная ДНК (рДНК) – это последовательность ДНК, которая кодирует рибосомную РНК. Обнаружено, что последовательности генов рДНК и ее нетранскрибируемые последовательности имеют полиморфизмы у эукариотических видов. Геномные локусы, представляющие 5S рДНК (ген 5S рРНК плюс IGS (Intergenic spacer) ) и 45S рДНК (гены, кодирующие 18S, 5,8S и 25S рРНК и спейсерные области), в основном расположены в виде тандемных повторов. Последовательности рибосомальной ДНК (рДНК) – 45S и 5S – относятся к классу консервативных умеренных повторов. Из-за высокой репрезентативности копий в геноме и особого расположения консервативных кодирующих областей, связанных с переменными IGS, рДНК стала привлекательным объектом для исследований молекулярной эволюции повторяющихся последовательностей и филогенетических исследований в разных таксономических группах.

В результате исследования при сравнении нуклеотидных последовательностей нетранскрибируемых спейсеров (NTS) увидели вариацию последовательностей (NTS) 5s рДНК некоторых видов падуб, показало даже незначительные различия внутри видов падуба. Используя метод флюоресцентной гибридизации (FISH) для обнаружены сигналы в хромосомах, мы смогли увидеть, что сигналы 45s рДНК обнаруживаются в 2 парах хромосом, а сигнал 5s рДНК в 1 паре хромосом у разных видов.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. J.W. Kadereit and V. Bittrich (eds.), Flowering Plants. Eudicots, The Families and Genera of Vascular Plants 14, DOI 10.1007/978-3-319-28534-4\_3, # Springer International Publishing Switzerland 2016
2. Research progress in the phytochemistry and biology of Ilex pharmaceutical resources. Dacheng HaoXiaojie GuPeigen XiaoZhanguo LiangLijia XuYong Peng.
3. Capuzzo & M. E. Maffei (2016) Molecular fingerprinting of peppermint (*Mentha piperita*) and some *Mentha* hybrids by sequencing and RFLP analysis of the 5S rRNA Non-Transcribed Spacer (NTS) region, *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 150:2, 236-243, DOI: 10.1080/11263504.2014.969355
4. Divashuk, Mikhail G.; Alexandrov, Oleg S.; Razumova, Olga V.; Kirov, Ilya V.; Karlov, Gennady I.; Marais, Gabriel A. B. (2014). Molecular Cytogenetic Characterization of the Dioecious *Cannabis sativa* with an XY Chromosome Sex Determination System. *PLoS ONE*, 9(1), e85118–. doi: 10.1371/journal.pone.0085118

Маматова Алина (Кыргызстан)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Леонова Лилия Александровна,  
канд. техн. наук, доцент

#### ГАЛФЕНОЛ: ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ В БИОМЕДИЦИНЕ

Железо-галлиевый сплав (галфенол) впервые был получен в 1999 году в военно-морском центре наземных боеприпасов США (Naval Surface Warfare Center (NSWC)) [1]. Мотивацией для его создания был интерес к уже существующим магнотрикциионным материалам –

никель и сплав Terfenol-D. Была выдвинута гипотеза о возможности существования материала, сочетающего механическую прочность никеля и гигантскую магнитострикцию Terfenol-D.

### **Свойства галфенола**

Галфенол продемонстрировал уникальную комбинацию механических и магнитострикционных свойств, которые отсутствуют у традиционных «умных» материалов. Этот сплав способен менять форму под воздействием внешнего магнитного поля, при этом обладает низкой хрупкостью, высокой механической прочностью и превосходной обрабатываемостью, обладает высокой прочностью на разрыв (500 МПа), хорошими тепломеханическими свойствами [2,3]. Было проведено множество исследований, которые показали, что сплавы Fe-Ga с атомными долями Ga 19,5 % и 20 % демонстрируют наилучшие магнитострикционные свойства. При данном соотношении магнитострикционная деформация в достаточно малых магнитных полях может достичь пикового значения около 400 ppm [4-6], что намного больше, чем у большинства других магнитострикционных материалов, таких как сплавы Fe, Co или Ni, магнитострикция которых достигает максимум 130 ppm. Кроме того, галфенол демонстрирует высокие значения магнитострикции под действием низкочастотных магнитных полей. Магнитострикция Terfenol-D достигает 2000 ppm и выше, однако, этот материал уступает железо-галлиевым сплавам в механических свойствах.

### **Области применения галфенола**

Благодаря своим характеристикам галфенол имеет большой потенциал для различных применений в датчиках, исполнительных механизмах, поглотителях энергии механических вибраций [7]. Также в последние годы активно ведутся исследования по его применению в области медицины. Количество работ, посвященных возможности применения магнитных частиц в медицинских целях неуклонно возрастает с каждым годом. Магнитные частицы – магнетики, а значит, ими можно управлять приложенным внешним магнитным полем. Это свойство позволяет использовать такие частицы для транспортировки и доставки лекарственных средств в любую точку организма. Также большим преимуществом магнетиков является возможность применения неинвазивных методов обследования и лечения, дальное действие, неразрушающий контроль.

### **Исследования в области биосовместимости галфенола с живыми клетками**

Варгас-Эстив и др. исследовали влияние частиц галфенола на жизнеспособность клеток, используя макрофаги, остеобласты и клетки остеосаркомы [8]. Результаты показали, что пленки Fe-Ga не оказывали никакого влияния на жизнеспособность трех видов клеток, а также не было обнаружено существенных различий в активности клеток после попадания частиц Fe-Ga в макрофаги. Холмс и др. описали применение трех магнитострикционных материалов, включая сплавы  $Fe_{88}Ga_{12}$ ,  $Fe_{71}Ga_{29}$  и  $Fe_{40}Ni_{38}Mo_4V_{18}$ , в качестве биоразлагаемых имплантатов [9]. Результаты цитотоксичности показали, что сплав  $Fe_{40}Ni_{38}Mo_4V_{18}$  не был биосовместимым, в то время как  $Fe_{88}Ga_{12}$ ,  $Fe_{71}Ga_{29}$  не оказали никакого негативного влияния на жизнеспособность клеток фибробластов.

### **Дистанционное управление клетками**

В последние годы магнитострикционные материалы вызвали большой интерес в качестве устройств для дистанционного управления клетками в биомедицинских областях. Было исследовано взаимодействие между управляемыми внешним магнитным полем частицами сплава Fe-Ga и клетками [8]. Частицы сплава культивировались с макрофагами, а затем попадали в клетки. После приложения статического магнитного поля, цепочки частиц образовывались на клеточной мембране и внутри клетки. Этими цепочками можно было управлять дистанционно с помощью магнитного поля, не влияя на морфологию клеток.

### **Датчики магнитного поля**

Магнитострикционные материалы могут быть использованы для производства специальных датчиков для измерения биологического магнитного поля. Это является эффективным неинвазивным методом клинического обследования, например, использование магнитоэнцефалографии (МЭГ) и магнитокардиографии (МКГ) для изучения функций головного мозга.

Исследования в области биомедицинского применения магнитострикционных материалов продолжаются, однако полученные результаты указывают на большой потенциал данных материалов для медицинских приложений.

## Методы получения галфенола

Таблица 1

*Магнитоотрицательные сплавы на основе Fe-Ga [10-12]*

Классификация	Состав	Магнитоотрицательность, ppm	Способ получения
Fe-Ga сплавы	$Fe_{81,6}Ga_{18,4}$	~90	Магнетронное распыление
	$Fe_{80,5}Ga_{19,5}$	~300	Направленная кристаллизация
	$Fe_{80}Ga_{20}$	~300	Направленная кристаллизация
	$Fe_{81}Ga_{19}$	~116	Метод прокатки
	$Fe_{83}Ga_{17}$	~140	Электроосаждение
Fe-Ga-X сплавы	$Fe_{85}Ga_{10,2}Mo_{4,8}$	~117	Направленная кристаллизация
	$Fe_{80}Ga_{14}Al_6$	~205	-
	$(Fe_{0,83}Ga_{0,17})_{99,75}Dy_{0,25}$	~620	-

### Метод магнетронного распыления

Магнетронное распыление тонких пленок основывается на нанесении тонких пленок на подложку с помощью катодного распыления мишени в плазме магнетронного разряда. Основным преимуществом данного метода является возможность управления свойствами растущей пленки посредством выбора рабочих параметров (давление, мощность и т.д.).

### Метод направленной кристаллизации

Этот метод довольно часто используется для получения магнитоотрицательных материалов. Он может быть использован для приготовления поликристаллических магнитоотрицательных материалов с большим размером, равномерной поверхностью, однородным составом и свойствами. Метод заключается в следующем: в контейнер в виде лодочки помещается исходный материал – шихта в виде порошка, кристаллического боя или керамических таблеток. Перемещая контейнер через зону нагрева, шихту расплавляют и закристаллизовывают.

### Предлагаемый метод получения галфенола

Все перечисленные выше методы позволяют получить галфенол в виде тонких пленок, нано-проволок, стержней, слитков. Наше исследование заключается в получении галфенола в виде нано-частиц гидротермальным способом. Преимуществами данного метода является одностадийность, высокая степень смешения реагентов, относительно мягкие

условия синтеза, возможность контроля морфологии, размера частиц. Магнитные наночастицы могут применяться для адресной доставки лекарств – при использовании градиентного магнитного поля, фокусирующего и притягивающего магнитные частицы к нужной точке в организме человека. Данное направление перспективно продолжает развиваться. Магнитные наночастицы могут помочь в решении проблемы доставки цитостатиков при лечении рака. Еще одним способом лечения рака является гипертермия, где также используются магнитные частицы. Поэтому, помимо получения нано-частиц галфенола, целью нашей работы также является подбор оптимальных режимов процесса; определение параметров магнитного поля, при которых воздействие на полученные магнитные частицы достигает максимально возможных значений; исследование влияния полученных частиц на живые клетки.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Clark A., Wun-Fogle M., Restorff J. Magnetic and magnetostrictive properties of galfenol alloys under large compressive stresses // Symp. on Smart Materials – 2002. – Vol. 43. P. 881-886.
2. Jahjah W., Manach R., Le Grand Y., Fessant A. Thickness dependence of magnetization reversal and magnetostriction in Fe<sub>81</sub> Ga<sub>19</sub> thin films // Phys. Rev. Appl. – 2019. – Vol. 20. – P. 24-27.
3. Jayasimha A., Flatau A. A review of magnetostrictive iron–gallium alloys // Smart Mater. Struct. – 2011. – Vol. 20. – P. 43-49.
4. Cullen J.R., Clark A.E., Wun-Fogle M., J.B. Magnetoelasticity of Fe–Ga and Fe–Al alloys // Magnetic Materials. – 2001. – Vol. 226. – P. 948–949.
5. Atulasimha J., Alison B., Cullen J. Analysis of the effect of gallium content on the magnetomechanical behavior of single-crystal Fe-Ga alloys using an energy-based model // Smart Mater. Struct. – 2008. – Vol. 17. – P. 344-386.
6. Clark A.E., Wun-Fogle W., Restorff J.B. Kevin W. Temperature dependence of the magnetic anisotropy and magnetostriction of Fe<sub>100-x</sub>Ga<sub>x</sub> (x= 8.6, 16.6, 28.5) // J. Appl. Phys. – 2005. – Vol. 97. – P. 228- 234.
7. Ueno T., Summers E., Wun-Fogle M. // Sensors Actuators. – 2008. – Vol. 148. – P. 280-284.
8. Vargas-Estevez C., Blanquer C. Study of Galfenol direct cytotoxicity and remote microactuation in cells // Biomaterials – 2017. – Vol.119. – P. 67–74.

9. Holmes H.R., DeRouin A., Wright S. Biodegradation and biocompatibility of mechanically active magnetoelastic materials // *Smart Mater. Struct.* – 2014. – Vol. 23. – P. 256-261.
10. Xing Q., Du Y., McQueeney R.J. Structural investigations of Fe–Ga alloys: phase relations and magnetostrictive behavior // *Acta Mater.* – 2008. – Vol. 56. – P. 4536–4546.
11. Quan Fu, Yuhui Sha, Fang Zhang, Lei Fan. Strong texture development and magnetostriction in recrystallized Fe<sub>81</sub>Ga<sub>19</sub> thin sheet // *Environmental and Biological Engineering* – 2015. – P. 1055–1059.
12. Zhao X., Mellors N., Lord D.G. Magnetomechanical performance of directionally solidified Fe–Ga alloys // *J. Appl. Phys.*

Мусса Авалдугубах (Чад),  
Губарев Федор Александрович (Россия)  
Томский политехнический университет, г. Томск  
Научный руководитель Губарев Федор Александрович,  
д-р тех. наук, ведущий научный сотрудник

## **ОПТОВОЛОКОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ БИОЛОГИЧЕСКИХ ТКАНЕЙ**

### **Ведение**

Оптическая визуализация быстро развивается в течение последних трех десятилетий и является одним из основных способов диагностики в ряде областей биологии и медицины. Трендом современной медицины являются портативные приборы и приборы для персонального использования. Особенно актуальна разработка приборов для проведения экспресс-диагностики травм вне лечебного или диагностического учреждения, в том числе в отдалённых районах или полевых условиях. Наиболее опасными повреждениями организма в результате аварий, несчастных случаев или в результате боевых действий являются повреждения головного мозга, а также внутренние кровотечения. В настоящее время обследование головного мозга для обнаружения повреждений или заболеваний проводится на аппаратах МРТ или КТ, однако данное оборудование является технически сложным, стационарным и имеется не во всех травматологических пунктах. Кроме того, методы на основе ионизирующих излучений небезопасны для пациентов, особенно для детей младшего возраста, беременных женщин и онкологических больных.

Диффузная оптическая томография (англ. Diffuse Optical Tomography, DOT) является современным и развивающимся методом диагностики и представляет существенный интерес благодаря неинвазивности и минимальному воздействию на организм [1]. Метод имеет преимущества перед другими методами диагностики, так как оптическая диагностика безопасна и позволяет проводить многократно исследования через малые промежутки времени. Малое время подготовки к исследованию, относительно несложная реализация и возможность создания портативного прибора дают основания полагать, что оптический томограф биологических тканей может быть реализован в виде портативного прибора, удобного в применении вне лечебного учреждения.

Цель данной работа является создание макета оптоволоконной системы на основе двух лазерных диодов и двух фотоприемников для обнаружения скрытых повреждений головного мозга.

### 1 Схема эксперимента

На рисунке 1 представлена структурная схема экспериментальной установки.

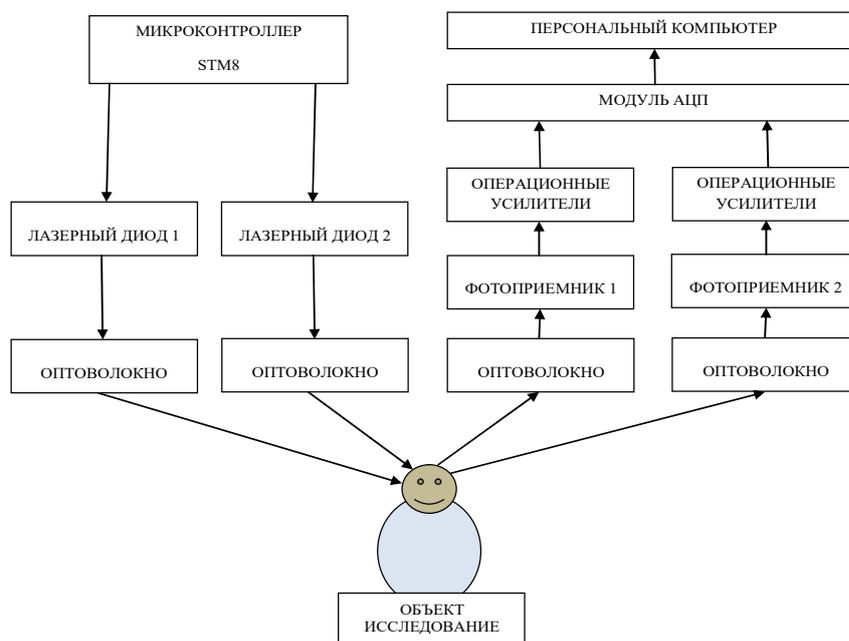
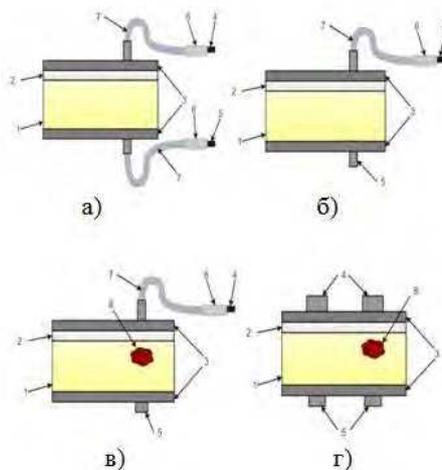


Рис. 1. Структурная схема опыта

Схема включает в себя микроконтроллер, который обеспечивает импульсный режим работы лазерных диодов и попеременное их включение. Используются лазерные диоды средней мощностью 100 мВт и длиной

волны 650 нм. Излучение лазерных диодов с помощью соединителей заводится в оптоволокно, которое передает его к объекту исследования. Для исследования пройденного через объект излучения второе оптоволокно крепится с противоположной стороны объекта. Излучение, принятое оптоволокном, передается через соединитель на фотоприемник (фотодиод ФД256). Так как сигнал, проходя через объект, ослабляется, его необходимо усилить для дальнейшей оцифровки, поэтому перед модулем АЦП/ЦАП E14-440 LCard подключаются операционные усилители (LM358). Для обработки информации используется персональный компьютер, к которому подключается модуль LCard.

На рисунке 2 приведены схемы экспериментов при исследовании объекта на просвет. Объект исследования (фантом) выбирался таким образом, чтобы его оптические свойства были схожи с оптическими свойствами черепа. Подобный фантом использовался ранее в работе [2]. В данном исследовании мозговая ткань имитировалась дисперсионной жидкостью на основе масляной эмульсии (майонез), кость имитировалась фторопластом. Оптическая неоднородность формировалась путем помещения сгустка свернувшейся крови под одним из источников излучения.



*Рис. 2. Схема эксперимента на просвет: а) с двумя оптоволоконками без оптической неоднородности; б) с одним оптоволоконком без оптической неоднородности; в) с одним оптоволоконком с оптической неоднородностью; г) без оптоволокон, с использованием двух излучателей, с оптической неоднородностью. 1 – емкость с дисперсионной жидкостью, 2 – пластина фторопласта, 3 – пенополиэтилен, 4 – источник излучения, 5 – приемник излучения, 6 – оптические соединители, 7 – оптоволокна, 8 – оптическая неоднородность*

## 2 Результаты экспериментов

При подаче и приеме излучения с помощью оптоволоконна в исследовании на просвет (рисунок 2, а) регистрировался сигнал с достаточно малой интенсивностью (рисунок 3, а). При помещении оптической неоднородности, визуально наблюдалось свечение приемного оптоволоконна, но сигнал фотоприемником зарегистрировать не удавалось, что связано с недостаточной чувствительностью приемника. В перспективе, с применением более чувствительного приемника позволит регистрировать неоднородности объекта. В частности, в работе [1] для приема сигналов использовался многоканальный фотомножитель.

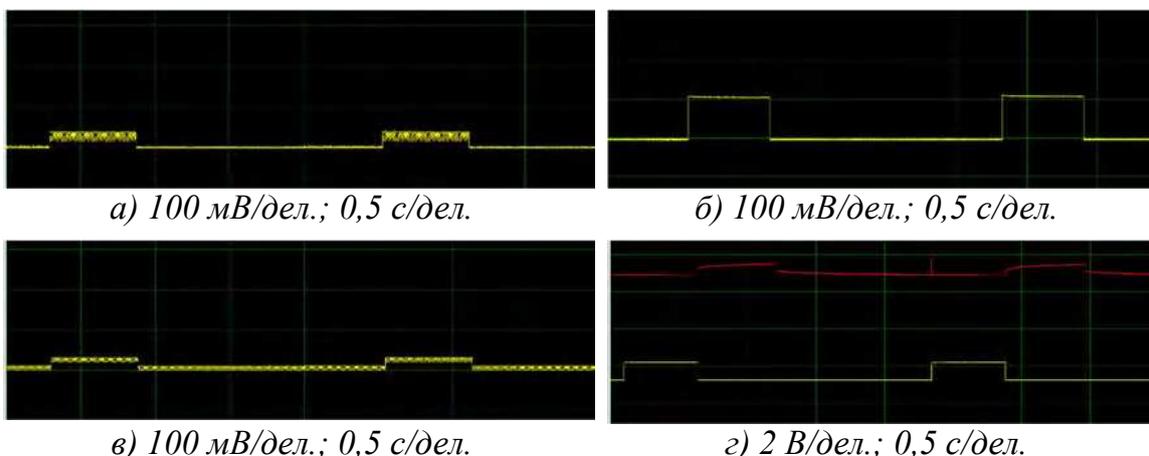


Рисунок 3 – Осциллограммы излучения, прошедшего через объект:

(а) – без оптических неоднородностей в схеме на рисунок 2(а);

(б) – без оптических неоднородностей в схеме на рисунок 2(б);

(в) – с оптической неоднородностью в схеме на рисунок 2(в);

(г) – с оптической неоднородностью в схеме на рисунок 2(г)

В следующих опытах для приема сигнала использовался фотоприемник без оптоволоконна (рисунок 2, б). При исследовании объекта с оптической неоднородностью (рисунок 2, в) видно на рисунке 8, что принятый сигнал уменьшился по сравнению с сигналом, прошедшим через объект без оптической неоднородности (рисунок 2, б), что связано с поглощением части излучения свернувшейся кровью.

При поочередном освещении исследуемого объекта двумя лазерными диодами (рисунок 2, г), получились осциллограммы, представленные на рисунке 3, г. Видно, что сигнал на первом фотоприемнике меньше, чем на втором, что соответствует наличию оптической неоднородности, на которой рассеивается лазерное излучение.

### **Заключение**

В данной работе разработан макет оптоволоконной системы для диагностики скрытых повреждений головного мозга. Данный метод не только безопасен для пациентов имеет меньшую стоимость по сравнению с традиционными методами, но также он дает возможность создания портативного прибора.

При проведении опытов с использованием оптической неоднородностью (сгусток свернувшейся крови) было обнаружено, что амплитуда сигнала уменьшается по сравнению с сигналом, снятым с участка исследуемого объекта без оптической неоднородности.

Продолжением работы станет разработка многоканальной оптической системы с совмещенным вводом/выводом излучения с целью реализации принципов оптической томографии. Кроме того, в дальнейшей работе необходимо использовать более чувствительные фотоприемники и по возможности вводить излучения с помощью специализированных «заводских» соединителей, чтобы уменьшить потери.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Gilberto V. The development and evaluation of head probes for optical imaging of the infant head: thesis ... Ph. D. / Gilberto Branco. – London, 2007. – 206 p.
2. Тимченко К. А. Разработка фантома головы для решения задачи черепно – мозговых травм оптическими методами / К. А. Тимченко, А. П. Новосельцева, А. А. Аристов // Современные техника и технологии. – 2015. – с. 299-301.
3. Василевская Е. С., Казаков В. Ю Разработка оптоволоконного датчика перемещения// Молодежь и современные информационные технологии: Труды XII Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых. – Томск, 2014. –Т. 1. –С. 204–205.
4. Захаров, В.П. Повышение информативности оптической когерентной томографии при диагностике кожных патологий [Текст] / В.П. Захаров, К. Ларин, И.А. Братченко // Вестник СГАУ, 2011. – № 2. – С. 232 – 239.

Тан Цзыюе (Китай),  
Годымчук Анна Юрьевна (Россия),  
Куровский Александр Васильевич (Россия)

Томский политехнический университет, г.Томск,  
Томский государственный университет, г.Томск,  
Научные руководители: Годымчук Анна Юрьевна, доцент,  
Куровский Александр Васильевич, доцент

## **ВЛИЯНИЕ НАНОЧАСТИЦ SiO<sub>2</sub> НА МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ**

### **Введение**

Кремний играет важную роль в растениях, а его дефицит как питательного элемента резко снижает природные защитные свойства сельскохозяйственных растений, что приводит к снижению урожайности и снижению площади листьев [1]. Из литературы известно, что наночастицы SiO<sub>2</sub> могут оказывать стимулирующее действие на рост растений. Например, замачивание семян в суспензиях наночастиц SiO<sub>2</sub> при концентрации 1,5 мг/л позволяет повысить устойчивость и урожайность практически всех сельскохозяйственных культур (картофель, зерновые культуры, овощи, фрукты) в 1,5-2 раза [2]. Наночастицы Si с концентрацией 300...1200 мг/л в воде стимулируют прорастание и образование биомассы пшеницы (Lasani-2008) в почве [3]. Поэтому кремниевые наночастицы рассматриваются в качестве альтернативного источника удобрений [4].

Однако, несмотря на имеющиеся данные, разнообразие производимых наночастиц не дает оснований переносить исследования на разные виды кремниевых наноматериалов, но обосновывает необходимость проведения дополнительных исследований. Целью данного исследования являлось показать влияние концентрации наночастиц SiO<sub>2</sub> на развитие пшеницы на стадии замачивания.

### **Экспериментальная часть**

Объектами исследования являлись наночастицы SiO<sub>2</sub>, приобретенные в ООО «Плазмотерм» (<https://plasmotherm.ru>, г.Москва, Россия). Согласно данным производителя удельная поверхность частиц составила 400 м<sup>2</sup>/г. Для условно-сферических частиц такая поверхность соответствует размеру 5 нм. В качестве тест-объекта использовали семена пшеницы сорта «Ирень» (*Triticum aestivum* L.) урожая 2019 г.

Для проведения экспериментов готовили суспензии наночастиц на основе раствора Хьюитта – питательного раствора с суммарной концен-

трацией макроэлементов (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe) 18 мг-экв/л, активно используемый для выращивания гидропонных растений. Раствор Хьюитта также использовался в качестве контроля.

Для приготовления суспензий готовили сток-суспензию с концентрацией наночастиц 1000 мг/л. Для взвешивания использовали электронные весы ALC-110d4 (Acculab, Россия, точность  $\pm 0,0001$  г). Далее методом разбавления готовили суспензии с концентрацией 3, 10, 100 и 300 мг/л. Все суспензии подвергали ультразвуковой обработке (УЗ ванна ГРАД 28-35, Grade Technology, Россия, 55 Вт, 40 кГц) в течение 15 минут.

Для замачивания семян на дно стеклянной чашки Петри (диаметр 9 см) выкладывали слой фильтровальной бумаги и на неё равномерно распределяли 25 семян (рис.1а). После этого в каждую чашку добавляли 7 мл суспензии или контроля. Далее закрытые чашки обернули целлофаном и выдерживали при  $25^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  в термостате ТС-30/120-1000 (ЭТМ ИПРО, Россия) в течение 72 ч. После этого семена стерильным пинцетом аккуратно доставали и выкладывали на черной бумаге для фотографирования (рис.1б). С помощью программы ImageJ измеряли длину проросшего корня и рассчитывали средний размер (L, см).

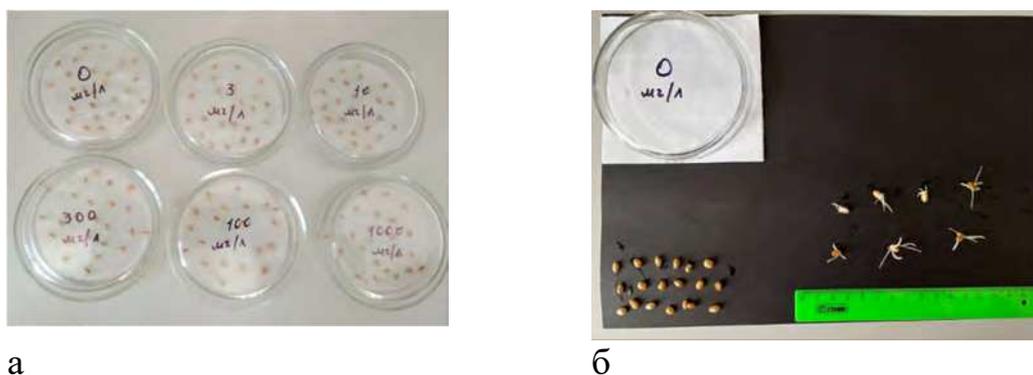


Рис. 1. Фотографии замоченных семян (а) и проростков, выложенных для морфометрии (б).

Также определяли модифицированный (рассчитываемый не по ГОСТ) показатель всхожести ( $G, \%$ ) как отношение проросших семян к числу замоченных при данной температуре и периоде проращивания.

#### Результаты и обсуждение

Согласно полученным данным добавление в среду замачивания небольшого количества наночастиц (3 мг/л) длина корня семян пшеницы увеличилась на 75% по сравнению с контрольной группой (рис.2а). Стимулирующее действие наночастиц  $\text{SiO}_2$  было показано для разных размеров частиц: частицы с размером 10-20 нм увеличивали на 36% длину

корня риса при концентрации 10 мг/л [5], частицы с размером 50 нм стимулировали на 29% длину корня пшеницы при концентрации 1 г/л [6].

Далее было обнаружено, что при увеличении концентрации наночастиц в среде до 100 мг/л стимулирующий эффект развивается: для суспензий с содержанием 3...10...100 мг/л величина  $L$  составила  $0.95 \pm 0.4$ ... $1.58 \pm 0.67$ ... $2.17 \pm 0.93$  см, соответственно. Однако, в диапазоне концентраций 100...1000 мг/л длина корня статистически значимо не меняется. Можно сделать предположение о том, что концентрационное влияние на длину корня имеет пороговый характер в выбранном интервале концентраций. Окончательный вывод можно сделать после проведения эксперимента при больших концентрациях.

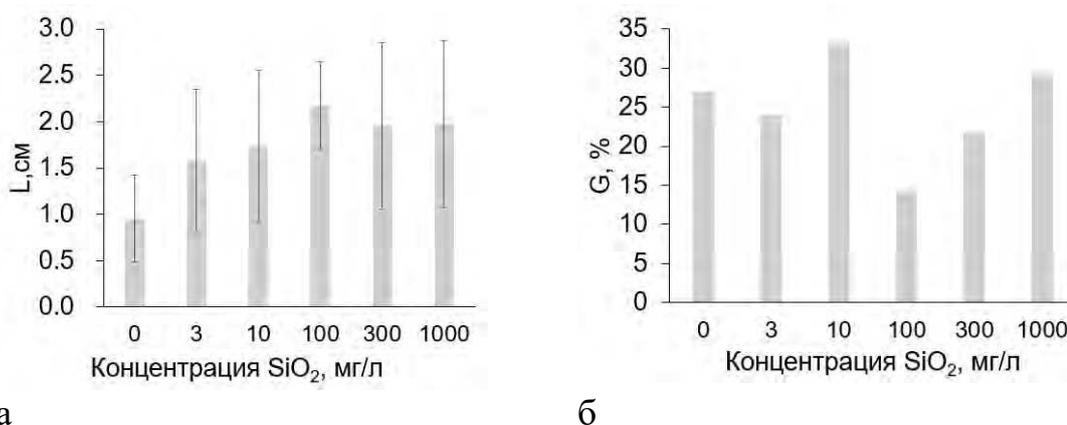


Рис. 2. Влияние концентрации на длину корня ( $L$ , см) и всхожесть ( $G$ , %) 3-суточных проростков пшеницы.

В отношении всхожести видно, что после добавления наночастиц этот параметр уменьшается на 10%. При увеличении содержания частиц в среде замачивания (за исключением точки для суспензии 10 мг/л) концентрационная зависимость имеет минимум при 100 мг/л ( $G=14\%$ ).

#### Заключение

Таким образом, на примере промышленных наночастиц SiO<sub>2</sub> со средним размером 5 нм показано стимулирующее действие на корнеобразование семян пшеницы. Показано, что добавление наночастиц SiO<sub>2</sub> в среду прорастания в содержании 3...100 мг/л способствовало росту корней семян пшеницы на 66%...128%, но уменьшению всхожести на 11...47% по сравнению с контролем.

*Результаты получены с применением оборудования ЦКП НОИЦ НМНТ ТПУ, поддержанного проектом Минобрнауки России № 075-15-2021-710*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матыченков И.В. Взаимное влияние кремниевых, фосфорных и азотных удобрений в системе почва-растение. Дисс. канд. биол. наук, МГУ имени М.В.Ломоносова. – Москва, 2014
2. Zmeeva O.N., Daibova E.B., Proskurina L.D., Petrova L.V., Kolomiets N.E., Svetlichny V.A., Lapin I.N., Karakchieva N.I. Effects of silicon dioxide nanoparticles on biological and physiological characteristics of *Medicago sativa* L. nothosubsp. *varia* (Martyn) in natural agroclimatic conditions of the subtaiga zone in Western Siberia // *Biology-Nanoscience-2017*. – Vol.7 – P.672-679.
3. Hussain A., Rizwan M., Ali Q., Ali S. Seed priming with silicon nanoparticles improved the biomass and yield while reduced the oxidative stress and cadmium concentration in wheat grains // *Environmental Science and Pollution Research*. – 2019. – Vol. 19. – P.7579-7588
4. Siddiqui M.H., Al-Whaibi M.H., Mohammad F., Al-Sahli A.A. Nano-silicon dioxide mitigates the adverse effects of salt stress on *Cucurbita pepo* L. // *Environmental Toxicology*. – 2014. – Vol. 33 – P. 2429-2437.
5. Adhikari T., Kundu S., Rao A. S. Impact of SiO<sub>2</sub> and Mo Nano Particles on Seed Germination of Rice (*Oryza Sativa* L.) // *International Journal of Agriculture and Food Science Technology*. – 2013. – Vol.4(8). – P. 809-816
6. Mushtaq A., Jamil N., Riaz M., Hornyak G. L., Ahmed N., Ahmed S. S., M. N. Shahwani, Malghani M. N. K. Synthesis of Silica Nanoparticles and their effect on priming of wheat (*Triticum aestivum* L.) under salinity stress // *Biological Forum – An International Journal*. – 2017. – Vol.9(1). – P.150-157

Хуан Фули (Китай),

Пайгин Владимир Денисович (Россия)

Томский политехнический университет, г.Томск

Научный руководитель: Хасанов Олег Леонидович,  
д-р техн. наук, профессор

## **СПЕКАЮЩИЕ ДОБАВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КЕРАМИКИ ОКСИНИТРИДА АЛЮМИНИЯ**

Оксинитрид алюминия (AlON), состоит из алюминия, кислорода и азота, является одним из основных соединений в бинарной системе

$\text{Al}_2\text{O}_3\text{-AlN}$ . Керамика из  $\text{AlON}$  характеризуется превосходными оптическими, механическими и химическими свойствами. Он является альтернативой стеклам и сапфиру.

Оксинитрид алюминия обладает высокой температурой плавления ( $2150\text{ }^\circ\text{C}$ ), отличается низкой активностью при спекании и низким коэффициентом диффузии. Например, для спекания керамики на основе  $\text{AlON}$  реакционным способом требуется использование высокой температуры ( $\geq 1950\text{ }^\circ\text{C}$ ) и продолжительной выдержки ( $\geq 12$  ч) [1]. Однако при длительной выдержке происходит чрезмерный рост зерен, образуется внутризёрненная пористость, что негативно влияет на оптические и механические характеристики керамики. Кроме того, спекание при высокой температуре в течение длительного времени приводит к серьезному износу оборудования и высоким расходам электроэнергии. Одним из простых и эффективных способов снижения температуры и продолжительности спекания является использование спекающих добавок [2-10].

В настоящее время, при изготовлении прозрачной керамики из  $\text{AlON}$ , используют следующие спекающие добавки  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{La}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{BaCO}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Например,  $\text{Y}_2\text{O}_3$  используют в качестве интенсификаторов спекания и понижают энергию активации процесса (за счет локального образования жидкой фазы на границах зёрен оксида алюминия) [2].  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{BaCO}_3$  используют для ускорения процесса массопереноса и диффузии [3].  $\text{La}_2\text{O}_3$  является ингибитором роста зёрен [4].

Спекающие добавки разделяют на однокомпонентные, двухкомпонентные и многокомпонентные. К однокомпонентным добавкам относятся  $\text{Y}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{BaCO}_3$ . Среди их наиболее широко используется  $\text{Y}_2\text{O}_3$  [5-7]. Согласно *Li Xibao* и др. [2] соответствующее количество добавки  $\text{Y}_2\text{O}_3$  может снизить энергию активации электроимпульсного плазменного спекания и повысить активность спекания. Превышение концентрации  $\text{Y}_2\text{O}_3$  выше 0,6 масс. % может привести к формированию вторичных фаз из системы  $\text{Y}_2\text{O}_3 - \text{Al}_2\text{O}_3$ . Образование этих фаз приводит к понижению светопропускания. В работе [8] получения прозрачной керамики из  $\text{AlON}$ , в качестве спекающей добавки, использовали  $\text{SiO}_2$ . Авторы утверждают, что добавление 0.15~0.55 мас. % диоксида кремния позитивно влияет на процесс спекания и способствует увеличению коэффициента зернограничной диффузии. *Feng Z.* и др [9] использовали в качестве спекающей добавки нанопорошок  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ . Применение нанопорошка  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  обеспечивает заполнение пустот между частицами порошка  $\text{AlON}$  и способствует интенсификации диффузионных процессов в ходе спекания.

К двухкомпонентным добавкам относятся  $Y_2O_3-La_2O_3$  [11-12],  $Y_2O_3-MgO$  [13]. Влияние  $Y_2O_3-La_2O_3$  было изучено в работе [14]. Авторы сообщают, что в процессе спекания ионы  $Y^{3+}$  действует как стимулятор, повышающий подвижность границ зерен и ускоряющий рост зерен, а  $La^{3+}$  действует как ингибитор, препятствующий аномальному росту зерен. Влияние  $MgO-Y_2O_3$  изучали в работе [13]. Авторы обнаружили, что при спекании керамики из  $AlON$ , добавки  $MgO$  и  $Y_2O_3$  переходят в жидкую фазу. Это способствует уплотнению и устранению пор.

К многокомпонентным добавкам относятся  $Y_2O_3-La_2O_3-MgO$ ,  $Y_2O_3-La_2O_3-MnO$  и  $Y_2O_3-MgAl_2O_4-H_3BO_3$  и др. В работе [15] показано, что относительная плотность керамики  $AlON$  при использовании многокомпонентной  $Y_2O_3-La_2O_3-MgO$  выше, чем у аналогичной керамики, полученной с использованием двухкомпонентной добавки  $Y_2O_3-La_2O_3$ . Авторы предполагают, что присутствие ионов  $Y^{3+}$  и  $Mg^{2+}$  привело к подавлению роста зёрен и понижению пористости. *Guo H.* и др. [16] использовали многокомпонентную добавку  $MnO-Y_2O_3-La_2O_3$  при изготовлении прозрачной керамики из  $AlON$ . Это позволило существенно понизить температуру спекания. В работе [17] авторы *Yang Shuixian* и др. использовали в качестве добавки  $Y_2O_3-MgO-H_3BO_3$  при реакционном спекании прозрачной керамики из  $AlON$ . Авторы предположили, что введение  $Y_2O_3-MgAl_2O_4-H_3BO_3$  приводит к уменьшению среднего размера зерна, устранению открытых пор и повышению относительной плотности керамики, поскольку образованию жидкой фазы из оксидов ( $B_2O_3$ ,  $Y_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $MgO$ ).

В таблице 1 представлены оптические характеристики образцов прозрачной керамики из  $AlON$ , полученных в работах [5-17].

Таблица 1

*Коэффициент светопропускания образцов прозрачной керамики  $AlON$  с различными спекающими добавками*

Лит.	Метод спекания	Спекающие добавки	Длина волны, нм	Коэффициент пропускания (толщина образца), %
[5]	Электроимпульсное плазменное спекание	$Y_2O_3$	3900	77.3(1.2 мм)
[8]	Горячее изостатическое прессование	$SiO_2$	2000	86(3.5 мм)
[9]	Свободное спекание	$Al_2O_3$	1500	81(2 мм)
[10]	Свободное спекание	$CaCO_3$	3700	83-85(2 мм)
[12]	Горячее изостатическое прессование	$Y_2O_3+La_2O_3$	1100	85 (4.2 мм)

Лит.	Метод спекания	Спекающие добавки	Длина волны, нм	Коэффициент пропускания (толщина образца), %
[13]	Реакционное спекание	$Y_2O_3 + MgO$	2000	80.3(2.0 мм)
[15]	Свободное спекание	$Y_2O_3 + La_2O_3 + MgO$	2000	80 (1 мм)
[16]	Свободное спекание	$Y_2O_3 + La_2O_3 + MnCO_3$	1100	32(1мм)
[17]	Реакционное спекание	$Y_2O_3 + MgAl_2O_4 + H_3BO_3$	600	81(4 мм)

Таким образом, в результате работы был проведен литературный обзор изготовления прозрачной керамики на основе AlON с применением различных спекающих добавок. Обнаружено, что для достижения высокого значения светопропускания керамики AlON традиционными методами без использования спекающих добавок представляется затруднительным. Установлено, что введение спекающей добавки позволяет получить меньше открытую пористость и более высокую относительную плотность, что обуславливает повышение прозрачности керамики на основе AlON.

*Работа выполнена при поддержке Госзадания «Наука» FSWW-2023-0011 на оборудовании ЦКП НОИЦ НМНТ ТПУ, который поддержанного проектом Минобрнауки России № 075-15-2021-710.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Yuan X. Y., et al. Fabrication of transparent AlON ceramics by solid state reaction sintering // J. Inorg. Mater. –2011. – Vol. 26(5). – P. 499–502.
2. Li Xibao., et al. Spark plasma sintering behavior of AlON ceramics doped with different concentrations of Y2O3 // Journal of the European Ceramic Society. – 2015. – Vol. 35(7). – P. 2027–2032.
3. Ren B. L. Pressureless sintering highly transparent AlON ceramics by using Ba<sup>2+</sup> / Ca<sup>2+</sup> as additive // Dalian Maritime University. – 2018. China.
4. Wang J., et al. Effect of Y2O3 and La2O3 on the sinterability of  $\gamma$ -AlON transparent ceramics // Journal of the European Ceramic Society. – 2015. – Vol. 35(1). – P 23–28.
5. Shan Y., et al. Highly infrared transparent spark plasma sintered AlON ceramics // Journal of Materials Research. – 2017. – Vol. 32(17). – P. 3279–3285.

6. Zgalat-Lozynskyy O., et al. Deformation Treatment in Spark Plasma Sintering Equipment and Properties of AlON-based Ceramic // Journal of Materials Engineering and Performance. –2022. –Vol 31(3). – P. 2575–2582.
7. Gentilman R. L., et al. Transparent aluminum oxynitride and method of manufacture // U.S. Patent №. 4520116. – 1985.
8. Feng Z., et al. A new and highly active sintering additive: SiO<sub>2</sub> for highly-transparent AlON ceramic // Journal of Alloys and Compounds. – 2019. – Vol. 787. – P. 254–259.
9. Feng Z., et al. Pressureless sintering of transparent AlON ceramic with assimilable  $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> as sintering promoting additives // Journal of the American Ceramic Society. – 2022. – Vol. 105(5). – P. 3189–3196.
10. Shan Y., et al. Pressureless sintering of highly transparent AlON ceramics with CaCO<sub>3</sub> doping // Scripta Materialia. – 2018. – Vol. 157. – P. 148–151.
11. Wang J., et al. Effect of Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> on the sinterability of  $\gamma$ -AlON transparent ceramics // Journal of the European Ceramic Society. –2015. – Vol. 35(1). – P. 23–28.
12. Chen F., et al. Hot isostatic pressing of transparent AlON ceramics with Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> additives // Journal of Alloys and Compounds. – 2015, – Vol. 650. – P. 753–757.
13. Qi S., et al. Reaction sintering of transparent aluminum oxynitride (AlON) ceramics using MgO and Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub> as co-additives // Key Engineering Materials. Trans Tech Publications Ltd. –2016. – Vol. 697. – P. 7–11.
14. Fabrichnaya O, Savinykh G, Schreiber G. Phase relations in the ZrO<sub>2</sub>–La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>–Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> system: Experimental studies and phase modeling // Journal of the European Ceramic Society. –2013. – Vol. 33(1). – P. 37–49.
15. Zhang J., et al. Effect of Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, La<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and MgO Co-Doping on Densification // Microstructure and Properties of AlON Ceramics. – 2017. – Vol. 08 (01). – P. 177–182.
16. Guo H., et al. Densification of AlON ceramics doped with Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-La<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-MnO additives at lower sintering temperature // Ceramics International. – 2019. – Vol. 45(4). – P. 5080–5086.
17. Yang S, Li J, Guo H, et al. Reactive sintered highly transparent AlON ceramics with Y<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-MgAl<sub>2</sub>O<sub>4</sub>-H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub> ternary additive // Journal of the American Ceramic Society. – 2021. – Vol. 104(9). – P. 4304–4308

Хэ Яньни (Китай),  
Годымчук Анна Юрьевна (Россия),  
Куровский Александр Васильевич (Россия)  
Томский политехнический университет, г. Томск  
Томский государственный университет, г. Томск  
Научные руководители: Годымчук Анна Юрьевна,  
канд. техн. наук, доцент ТПУ;  
Куровский Александр Васильевич,  
канд. биол. наук., доцент ТГУ

## **ВЛИЯНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ НАНОЧАСТИЦ НИКЕЛЯ НА КОРНЕОБРАЗОВАНИЕ**

### **Введение**

Производство наночастиц Ni постоянно растет благодаря перспективам их применения для изготовления катализаторов [1], магнитных [2] и проводящих материалов [3]. Синтез наночастиц всегда сопровождается их выделением в атмосферу, гидросферу и литосферу [4]. При попадании в почву наночастицы могут взаимодействовать с корнями растений и негативно влиять на их развитие. Например, при уменьшении размера токсичность наночастиц Ni(OH)<sub>2</sub> по отношению к бобам увеличивается [5], и с увеличением концентрации наночастицы Ni могут подавлять развитие корня кориандра [6]. Однако, несмотря на имеющиеся результаты, до сих пор недостаточно данных для построения кривой «доза-эффект» для наночастиц Ni в отношении высших растений.

Целью данного исследования было изучение влияния концентрации наночастиц Ni на корнеобразование пшеницы.

### **Экспериментальная часть**

В качестве объекта исследования были выбраны наночастицы Ni, полученные методом электрического взрыва никелевого проводника. Согласно данным производителя (ООО «Передовые порошковые технологии», Россия) частицы имели состав Ni (99,8%мас.), средний размер частиц – 70 нм и удельную поверхность – 6,0 м<sup>2</sup>/г.

Для эксперимента использовали семена пшеницы сорта Ирень, полученные от ИП Орищенко, урожая 2020 г. (Томский район, Россия, масса 1000 зерен 35-42 г.).

Для замачивания семян готовили суспензии наночастиц на основе питательного раствора Хьюитта с суммарной концентрацией макроэлементов 18 мг-экв/л, который является универсальным и общепризнанным питательным раствором для гидропонных систем и проведения физиологических экспериментов на растениях в условиях водной культуры [7].

Раствор Хьюитта также использовали в качестве контрольной среды для проращивания семян пшеницы. В суспензиях концентрация наночастиц составляла 30, 100, 300 и 1000 мг/л. Для взвешивания использовали весы ALC-110d4 (ACCULAB, Россия,  $\pm 0,0001$  г). Все суспензии и растворы обрабатывали в ультразвуковой ванне ГРАД 28-35 (Grade Technology, Россия, мощность 55 Вт) в течение 15 мин.

В эксперименте на дно чашки Петри (диаметр 9 см) размещали фильтровальную бумагу, на которую равноудаленно помещали 15 семян. Фильтровальную бумагу увлажняли, добавляя по 7 мл среды прорастания – суспензии или контроль. Затем закрытые чашки выдерживали термостате ТС-1/80 (СПУ, Россия) при  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  (рис.1). Через 72 ч семена стерильным пинцетом доставали из чашек Петри и выкладывали на черный фон для фотографирования с масштабной линейкой. Изображения использовали для компьютерной морфометрии семян. Проросшим семенем считали семя, у которого образовалось не менее трех корней с длиной, превышающей длину зерна. Измеряли среднюю длину корня ( $L$ , см) и определяли всхожесть ( $G$ , %) как отношение числа проросших семян к общему числу замоченных семян.

Пророщенные семена переносили в пластиковые гидропонные стаканы оригинальной конструкции, имеющие двойное дно [8]. На верхнее перфорированное дно выкладывали проростки (рис.2), и стакан заполняли (300 мл) дистиллированной водой ( $\text{pH}=6,5 \pm 0,2$ , дистиллятор АЭ-25 МО (ОАО ТЗМОИ, Тюмень, Россия). Культивирование проводили при фотопериоде «день : ночь» – «12 ч : 12 ч» 7 дней при комнатной температуре. По окончании эксперимента для каждого проростка измеряли длину корней и побегов. Далее рассчитывали корневой индекс ( $RI$ , уд. ед.), как отношение суммарной длины корней к суммарной длине побега.



Рис. 1. Чашка Петри с проросшими семенами.



Рис. 2. Культивирование побегов в гидропонных стаканах.

### Результаты и обсуждение

Результаты первичных экспериментов показали, что добавление наночастиц Ni в среду прорастания при 72 ч замачивании семян способствует стимулированию корнеобразования: так, при концентрации частиц 30 мг/л длина корня увеличивается на 32 % (рис.3а). Далее при концентрации наночастиц  $\leq 300$  мг/л прослеживается закономерность: чем больше содержание частиц, тем сильнее стимулирование. В ряду концентраций 30...100...300 мг/л величина L составила 2,3...2,4...2,8 см, соответственно (рис.3а). Однако, при дальнейшем увеличении концентрации до 1000 мг/л корнеобразование угнетается, и средняя длина корня уменьшается.

Видно, что по сравнению с контролем всхожесть пшеницы в присутствии наночастиц всегда выше на 33%, за исключением концентрации 300 мг/л (G на 7% выше, чем у контроля) (рис. 3а).

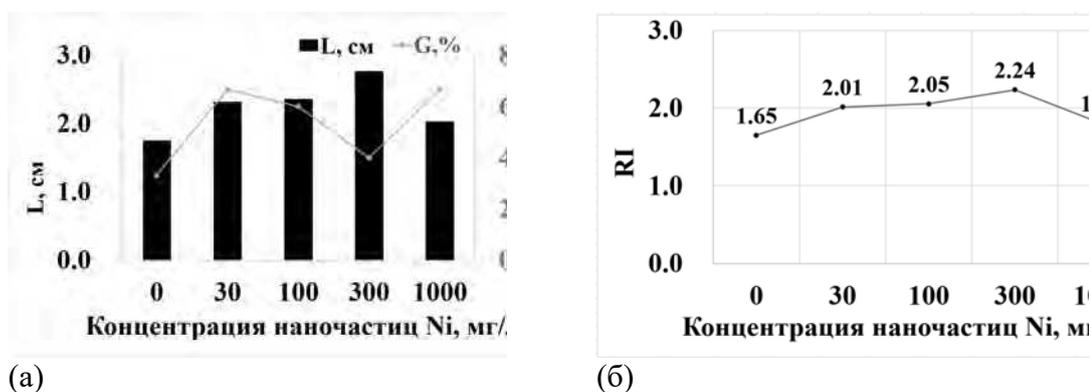


Рис. 3. Влияние концентрации наночастиц Ni (а) на длину корня (L, см) и всхожесть (G, %) 3-суточных проростков и (б) корневой индекс (RI, уд.ед.) 7-суточных побегов пшеницы.

Корневой индекс свидетельствует о реакции растения на внешние факторы: чем больше RI, тем больше (по длине) образуется корней по сравнению с наземной частью растения. При  $RI > 1$  у проростка превалирует корневая часть, что является одним из показателей стрессоустойчивости [8]. Согласно полученным данным, при замачивании семян в суспензиях наночастиц корневой индекс проростков пшеницы возрастает как минимум на 9%. В диапазоне концентраций 30...300 мг/л чем больше наночастиц в среде прорастания, тем выше величина RI (в 1.4 раза больше по сравнению с контролем при 300 мг/л, рис.3б). Далее видно, что развитие корней тормозилось с увеличением концентрации наночастиц до 1000 мг/л.

### Заключение

С применением промышленных электровзрывных наночастиц Ni со средним размером 70 нм, показано влияние концентрации наночастиц на

морфометрические параметры проростков пшеницы сорта Ирень. Показано, что добавление в среду замачивания семян наночастиц Ni в концентрации 30...300 мг/л стимулирует корнеобразование пшеницы: длина корня 3-суточного проростка увеличивается на 32...57%, всхожесть – минимум на 7 %, корневой индекс 7-суточных побегов – на 22...36 % по сравнению с контролем. При концентрации частиц > 300 мг/л наночастицы могут развивать токсическую реакцию, что требует дальнейших экспериментов.

*Результаты получены с применением оборудования ЦКП НОИЦ НМНТ ТПУ, поддержанного проектом Минобрнауки России № 075-15-2021-710*

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Saini B., Tathod A.P., Diwakar J., Arumugam S., Viswanadham N. Nickel nano-particles confined in ZSM-5 framework as an efficient catalyst for selective hydrodeoxygenation of lignin-derived monomers // Biomass and Bioenergy. – 2022. – Vol.157. – P.106350.
2. Shahzad A., Khan I.A., Manzoor A., Kashif M., Ahsan M., He M., Razzokov J. Synthesis of nickel nanowires (Ni-NWs) as high ferromagnetic material by electrodeposition technique // Haliyon. – 2023. – Vol.9. – P.12576.
3. Rezaga B. F. Y., Balela M.D.L. Synthesis and characterization of nickel-coated copper nanowires for flexible conductive thin film applications // Aterialstoday. – 2020. – Vol.22. –P.241–247.
4. Ahmed T., Noman M., Manzoor N., Ali S., Rizwan M., Ijaz M., Allemailem K.S., BinShaya A. S., Alhumaydhi F.A., Li B. Recent advances in nanoparticles associated ecological harms and their biodegradation: Global environmental safety from nano-invaders // Journal of Environmental Chemical Engineering. – 2021. – Vol.9. – P.106093
5. Oliveira J. B., Marques J. P. R., Rodak B. W., Galindo F. S., Carr N. F., Almeida E., Araki K., Gonçalves J. M., Reis A. R. , Entf A., Carvalho H. W. P., Lavres J. Fate of nickel in soybean seeds dressed with different forms of nickel // Rhizosphere. – 2022. – Vol.21. – P.100464.
6. Abdolhossein M., Shakib E.S., Ebrahimi O., Sharifi-Rad J. Impacts of nickel nanoparticles on grow characteristics, photosynthetic pigment content and antioxidant activity of Coriandrum sativum L. // Oriental Journal of Chemistry. – 2017. – Vol. 33(3). – P.1297-1303.
7. Hewitt E.J. Sand and water culture methods used in the study of plant nutrition // Experimental Agricultural. – 1966. – Vol. 3(2). – 547 p.

8. Куровский А.В., Андреева Ю.В., Брейт Д.В., Шептор А.С., Ромашова Д.Е., Стародубцев А.Е., Петроченко К.А., Якимов Ю.Е. Влияние вод рек Улу-Юл и Илиндук на аллометрические соотношения корень/побег у пшеницы и томатов // Гуминовые вещества в водах бассейна реки Улу-Юл. Эколого-физиологическое влияние на растения, под ред. Куровского А.В., Куровского В.Н. (Вып. 1). – Томск: Изд-во ТГУ, 2019. – С. 52-99.

Цай Дини (Китай),  
Пань Мэнхуа (Китай),  
Цзи Синьюй (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск  
Научный руководитель: Воронова Гульнара Альфридовна,  
канд. хим. наук, доцент

### МЕТОД АТОМНО-СИЛОВОЙ МИКРОСКОПИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И МОРФОЛОГИИ ПОВЕРХНОСТИ ОКСИДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ

***Abstract.** The study characterized the surface roughness of anodic aluminum oxide (AAO) films by using atomic force microscopy (AFM). The surface of the AAO thin film prepared under different treatment time was imaged by AC electron charge integral scanning probe microscope (ACM), and the correlation analysis was carried out. The experimental results show that when the preparation time is about 1 hour, the average surface roughness of AAO is about 3.2 nm; and as the preparation time continues to increase, the roughness gradually increases and presents a complex pore structure. In addition, by comparing the SEM images and AFM images of AAO films, some limitations and differences between the two methods in characterizing the AAO surface roughness were found, and the possible reasons for these differences were discussed.*

**Введение.** Анодированный оксид алюминия (АОА) может образовывать на своей поверхности регулярно расположенную пористую структуру и имеет широкий спектр применения в оптоэлектронике [1-4], биомедицине, накоплении энергии, катализе и других областях. Масуда и Фукуда открыли самоорганизующиеся массивы пор в 1995 году. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> [5], так как пористые пленки обладают многими уникальными свой-

ствами (высокое соотношение сторон, оптическая прозрачность, биологическая инертность), механической прочностью, термической и химической стойкостью, однако шероховатость и морфология пор поверхности АОА зависят от условий получения. Между разными типами существуют большие различия, что создает определенные проблемы и ограничивает его применение.

С непрерывным развитием и зрелостью технологии атомно-силовой микроскопии (АСМ) она стала одним из эффективных инструментов для характеристики шероховатости поверхности, морфологии и структуры пор материалов. Эта статья направлена на изучение возможности использования АСМ для характеристики шероховатости поверхности АОА, а также обсуждение ограничений, преимуществ и недостатков использования технологии АСМ для характеристики шероховатости поверхности АОА.

**Экспериментальная часть.** Алюминиевый лист чистотой 99,99 % и толщиной 0,5 мм нарезают на соответствующий размер и отжигают на воздухе в течение 4 часов при температуре 450-500° С в муфельной печи. Затем образец подвергли электрополировке в течение 3 минут при постоянном напряжении 20 В и температуре 60 °С в растворе  $\text{H}_3\text{PO}_4$  (85 % по объему) +  $\text{CrO}_3$  (92 г/л) для удаления блокирующего слоя оксида. В подготовленной электродной системе с анодированным алюминиевым листом в качестве анода и платиновой сеткой в качестве катода для анодирования используют сернокислотно-глиноземистый электролит при постоянном напряжении и плотности тока для получения соответствующей пленки АОА. Атомно-силовая микроскопия (АСМ) использовалась для получения изображений и измерения шероховатости пленок АОА с различным временем подготовки. Наконец, данные изображения Gwyddion обрабатываются, анализируются и наносятся на график с помощью программного обеспечения Nanoscope.

**Результаты.** На рисунках 1 и 2 представлены схемы отображения АСМ в различных контактных режимах. Используйте программу Gwyddion для обработки АСМ-изображений. Для образца №.1 и 2 получили средние значения шероховатости (Ra) 9,11 нм и 33,2 нм соответственно.

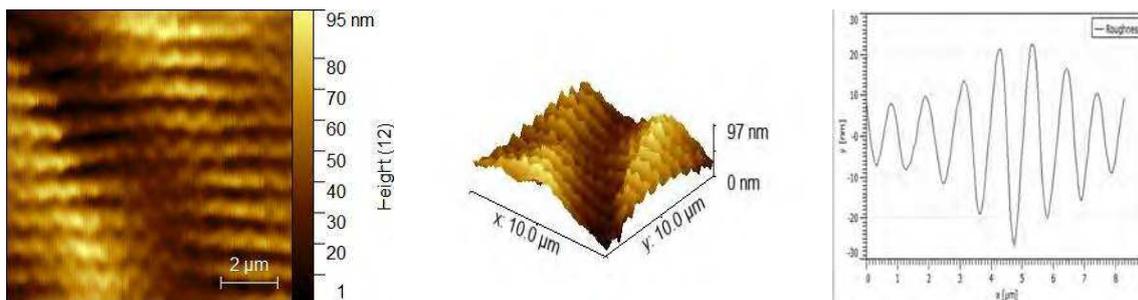


Рис. 1. 2D- и 3D- Средний профиль поверхности изображения АСМ в полуконтактном режиме

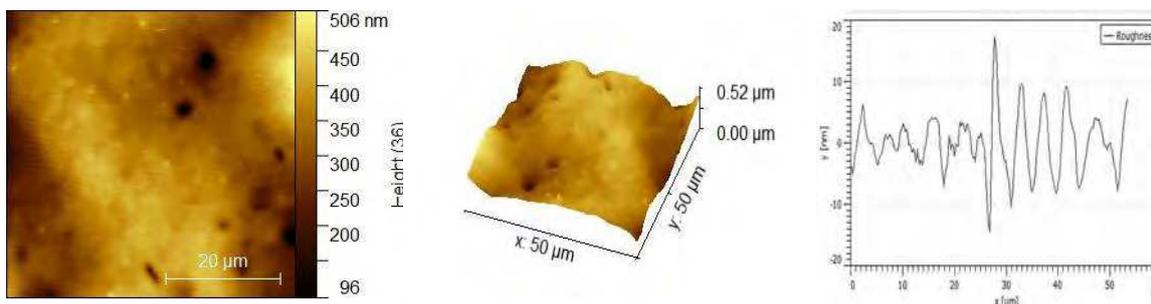


Рис. 2. 2D- и 3D- Средний профиль поверхности изображения АСМ в контактном режиме

На рис. 3 приведено изображение поверхности, полученное в режиме LF, что дало возможность более охарактеризовать поверхность.

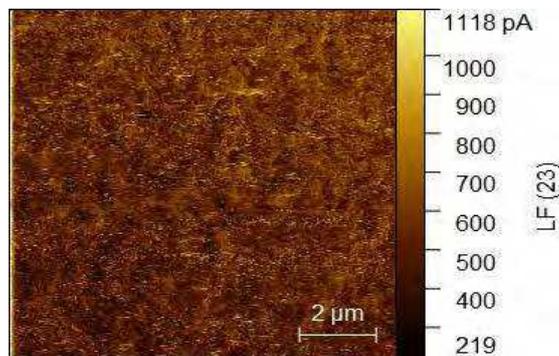


Рис. 3 Изображение ,Полученное в режиме LF

**Заключение.** Полуконтактный режим получает данные через механизм управления с обратной связью, а параметр шероховатости, рассчитанный в соответствии с высотой поверхности, составляет 9,11 нм, а контактный режим АСМ сканирует путем непосредственного контакта с поверхностью образца, и полученная шероховатость составляет 33,2 нм.

Поэтому разные режимы АСМ подходят для разных типов образцов и исследовательских целей, и результаты измерений будут разными. Необходимо выбрать соответствующий метод в соответствии с конкретными экспериментальными требованиями.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Shingubara, S., Okini, O., Sayama, Y. Ordered two-dimensional nanowire array formation using self-organized nanoholes of anodically oxidized aluminum // *Jpn. J. Appl. Phys.* 1997. V. 36. P. 7791-7795.
2. Li, A.P., Muller, F., Birner, A. et al. Hexagonal pore arrays with a 50-420 nm interpore distance formed by self-organization in anodic alumina // *Jpn. of Appl. Phys.* 1998. V. 84 (1). P. 6023-6027.
3. Routkevitch, D., Bigioni, T., Moskovits, M. et al. Electrochemical fabrication of CdS nano-wire arrays in porous anodic aluminum oxide templates // *J. Phys. Chem.* 1996. V. 100. P. 14037-14047.
4. Martin, Ch.R. Nanomaterials: A membrane-based synthetic approach // *Science*. 1994. V. 266. P. 1961-1966.
5. Т. Тилеуберди, С. Цзи, М. Пань, А. Люй, Ц. Хуан, Г.А. Воронова // *Вестник Томского государственного университета. Химия*. 2020.

Чэнь Сюань (Китай),

Шевченко Иван Николаевич (Россия)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Лямина Галина Владимировна,  
канд. хим. наук, доцент

### **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ НА ОСНОВЕ МАСЛА ПИХТЫ И НАНОЧАСТИЦ ОКСИДА ЦИНКА, ПОЛУЧЕННЫХ РАЗЛИЧНЫМИ СПОСОБАМИ**

#### **Введение**

Сталь используется во многих отраслях промышленности из-за ее механической прочности и относительно низкой стоимости, но ее коррозия является неизбежной проблемой. В ряде случаев замедлить процесс разрушения металлов можно с помощью ингибиторов, при этом введение в их состав наночастиц оксидов металлов может значительно увеличить антикоррозионный эффект [1, 2].

Цель данной работы – сравнить антикоррозионный эффект масла пихты с добавками наночастиц оксида цинка, полученных разными способами на примере стали У8А.

### Экспериментальные методики

Для подготовки прекурсоров готовили 1 М растворы нитрата цинка. Из полученного раствора осаждали гидроксид цинка добавлением NaOH. Полученные частицы отделяли от растворителя методами фильтрации ( $ZnO1$ ), нанораспылительной сушки (Nanospray Drying B-90) ( $ZnO2$ ) и СВЧ-сушки ( $ZnO3$ ).

Ингибитор готовили, смешивая масло пихты с НЧ ZnO (0,15 %, масс.) при помощи вихревой мешалки в течение 30 секунд (Вортекс Daihan VM-10).

Образцы стали У8А шлифовали до визуально гладкой поверхности с помощью наждачной бумаги (P320). Перед испытанием образцы протирали тканью, смоченной в растворе ингибитора, и сушили при комнатной температуре.

Для оценки коррозионной устойчивости использовали метод гравиметрии в смеси концентрированных азотной и соляной кислот и потенциодинамические испытания (CorrTest CS310). В качестве фоновых электролитов использовали 0,1 М HCl и 3,5% NaCl; вспомогательных электродов и электродов сравнения – насыщенные хлорсеребряные электроды.

### Результаты и обсуждение

Из графика (рис. 1), видно, что ингибитор, содержащего оксид цинка, полученный с помощью СВЧ-сушки, теряет массу в смеси кислот быстрее, чем сталь без ингибитора. Из трех образцов данные частицы самые крупные и, видимо, по этой причине быстро растворяются с поверхности.

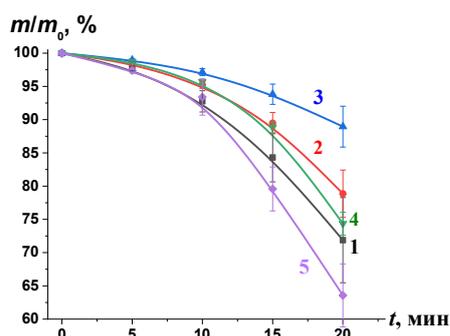


Рис. 1. Потеря массы стали У8А в смеси HCl–HNO<sub>3</sub>:  
1 – У8А, 2 – У8А-МП, 3 – У8А-МП-ZnO1, 4 – У8А-МП-ZnO2,  
5 – У8А-МП-ZnO3

Оксид цинка, полученный распылительной сушкой, демонстрирует большую эффективность по сравнению с чистым металлом. Однако, если сравнивать с маслом пихты, то его вклад в антикоррозионную защиту негативный.

Частицы  $ZnO$ , выделенные фильтрацией демонстрируют в составе ингибитора самый лучший результат. Потеря массы значительно ниже и в сравнении с чистой сталью, и с металлом, обработанным маслом пихты. У этих частиц малый размер и непрочно скрепленные агломераты, поэтому частицы легче заполняют поверхностные дефекты, сглаживают поверхность и, как следствие, лучше предотвращают атаку агрессивных компонентов на металл.

Поведение стали, обработанной ингибитором, изучали в разбавленных электролитах: кислой и нейтральной средах (рис. 2).

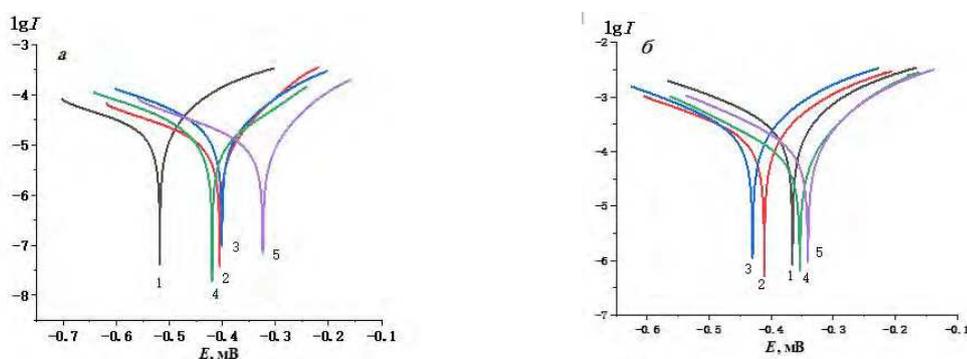


Рис. 2. Потенциодинамические кривые стали У8А, обработанной ингибиторами на основе пихтового масла в 3.5% NaCl (а) и 0.1 М HCl (б):  
1 – У8А, 2 – У8А-МП, 3 – У8А-МП-ZnO1, 4 – У8А-МП-ZnO2,  
5 – У8А-МП-ZnO3

В нейтральной среде обработка ингибитором позволяет значительно сдвинуть потенциал коррозии в область положительных значений. В данном случае, образец, полученный СВЧ-сушкой, показывает лучший результат. Другие частицы демонстрируют результат соизмеримый с маслом пихты.

В кислой среде тенденция сохраняется, однако частицы, выделенные с помощью аппарата нанораспылительной сушки и фильтрации, имеют потенциал меньше, чем у чистой стали.

Наиболее значимым параметром коррозии является ток (таблица 1). Средние значения токов коррозии показывают, что все составы ингибиторов повышают защиту стали и в кислой и в нейтральной среде. В данном случае, частицы, выделенные методом фильтрации, снижают эффективность ингибирования масла пихты. Наибольший вклад в снижение

значений тока коррозии в обеих средах показали наночастицы оксида цинка полученные методом нанораспылительной сушки.

Таблица 1

*Параметры коррозии стали У8А*

Образец	0.1 М НСl		3.5 % NaCl	
	$I_{корр.}$ , мкА	$E_{корр.}$ , В	$I_{корр.}$ , мкА	$E_{корр.}$ , В
У8А	403	-0.36	24.17	-0.44
У8А-МП	262	-0.42	11.19	-0.39
У8А-МП-ZnO1	331	-0.42	22.62	-0.38
У8А-МП-ZnO2	110	-0.35	3.45	-0.31
У8А-МП-ZnO3	195	-0.35	12.16	-0.34

**Выводы**

1. По данным гравиметрического анализа показано, что использование ингибитора коррозии на основе масла пихты с наночастицами оксида цинка, полученным методом фильтрации, эффективно для стали У8А в агрессивных кислых средах.

2. По значениям токов, рассчитанным из коррозионных диаграмм, наибольший ингибирующий эффект показал состав с наночастицами, полученными методом распылительной сушки. Он повышает защиту на 86% в нейтральной среде и на 73% в кислой среде.

Работа выполнена при частичной поддержке Госзадания «Наука» номер 075-03-2023-105 на оборудовании ЦКП НОИЦ НМНТ ТПУ, поддержанного проектом Минобрнауки России № 075-15-2021-710

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Eman A.K., Amal H., Rania E.M. Magnetite nanoparticles/polyvinyl pyrrolidone stabilized system for corrosion inhibition of carbon steel // Egyptian Journal of Petroleum. – 2018. – V. 27. – P. 919-926.
2. Abd-Elaal A. A., Elbasiony N.M., Shaban S. M., Zaki E.G. Studying the corrosion inhibition of some prepared nonionic surfactants based on 3-(4-hydroxyphenyl) propanoic acid and estimating the influence of silver nanoparticles on the surface parameters // Journal of Molecular Liquids. – 2018. – Vol. 249. – P. 304-317.

Шэнь Юань (Китай), Ван Дакунь (Китай)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Мироя Елена Сергеевна,  
канд. техн. наук, доцент

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ**

### **Введение**

Многокомпонентные керамические твердые растворы, стабилизированные конфигурационной энтропией смешения, вследствие искаженной кристаллической решетки из-за высокого беспорядка позиций катионов в кристаллической решётке характеризуются превосходными физико-механические свойства [1-3]. Стоит отметить, что элементный состав многокомпонентных материалов оказывает значительную роль как на процессы формирования однофазных твердых растворов, так и на конечные свойства.

Целью данной работы является исследование структурообразования многокомпонентных керамических твердых растворов (Hf, Zr, Ti, Nb) C.

### **Методы и материалы эксперимента**

В качестве исходных компонентов использовались коммерческие порошки HfC, ZrC, TiC и NbC. Порошки карбидов металлов в эквимольном соотношении смешивались в планетарной мельнице в среде аргона. Образцы керамики были получены горячим прессованием порошковых смесей при температурах 1400–1900 °С. Фазовый состав керамических материалов анализировался с помощью дифрактометра с  $\text{CuK}\alpha$  излучением в угловом диапазоне 20–80 градусов с шагом 0,05 град. и экспозицией 5 сек. Идентификация фазового анализа проводилась с помощью программного обеспечения Match!

### **Результаты и их обсуждение**

На рисунке 1 приведены рентгенограммы порошков HfC, ZrC, TiC, NbC и керамики, полученной спеканием под давлением при температурах 1400–1900° С. Видно, что большинство рефлексы исходных карбидных порошков исчезли при спекании при температуре 1400° С, что указывает на диффузию между различными элементами и образование многокомпонентных карбидов. На соответствующей рентгенограмме регистрируются рефлексы твердых растворов замещения и два нестехиометрических карбида ZrC и TiC, причем интенсивность рефлексов ZrC и TiC более низкая, чем на рентгенограммах исходного порошка, что свидетельствует о количественном уменьшении данных фаз. При повышении

температуры до 1500°С на дифрактограммах наряду с рефлексами (Hf, Zr) C, (Zr, Nb) C появляются пики трехкомпонентного твердого раствора (Hf, Zr, Ti) C. рефлексы монокарбидов не регистрировались. Увеличение температуры спекания до 1700°С привело к изменению фазового состава материала – на дифрактограмме регистрировался основной набор пиков ГЦК структуры (Hf, Zr, Ti, Nb) C. Дальнейший рост температуры до 1900°С не привело к изменению фазового состава, однако стоит отметить незначительное изменение углового положения рефлексов, что может быть обусловлено упорядочиванием твердого раствора (Hf, Zr, Ti, Nb) C.

Результаты рентгенофазовых исследований показывают, что четырехкомпонентный твердый раствор образуется из более простых бинарных и тройных твердых растворов. Кроме того, результаты рентгеновского анализа могут свидетельствовать о том, что Hf выступает в качестве матричного компонента твердого раствора, в решетки которой атомы Hf сначала замещаются атомами Zr, затем атомами Ti и Nb.

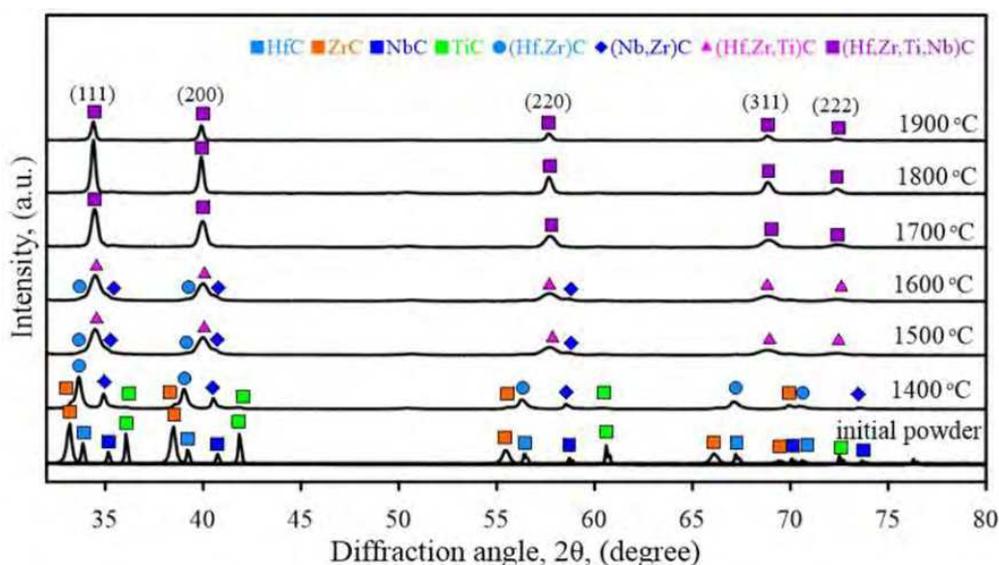


Рис. 1. Дифрактограммы керамической системы HfC-ZrC-TiC-NbC при различных температурах горячего прессования

На рисунке 2 приведены РЭМ изображения микроструктуры керамической системы HfC-ZrC-TiC-NbC при различных температурах спекания. Структура керамики, полученной при 1400°С, была неоднородной, с четко различимыми границами фаз на полированной поверхности материала, рисунок 2 (а). При дальнейшем повышении температуры спекания керамики до 1900°С наблюдалась однородная структура керамического материала со случайными порами на поверхности, рисунок 2 (б).



### **Заключение**

В настоящей работе получены многокомпонентные керамические твердые растворы методов горячего прессования. Была определена закономерность образования однофазного твердого раствора (Hf,Zr,Ti,Nb)C с решеткой ГЦК по типу NaCl из эквимольной смеси HfC-ZrC-TiC-NbC. Установлено, что формирование (Hf,Zr,Ti,Nb)C протекает через образование двух- и трехкомпонентного твердых растворов.

### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Ye B, et al. First-principles study, fabrication and characterization of (Zr<sub>0.25</sub>Nb<sub>0.25</sub>Ti<sub>0.25</sub>V<sub>0.25</sub>)C highentropy ceramics // Acta Materialia. 2019, 170. –P. 15–23.
2. Pickering E. et al. Highentropy alloys: A critical assessment of their founding principles and future prospects // International Materials Reviews. - 2016, 61(3). –P. 183–202.
3. Feng L, et al. Synthesis of singlephase high-entropy carbide powders // Scripta Materialia- 2019, 162. –P. 90–93.

Юлдашева Феруза Шерзод кизи (Узбекистан)

Томский политехнический университет, г. Томск

Научный руководитель: Плотников Евгений Владимирович,  
канд. хим. наук, доцент

### **ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОГО РАДИОФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ЛЕКАРСТВЕННОГО ПРЕПАРАТА НА ОСНОВЕ КАРКАСНЫХ БЕЛКОВ С ХЕЛАТНЫМИ ГРУППАМИ НА ОСНОВЕ ГЛУТАМИНОВОЙ КИСЛОТЫ И ЦИСТЕИНА**

Сверхэкспрессия рецептора 2 эпидермального фактора роста человека (HER2) представляет собой предиктор рака молочной железы [1]. Он сверхэкспрессирован в значительном количестве всех видов рака молочной железы и в меньшей степени также в других типах рака [2]. HER2 представляет собой однопроходный рецептор, закрепленный на плазматической мембране, который принадлежит к семейству рецепторов эпидермального фактора роста. Он может образовывать гомо- или гетеродимеры с другими членами своего семейства, чтобы вызвать активацию. Это приводит к более агрессивному фенотипу, который характеризуется

повышенной пролиферацией, выживаемостью и подвижностью, а также худшим прогнозом для пациента [3].

Для обеспечения таргетной доставки радионуклидов необходимо использовать молекулы, которые связываются исключительно с «таргетным» антигеном для специфической локализации. Также важно отсутствие иммуногенности и стабильность молекулы после мечения [4].

Одним из представителей адресных молекул неиммуноглобулиновой природы является DARPin (Design Ankyrin Repeat Protein), к преимуществам которого относятся небольшой размер (14–20 кДа), стабильная структура, высокая специфичность и аффинность к антигену [5].

**Цель.** Исследование *in vitro* Исследование нового радиофармацевтического лекарственного препарата на основе каркасных белков с хелатными группами на основе глутаминовой кислоты и цистеина.

**Материалы и методы.** Сайт-специфическое радиоактивное мечение нового варианта  $[^{99m}\text{Tc}][\text{Tc}=\text{O}]^+$  с использованием хелатора, содержащий глутаминовую кислоту и цистеин, на основе С-концевой аминокислоты, выполняли с использованием лиофилизированного набора для мечения, содержащий 75 мг дигидрата хлорида олова (II) (Fluka Chemika, Buchs, Швейцария), 5 мг натриевой соли глюконовой кислоты (Celsus Laboratories, Geel, Бельгия) и 100 мкг ЭДТА (Sigma-Aldrich), Дармштадт, Германия) был подготовлен к маркировке. Радиохимический выход для G3-E<sub>3</sub>C после очистки составила 98%.

Для оценки специфичности молекулы использовали клетки SKOV-3, SK-BR-3 и PC-3. Клетки высевали в 6-луночные планшеты плотностью  $6 \cdot 10^5$  клеток на чашку за сутки до эксперимента. Для каждой клеточной линии использовали два набора чашек. К контрольной группе клеток (3 чашки) добавляли 100-кратный избыток немеченого белка DARPin-G3 (500 мкл) за 30 мин до добавления меченого соединения для насыщения рецепторов HER2. К трем другим чашкам добавляли равный объем полной среды. После этого раствор  $^{99m}\text{Tc}$ -меченые DARPins добавляли в каждую чашку до достижения концентрации 1 нМ. Чашки инкубировали при 37 °С 1 ч. После инкубации среду собирали, клетки промывали PBS и эти растворы объединяли. Затем клетки отделяли путем трипсинизации и собирали. Чашки промывали PBS и растворы добавляли к клеточным суспензиям. Активность фракций, содержащих среду или клетки, измеряли с помощью гамма-спектрометра и рассчитывали процент связанной с клетками активности. Эксперименты проводились в трехкратной повторности.

Клеточный процессинг и интернализация варианта  $^{99m}\text{Tc}$ -меченого DARPin G3-E<sub>3</sub>C оценивали с использованием клеток SKOV-3. Клетки

(3 чашки на момент времени,  $10^6$  клеток на чашку) непрерывно инкубировали с  $1 \text{ нМ } ^{99\text{m}}\text{Tc}$ -меченых белков при  $37 \text{ }^\circ\text{C}$ . Во время инкубации интернализированную фракцию периодически определяли методом кислотной промывки. Ассоциированные с мембраной DARPin удаляли из клеток обработкой  $4 \text{ М}$  раствором мочевины в  $0,2 \text{ М}$  глициновом буфере,  $\text{pH } 2,0$ , в течение  $5 \text{ мин}$  на льду. Собирали раствор и измеряли его активность. Клеточные остатки, содержащие интернализированные конъюгаты, отделяли обработкой  $1 \text{ М}$  раствором  $\text{NaOH}$  в течение  $30 \text{ мин}$  при  $37 \text{ }^\circ\text{C}$ . Измеряли радиоактивность во фракциях и рассчитывали процент общей клеточной, мембранной и интернализированной радиоактивности. Чтобы проверить этот протокол для варианта  $^{99\text{m}}\text{Tc}$ -меченого DARPin G3-E<sub>3</sub>C, клетки инкубировали на льду (интернализация не должна происходить) в течение  $2 \text{ часов}$  с мечеными молекулами DARPin, а затем проводили измерение интернализации, как описано выше.

Равновесные константы диссоциации ( $K_D$ ) определяли с помощью анализа насыщения (оценка аффинности). Для каждой концентрации тестируемого белка готовили набор из четырех чашек для культивирования клеток с клетками SKOV-3. Три чашки использовали для определения специфического связывания, а одну чашку для культивирования клеток использовали для определения неспецифического связывания путем блокирования рецептора. Клетки высевали за сутки до эксперимента. Непосредственно перед измерениями среду удаляли и клетки промывали PBS. Были приготовлены восемь концентраций меченого белка (от  $0,2$  до  $40 \text{ нМ}$ ). Каждую контрольную чашку предварительно насыщали  $500 \text{ мкл}$  немеченого белка в концентрации  $2000 \text{ нМ}$ . В остальные чашки набора добавляли только среды с сывороткой (тот же объем) и инкубировали клетки во влажном инкубаторе ( $5 \text{ \% CO}_2$ ,  $37 \text{ }^\circ\text{C}$ ) в течение  $30 \text{ мин}$ . К каждому набору клеток добавляли необходимую концентрацию меченого DARPin ( $4 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $500 \text{ мкл}$  на чашку) и инкубировали клетки при  $4 \text{ }^\circ\text{C}$  в течение  $4 \text{ часов}$ . Среду удаляли, клетки промывали PBS ( $\times 5$ ), добавляли раствор трипсин-ЭДТА ( $500 \text{ мкл}$  на чашку) и дополнительно инкубировали в течение  $10 \text{ мин}$ . Отделившиеся клетки разводили  $500 \text{ мкл}$  полной среды, ресуспендировали и переносили в пробирки для фракций. Из каждой пробирки отбирали по  $40 \text{ мкл}$  образца для подсчета клеток. Радиоактивность клеток и стандарты меченого белка измеряли с помощью автоматического гамма-счетчика. Реальные концентрации добавляемого радиоактивно меченого белка рассчитывали для каждой точки данных с использованием самой высокой концентрации. Затем клеточная радиоактивность как  $\text{пмоль}/10^5$  клеток для каждого образца.

**Результаты.** Изучение специфичности *in vitro* варианта  $^{99m}\text{Tc}$ -меченого DARPin G3-E<sub>3</sub>C продемонстрировало, что связывание с SKOV-3, SK-BR-3 и PC-3 является насыщаемым (специфичным) на высоком уровне и пропорционально уровню экспрессии HER2 в клетках, при этом при блокировании рецепторов избытком немеченого белка отмечается значительное снижение связывания радиокомплексов во всех группах клеток (рисунок 1).

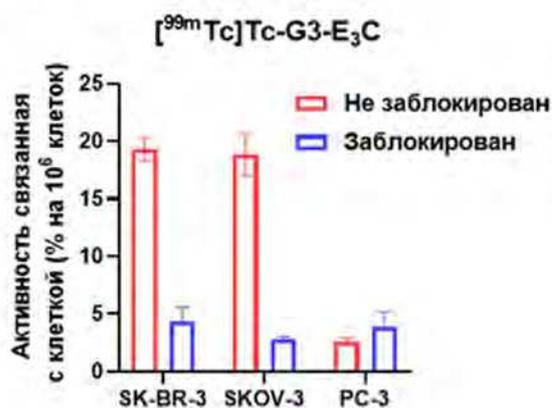


Рис. 1. Результаты определения специфичности связывания

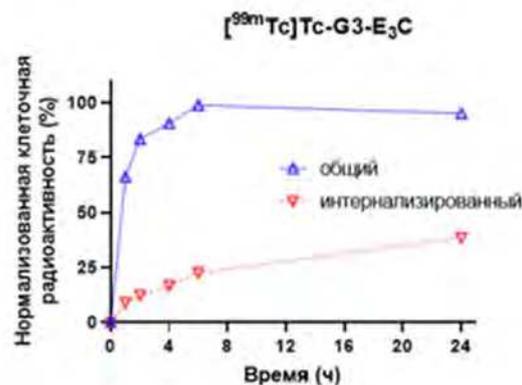


Рис. 2. Результаты определения интернализации в SKOV-3

Результаты интернализации варианта  $^{99m}\text{Tc}$ -меченого DARPin G3-E<sub>3</sub>C в SKOV-3 показывает, что интернализированная активность постоянно увеличивалась, а выраженного снижения клеточно-ассоциированной активности во время инкубации не наблюдалось. Интернализация происходила достаточно медленно (40 % за 24 часа), что создает предпосылки для эффективного удержания радиоактивной метки внутри опухолевой клетки (рисунок 2).

Оценка аффинности методом насыщения показала, что вариант  $^{99m}\text{Tc}$ -меченого DARPin G3-E<sub>3</sub>C связывается с рецепторами HER2 на поверхности клеток SKOV-3 с  $K_D$  5,0 нМ, что характеризует данный вариант как высокоаффинный к целевым рецепторам (рисунок 3).

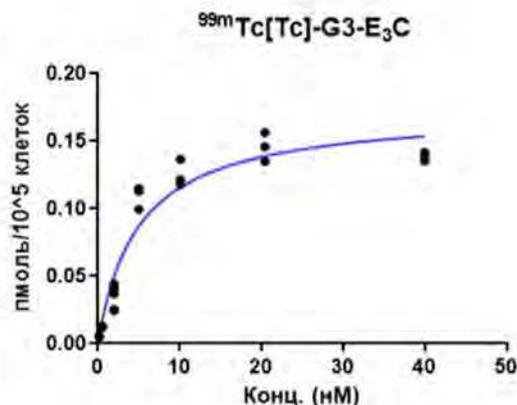


Рис. 3. Определение равновесной константы диссоциации (KD вариант <sup>99m</sup>Tc-меченого DARPin G3-E<sub>3</sub>C с помощью HER2-экспрессирующих клеток SKOV-3 in vitro

**Выводы.** Таким образом, исследование in vitro нового таргетного агента на основе <sup>99m</sup>Tc и DARPin G3-E<sub>3</sub>C имеет предпосылки для перспективности в диагностики опухоли, поскольку имеет хорошую специфичность к опухолевым клеткам, комплекс удерживается в опухоли и не удерживается в здоровых органах и высокоаффинный к целевым рецепторам.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Emde A. et al. Therapeutic strategies and mechanisms of tumorigenesis of HER2-overexpressing breast cancer // Critical reviews in oncology/hematology. – 2012. – Т. 84. – С. e49-e57.
2. Yan M. et al. HER2 expression status in diverse cancers: review of results from 37,992 patients // Cancer and Metastasis Reviews. – 2015. – Т. 34. – С. 157-164.
3. Slamon D. J. et al. Human breast cancer: correlation of relapse and survival with amplification of the HER-2/neu oncogene // science. – 1987. – Т. 235. – №. 4785. – С. 177-182.
4. Tamaskovic R. et al. Designed ankyrin repeat proteins (DARPin): from research to therapy // Methods in enzymology. – Academic Press, 2012. – Т. 503. – С. 101-134.
5. Garousi J. et al. Comparative evaluation of affibody molecules for radionuclide imaging of in vivo expression of carbonic anhydrase IX // Molecular pharmaceutics. – 2016. – Т. 13. – №. 11. – С. 3676-3687.

Ян И (Китай), Годымчук Анна Юрьевна (Россия)

Томский политехнический университет, г.Томск

Научный руководитель: Годымчук Анна Юрьевна,  
канд. техн. наук, доцент

## **ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА НАНОЧАСТИЦ $\text{SiO}_2$ НА ОСАЖДЕНИЕ В ВОДЕ**

### **Введение**

Наночастицы оксида кремния ( $\text{SiO}_2$ ) имеют перспективы в лакокрасочной промышленности для повышения износостойкости деревянных стеновых панелей [1], в сельском хозяйстве для борьбы с вредными насекомыми [2], в строительстве трубопроводов и оборудования морских нефтедобывающих платформ для создания теплоизоляционных композиционных покрытий [3]. Большой спрос на наночастицы приводит к увеличению объемов их производства, а, следовательно, к созданию источников для их выделения в окружающую среду. Исследования показали, что при выделении в гидросферу наночастицы  $\text{SiO}_2$  могут оказывать негативное действие на гидробионты [4]. Поэтому для рационального применения наночастиц и прогнозирования их опасности необходимы знания об их биологических и физико-химических свойствах в поверхностных водах.

Целью работы являлось определение влияния размера наночастиц на их коллоидные свойства в воде.

### **Экспериментальная часть**

Объектами исследования являлись наночастицы  $\text{SiO}_2$ , приобретенные в ООО «Плазмотерм» (<https://plasmotherm.ru/>, г.Москва, Россия). Согласно данным производителя наночастицы имели средний размер 5 и 7,5 нм, и были обозначены в работе, как  $\text{SiO}_2$ -5 и  $\text{SiO}_2$ -7,5, соответственно.

В работе готовили суспензии наночастиц путем добавления 25 мл дистиллированной воды ( $\text{pH}=6,5\pm 0,2$ , дистиллятор АЭ-25 МО (ОАО ТЗМОИ, Тюмень, Россия) к 25 мг сухих наночастиц (весы ALC-110d4 Acculab, Россия, точность  $\pm 0,0001$ ). После этого суспензию обрабатывали в ультразвуковой ванне Марка (Одасервик, объем 5 л, мощность 60 кВт) в течение 10 мин. Свежеприготовленную суспензию встряхивали вручную и переливали в стеклянную кювету спектрофотометра.

Для изучения коллоидных свойств в суспензии определяли коэффициент светопропускания (Т, %) при 430 нм на спектрофотометре PD-303

(Arel, Япония). За эталон брали дистиллированную воду ( $T=100\%$ ). Измерения проводили в стеклянных цилиндрических кюветах в течение 60 мин. Из измеренного значения  $T$ , % рассчитывали оптическое поглощение  $A$  по формуле (1) и остаточную концентрацию частиц в системе  $C/C_0$  по формуле (2):

$$A = -\lg \frac{T}{100} \quad (1)$$

$$\frac{A}{A_0} = \frac{C}{C_0} \quad (2)$$

где  $A$  – оптическое поглощение в момент времени  $t$ ,  $A_0$  – начальное оптическое поглощение,  $C$  – концентрация в момент времени  $t$ , уд.ед.,  $C_0$  – начальная концентрация ( $C_0=1$  уд.ед.).

Для определения скорости и степени осаждения использовали полуэмпирическую модель первого порядка [5], описываемую уравнением (3):

$$\frac{C}{C_0} = \left(1 - \frac{C_{res}}{C_0}\right) e^{-k_{sed} \cdot t} + \frac{C_{res}}{C_0} \quad (3)$$

где  $t$  – время седиментации, мин;  $k_{sed}$  – константа скорости седиментации,  $\text{мин}^{-1}$ ;  $C_{res}/C_0$  – удельная концентрация неосевших частиц за бесконечное время;  $(1 - C_{res}/C_0)$  – степень осаждения частиц.

#### Результаты и обсуждение

Из данных видно, что все исследуемые частицы склонны к осаждению в воде, потому что удельная концентрация частиц в воде постоянно уменьшается. Например, в суспензии  $\text{SiO}_2$ -5 через 5...30...60 мин величина  $C/C_0$  в суспензии составила 82...77...74 %, соответственно (рис.1а). При этом равновесие в системе достигалось уже через 30-40 мин.

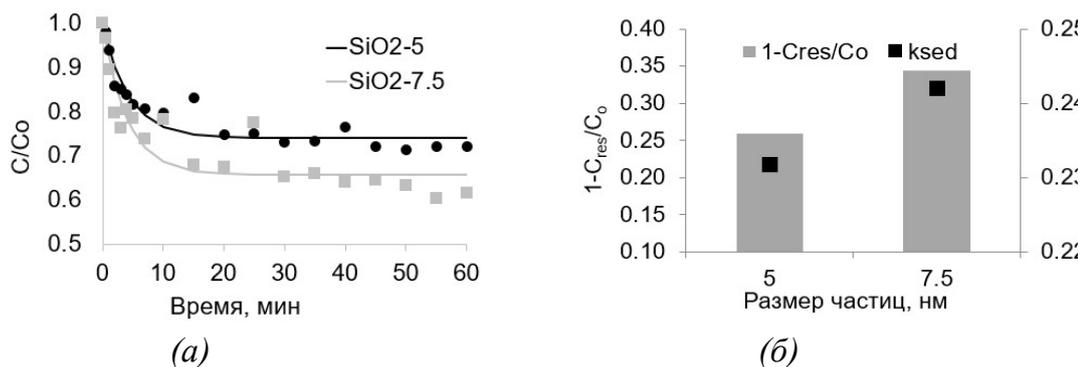


Рис. 1. Седиментационные свойства наночастиц  $\text{SiO}_2$  в воде: (а) изменение концентрации частиц ( $C/C_0$ ) и (б) влияние размера наночастиц на скорость осаждения ( $k_{sed}$ ,  $\text{мин}^{-1}$ ) и степень осаждения ( $1-C_{res}/C_0$ , уд.ед.).

Результаты статистической обработки показали (рис.1а), что процесс седиментации хорошо описывается уравнением первого порядка: коэффициент детерминации Пирсона составил 0,9068 и 0,8338, соответственно, для  $\text{SiO}_2$ -5 и  $\text{SiO}_2$ -7.5.

Анализ кривой позволил увидеть, что с увеличением размера частиц степень и скорость осаждения суспензий несколько увеличиваются. Полученные данные согласуются с исследованиями для наночастиц  $\text{TiO}_2$ , для которых с увеличением размера от 5 до 10 нм седиментация в дистиллированной воде при  $\text{pH}=7$  значительно ускоряется [6], хотя в 5 мМ NaCl ситуация противоположная. В нашем случае, при уменьшении размера частиц на 2,5 нм степень седиментации возросла в 1,33 раза, а скорость – в 1,04 раз (рис.1б). Согласно закону Стокса, скорость осаждения условно сферических частиц прямо пропорциональна квадрату их диаметра [7], т.е. в данном случае при прочих равных условиях скорость седиментации могла увеличиться в 2,25 раз вместо 1,04 в нашем эксперименте. Вероятно, есть другие причины торможения процесса осаждения частиц, что требует дальнейших исследований.

### Заключение

Таким образом, на примере двух промышленных частиц  $\text{SiO}_2$  со средним размером 5 и 7.5 нм показано влияние размера наночастиц на скорость и степень седиментации. Установлено, что в водной суспензии с уменьшением размера частиц на 2,5 нм скорость осаждения увеличивается незначительно, но степень осаждения увеличивается на 32%.

Результаты получены с применением оборудования ЦКП НОИЦ НМНТ ТПУ, поддержанного проектом Минобрнауки России № 075-15-2021-710

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Wu L., Chen M., Xu J., Fang F., Li S., Zhu W. Nano-SiO<sub>2</sub>-modified waterborne acrylic acid resin coating for wood wallboard // *Coatings*. – 2022. – Vol.12 (10) – P. 1453.
2. Faliagka S., Germani R., Agrafioti P., Xidas P., Athanassiou C.G., Katsoulas N. SiO<sub>2</sub> applications as an alternative to insect control in greenhouses // *Biology and Life Sciences Forum*. – 2021. – Vol.3(1). – P. 32.
3. Di Z., Ma S., Wang H., Guan Z., Lian B., Qiu Y., Jiang Y. Modulation of thermal insulation and mechanical property of silica aerogel thermal insulation coatings // *Coatings*. – 2022. – Vol.12(10). – P.703.
4. Крысанов Е.Ю., Павлов Д.С., Демидова Т.Б., Дгебуадзе Ю.Ю. Наночастицы в окружающей среде и их влияние на гидробионтов // *Известия РАН. Серия биологическая*, 2010. – № 4. – С. 478-485.
5. Quik J.T.K., Stuart M.C., Wouterse M., Peijnenburg W., Hendriks A.J., Meent D. Natural colloids are the dominant factor in the sedimentation of nanoparticles // *Environmental Toxicology and Chemistry*. – 2012. – Vol.31. – P. 1019-1022.
6. Liu X., Chen G., Su C. Effects of material properties on sedimentation and aggregation of titanium dioxide nanoparticles of anatase and rutile in the aqueous phase // *Journal of Colloid and Interface Science*. – 2011. – Vol.363. – P.84-91
7. Коньгин С.Б., Иваняков С.В. Процессы седиментации в дисперсных системах. Методические указания к самостоятельной работе. – Самара: СГТУ, 2009. – 21 с.

# **SCIENCE AS A VOCATION AND CAREER**

Abdullah Bin Firoz (India),  
Rybakov Vladimir (Russia),  
Mukhortova Yulia (Russia),  
Igor Pariy (Russia),  
Toropkov Nikita (Russia)

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk;  
Institute of Strength Physics and Materials Science of Siberian Branch of  
Russian Academy of Sciences (ISPMS SB RAS), Tomsk

Scientific adviser: Surmenev Roman Anatolievich,  
Doctor of Technical Sciences, Professor

## **3D PRINTING OF PIEZO-POLYMER PLLA DOPED WITH MAGNETITE NANOPARTICLES AND USING TRIPLY PERIODIC MINIMAL SURFACE GYROID STRUCTURE FOR CRITICAL BONE DEFECTS**

Bone defects caused by trauma, disease or congenital disorders are a significant challenge for orthopedic surgeons. The development of bone tissue engineering has brought new hope for the regeneration of critical bone defects. One of the most promising techniques in bone tissue engineering is 3D printing of bone scaffolds [1]. In this technique, the scaffold acts as a temporary support for cell growth and tissue formation. In this article, we propose a novel approach for the fabrication of bone scaffolds using triply periodic minimal surface (TPMS) gyroid structure with a piezo-polymer poly-L-lactic acid (PLLA) doped with nanomaterials of magnetite [2, 3]. The use of magnetite nanoparticles allows for the magnetic alignment of the scaffold, which can facilitate the bone regeneration process. The TPMS gyroid structure has excellent mechanical properties and a large surface area, which promotes cell adhesion and proliferation. This paper will discuss the development and characterization of the bone scaffold, as well as its potential applications in bone tissue engineering.

In recent years, bone tissue engineering has emerged as a promising approach for the repair and regeneration of critical bone defects [4]. The use of 3D-printed scaffolds is a critical component of this approach, as it provides a temporary matrix for cell attachment, proliferation, and differentiation, ulti-

mately leading to the formation of new bone tissue [5]. The mechanical properties of the scaffold, such as its porosity, pore size, and mechanical strength, are crucial factors in determining the success of bone tissue engineering [6].

Various materials have been used to fabricate bone scaffolds, including natural polymers, synthetic polymers, and ceramic materials. Natural polymers, such as collagen and chitosan, have excellent biocompatibility but are limited by their mechanical strength and stability [7]. Synthetic polymers, such as poly(lactic-co-glycolic acid) (PLGA) and poly(caprolactone) (PCL), have good mechanical properties but can cause an inflammatory response [8]. Ceramic materials, such as hydroxyapatite and tricalcium phosphate, have excellent biocompatibility but can be brittle and difficult to process [9].

To address these limitations, researchers have explored the use of composite materials for bone tissue engineering. One example is the use of piezoelectric materials, such as poly(l-lactic acid) (PLLA) doped with barium titanate nanoparticles, which can generate electrical signals in response to mechanical stress and promote bone regeneration [10]. Another example is the use of magnetic nanoparticles, which can facilitate the alignment and differentiation of osteoblasts [11].

In our study, we propose a novel approach for the fabrication of bone scaffolds using triply periodic minimal surface (TPMS) gyroid structure with a piezo-polymer PLLA doped with nanomaterials of magnetite [2, 3, 12].

A solvent-based method was used to prepare Poly(l-lactic acid) (PLLA) doped with magnetite nanoparticles. PLA pellets were dissolved in dichloromethane at 60°C with magnetic stirring. Magnetite nanoparticles were made using the co-precipitation method and dispersed in dichloromethane using sonication for 30 minutes. The mixture was poured into a flat tray, covered, and left to dry for 2 days at room temperature.

Table 1

*Tensile testing results*

Porosity (%)	Average ultimate tensile strength (MPa)
0	27.30
70	21.19
50	19.47
30	16.33

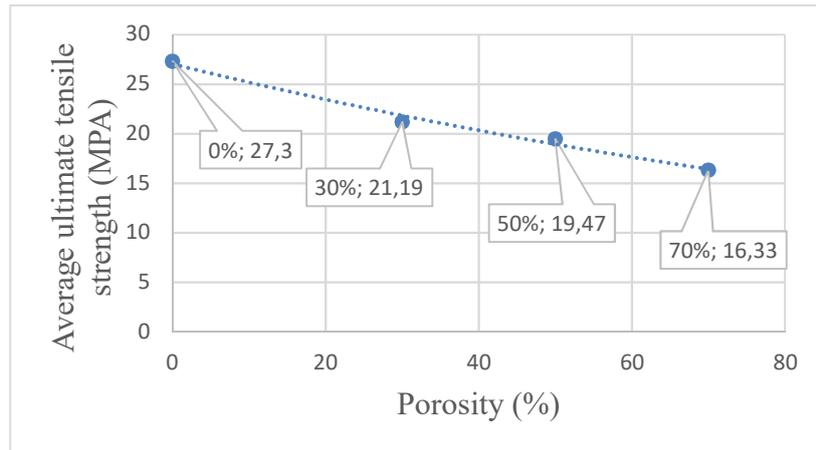


Fig. 1. Average ultimate tensile strength vs porosity percentag

The PLLA/magnetite composite material was extruded into filaments using a custom-built extruder and heated to 200°C. The filaments were used in a 3D printer “Ultimaker 3” to print testing samples with a TPMS gyroid structure. The CAD (computer-aided design) model was converted to STL (stereolithography) format and sliced using Slic3r software. Specimens were designed using ASTM (American Society for Testing and Materials) standard. Gyroid structure was used as infill pattern. Four different infill percentages (30%, 50%, 70%, and 100%) were used to prepare 3 specimens for each type. The resulting specimens were characterized for their mechanical properties and suitability for use as bone implants.

The specimens were tested for their tensile strength according to the ASTM D638 standard. They were stretched at a constant rate of 0.5mm/min until they broke using a testing machine. The data on load and displacement were collected using a data acquisition system.

The average tensile strength and modulus of elasticity for each infill percentage are summarized in the table below:

Our study investigated the effect of gyroid structure and porosity on the tensile strength of 3D-printed PLLA/magnetite composites. We observed a significant decrease in ultimate tensile strength as the porosity of the specimen increased. This could be attributed to the reduction in material density and the presence of voids, which act as stress concentrators and lead to early failure of the composite. To our knowledge, this is the first report on the tensile properties of PLLA/magnetite composites with gyroid structure and porosity. Our results suggest that the mechanical behavior of these composites can be tuned by controlling the porosity and structure of the printed parts, and further optimization is required to achieve the desired properties for specific applications.

The study of PLLA doped with magnetite and 3D printed using a gyroid structure showed that the material’s porosity significantly affects its ultimate

tensile strength (UTS). As the porosity increased from 0% to 70%, the UTS decreased from 27.30 MPa to 21.19 MPa due to the formation of voids within the material. Adding magnetite nanoparticles to the PLLA matrix did not significantly affect the material. This means that the material's magnetic properties can be adjusted without affecting its mechanical strength.

The results of this study highlight the importance of optimizing the porosity of 3D printed materials to achieve the desired mechanical properties. The scaffolds can be further studied under the exposure of magnetic field to find out piezoelectric response. Specimens can be observed under Scanning electron microscopy (SEM) to understand the surface morphology.

Acknowledgement:

The financial support (materials purchase) from the Ministry of Science and Higher Education (grant agreement #075-15-2021-588 from 1.06.2021) and Russian Science Foundation (project # 22-13-20043, materials purchase, XRD and mechanical analyses) is acknowledged.

#### REFERENCES

1. Hutmacher D. W. Scaffold design and fabrication technologies for engineering tissues—state of the art and future perspectives // *Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition*. – 2001. – T. 12. – № 1. – C. 107-124. – DOI: 10.1163/156856201744489.
2. Huang Z. Fabrication of magnetic and fluorescent bifunctional scaffolds with gyroid structure for bone tissue engineering / Z. Huang, M. Wang, S. Liu, Y. Ding, Y. Zhou. – Text : electronic // *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*. – 2020. – T. 31. – № 8. – DOI: 10.3390/cells11243967.
3. Guo Z., Poot A. A., Grijpma D. W. Advanced polymer-based composites and structures for biomedical applications // *European polymer journal*. – 2021. – T. 149. – № 110388. – DOI: 10.1016/j.eurpolymj.2021.110388.
4. Kim H. J. et al. Bone tissue engineering with premineralized silk scaffolds // *Bone*. – 2008. – T. 42. – № 6. – C. 1226-1234. – DOI: 10.1016/j.bone.2008.02.007.
5. Kantaros A. 3D Printing in Regenerative Medicine: Technologies and Resources Utilized // *International Journal of Molecular Sciences*. – 2022. – T. 23. – № 23. – C. 14621. – DOI: 10.3390/ijms232314621.
6. Noreikaitė A. et al. Scaffold design for artificial tissue with bone marrow stem cells // *Medicina*. – 2017. – T. 53. – № 3. – C. 203-210. – DOI: 10.1016/j.medic.2017.07.001.

7. Ghosh S. Recent advances in natural and synthetic polymer-based bone tissue engineering / S. Ghosh, S. Roy, and S. Pramanick. – Text: electronic // International Journal of Biological Macromolecules. – 2021. – T. 175. – DOI: 10.1016/j.medic.2017.07.001.
8. Lu Y. et al. Properties of Poly (Lactic-co-Glycolic Acid) and Progress of Poly (Lactic-co-Glycolic Acid)-Based Biodegradable Materials in Biomedical Research // Pharmaceuticals. – 2023. – T. 16. – № 3. – C. 454. DOI: 10.3390/ph16030454.
9. Ma H. et al. 3D-printed bioceramic scaffolds: From bone tissue engineering to tumor therapy // Acta biomaterialia. – 2018. – T. 79. – C. 37- 59. – DOI: 10.1016/j.actbio.2018.08.026.
10. Zheng T. et al. Improving bone regeneration with composites consisting of piezoelectric poly (l-lactide) and piezoelectric calcium/manganese co-doped barium titanate nanofibers // Composites Part B: Engineering. – 2022. – T. 234. – № 109734. DOI: 10.1016/j.compositesb.2022.109734.
11. Huang J. et al. Osteogenic differentiation of bone marrow mesenchymal stem cells by magnetic nanoparticle composite scaffolds under a pulsed electromagnetic field // Saudi Pharmaceutical Journal. – 2017. – T. 25. – № 4. – C. 575-579. – DOI: 10.1016/j.jpsps.2017.04.026.
12. Diez-Escudero A. et al. Porous polylactic acid scaffolds for bone regeneration: a study of additively manufactured triply periodic minimal surfaces and their osteogenic potential // Journal of Tissue Engineering. – 2020. – T. 11. – DOI: 10.1177/2041731420956541.

Adam Mustapha Umar (Nigeria),  
Bello Lukman Abdullahi (Nigeria),  
Ini Godwin (Nigeria)

Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Scientific adviser: Goryunov Alexey Germanovich, Professor

## **FIELD PROGRAMMABLE GATE ARRAY BASED I & C SYSTEMS FOR NPPS: ENHANCING SAFETY AND EFFICIENCY**

### **Introduction to NPPs**

NPPs, or Nuclear Power Plants, are large facilities that use nuclear reactions to generate electricity. These reactions typically involve nuclear fission, which releases energy that is then used to heat water and produce steam. The steam powers a turbine, which drives a generator to create electricity. One of

the main advantages of NPPs is their reliability. They can produce a large amount of electricity consistently for extended periods of time, and unlike fossil fuel power plants, they do not produce greenhouse gas emissions. However, NPPs also come with potential risks related to the management and storage of radioactive materials, requiring careful handling to ensure safety. There are various types of NPPs, such as pressurized water reactors (PWRs), boiling water reactors (BWRs), and advanced reactors. Each type has unique characteristics and designs, but all rely on nuclear reactions to produce electricity.

This paper serves as an overview of the uses of FPGAs in Nuclear Instrumentation and Control (I&C) systems and also seeks to discuss recent advances in, and implementations of, FPGAs for I&C systems in Nuclear Power Plants. It first introduces the basics associated with FPGAs, including FPGA background, FPGA technology and advantages, FPGA based I&C system in existing NPP, testing, validation and challenges for the use of FPGA in NPPs. It delves into various FPGA projects that have been completed, future projects as well as recent research on FPGA-based safety systems. The aim is to demonstrate the advantages of using FPGAs over other control technologies and provide a direction for future research in this area, specifically the development of FPGAs for safety and high reliability systems. By examining the successes and functionality of FPGAs in scientific literature and real-world implementations, this paper concludes that FPGAs are a valuable device for NPP I&C applications.

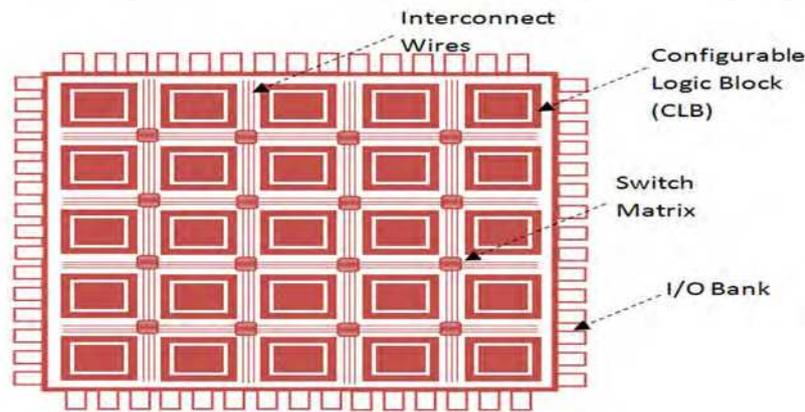
### **Overview of FPGAs**

Most NPPs originally utilized analogue-based I&C systems, which were later replaced with computer-based, programmable systems in the 1980s and 1990s. While these newer systems offer advantages over their analogue counterparts, they are complex and time-consuming to verify and validate. Furthermore, computer-based applications utilizing microprocessors may quickly become obsolete. To overcome these issues, the industry is transitioning towards FPGAs based systems, which offer verifiable logic structures that can be interconnected to perform desired applications [1]. These systems have been used in NPPs since the 1990s, and have specific benefits in terms of both nuclear and cyber security [2, 3]. FPGA-based systems have a variety of applications, including replacing outdated analogue or digital systems in existing plants and implementing new builds [4].

### **FPGA based Technology**

FPGAs are semiconductor chips which are exactly as the name suggests – gate arrays that be configured in the field by the designer based on their needs. It consists of many configurable logic blocks which can be programmed based on what functions the designer requires it to perform. In addition to the

logic blocks, an FPGA consists of a programmable interconnect matrix that allows the designer to configure the FPGA internal wiring. The configurable logic blocks and the interconnect matrix make the FPGA a very powerful and flexible technology [5]. They are designed to be configured by the user, after manufacture, through the use of Hardware Description Language (HDLs) [6].



*Fig. 1. FPGA Architecture*

FPGA Architecture consist of the following features

- Configurable logic Block (CLB): Implements logic functions
- Input/Output Block: Connects with external components.
- Switching Matrix Interconnects: Implements routing.

FPGAs are integrated circuits within the broader family of HDL programmable devices, and are designed to be configured by the user, after manufacture, through the use of HDLs. FPGAs differ in their detail design among different vendors and product lines; however, they share a common basic architecture [7].

#### **Advantages of FPGA based technology**

FPGA-based technology offers several advantages, including superior performance, programmability, cost efficiency, parallel task performance, prototyping, faster time-to-market, simpler design cycles, adaptability, real-time application, and the ability to function as a system on chip. FPGAs outperform general CPUs by performing parallel processing, allowing them to process and calculate data simultaneously and faster. FPGAs are also reprogrammable, allowing for modifications, updates, and complete functionality changes, reducing maintenance costs. While FPGAs may have a higher unit cost, their reprogrammability makes them more cost-effective in the long run. FPGAs can also be designed to include multiple blocks processing data in parallel, making them ideal for time-critical data processing and offering greater scalability than

other processors. FPGAs are perfect for prototyping purposes, especially for Application Specific Integrated Circuits (ASICs) validation. Compared to ASICs, FPGAs have simpler design cycles and take care of placement, routing, and timing in reference to specifications. FPGAs' adaptability allows modifications at the customer level, reducing the need to recreate products for updates. Due to their more efficient processing architecture, FPGAs are ideal for real-time applications, where they can perform more processing in a shorter time than alternatives. Since the 90s, FPGA gate counts have increased, making it possible to include CPU cores inside the FPGA, allowing them to function as a system on a chip. [5]

In addition to the current typical FPGA applications, such as providing computer emulation, interfaces between systems, replacement of obsolete modules and diversity against CCFs, the technology is expected to be applicable to large scale replacement of I&C systems in modernization projects, as well as providing complete I&C systems (safety and non-safety) in new nuclear power plant designs.

#### **FPGA-based digital control systems and existing applications in NPPs**

FPGAs have been widely installed in NPPs around the world, with many more projects expected to start in the future. For instance, in Argentina, RPC Radiy is developing the signal processing units of the new safety shutdown system No. 2 for the Embalse NPP using FPGA-based technology. Meanwhile, in Bulgaria, RPC Radiy has already installed six FPGA-based Category A Engineered Safety Feature Actuation Systems (ESFASs) of the Kozloduy NPP units 5 and 6, with each unit having three ESFASs [8]. In Canada, an FPGA-based emulator has been implemented for the obsolete PDP-11 computers used in several non-safety systems in CANDU plants, and the FPGA-based replacement of the display system controller circuit card is also underway.

FPGAs are also utilized in Non-Programmable Logic (NPL) parts of the instrumentation and control (I&C) systems of the Temelin NPP Units 1 and 2 in the Czech Republic. In France, EDF has initiated the FPGA-based replacement of obsolete electronic modules comprising the Rod Control System (RCS) and the reactor in-core measurement system in its 900 MW series of plants, while Toshiba has supplied various FPGA-based safety and non-safety systems to operating Japanese nuclear power plants.

In Sweden, FPGAs are used in the Component Interface Module (CIM) of the replacement safety system in Unit 2 of the Ringhals NPP. Finally, in the Republic of Korea, FPGAs are used for performing self-diagnostic functions and are expected to perform component control functions for the engineered safety features in new APR-1400 plants that are currently under construction. [9]

### **Testing and validation of FPGA-based systems in NPPs**

Simulation techniques can be utilized in the course of development and Verification & Validation (V&V) to assess the performance of the FPGA design and the changes in internal signals and states under varying functional conditions. These techniques can yield reasonably accurate results. On the other hand, online observation of internal signals and states can facilitate monitoring and diagnostics. Offline observation can be used for testing or troubleshooting during application development. Furthermore, offline observation can ensure that the produced and configured chip adheres to the validated and verified design, specifically that all designated logic blocks are present, connected, and functioning appropriately.

Simulation is the primary V&V technique for FPGA design, used to replicate the behavior of the hardware circuit with varying degrees of accuracy and detail at different stages of development. RTL simulation is useful for detecting logical errors during the logical design phase, while timing errors are generally detected during the implementation phase. FPGA circuit vendors provide electronic design environments with advanced simulation capabilities and timing information, which are crucial complements to their products

### **Challenges and potential future application of FPGA-based control systems in NPPs**

FPGAs used in the nuclear power industry are relatively new, and they are not yet widely used in this field. Although FPGAs are already used in digital I&C systems in some NPPs, they are not as prominent as microprocessors and their software in a PLC-based system. This poses challenges for safety analyses and licensing efforts. There is currently only one standard that provides guidance and requirements for FPGA-based solutions for the nuclear power industry, but it has not been adopted by most regulatory bodies [9].

Furthermore, the availability of FPGA-based platforms and products is limited, with few products designed specifically for NPP applications. Development tools for FPGAs are not as user-friendly or widely accepted as those for microprocessor-based solutions such as Programmable Logic Circuits (PLCs). Additionally, FPGAs may provide less observability and access to signals than conventional electronics or microprocessor-based solutions, reducing their usefulness for monitoring, testing, and troubleshooting. Design teams must possess specialized expertise in both software and hardware to design FPGA-based solutions, as FPGA designs are represented as code written in an HDL, which requires software tools for synthesis and design implementation. Finally, FPGAs may struggle to accommodate complex graphical human system interface functions, and soft core Central Processing Unit (CPU) emulation may be necessary for these functions.

CANDU Energy and RPC Radiy are collaborating to develop FPGA applications for safety-critical functions for the new enhanced CANDU-6 reactor in Canada. In China, both China Nuclear Power Engineering Company and China Techenergy Company are evaluating and developing FPGA-based safety systems for their new reactor designs. The former is considering FPGA-based solutions for RPSs, DASs, ESFASs, and post-accident monitoring [10], while the latter is developing FitRel, an FPGA-based platform for the DAS of Yangjiang NPP Units 5 and 6 [11].

### **Conclusion**

The article discusses the current use of FPGAs in NPP I&C and their adaptation to safety and non-safety electronic systems in European and Asian NPPs. In summary, NPP face various challenges over their operational lifetime, and new plants should be designed to accommodate future adaptations. FPGAs offer potential solutions to I&C system needs, with advantages over other control technologies, although there are inherent challenges. FPGAs are expected to become more prevalent in the industry as operators and regulators become more familiar with them, and future research should focus on designing and qualifying safety-critical FPGA systems to meet regulatory safety requirements for enhancing the operational performance and safety. Several countries are conducting research and implementation projects on FPGA safety systems, demonstrating their effectiveness in practical applications.

To summarize, this paper has shed light on the current and future FPGA implementation projects, as well as the latest research in FPGA-based systems, particularly safety systems. While most of the implemented systems have been for non-safety critical I&C systems and monitors, new research and development in Canada, Bulgaria, Sweden, and China show promising results for FPGA safety systems. The benefits of FPGAs over other control technologies, such as speed, reliability, resistance to obsolescence, and fewer licensing issues, have been demonstrated in various implementation programs. The successful use of FPGAs in real-world scenarios, with no known issues and replacing obsolete systems, indicates the effectiveness of the technology.

However, there is still a need for future research to design and qualify safety-critical FPGA systems, such as the SDS and RPS, to meet safety regulations. This paper can serve as a valuable resource for past and present FPGA projects, providing insight for the development of new FPGA-based safety systems in power plants' upgraded and new builds.

## REFERENCES

1. Electric Power Research Institute, Guidelines on the Use of Field Programmable Gate Arrays (FPGAs) in Nuclear Power Plant I&C Systems, Rep. EPRI TR-1019181, EPRI, Palo Alto, CA (2009).
2. NUREG/CR-7006, Review Guidelines for Field-Programmable Gate Arrays in Nuclear Power Plant Safety Systems [Text]. – U.S. Nuclear Regulatory Commission (2010).
3. Kharchenko, V. FPGA-based NPP Instrumentation and Control Systems [Text] / V. Kharchenko, V. Sklyar (Edits), Development and Safety Assessment, Research and Production Corporation “Radiy”, National Aerospace University named after N.E. Zhukovskiy “KhAI”, State Scientific Technical Center on Nuclear and Radiation Safety (2008). ]
4. Phillip McNelles, Lixuan Lu. A Review Of The Current State Of FPGA Systems In Nuclear Instrumentation And Control, //Proceedings of the 2013 21st International Conference on Nuclear Engineering ICONE21 July 29 - August 2, 2013, Chengdu, China.
5. <https://hardwarebee.com/top-10-fpga-advantages/>
6. International Atomic Energy Agency, Software for Computer Based Systems Important to Safety in Nuclear Power Plants, IAEA Safety Standards Series No. NS-G-1.1, IAEA, Vienna (2000).
7. Electric Power Research Institute, Recommended Approaches and Design Criteria for Application of Field Programmable Gate Arrays (FPGAs) in Nuclear Power Plant I&C Systems, Rep. EPRI TR-1022983, EPRI, Palo Alto, CA (2011).
8. Bakhmach, i., Kharchenko, V., Siora, A., Sklyar, V., Andrashov, A., “Experience of I&C systems modernization using FPGA technology”, paper presented at 7th Int. Topical Mtg on Nuclear Plant Instrumentation, Control and Human Machine Interface Technologies, Las Vegas, NV, 2010.
9. Application of field programmable gate arrays in instrumentation and control systems of nuclear power plants. IAEA nuclear energy series no. Np-t-3.17. International atomic energy agency vienna, 2016.
10. RIGANG, C., “Evaluation of FPGA based safety system application in ACP1000”, paper presented at 5th Int. Workshop on Applications of FPGAs in Nuclear Power Plants, Beijing, 2012.
11. SHI, G., “FitRel platform based on FPGA technology”, paper presented at 5th Int. Workshop on Applications of FPGAs in Nuclear Power Plants, Beijing, 2012.

Aglan Mohamed (Egypt)

Perm National Research Polytechnic University

Scientific adviser: Poplygin Vladimir Valeryevich

## **GAS PRODUCTION PROBLEMS IN EGYPT**

The paper considers the problems of gas production in general that maybe encountered during production, transportation and its economics as each of these problems may have an impact on the economy of the country and its environment

Keywords: Natural Gas, Economy, transportation, Environment impact,

### **Introduction**

This paper helps studying the composition of Natural gas as general and diving there problems in their steps of production from the drilling to the households that receives them and what impact this may affect the environment. Natural Gas generally contains high percentages of methane (a single carbon hydrocarbon compound,  $\text{CH}_4$ ) and some of the higher molecular weight higher paraffins ( $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ) generally containing up to six carbon atoms may also be present in small quantities. The hydrocarbon constituents of natural gas are combustible, but nonflammable nonhydrocarbon components such as carbon dioxide, nitrogen, and helium are often present in the minority and are regarded as contaminants.

### **Composition of Natural Gas**

Natural Gas generally contains high proportions of methane (a single carbon hydrocarbon compound,  $\text{CH}_4$ ) and some of the higher molecular weight higher paraffins ( $\text{C}_n\text{H}_{2n+2}$ ) generally containing up to six carbon atoms may also be present in small quantities. The hydrocarbon constituents of natural gas are combustible, but nonflammable nonhydrocarbon components such as carbon dioxide, nitrogen, and helium are often present in the minority and are regarded as contaminants. The principal constituent of natural gas is methane, but other hydrocarbons, such as ethane, propane, and butane, may also be present.

Carbon dioxide is also a common constituent of natural gas. Trace amounts of rare gases, such as helium, may also occur, and certain natural gas reservoirs are a source of these rare gases. Just as petroleum can vary in composition, so can natural gas. Differences in natural gas composition occur between different reservoirs, and two wells in the same field may also yield gaseous products that are different in composition. Composition of Natural gas Fig. 1. [1]

Table 1.1 Constituents of Natural Gas		
Name	Formula	Vol. %
Methane	CH <sub>4</sub>	>85
Ethane	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	3–8
Propane	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1–5
Butane	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	1–2
Pentane <sup>†</sup>	C <sub>5</sub> H <sub>12</sub>	1–5
Carbon dioxide	CO <sub>2</sub>	1–2
Hydrogen sulfide	H <sub>2</sub> S	1–2
Nitrogen	N <sub>2</sub>	1–5
Helium	He	<0.5

*Pentane<sup>†</sup>: Pentane and higher molecular weight hydrocarbons, including benzene and toluene (Speight, 2014).*

Fig. 1. Composition of natural gas

There are several general definitions that have been applied to natural gas. Thus, lean gas is gas in which methane is the major constituent. Wet gas contains considerable amounts of the higher molecular weight hydrocarbons. Sour gas contains hydrogen sulfide whereas sweet gas contains very little, if any, hydrogen sulfide. Residue gas is natural gas from which the higher molecular weight hydrocarbons have been extracted and casing head gas is derived from petroleum but is separated at the separation facility at the well head. To further define the terms dry and wet in quantitative measures, the term dry natural gas indicates that there is less than 0.1 gallon (1 gallon, US, 5 264.2 m<sup>3</sup>) of gasoline vapor (higher molecular weight paraffins) per 1000 ft<sup>3</sup> (1 ft<sup>3</sup> 5 0.028 m<sup>3</sup>). The term wet natural gas indicates that there are such paraffins present in the gas, in fact more than 0.1 gal/1000 ft<sup>3</sup>.

#### Natural gas extraction problem

Oil production is frequently combined with natural gas drilling. There are also cases where natural gas is reinjected into the well for future recovery. After digging the well, a concrete and metal casing is constructed in the hole, and a collection pump is built above it. Collecting this fossil matter can vary depending on the type of natural gas. Methods: vertical, Horizontal, Fracking, Acidizing

#### Vertical drilling: the most widely used approach

Until 1980, this organic gas extraction technology was the only type of gas production. Vertical drilling is effective when gas is close to the surface, therefore it can be used to liberate traditional natural gas. Vertical wells often reach a depth of 300-800 meters before reaching a natural gas deposit and allowing the gas to flow to the surface. Vertical drilling is thus limited to the gas

deposits encountered from above, making it the ideal solution in some instances.

**Horizontal drilling:**

Horizontal drilling is a versatile and cost-effective method for expanding drilling possibilities. Because the drill can vary its path horizontally after reaching the desired depth, drilling companies can construct fewer drilling sites. It becomes more efficient and can drill horizontally through natural gas reserves with the directional drill bit.

**Fracking:**

The most exciting aspect of gas production is hydraulic fracturing. Drilling begins with a simulated micro-earthquake.' It tears up the formation of rocks by using high-pressure jets of water, sand, and chemicals. Following that, natural gas can flow to surface gathering gas pipes and wells. However, in some regions, this practice is prohibited because:

It requires a large amount of water, which might deplete the ecosystem.

Has very toxic or indeed radioactive wastewater that, if not managed properly, can harm the environment.

Hydraulic fracturing or fracking is used to extract unconventional natural gas.

**Acidizing:**

It is a byproduct of any drilling technology, but primarily of fracking. It can flow to the well by disintegrating the rocks that could be in the way of a natural gas. Drilling a well can have an impact on animals and land use. Local eco-systems may collapse as a result of this intervention: natural gas extraction disrupts migration patterns, pollutes rivers and streams, and causes soil erosion and pollution. Fracking (hydraulic fracturing) can create earthquakes and overburden local water sources. This is a technology used in the gas industry that an environmental body would prohibit as quickly as feasible.

**H<sub>2</sub>S:**

H<sub>2</sub>S is a gas that is typically discovered during the drilling and production of crude oil and natural gas, as well as in wastewater treatment and utility facilities and sewers. In the absence of oxygen, the gas is created by the microbial decomposition of organic molecules. H<sub>2</sub>S gas is colorless, combustible, toxic, and caustic, with a rotten egg odor. With toxicity equivalent to carbon monoxide, which stops cellular respiration, early identification and monitoring of H<sub>2</sub>S could be the differential between life and death.

**Impact on short time health:**

Gas is a quiet menace that is often imperceptible to the body's senses. The most common way to become exposed to hydrogen sulfide is through inhalation. Despite some people can detect it at low quantities, long-term exposure

even with low levels of H<sub>2</sub>S quickly dulls the smell sensation (olfactory desensitization). High quantities of the gas can rapidly deafen the sense of smell. Although the aroma of H<sub>2</sub>S is distinctive, it is neither a reliable signal of H<sub>2</sub>S gas existence or of growing quantities of the gas.

**Impact on long term health:**

Individuals who have been exposed to high enough doses of H<sub>2</sub>S gas to render them unconscious may continue to have headaches, impaired attention span, and motor functioning. The pulmonary consequences of H<sub>2</sub>S gas exposure might not be obvious for up to 72 hours after leaving the affected environment. H<sub>2</sub>S does not build in the body, but repeated/prolonged moderate-level exposure can result in low blood pressure, headache, loss of appetite, and weight loss. Persistent low-level exposure might result in unpleasant skin rashes and inflamed eyes. Prolonged exposure to high quantities of H<sub>2</sub>S can result in seizure, coma, brain and heart damage, and even death.

**Natural gas transportation problem**

Natural gas transportation is a major operation carried out by the gas business in which gas must be moved from one location to another. Several modes of transportation could be used to carry the gas, but pipelines are widely recognized as the most cost-effective way to transport significant amounts of natural gas. Furthermore, the advent of metallurgical advancements and welding processes, together with the exponential growth of pipeline networks worldwide during the last decades, has made gas transit via pipes more environmentally appealing. Pipelines are currently used both offshore and onshore, with significant differences in security and construction costs.

Establishing pipeline networks under sea is much more expensive and technically demanding than on land. There are three basic types of pipes (typically buried underground) along transportation lines, with diameters ranging from 4 inches to 48 inches (100 to 1220 mm): gathering systems, power transmission, and distribution systems.

Pipeline networks collect raw natural gas from production wells. Transmission pipeline networks transmit natural gas thousands of kilometers throughout the world from pre-processing plants or storage facilities to distribution systems. Natural gas is distributed to homes and businesses via distribution pipeline networks, which can be found in towns. The primary distinctions between these piping systems are their physical qualities (e.g., diameter, stiffness, and material) as well as the specifications for their maximum and lowest upstream and downstream pressures. For example, collection and transmission lines are made of steel pipe, whereas distribution lines can be made of steel or modern plastic pipe. The flow lines in the gathering systems are made up of small pipelines that are normally buried 4 feet underground and operate at a pressure of about 250 psi. According to an EPA research, flow lines are

one of the most significant emission sources in the energy market due to methane leaks.

### **Natural gas environmental problem**

During natural gas transportation, the most important factor is safety. Natural gas is a flammable gas, it can cause a human or natural disaster if not handled with care. Methane is one of the most potent greenhouse gas emissions known to science, having an 80-fold heat-trapping potential over first 2 decades after it is released into the atmosphere. Indeed, the International Panel on Climate Change (IPCC) indicated in its Sixth Assessment Report that methane is responsible for almost two-thirds of the present warming as carbon dioxide. Natural gas is burned (flared) at well sites where it is produced at crude oil wells but is not economically transportable for sale or contains significant amounts of hydrogen sulfide (a hazardous gas). Depending on the chemical makeup of the natural gas and how thoroughly it burns in the flare, natural gas flaring will produce carbon dioxide, sulfur dioxide, nitrogen oxides, and a variety of other chemicals. Flaring, on the other hand, is less hazardous than discharging natural gas into the atmosphere and results in fewer overall greenhouse gases as carbon dioxide is not as potent a greenhouse effect as methane. The glycol dehydrated unit heat exchanger vent, storage tanks, and equipment breaches from components handling hydrocarbon streams containing hazardous air pollutants are all sources of air pollution at natural gas production facilities (HAPs).

### **Conclusion**

The conclusion that natural gas is although is very useful in many applications like its used in household in kitchens to cook. It also used in generation of electricity and heating processes. Natural gas is easy to transport via piping systems and also beneficial to the economy of the country exporter and also cheaper for the importers. However, it has its own problems such as transportation problems as a result of leakage of natural gas has impacts on the environment as Air pollution furthermore natural gas is flammable which a small ignition would make a fatal disaster. The drilling processes have impact on ecology systems. When the natural gas is uneconomic, the gas is flared away containing CO<sub>2</sub> and other pollutant gases and toxic which is released into the air which leads to environmental problems. Laying pipes is a problem as establishing pipeline networks under sea is much more expensive and technically demanding than on land. Land piping could consider deforestation which makes environmental problems.

## REFERENCE

1. <https://group.met.com/en/mind-the-fyouture/mindthefyouture/natural-gas-environmental-impact> (METGROUP 05/01/2023)
2. Roger Z.Ríos-Mercado,ConradoBorraz-Sánchez/Applied Energy Volume 147, 1 June 2015, Pages 536-555Optimization problems in natural gas transportation systems: A state-of-the-art review(<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.03.017>)
3. 3. James G.Speight/Natural Gas (Second Edition) Energy security and the environment (<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809570-6.00010-2>)
4. ZhengHuai-bing,PengXu-jian,ZhangMin-xia,HuDan,XiaZhi-guang/Procedia EngineeringVolume 52, 2013, Pages 645-651Characteristics of Carbon-containing Gases Release During Combustion of Main Arbor in Heilongjiang Province of China (<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2013.02.200>)
5. <https://www.blacklinesafety.com/blog/h2s-gas-need-know> (22/02/2023)

Akpoluma Akpoebi David (Nigeria)

Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Scientific adviser: Yurchenko Alexey Vasilyevich, Professor

## **MASTERING THE 3 PS OF ACADEMIC AND TECHNICAL PRESENTATIONS: PREPARATION, PRACTICE, AND PERSISTENCE**

### **Abstract**

This paper discusses the importance of effective presentation skills for academic and technical professionals. The paper focuses on the three key elements of presenting academic or technical work: Preparation, Practice, and Persistence. Adequate preparation is essential for a good presentation, and it involves developing slides, creating supporting material, and practicing the presentation. Practice is also crucial to the success of a presentation, and consistent practice and experience lead to more proficient performance. Finally, persistence is critical for developing presentation skills to a proficient level, and it involves continuous improvement of one's abilities. Bloom's Taxonomy is incorporated to help understand the importance of these elements in the learning process and the development of effective presentation skills.

## **Introduction**

Effective presentation skills are a crucial requirement for any academic or technical professional [1]. In order to establish credibility and progress in their respective fields, scientific or technical professionals must be able to convey their findings in a clear, logical, and coherent manner that meets the expectations of their target audience [1]. This paper discusses academic presentation skills, using the 3 Ps of presenting academic or technical work: Preparation, Practice, and Persistence.

## **Preparation**

Adequate preparation is the foundation of a good presentation [1]. Insufficient preparation can undermine confidence, coordination, delivery, and overall performance. In the movie 'Mona Lisa Smile,' we see how a lack of preparation can affect the confidence of an academic presenter [2]. According to Bloom's Taxonomy, preparation involves the first two stages of learning: remembering and understanding [4]. To remember, one must identify and recall relevant information. To understand, one must comprehend the meaning of that information [4]. Thus, preparation can involve developing slides, editing them, creating supporting material, confirming logistical requirements, and practicing the presentation [1].

## **Practice**

Practice is crucial to the success of a presentation. Steve Jobs, the co-founder of Apple Inc., is widely recognized as one of the most successful and renowned technical presenters of our time [3]. According to Forbes, he would spend several hours, over several weeks, practicing his presentation on stage before a major product launch [3]. Bloom's Taxonomy identifies practice as the third stage of learning: applying [4]. To apply, one must use their knowledge in a new situation, such as delivering a presentation [4]. The more one practices, the more proficient one becomes [1].

## **Persistence**

Finally, persistence is critical for developing presentation skills to a proficient level. Consistent practice and experience help individuals to face their fears and overcome minor gaffes, leading to legendary levels of performance, as evidenced by Steve Jobs and other experts [1]. Bloom's Taxonomy identifies persistence as the final stage of learning: creating [4]. To create, one must use their knowledge and skills to generate new ideas or products [4]. In the context of presentation skills, persistence involves the continuous improvement of one's abilities, leading to more creative and innovative presentations.

## **Conclusion**

In conclusion, good presentation skills are essential for academic and technical professionals to establish credibility and succeed in their respective fields. Preparation, practice, and persistence are the key elements to achieving

excellence in presenting academic or technical work. By incorporating Bloom's Taxonomy, we can better understand the importance of these elements in the learning process and the development of effective presentation skills.

#### REFERENCES

1. Karten, N. Presentation Skills for Technical Professionals. Ebook, Scribd.
2. Mona Lisa Smile. Dir. Mike Newell, Columbia Pictures, 2003.
3. Gallo, C. 11 Presentation Lessons You Can Still Learn From Steve Jobs. Forbes. URL: <https://www.forbes.com/sites/carmine-gallo/2012/10/04/11-presentation-lessons-you-can-still-learn-from-steve-jobs/> (accessed 12.5.22).
4. Anderson, L.W., Krathwohl, D.R., Airasian, P.W., Cruikshank, K.A., Mayer, R.E., Pintrich, P.R., Raths, J., & Wittrock, M.C. (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. Allyn & Bacon.

Al Abbood Ahmed Maytham Abdulridha (Iraq)  
Perm National Research Polytechnic University  
Scientific adviser: Poplygin.V.V.

#### PERMEABILITY OF ROCKS IN IRAQ OIL FIELDS

A formation's permeability is a measurement of how easily a fluid can pass through it. Permeability in an oil reservoir is the capacity of rocks to allow the passage of hydrocarbons. A simple must have linked porosity (pores, vugs, capillaries, or fractures) in order to be permeable.

**Keywords:** permeability, Porosity, sandstone, Siltstone,

#### **Introduction**

One of the primary physical parameters used to analyze a reservoir is permeability. Permeability must be determined in reservoir engineering in order to compute deliverabilities, determine interference between wells, and finish an overall reservoir description. Thus, it is crucial for creating a 3-D model of the reservoir and figuring out the best strategy for well completion and the ensuing Output. The quality of this Procedure will determine whether millions of dollars are saved or lost. [1]. At three fields in southern Iraq, at depths between 3100 and 3400 meters, this study focuses on evaluating the formation permeability for a reservoir made of sandstones. This study will focus on the

Zubair formation in the Southern Iraqi oil fields (A, F, and M), which contain sixteen wells. Review of techniques for calculating permeability from well logs. A case study is provided to demonstrate the development of an ideal empirical correlation to predict permeability using readily available core and log data for a specific formation and region. [2]. The enhanced log derived permeability relationship presents a verifiable and precise permeability prediction from well log data in a well with no core measurement data. The Strong Linear Correlation between these two variables may be seen by looking at a Cross Plot of Permeability to Mean Pore-Thumb Size ( $R=0.92$ ). As a result, the enhanced log derived Permeability correlation is more precise than other approaches since the Pore throat size is taken into account in the Permeability transform (RP).

### **Zubair formation**

In terms of stratigraphy and economic importance, the Zubair formation ranks among the top formations in Iraq from the lower Cretaceous Cycle. It is made up primarily of alternating shale and sandstones with some siltstone and is of Hauterivian and Aptian age. According to Buday, the Type section is separated into five sections from top to bottom, and they are as follows:

A.) Shale with a modest amount of siltstone and two separate zones of sandstone... B.) Sandstone that predominates with shale siltstone as a secondary rock c.) Fissile black or greenish black shale that is firm and occasionally streaked with sandstone. D.) Siltstone beds that are secondary to dominant sandstone strata. E.) Greenish-black shales in a zone of sandstone and siltstone.

### **Field KF2 oil field in Iraq**

KF2 Field is one of numerous extended, asymmetrical, double-plummeting anticlines that make up the unstable shelf Zone's foothills in eastern Iraq. The 34 km long by 3.8 km wide structure has a northwest to southeast trend. The KF2 structure is made up of two independent domes that are spaced apart by a small saddle. The largest and more productive of the two domes is Kithke Dome. It has a surface expression with & Significance. Daoud Dome is smaller and less populous and lacks a surface separation. The physical saddle made of shale. Divvies up the two domes. [3] . We have measured the permeability of the KF2 field using 125 pulse decay measurements. The North Oil Company had already performed 50 Steady flow permeability measurements on core plugs, which we have also analyzed. These measurements range from 65 nD) (6.42.820 20 m<sup>2</sup>) to 9.75 ml) when combined (9.62x20-15 m<sup>2</sup>). This permeability range categorizes the KF2 deposit as a tight carbonate reservoir, which is obvious. Although there are permeability population for each Petro facies, the distribution of permeability resembles that of porosity. The amplification

of some Petro facies A samples with poor porosity and permeability by open fractures is what causes the overlap. As shown in Fig. 1 and 2

Wells	Porosity	Permeability	Ro	Rw
A-1	16.5	2.35	2.06	0.05
A-2	19.5	12.90	1.51	0.05
A-3	2.01	16.98	1.43	0.05
A-3	15.99	2.21	2.13	0.05
A-4	15.02	2.02	2.56	0.05
A-5	17.02	2.28	2.90	0.05

Fig. 1. The relationship between permeability and Porosity in 5 wells of the KF2 field

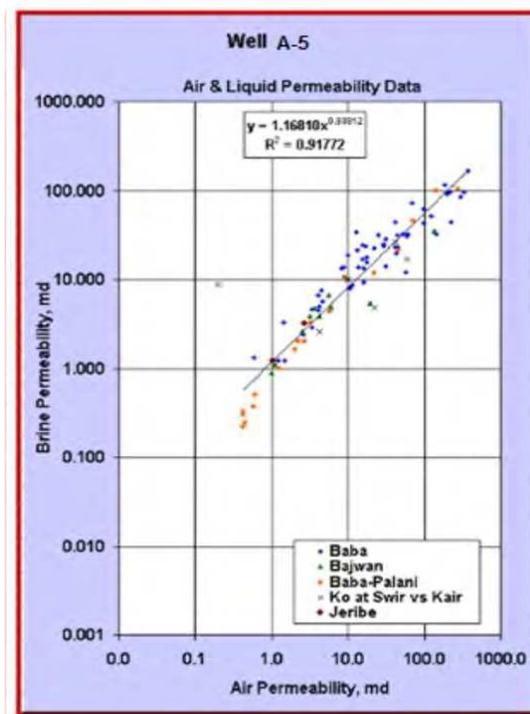


Fig. 2. Permeability against porosity curve to explain the textural properties and classification of KF2 Oil field carbonate reservoir

### Conclusion

The conclusion is the rocks has different permeabilities in different area and different depths as the composition and the compaction of rocks changes as there are many variable factors that influences the formation of rock's permeability as shown in images that provided as above . The permeability is always variable from one field to another as the rocks formation, age, burial, sedimentation and its conditions so that alter the permeability.

## REFERENCE

1. Permeability Evaluation of Sandstone Rocks in Oil Fields, Southern Iraq Using Well Logs.
2. Porosity and permeability of tight carbonate reservoir rocks in the north of Iraq. <https://doi.org/10.1016/j.petrol.2015.05.009>Gong3
3. Gong J, Gerken L (2003) GIS in an overview of Iraq petroleum geology. American Association of Petroleum Geologists Bulletin. 4\_Banks G (2012) Porosity types in the prolific carbonate reservoirs of northern Iraq. Geo convention)

Asabi Boakye Prince (Ghana)

Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Scientific adviser: Slesarenko IngaValerievna, Professor, PhD

## MOTIVATION BUILD-UP GUIDE FOR PH.D. ADULT LEARNERS WITH PROFESSIONS

### **Abstract**

This study seeks to outline and explain some motivational guides that help adult learners who already have their professions, in their educational journey. This category of learners may be already financially independent. What will actually be a reason for them to gain extra knowledge? What will motivate them to use part of their working life to be a Ph.D. student? This study first defines what motivation is, and its use in this context. A search was done. A questionnaire was sent to university students at the Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Ghana. Answers from 368 respondents to the questions gave a high trend of the interesting outcome. The outlined motivational guides in this study ran through respondents' answers on what the majority of professional workers seek to motivate themselves when they take a step to gain additional knowledge to what they currently apply at their workplaces. Respondents said learners' background in previous education should be checked, focus on courses should be based on real-life issues, and enough time should be spent on them evaluating and giving them constructive feedback. The outlined guides positively raise learners' mental orientation to attain an educational goal.

### **1.0 Introduction**

Motivation is defined as an internal or external reason to behave in a particular way to take action in order to achieve a particular goal by overcoming

barriers [1]. The person to be motivated would have a reason why he or she is into taking such a task to accomplish it. An adult learner with a profession is a person who is older and is involved in a higher learning activity in addition to a profession he/she does. In Europe, adult learners comprise more than 75% of part-time students [10]. Sometimes such a person may be financially independent, has a family, or maybe handle so many other obligations in life. How can this person be able to achieve a goal, for example as a Ph.D. student? That is where motivation becomes very essential.

Motivational guides are mostly influenced by teachers' support. Other influences may be the content and activities of the learning procedure, personal life circumstances, and the surroundings they find themselves [2]. This paper shall tackle a few of the motivational guides

## **2.0 Motivation Guides**

### *2.1 Check and consider the background of your learner*

Their background may be either they are professionals in Engineering, health, laboratory technology, or beginners in educational sectors. Professionals may have levels of experience and personal goals. If you know such, you will be able to appropriately choose materials or eLearning materials for them to facilitate their understanding. Some may be practically good, but theoretically lacking [3]. Beginners may be slow learners, so they need a different approach, very basic materials are recommended. Allow more time for them to present their tasks (in the class section or home task. In presenting a topic to an adult learner, you would have to allow more time to present their solution. In class, a 2 to 3 minutes allowance is good for them to assimilate after every 10 minutes presentation before continuing with the next one. For home tasks, allow more days so they can have enough time to think through and give proper solutions. [4]

### *2.2 Focus on real-world solutions*

Information given to learners with profession should focus on real-world-based solutions relevant to the course. If defaulted, it will not offer any practical value for such a learner. For example, how is an eLearning course going to contribute to their skill set? Is an eLearning course going to further their career? Why should they invest time in the eLearning experience in the first place? It would be best if they are given a reason to stay motivated and focused. They can be given scenarios that are visible, with a practical application of knowledge [5].

### *2.3 Give them time to explore*

Adults are adults. They are almost able to do everything on their own. They need not be spoon-fed. They should be given instructions on one thing and allowed to explore the eLearning content in another on their own. This

encourages them to seek extra training materials and come out with their own viable solutions to tasks given to them. When such professional learners gather information autonomously, they are more likely to become lifelong learners with a constant thirst for knowledge [6]

#### *2.4 Take time to assess them*

Enough time for adult learners with professions is very important, especially for those who are slow learners. It is good for good assessment [7]. This allows the learner to ask questions that might border him/ her during research. Teachers are encouraged to give free consultation times to such a learner as this is a very important part of giving self-confidence to them to even ask trivial questions. Sometimes during general class, some adult learners with profession may feel shy or demotivated to ask simple questions bordering them. They may feel they might expose their ignorance. But during individual time with the teacher, such questions could be asked and addressed.

#### *2.5 Provide constructive feedback*

In pedagogy, the teacher's feedback to students is a very relevant and integral part of accomplishing a course. However, such feedback should be very constructive. Feedback can be destructive if not constructively given, especially to an adult learner who is already a professional and is just for a theoretical upgrade. Constructive feedback seeks to address a few mistakes or encourage accurate results the learner presents in his/her solution in a professional way. By this, the learner is able to redo and get better results.

#### *2.6 Provide rewards*

In dealing with adult learners with professions, rewards are not necessarily in monetary form since most of them may be richer or well-to-do. However, they could be given printable certificates to show off to their peers or monumental designs to signify the field of work. This could be enough motivation for them to show their family or keep it for life [9]

#### *Conclusion*

Respondents' answers from this study, when used in the field of education, will be helpful for Ph.D. adult learners. The research indicated that most adult learners with their own professions are hard-working individuals who want to broaden their horizons or solve everyday problems. This means that they may need a little help eliminating distractions in order to connect with the current trend of learning. These motivational outlines can serve as a source of guidance for teachers, education counselors, and psychologists when handling clients. The outlined guides, if properly executed, will facilitate the learning and the aim of Ph.D. adult learners. It is therefore relevant to motivate them to achieve such goals.

### 3.0 Acknowledgment

The paper is prepared within the scope of the Tomsk Polytechnic Priority Programme 2023. The supervisor for the pedagogy is Professor Inga Slesarenko, an Associate professor at the National Research Tomsk Polytechnic University, Russia.

#### REFERENCES:

1. Jintao Su et al, 2022, A physical education teacher motivation from the self-evaluation framework, Pergamon-elsevier science ltd
2. De Greef Maurice, Segers Mien, Verte Dominique, 2012, Understanding the effect of training programs for vulnerable adults and social inclusion as part of continuing education vol 34 pg 357 – 380, England Routledge journals, England
3. Kormos Judit, Csizer Kata 2014, The Interaction of Motivation, Self-Regulatory strategies, and Autonomous Learning Behavior in Different Learner Groups vol 48 pg 275 – 299, Willey NJ
4. Zoltan Dornyei, Letty Chan, 2013 Motivation and Vision: An Analysis of Future L2 Self Images, Sensory Styles, and Imagery Capacity Across Two Target Languages vol 63 pg 437-462 <https://doi.org/10.1111/lang.12005>[ 05 April 2013]
5. Anh Nguyet Diep, Zhu Chan, Cocquyt Celine, de Greef Maurice, Minh Hien Vo, Vanwing Tom, 2019, Adult Learners' needs in online and blended learning vol 59 pg 223- 253, Adult Learning Australia Inc, Australia
6. Khait Henry, Vogel Silke, 2022, A self-regulated Learning Management System: Enhancing performance, Motivation and Reflection in Learning vol 19, UNIV Wollongong
7. Safdari Saeed 2021, Operationalizing L2 Motivational Self System: Improving EFL learners' motivation through a vision enhancement program ,Vol 25 pg 282-305 SAGE Publications Ltd, England
8. Fernandez-Toro Maria, Hurd Stella 2014, A model of factors affecting independent learners' engagement with feedback on language learning tasks, Routledge journals [ 05 Jan. 2014]
9. Owusu-Agyeman Yaw, Fourie-Malherbe, Magda, 2018, Learning conceptions and priorities of adult engineering students in higher education, Taylor & Francis AS,[16 Oct 2018]
10. Urban Kamila, Jirsakova Jitka,2021, Motivation and personality traits in adult learners, SAGE Publications Ltd, England

Bello Luqman Abdullahi (Nigeria),  
Adam Mustapha Umar (Nigeria)

Tomsk Polytechnic University, Tomsk.

Scientific adviser: Stepanov Boris Pavlovich

## **APPLICATION OF GEOFENCING TECHNIQUE IN THE DESIGN OF PHYSICAL PROTECTION SYSTEMS FOR A NUCLEAR FACILITY**

### **Introduction**

Nuclear material has always been an object of interest for terrorist organizations because of the high cost of nuclear material and the ability to use it to create an explosive device. When designing a physical protection system, it's necessary to consider the possibility of gaining access through the vulnerabilities of this protection [1]. Physical protection systems (PPS) are the combination of systems used to protect valuable facilities or entities from theft, sabotage or any malicious human activities. These valuable facilities may include nuclear power plants, airports, military installations, banks and other related facilities. Garcia [2] defines PPS more succinctly as "A physical protection system (PPS) integrates people, procedures, and equipment for the protection of assets or facilities against theft, sabotage, or other malevolent human attacks". The primary functions of PPS are detection of a malicious attack, delay of the malicious attack and response to the malicious attack. The PPS requires some elements to carry out these functions: fence, walls, lock and key, sensors, alarm, detectors, response guide or force, lights, cameras, thermocouples, and the rest [3]. These elements have to be appropriately integrated with a laydown procedure to achieve the required objectives of the PPS, and the procedures include the design of the PPS. The PPS design describes the elements' arrangement, composition, alignment, and interconnectivity see figure 1, while the design evaluation or analysis measures the effectiveness or efficiency of the design all in a given geographical area [4].

Geofencing is a location-based technology that uses GPS, cellular data, or radio-frequency identification (RFID) to create a virtual boundary around a real-world geographic area (figure 2). The concept of geofencing was developed in the early 2000s by a company called Mobot, which was later acquired by Qualcomm. The first patent for geofencing technology was filed in 2003 by Timothy W. Fong, the founder of Mobot [5]. The patent, titled "System and method for monitoring and reporting the geographic location of a mobile device," described a system that would use GPS technology to track a mobile device's location and trigger an alert when it crossed a predetermined boundary. Since then, geofencing technology has evolved and become widely

adopted in various industries, including retail, transportation, and security [6], [7]. Today, there are many geofencing software providers, including companies like Foursquare, Esri, and Google.

### Some Applications of Geofencing Technique

The geofencing techniques are applied in several ways mostly in the commercial and security sphere. This includes the followings:

**IoT Integration:** Geofencing can be used to integrate Internet of Things (IoT) devices, such as smart locks, cameras, and sensors, by creating geofences around the home. This allows homeowners to monitor the status and health of devices in real-time, reducing the risk of issues and improving the efficiency of operations.

**Autonomous-based services:** Geofencing can be used to designate autonomous vehicle-only zones, such as airports, ports, and industrial parks. This allows autonomous vehicles to operate without interference from human-driven vehicles and can improve traffic flow and reduce the risk of accidents.

**Geolocation-based Services:** Geofencing can be used to offer location-based services, such as navigation, weather information, and traffic updates, to passengers in autonomous vehicles. Passengers can receive real-time information about the vehicle’s location, destination, and estimated time of arrival, as well as information about the surrounding area, such as traffic conditions, weather, and points of interest[8], [9].

**Emergency Response:** Geofencing can be used to support emergency response efforts by creating geofences around accident scenes and other emergency locations. Autonomous vehicles can be deployed to the location to provide immediate assistance, such as transporting medical supplies, equipment, and personnel.

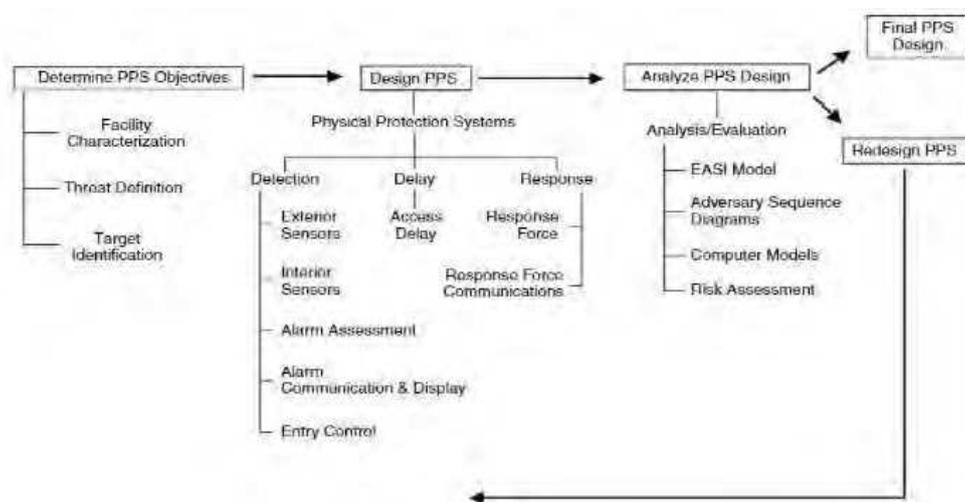
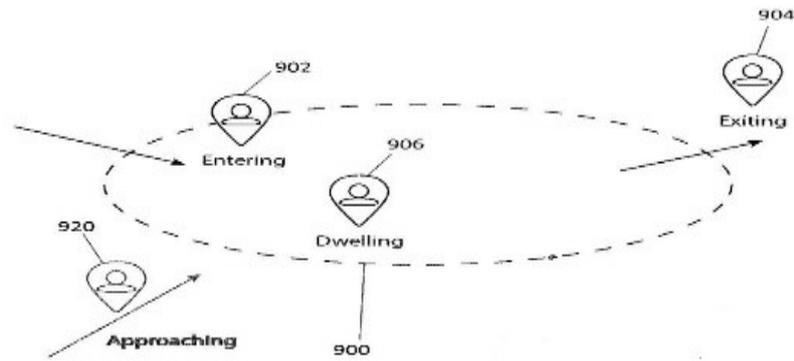


Fig. 1. PPS design cycle



*Fig. 2. Simplified Geofencing Diagram*

### **Applying Geofencing to PPS design**

Here are some general steps to use geofencing techniques to design a physical protection system:

1. Conduct a security assessment: Before implementing a geofencing system, it is important to conduct a comprehensive security assessment of the facility to identify potential security threats and vulnerabilities.
2. Define the geofenced area: The next step is to define the geofenced area, which will create a virtual perimeter around the facility. This should be done based on the results of the security assessment and in consultation with security experts.
3. Choose the right geofencing technology: There are different types of geofencing technologies available, such as GPS, Wi-Fi, and cellular data. It is important to choose the technology that best suits the specific needs of the facility [10].
4. Install the geofencing system: Once the technology has been chosen, the geofencing system can be installed. This will involve installing the necessary hardware, software, and infrastructure.
5. Integrate the geofencing system with other security measures: Geofencing technology should be integrated with other physical security measures, such as access control systems, surveillance cameras, and intrusion detection systems.
6. Test and refine the system: Once the geofencing system has been installed and integrated with other security measures, it should be thoroughly tested to ensure that it is working correctly. Any issues or problems should be addressed and the system refined as needed.

7. Train security personnel: Security personnel should be trained on how to use the geofencing system, including how to respond to alerts and notifications.
8. Regularly review and update the system: The geofencing system should be regularly reviewed and updated to ensure that it remains effective in responding to new security threats and changes in the facility.

By following these steps, a geofencing system can be effectively used to design a physical protection system for a nuclear power plant or other sensitive facilities. It is important to consult with security experts and take a comprehensive approach to security to ensure that the system provides the necessary protection.

### **Application of geofencing to PPS Entry and Exit Control Systems**

To apply geofencing techniques to entry and exit control systems, you can follow these general steps: Geofencing techniques can be applied to both entry and exit control systems to improve security and control access to specific areas. To apply geofencing techniques to entry and exit control systems, you can follow these general steps:

1. Define the geofence boundaries: Determine the physical boundaries of the area you want to geofence. This could be the perimeter of a building or a restricted area within a larger space.
2. Choose a geofencing technology: Decide on the type of geofencing technology that will be used to track individuals or assets within the geofence. This could include GPS, Bluetooth beacons, or RFID.
3. Install the geofencing technology: Install the necessary hardware and software to create and manage the geofence. This may include sensors, gateways, and a cloud-based management system.
4. Set up the entry and exit control system: Configure the entry and exit control system to trigger an alert or action when an individual or asset attempts to enter or exit the geofenced area. This could include sounding an alarm, sending a notification to security personnel, or activating security cameras.
5. Define access policies: Define access policies that specify who is allowed to enter or exit the geofenced area and under what conditions. This could include requiring a valid ID card or biometric authentication.
6. Monitor and control access: Monitor and control access to the geofenced area using the entry and exit control system. Review access logs and audit trails to identify any unauthorized access attempts.
7. Test and refine the system: Test the geofencing and entry and exit control system to ensure that it is functioning correctly and accurately detecting when individuals or assets are attempting to enter or exit the

geofenced area. Refine the system as necessary to improve its accuracy and effectiveness.

By following these steps, you can apply geofencing techniques to entry and exit control systems to improve security and control access to restricted areas.

### **Benefits of Geofencing in PPS Designing**

Geofencing techniques can provide several advantages in the design of a physical protection system for a nuclear power plant:

1. **Increased security:** Geofencing technology can enhance the security of a nuclear power plant by creating a virtual perimeter around the facility. This can help to prevent unauthorized access to sensitive areas and detect potential security breaches.
2. **Real-time monitoring:** Geofencing systems can provide real-time monitoring of the location of individuals or assets within the geofenced area. This can allow security personnel to quickly identify any potential security threats and take appropriate action.
3. **Enhanced access control:** Geofencing technology can be used to control access to specific areas within the geofenced perimeter, ensuring that only authorized personnel are allowed to enter sensitive areas.
4. **Reduced costs:** Geofencing technology can be more cost-effective than other physical security measures such as manned guards or physical barriers. It can also reduce the need for multiple security layers, which can reduce costs further.
5. **Improved response times:** Geofencing technology can help to improve response times to potential security threats by providing real-time alerts and notifications to security personnel.
6. **Scalability:** Geofencing technology can be scaled up or down depending on the size and complexity of the nuclear power plant. This means that it can be adapted to the specific needs of the facility, making it a versatile and customizable security solution.

Overall, geofencing technology can provide a range of benefits for the design of a physical protection system for a nuclear power plant, helping to enhance security, reduce costs, and improve response times.

### **Top of Form**

#### **Limitations of Geofencing in PPS Designing**

While geofencing techniques can be useful in the design of physical protection systems for nuclear power plants, there are also several potential disadvantages to consider:

1. **False positives:** Geofencing relies on precise location tracking, which can sometimes result in false positives when an individual or asset is mistakenly identified as being outside the geofenced area. This can lead

- to unnecessary alarms and disruptions, which can be particularly problematic in a high-security environment like a nuclear power plant.
2. **Inaccuracy:** Geofencing technology can be affected by various factors such as weather conditions, environmental factors, and technological issues which can result in inaccuracies in the geofencing system. This can lead to false negatives, where an individual or asset is incorrectly identified as being inside the geofenced area, and unauthorized access may go undetected.
  3. **Vulnerability to hacking:** Geofencing systems can be vulnerable to hacking, which could allow unauthorized access to the geofenced area. A cyber-attack on the system could potentially disable or manipulate the geofencing technology, allowing an intruder to enter the restricted area undetected.
  4. **Cost:** Implementing geofencing technology can be costly, particularly in large-scale applications such as nuclear power plants. There may be costs associated with hardware, software, and ongoing maintenance and support.
  5. **Limited range:** Geofencing technology has a limited range and may not be effective in detecting threats that occur beyond the geofenced area. This means that other physical security measures may be required in addition to geofencing technology to ensure comprehensive protection.
  6. **Privacy concerns:** The use of geofencing technology can raise privacy concerns, particularly if it is used to track the movements of individuals. This may require additional measures to ensure that data is collected, stored, and used in a way that respects individuals' privacy rights.

These potential disadvantages of geofencing techniques should be carefully considered when designing a physical protection system for a nuclear power plant, and appropriate measures should be taken to mitigate these risks.

### **Conclusion**

In summary, geofencing technology can be a valuable tool for designing physical protection systems for nuclear power plants. It allows for more precise and efficient monitoring of critical areas, helping to prevent potential security breaches. However, it's important to implement geofencing strategically and keep in mind the potential limitations and challenges of the technology.

### REFERENCE

1. J. R. Lovering, A. Abdulla, and G. Morgan, "Expert assessments of strategies to enhance global nuclear security," *Energy Policy*, vol. 139, Apr. 2020, doi: 10.1016/j.enpol.2020.111306.

2. M. Lynn. Garcia, The design and evaluation of physical protection systems. Elsevier/Butterworth-Heinemann, 2008.
3. H. Yoo, “A new physical protection measure for evaluating risks at nuclear facilities,” *Ann Nucl Energy*, vol. 36, pp. 1463–1468, 2009, doi: 10.1016/j.anucene.2009.06.014.
4. H. Yoo, S.-W. Kwak, S.-S. Chang, J.-S. Kim, and W.-K. Yoon, “Development of an evaluation parameter for physical protection in INPRO and its case study on Republic of Korea’s PWRs,” *Ann Nucl Energy*, vol. 36, pp. 844–848, 2009, doi: 10.1016/j.anucene.2009.02.004.
5. A. Sheth, S. Seshan, and D. Wetherall, “Geo-fencing: Confining Wi-Fi coverage to physical boundaries,” *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, vol. 5538 LNCS, pp. 274–290, 2009, doi: 10.1007/978-3-642-01516-8\_19/COVER.
6. R. A. Caralli and W. R. Wilson, “The Challenges of Security Management”.
7. R. Roman, J. Zhou, and J. Lopez, “On the features and challenges of security and privacy in distributed internet of things,” 2013, doi: 10.1016/j.comnet.2012.12.018.
8. O. Qayum and T. Sohail, “FenceBook a Geofencing based Advertisements Application Using Android”, doi: 10.25046/aj010506.
9. F. Victor and S. Zickau, “Geofences on the Blockchain: Enabling Decentralized Location-Based Services; Geofences on the Blockchain: Enabling Decentralized Location-Based Services,” 2018, doi: 10.1109/ICDMW.2018.00021.
10. D. Namiot and M. Sneps-Sneppe, “Geofence and Network Proximity”.

Chebila Hanadi (Algeria)

State University of Management, Moscow

Scientific adviser: Talalova Larissa Nikolaevna,  
doctor of pedagogical sciences

## **GLOBAL CRISES MILESTONES: ANALYSIS OF THE CAUSES**

Financial and economic crises are not a new phenomenon in the global economy. Rather, they existed and succeeded in various economic systems, and their frequency and size increased in recent decades until they reached their climax recently. In this article, the most important financial crises faced

by humans throughout history are not mentioned but there made an attempt the main causes of these crises to be identified.

### **Introduction**

Over the course of nearly two hundred years of development and formation of the world industrial society, economic crises have occurred in many countries, in which there was an increasing decline in production, accumulation of unsold goods in the market, falling prices, and a breakdown in: the system of mutual settlements, banking systems, industrial and commercial companies, and finally a sharp rise in unemployment [1]. The term ‘crisis’ is a general term, derived from the Greek word ‘krisis’, which is used to refer to a temporary or perhaps partial problem. As for the economic crisis, it is defined as a sudden state of turmoil and imbalance in the general economic system of the countries, which results in a state of imbalance in all aspects and economic elements in terms of production, consumption, income, prices, competition, export, import, currency rates and others. Some say it is a case of an unprecedented and unplanned decline in the prices of assets, which are capital, shares, savings accounts, and equity. Human history has witnessed many economic crises that had a profound impact on all levels to the extent that they contributed to the collapse of empires known to man in the past [2]. Therefore, to manage organizations that operate in unstable economic conditions in order to survive and avoid bankruptcy, the history of financial crises must be studied and analyzed and the causes of their occurrence should be determined.

### **The historical background explaining the financial crises**

The first one was the credit crisis that began in London and spread throughout Europe, when Britain built a huge fortune through its colonial possessions and trade in the 1760s. Some historians believe that the economic repercussions of this crisis were one of the most important reasons for the Boston Tea Party demonstrations, which eventually led to the independence of the United States from Britain [3]. Then there were the crises of 1857 started in the US with further covering Europe (stock market crisis), of 1873 in Austria and Germany (estate market crisis), of 1914 (international financial crisis) due to the WWI, of 1920–1922 in Europe (banking crisis), of 1929 (Black Thursday), of 1957 in the US and Europe, of 1973 (“from 1973 to 1979, the world experienced oil crisis twice” [4, p. 69]), of 1987 and of 2008, when the real estate market collapsed due to non-payment of high-risk loans. Thanks to the experience of past centuries, the 2008 crisis was accepted by states with caution, because after the Great Depression it turned clear that the economy would experience ups and downs anyway. Therefore, the 2008 crisis is evaluated as that one with its roots both in the general cyclical nature of economics and failures in financial regulation. Where global trade once again faced imbalances [5].

### **Causes of financial crises**

In light of the rapid presentation of the most prominent global financial crises, and in the context of global financial economic changes, and the requirements of competition in light of financial globalization, and without overlooking the natural causes of the gaps between demand and supply, financial crises cannot be attributed to one or two causes. A number of reasons combine at the same time to cause a financial crisis. Crises differ in terms of their type and also differ in their severity, impact and time range. Some of them may result from Panic Banking panic, which in turn results in a recession or contraction in economic activity; at other times, the reason may be a sharp collapse in the stock markets, especially after the existence of the Bubble, in the prices of some assets; or because of a currency crisis and the collapse of the exchange rate, which results in a number of negative effects on the development path of the national economy. For this reason, most empirical studies that dealt with various financial crises focused on the fact that the causes of crises are due to two groups of factors.

**Macroeconomic factors.** A group of causes that lead to banking crises can be monitored through the perspective of macroeconomic factors, including:

1. The overall structural imbalances: the imbalances resulting from successive changes in the structure of the national economy and the consequent deterioration of some economic sectors in addition to the emergence of a large deficit in the state's general budget and the current account of the balance of payments.

2. Capital flows and monetary policies followed: capital flows are considered a macroeconomic variable that plays a role in the early stages of the crisis, as fluctuations in international prices increase the cost of lending and reduce investment incentives on the one hand, and these flows increase the volume of bank deposits and tempt banks to increasing credit regardless of the appropriateness of this credit on the other hand, and here the monetary authority must intervene to reduce the size of the money supply within the economy.

3. Lending policies: some banks may expand their lending policies in the economic boom phase as a result of the desire to obtain a larger market share due to competition and profit motives.

4. Exchange rate policies: flexible or restricted exchange rates play a key role in the banking system crisis. Flexible exchange rates can increase speculation, and this is due to the fact that the exchange rate change leads to large fluctuations in the growth rate of national product.

5. Economic reforms and financial liberalization: inappropriate and sometimes exaggerated economic reforms put extraordinary pressures on the bank-

ing system and cause a crisis. Liberalizing exchange rates, for example, weakens the ability of the banking system to regulate short-term prices, and reducing restrictions on bank lending increases demand, on credit directed towards certain economic sectors.

6. Distortion of the incentive system: the owners of banks and senior management are not financially affected by the financial crises that they contributed to, for example, their services are not terminated or they are charged with the losses that occurred as a result of the crisis, especially when the bank bears risks exceeding its ability.

**Microeconomic factors.** The microeconomic factors specific to each bank or group of banks play an important role in the emergence of financial crises. These factors can be summarized as follows:

1. The high ratio of loans: property rights, which puts burdensome burdens on the banking system, especially in times of economic crises, where business projects are reluctant to pay the banking obligations incurred in the previous boom periods.

2. The existence of an intimate relationship between banks and companies: it is natural for the bank to learn about the activities of its customers in order to be able to evaluate their creditworthiness without reaching this relationship to a degree that affects the integrity of credit decisions.

**Non-Economic factors.**

1. Wars. Since wars are so intertwined with the economy, many wars are partly or wholly based on economic causes.

2. Natural disasters: disasters are unexpected incidents caused by the forces of nature, or by human action, which result in loss of life and destruction of property, and have a severe impact on the national economy and social life, and the possibilities to confront them exceed the capacity of national resources and require international assistance.

3. Epidemics and pandemics. Epidemics are unexpected, and often sudden, increases in the incidence of a particular disease within a community or region. As for a pandemic, it occurs when a specific epidemic spreads throughout the world, crossing international borders and affecting large numbers of people.

**Conclusion**

Most financial crises start in the form of a small bubble and quickly develop into a global financial and economic crisis. Therefore, it is necessary to study the history of crises and analyze the most important reasons for their emergence in order to learn and take immediate measures and measures to reduce the effects of crises in the future. Among the most important results of the research can be summarized as follows.

Not all financial crises are followed by economic crises, but they generally negatively affect real activity.

Financial crises cannot be traced back to one or two causes, as there are a number of causes converging at the same time. The most important of them are: macroeconomic instability, financial sector turmoil, expansion of lending operations, and the collapse of stock markets.

The crises revealed weaknesses in the way financial institutions are supervised and regulated.

The failure of risk management to keep pace with financial innovation.

The seriousness of the crisis will lead to the control of the field of money, and this calls for a distinction between necessary and exaggerated regulation.

The crises revealed the great importance of the state's role in resolving crises.

The need to find a balance between all measures taken to address the crisis.

#### REFERENCES

1. Gurtner B. The Financial and Economic Crisis and Developing Countries // International Development Policy. Revue internationale de politique de développement. – 2010. – № 1. – Pp. 189–213.
2. Martin R. The Local Geographies of the Financial Crisis: from the Housing Bubble to Economic Recession and beyond // Journal of Economic Geography. – 2011. – V. 11. – № 4. – Pp. 587–618.
3. Baily M.N., Litan R.E., Johnson M.S. The Origins of the Financial Crisis. – The Brookings Institution. Fixing Finance series. Paper 3. Nov. – 2008. – 47 p.
4. Kuo T.H., Talalova L.N. The Stewardship of the 'Taiwan's Economic Miracle' and Its Feedback on National Cultural Context // E-Management. – V. 4. – № 1. – 2021. – Pp. 68–73.
5. What Caused the Financial Crisis / Ed. by Jeffrey Friedman. – University of Pennsylvania Press, 2011. – 376 p.

Ghoneim Youmna (Egypt)

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Scientific adviser: PhD Karengin A.G.

## **BORON FILLED POLYETHYLENE SHIELDING CERAMIC-METAL APPLIED FOR COMPOSITE SHIELDING TO NUCLEAR RADIATION**

### **Introduction**

Concerns of mixed neutron and gamma radiations are common in most nuclear applications. This is a result of neutrons' interactions with materials, which can lead to the generation of secondary gamma-rays.

Shielding material. Among them, UHMWPE composites ( $B_4C$ -W/UHMWPE) synergistically reinforced by boron carbide ( $B_4C$ ) particles and tungsten (W) particles have received particular attention.

### **Radiation induced from Nuclear Reactor**

Radiation is energy that arises from a source, traverses space, and has the potential to penetrate a variety of materials. According to its ability to ionize matter, radiation is divided into two distinct groups. Ionizing radiation comes in two forms: (1) and (2) [1].

Nonionizing radiation, the energy required to liberate electrons from atoms and form ions is absent from electromagnetic waves, such as X-rays and gamma rays (alpha, beta, and neutrons) [2].

### **Choosing the Right Radiation Shielding factors**

Radiation Protection is an important field across a wide range of industries from healthcare and medical imaging to nuclear energy, nuclear medicine and non-destructive testing. ALARA (As Low as Reasonably Achievable) is a principle that strives to minimize the exposure of ionizing radiation to people and the environment while considering economics, technology and social factors [3].

Table 1

*Several types of commercial polyethylene materials' attenuation coefficients [5]*

Materials	Coefficient, $\Sigma$ ( $\text{cm}^{-1}$ )
Low density polyethylene	0.146
High density polyethylene	0.321
Linear of low density polyethylene	0.147

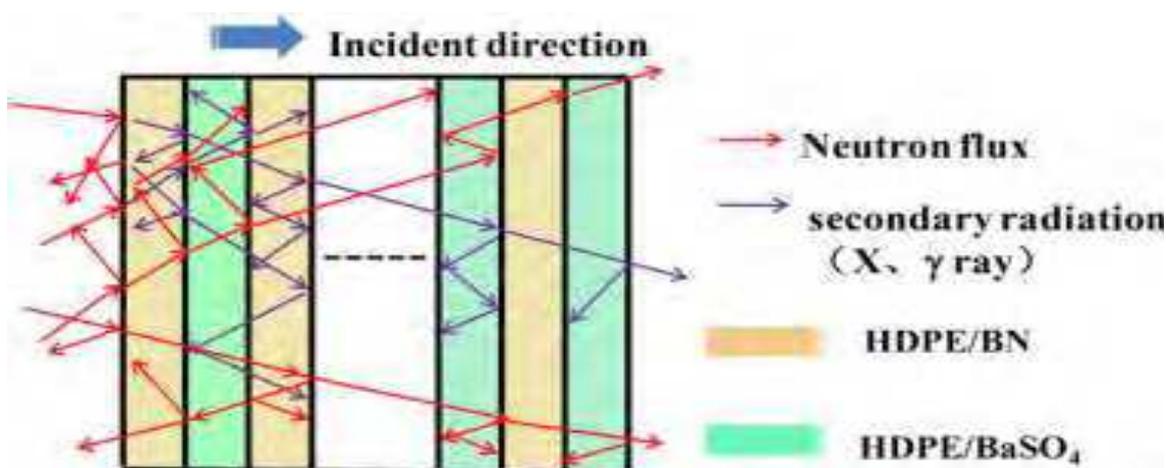
Table 2

*Coefficient of attenuation of the HDPE/B4C combination [8]*

Materials	B <sub>0</sub>	B <sub>7</sub>	B <sub>15</sub>	B <sub>24</sub>
Attenuation Coefficient, $\Sigma$ ( $\text{cm}^{-1}$ )	0.33	3.65	3.98	4.46
Relaxation Length (cm)	3.03	0.27	0.25	0.22

### Why Boron and Heavy metals Efficient in neutron Shielding

To minimize the dose of gamma radiation caused by neutron capture interactions, neutron shielding may also include high atomic weight elements or layers of higher atomic weight shielding material (n,  $\gamma$ )[6].



*Fig. 1. The alternating multi-layered distribution structure of the composite (one layer was high density polyethylene (HDPE)/boron nitride (BN), and another layer was HDPE/barium sulfate (BaSO<sub>4</sub>) [3]*

### Several polymer composites are used as neutron shielding materials for this purpose

The 2.2 MeV energy of the released  $\gamma$ -rays. These  $\gamma$ -rays can affect the physical characteristics of the polyethylene and, in some circumstances, may also serve as a somewhat undesirable source of radiation exposure [4].

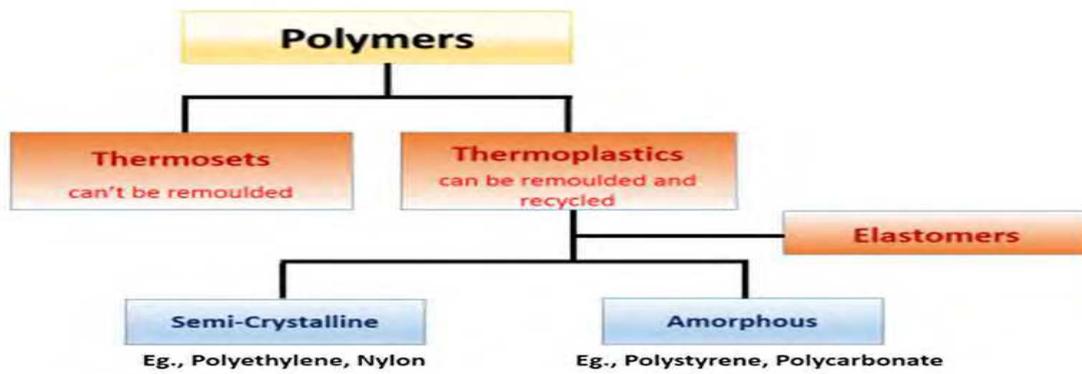


Fig. 2. Upon temperature change, polymers are classified into semi-crystalline and amorphous thermosets and thermoplastics

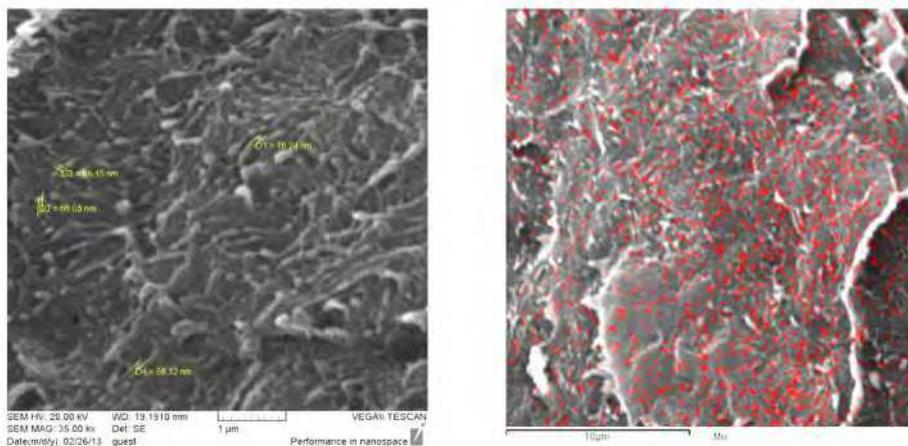


Fig. 3. SEM images of boron carbide Nano-composites, a) the magnified image to show the size of Nano-particles with 1 μm [9]



Fig. 4. Following recycling, polymer composite materials utilization in a variety of applications, such as radiation protection materials [8]

## Several polymer composite types are used as materials for neutron shielding

**High purity polyethylene (HDPE)** is used to thermalize fast neutrons, primarily for experimentation where it is desirable to produce a thermal neutron flux from a higher energy field. HP Polyethylene has minimal impurities that might absorb thermal neutrons [7].

**Pure Polyethylene** can be easily machined into complex shielding form factors and is available in virtually any shape or configuration. This material is often used in applications involving reactor physics, activation analysis, isotopic neutron sources and specially fabricated neutron casks [8].

**Polyethylene** due to its high hydrogen content, is a well-known material for shielding purposes. The atomic number one element, hydrogen, has the greatest energy loss per mass. Since hydrogen has a shorter mean free path for ions than other materials, heavier ions fragment more easily, resulting in a smaller dose being delivered.

**Polyethylene has an extremely high molecular weight (UHMWPE)** is a linear polyolefin containing a  $\text{CH}_2\text{CH}_2$  repeating unit. Long chains with a molecular mass of  $2 \cdot 10^6$ – $6 \cdot 10^6$  g mol<sup>-1</sup> comprise up the long chains of medical-grade UHMWPE, which is a semi-crystalline polymer with a set of ordered areas contained in a disordered amorphous phase [5].

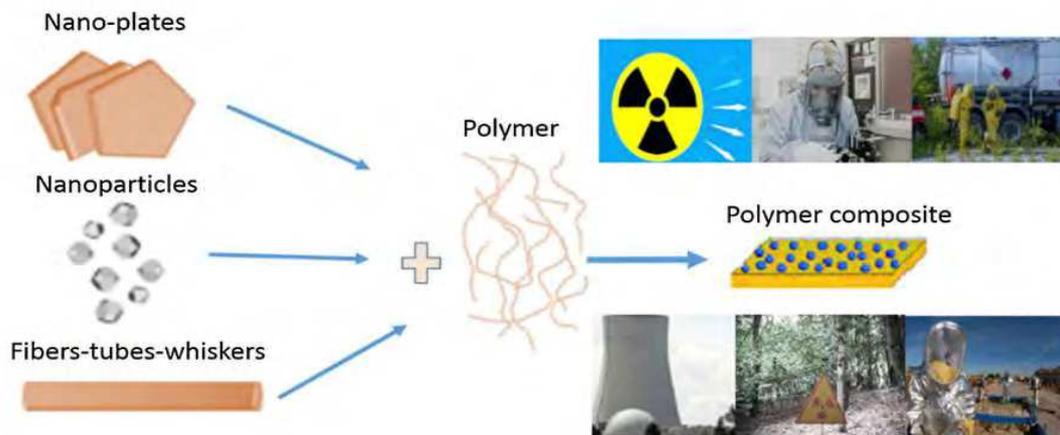


Fig. 5. To create polymer composites, a variety of Nano plates, nanoparticles, fibers, and tubes can be included into the polymer matrix. [9]

## Conclusion

Boron atom has the largest thermal neutron absorption cross-sectional area in common substances (second only to Pu, Sm and Gd), and  $\text{B}_4\text{C}$  is cheap; W has a large atomic number, which can effectively shield  $\gamma$  rays, and is non-toxic and harmless; UHMWPE has a very high atomic number.

High Hydrogen atom content can significantly moderate fast neutrons, and is resistant to impact, wear and acid and alkali corrosion. Therefore, the B<sub>4</sub>C-W/UHMWPE composite material not only has excellent composite shielding effect on high-energy rays, but also has good impact resistance, wear resistance, acid and alkali corrosion resistance and other advantages.

#### REFERENCES

1. McAlister, Daniel R. 2016. "Neutron Shielding Materials - Eichrom Technologies Inc." February 25.
2. "Nuclear Energy Materials and Reactors." 2022. Nuclear Energy Materials and Reactors (EBook). Accessed May 24.
3. "Marshield Custom Radiation Products." 2022. MarShield Custom Radiation Products. January 12.
4. Arif Sazali, Muhammad, Nahrul Khair Alang Md Rashid, Khaidzir Hamzah, Faridah Mohamad Idris, Muhammad Syahir Sarkawi, and Nur Syazwani Mohd Ali. 2022. "Polyethylene Composite with Boron and Tungsten Additives for Mixed Radiation Shielding." IOP Conference Series: Materials Science and Engineering 1231 (1): 012010. doi:10.1088/1757-899x/1231/1/012010.
5. "Borated & Pure Polyethylene Neutron Shielding." 2022. MarShield Custom Radiation Products. Accessed May 24.
6. Mani, Venkat, Narasimha S. Prasad, and Ajit Kelkar. 2016. "Ultra High Molecular Weight Polyethylene (UHMWPE) Fiber Epoxy Composite Hybridized with Gadolinium and Boron Nanoparticles for Radiation Shielding." SPIE Proceedings. doi:10.1117/12.2240135.
7. Suri, A.K, S R Ch Tammana, and Murthy. 2010. "Development of Boron –Based Materials for Nuclear Applications".
8. "Tungsten Radiation Shielding." 2022. MarShield Custom Radiation Products. Accessed May 24.
9. Mortazavi, S.M.J., M. Kardan, S. Sina, H. Baharvand, and N. Sharafi. 2016. "Design and Fabrication of High Density Borated Polyethylene Nanocomposites as a Neutron Shield." International Journal of Radiation Research 14 (4): 379–83. doi:10.18869/acadpub.ijrr.14.4.379.

Hamad Khlifia Rofida (Sudan)

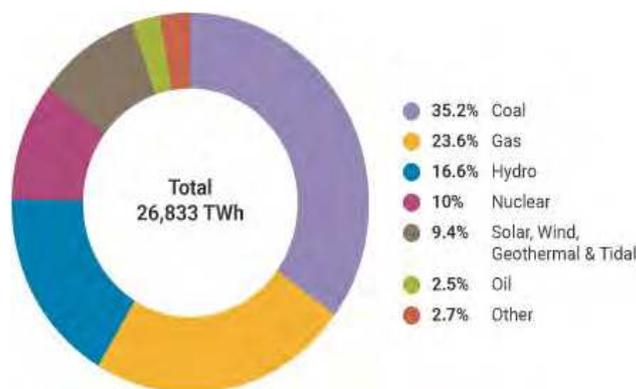
National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Scientific adviser: Nikolay N. Nikitenkov

## CURRENT INNOVATIVE TRENDS IN NUCLEAR REACTORS DESIGN AND THEIR POTENTIAL ROLE IN INCREASING THE WORLD SHARE OF NUCLEAR POWER

### Introduction

Nuclear technology utilizes the energy released from nuclear fission or the split of atoms of certain isotopes. The first developed nuclear technology was in the 1940s, during the Second World War. Research was initially focused on weapons production; however, In the 1950s the attention was turned into the peaceful uses of nuclear energy for power generation. Currently, about 440 power reactors are in use, providing around 10% of the world's electricity (figure 1) [1], making Nuclear energy as the world's second largest source of low-carbon power.



Source: IEA

Fig. 1. World electricity production [1]

### The Fukushima Daiichi Nuclear Accident

At the beginnings of the 2000s, amid growing awareness to the links between climate change and the energy related greenhouse emissions, the idea of 'nuclear renaissance' has become popular. Policy makers and scientists identified nuclear power as a potential key player in the clean energy transition. However, the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plants accident in 2011 had serious consequences that disrupted this trend. In the aftermath of this accident, the international community turned its attention to strengthening nuclear safety, while many countries chose to phase out nuclear power. In Japan, with public confidence in nuclear power at its lowest levels, the Japanese authorities

had to decide on suspending the operations at 46 of the country's 50 total operating nuclear power reactors. Meanwhile, Germany decided to entirely phase out nuclear power by 2022, less than three months later after the accident, following public pressures. Belgium also confirmed its plans to phase out nuclear Energy by 2025 [2].

### **Rebuilding Confidence – Innovative Designs**

The road back to nuclear power is being built on actions taken at the international levels to distribute factual information on the Fukushima Daiichi accident actual impact, and on strengthen nuclear safety further, combined with an ongoing effort towards an innovative fuel and reactors designs with an anticipated outstanding performance.

Russia's deployment of the BN-800 fast reactor in 2016, a technology that has the potential to reduce nuclear waste, underlined the potential long-term nuclear energy's sustainability. Meanwhile, the Accident Tolerant Fuel concept has emerged, with many proposed advanced fuel and claddings concepts been actively developed and tested worldwide. In the United States, the U.S. Department of Energy is actively engaging with industry to develop new fuels possessing an enhanced accident tolerance features within a short-term timeframes. These nuclear fuels utilize new materials with ability to reduce hydrogen buildup, improved retention of fission gases and products. They are structurally possess more irradiation resistance, corrosion resistant, and can withstand high temperatures and harsh reactor core environment. This proposed accident tolerant fuels are expected to function more efficiently inside the nuclear reactor core and to be able to last longer. This would potentially extend refueling time from 1.5 years to 2 years or even more and use less fuel by nearly 30%. This would indicate reduced fuel costs and less waste over the operating life of the nuclear reactor.

The leading French company Framatome, Westinghouse and GE's Global Nuclear Fuel are currently engaged in testing their developed accident tolerant fuels. In collaboration with national laboratories and the government, the three companies look forward to commercializing and deploying their nuclear fuel concepts by 2025.

Meanwhile, international efforts are being accelerated to develop the small modular reactors (SMRs), including the first SMRs deployment. Currently, these SMRs are being seen as one of the most promising emerging nuclear technologies. In contrast to the existing reactors, these proposed SMRs designs are generally simpler and extensively rely on the inherent and the passive safety features. Hence, they are likely requiring lesser up-front costs as well as providing more flexibility to the smaller grids. It also could be integrated with renewable as well as the non-electric applications like water desal-

ination and hydrogen production. These new innovative nuclear reactors designs are expected to generate generally less nuclear waste and even operate on the recycled spent nuclear fuel (closed cycle).



*Fig. 2. Test fuel pins of the new chromium coated Zircaloy with new fuel pellets welded inside, developed by Framatome [3]*

### **Conclusions**

Years following the accident at Fukushima Daiichi, and as the Paris Agreement on climate change entered into force, the number of countries looking to nuclear power as one of the means of addressing climate change are increasing. Momentum has begun to assemble behind the notion that nuclear power potentially has a major role to play with regard to climate change mitigation and sustainable development. These countries also started to look at the potential role that nuclear power could play in improving energy security, lessen the effects of the volatile prices of fuel and improve the competitiveness of their economies. In its annual projections of 2020, the international atomic energy agency said that nuclear generation capacity may double by 2050 or might decline to slightly lower than the current levels. Commitments that have been made under the Paris climate change agreement and other international initiatives can support the further development of nuclear power, nevertheless, that will require energy policies establishments and market designs to simplify investments in distributed, low-carbon technologies. Hence, the current proposed innovative reactor and fuel designs would hugely contribute in advancing this development if proved its competitiveness and commercialized.

### **REFERENCES**

1. World nuclear association, “Nuclear Power in the World Today” March 2023. <https://world-nuclear.org/information-library/current-and-future-generation/nuclear-power-in-the-world-today.aspx>

2. Henri Paillere and Jeffrey Donovan, “Nuclear Power 10 Years after Fukushima: The Long Road Back” IAEA Department of Nuclear Energy, 2021, <https://www.iaea.org/newscenter/news/nuclear-power-10-years-after-fukushima-the-long-road-back>“
3. New Accident Tolerant Fuel by Framatome Being Tested at Idaho National Laboratory “U.S. Office of Nuclear Energy. <https://www.energy.gov/ne/articles/new-accident-tolerant-fuel-framatome-being-tested-idaho-national-laboratory>

Ketter Elvis Kipkorir (Kenya)

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Scientific adviser: Korotkikh A.G., Professor

## **COOLING SYSTEM OF THE BIOLOGICAL PROTECTION OF THE IRT-T REACTOR**

### *Introduction*

The IAEA precaution norms establish basic safety principles, provisions, and measures to curb irradiation to human beings and the discharge of radioactive material to the surroundings. They also reduce the possibility of incidents that could result to inability to manage the atomic reactor, or any activity that results to the release of radioactive substances. This includes nuclear sites, the use of radiation sources, the shipping radioactive materials, and the control of radioactive waste, among other locations and activities that include a danger from radiation [1]. Biological protection is designed to create a radiation environment at workplaces, in the reactor rooms in accordance with radiation safety standards. According to fundamental safety principles, the best possible level of safety must be provided through optimizing protection. [2]. The biological protection of the reactor includes the pool water, the concrete mass of the reactor pool protection, the gates of the horizontal experimental channels, and the protective boxes of the reactor process equipment [3]. During operation of the reactor, a lot of heat is released in the reactor vessel. With these conditions, the biological protection of the reactor absorbs heat. Therefore, there is a need to cool the protection system.

*Main components of biological protection system*

1. Pumps

Table 1

*- Characteristics of the pump*

Pump size	flow m <sup>3</sup> /h	Head, m	Motor power kW	Rotation frequency, rpm
X20/31	20	32	5.5	2900

2. Heat exchanger

Table 2

*Characteristics of heat exchanger*

Type of heat exchanger	Heat exchange surface	Flow rate of water
TO-6 water-to-water heat exchanger	7.5 m <sup>2</sup>	7 m <sup>3</sup> /h

3. Coils installed for biological protection

Coils made of stainless-steel pipes with diameters of 38mm and 32mm

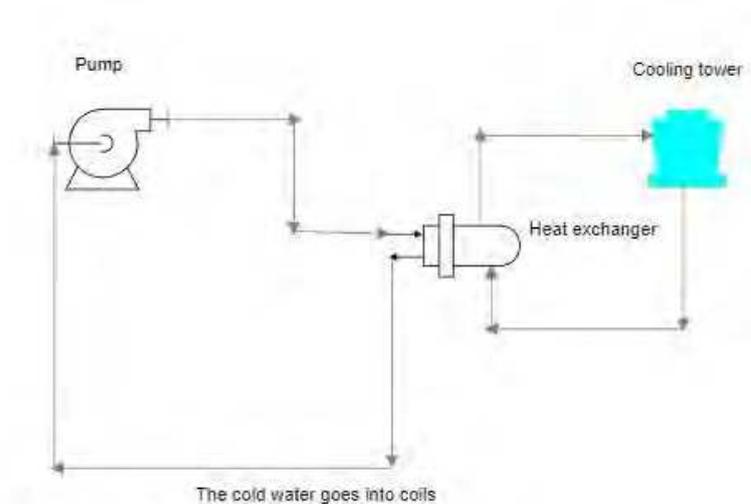
4. Pipelines and fittings

5. Cooling tower

*Cooling circuit of the biological protection of the IRT-T reactor*

The protection cooling circuit is designed to remove the heat released in the biological shield of the IRT-T reactor. The system is filled with demineralized water. The cooling of the biological protection of the reactor is carried out with the help of coils installed in the area of the slide gates of the horizontal experimental channels and under the bottom of the tank in the area of the core. An additional coil is installed in the area of the gates between the walls of the old aluminum tank and the stainless steel one. Water is heated in coils made of stainless-steel pipes with diameters 38mm and 32mm and poured into the concrete of the bottom and walls of the tank, as well as around the slide gates. It is supplied through a 50 mm diameter pipeline to the protection cooling pump type X20 / 31, located in the pump room of the secondary circuit. A valve 31 is installed on the suction pipeline of the pump while a manually operated valve 32 are installed on the discharge pipeline. After the pump, the demineralized water enters the TO-6 water-to-water heat exchanger with a heat exchange surface of 7.5 m<sup>2</sup>, where it is cooled by the process water of the secondary circuit. The heat exchanger is fixed to the wall. Valves are installed at its inlet and outlet. Further, the cooled water is supplied through a pipe 57 mm diameter to the protection cooling coils. Valves are installed at the inlet and outlet of the

protection cooling coils. The schematic diagram of the biological protection system can be shown in the figure below.



*Fig. 1. Biological protection system of IRT-T Reactor*

## REFERENCES

1. IAEA Safety Standards for protecting people and the environment Specific Safety Guide Design of the Reactor Coolant System and Associated Systems for Nuclear Power Plants. (n.d.). [https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1878\\_web.pdf](https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/PUB1878_web.pdf)
2. World Health Organization. (2007). Fundamental safety principles. Safety fundamentals.
3. The facilities serve for fundamental studies in: nuclear and elementary-particle physics; interaction of charged particles with crystalline structures; radiation material science; pulsed- 634050, Tomsk. (n.d.). Retrieved March 25, 2023, from [http://flnph.jinr.ru/images/content/Books/Nuclear\\_Research\\_Facilities\\_in\\_Russia/FTI-TPU.PDF](http://flnph.jinr.ru/images/content/Books/Nuclear_Research_Facilities_in_Russia/FTI-TPU.PDF)

Kiragga Festo (Uganda)

Tomsk Polytechnic University, Tomsk-Russia

Scientific adviser: Brazovskiy Konstantin, PhD, Professor

## **PHYSICAL INTERACTION OF FAST NEUTRONS WITH BIOLOGICAL TISSUES FOR RADIOLOGICAL THERAPY – A RADIOBIOLOGICAL REVIEW**

### **Abstract**

From the discovery of neutrons by James Chadwick in 1932, research into the clinical applications of fast neutrons has been going on for almost a century regardless of the several bottlenecks. The uncharged neutrons do not interact directly with the electron cloud of atoms like X-rays or photons. They however interact with water or hydrogen in biomolecules, liberating the highly ionising protons which create dense ionisation chains along their paths. Along these paths, they transfer energy to the body in a process called Linear Energy Transfer (LET). It's this energy that is responsible for the Double Strand Breaks (DSB) that cause lethal damage to DNA. The lack of proper understanding of this radiobiological phenomenon is likely to be a major hindrance to the scientific progress.

### **Introduction**

Fast neutrons are those with sufficient energy to liberate recoil protons from matter after which these liberated particles ionise materials. Neutrons are uncharged, cannot be accelerated or deflected and do not interact with electrons. This interaction might either scatter off or absorb the incident neutron. Clinicians have had issues regarding the usage of fast neutrons for therapy because of the challenges it has had in the past related to excessive toxicity [1]. The main aim of radiation therapy is a Double Strand Break (DSB) at every irradiation. Radiation can cause the death of hematopoietic stem cells in the bone marrow [2]. Dr. Robert Stone's work at the Lawrence Berkeley Laboratories is credited for pioneering the work in fast neutron therapy in 1938. It is reported that nearly 250 patients were treated with fast neutrons between 1938 – 1942. Similar follow-up efforts were initiated in 1970 at the Hammer-smith Hospital in London [3]. Fast neutron therapy has been found useful in particular tumors where photon therapy has had limited success [4].

### **The case for neutron therapy**

Although photon therapy has taken greater strides in terms of specification of the target and accuracy limits, there remains a need for neutron therapy for certain types of tumors. The main radiobiological advantages of fast neutrons or high Linear Energy Transfer (LET) radiation are mainly three: (a) the

suppressed oxygen effect, (b) reduced repair of sub-lethal damage and increased cell kill per fraction of absorbed dose, and (c) a reduced variation in cell response within the phase of the mitotic cell cycle. Whereas the biological effectiveness of neutron irradiation has been found to increase with LET, the number of DSBs also increases as LET decreases [5, 6]

### **Neutron properties**

A neutron is a neutral elementary subatomic particle with a mass of almost 2000 times that of an electron. Its lifetime as a free particle is about 15 min inspite of the fact that neutrons are stable when bound in atomic nuclei. Neutrons interact weakly with matter and are therefore very penetrative beyond photons. Fast neutrons generally have energies between 0.5 - 20 MeV. These are the energies of neutrons emitted by fission sources and after emission, they travel in **straight lines only**, deviating from their original path when they collide with a nucleus [7].

### **Neutron interaction with biological tissue**

Uncharged fast neutrons will always look for a hydrogen nucleus ( $^1\text{H}$ ) for interaction since it passes through the electron cloud uninterrupted and thus producing recoil protons that create dense ionisation chains along the track. Such dense ionisation chains will be created in water and other biological macromolecules containing a reasonable volume of hydrogen-like lipids and lipoproteins for example myelin and sphingomyelin in the brain, spinal cord white matter and bodily fat. In the process, large quantities of energy Kinetic Energy (KERMA) is deposited into these tissues containing hydrogen which breaks the double strands of the DNA of cancer cells making repair more difficult. It is this higher energy deposited that gives fast neutrons a higher Relative Biological Effectiveness (RBE) [1, 2, 9].

### **Linear Energy transfer (LET) and RBE**

LET is a function of both the mass of the ionising particles and its associated charge. For a given ionizing particle like a proton, the rate of energy deposition in a target volume increases as the particle slows down and in so doing, more damage is done to the tumor Therefore, LET is inversely proportional to the speed of the ionising particle. Another factor greater relevance is the RBE. It is defined as the ratio between two absorbed doses delivered with two radiation qualities, the reference radiation (250 kVp x-rays or  $^{60}\text{Co}$   $\gamma$ -rays) and non-reference radiation that results in the same effect in a given biological system. From a radiobiological point of view, neutrons are high LET radiation while X-rays or photons are low LET.

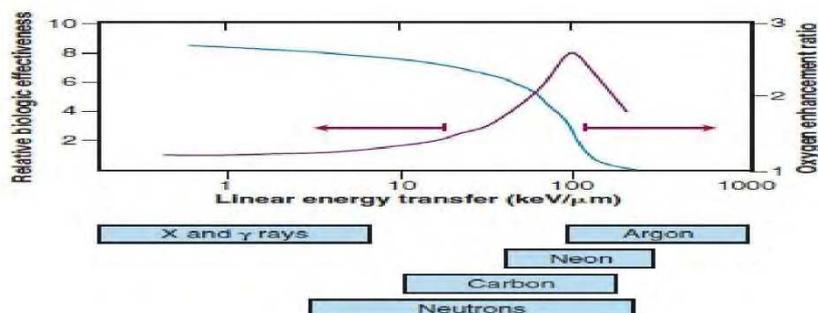


Fig. 1.1. RBE variation with LET adapted from [2]

From Fig 1.2, it can be observed that LET reaches its peak at around 100 Kev/ $\mu\text{m}$  and then drops sharply. This is attributed to the fact that at this point, the average distance between any two ionising events is proportional to the diameter of the DNA double helix (about 2mm). This is when the RBE is highest as well [1, 2, 10]. Table 1.2 summarises the dependence of RBE on LET for various particles. Alpha particles although have less penetration in tissues, their energy and RBE on the surface of the skin is noticeably very high. Fast neutrons have greater penetration on the other hand even though their energy is low compared to gamma rays and X-rays [12].

Table 1.1

Variation of RBE with nature of incident radiation [11]

Radiation type	RBE	Energy range
Alpha particles	4 – 20	3.2 – 9MeV
Beta particles	1 – 3.5	0.019 – 1.7MeV
Slow neutrons	~2.5 – 20	~10 – 100KeV
Fast neutrons	~5 – 20	0.1 – 3MeV
Protons	~0.89 – 20	50 – 1000MeV
Gamma rays	~1	1.2 – 6MeV
X-rays	~1 – 1.1	200 – 50MeV

Apart from the particle LET mentioned above, there are other factors that affect the expected RBE and these include: (a) the dose per fraction (b) tissue type (c) the particle energy and (d) cell cycle [13].

#### Energy deposition

Neutrons have no Bragg peaks but can liberate protons from tissues. As protons traverse through tissue, they will deposit energy along their track as they continuously slow down. This energy will be deposited up to a certain

depth of penetration and the maximum energy will be at the so-called Bragg peak (Fig 2.3) and thereafter, a sharp dose falloff follows from this [8, 1].

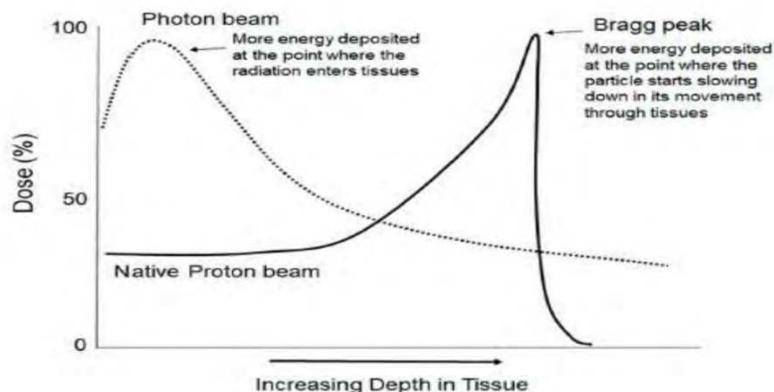


Fig. 1.2. Energy deposit in tissues (Adopted from [11])

Experimentally, the depth of the Bragg depth can be determined depending on the energy of the incident beam [11, 8]. Comparisons have been made between neutron therapy and “FLASH” radiotherapy (Ultra High Dose rate – UHDR) [1].

### Conclusion

This mini-review has focused more on the radiobiological aspects of the interaction between fast neutrons and biological tissues. Neutrons interact with hydrogen-containing tissues like lipids and lipoproteins creating a dense cloud of ionisation chains along the track of the liberated protons. Energy in the process is deposited along the track of the particle in a process called Linear Energy Transfer (LET).

### Acknowledgement

The research was supported by Priority 2030 program, project NIP/IZ-047-1308-2023 <Technological Reference Center for Ionising Radiation in Radiology, Radiation Therapy and Nuclear Medicine>

### REFERENCES

1. Jones, B. Clinical Radiobiology of Fast Neutron Therapy: What Was Learnt? (2020) - Front. Oncol. 10:1537. doi: 10.3389/fonc.2020.01537
2. Gunderson, L. L., Tepper J. E. Clinical Radiation Oncology. Elsevier, 1600 John F. Kennedy Blvd. Ste 1800, Philadelphia, PA 19103-2899. (2016).

3. Engenhardt - Cabillic R, Wambersie A. Fast neutrons and High-LET Particles in cancer Therapy. (1998) - Springer, ISBN-13: 978-3-642-78776-8
4. Wambersie A., Richard F., Breteau N. Development of fast-neutron therapy worldwide. (1994) - *Acta Oncologica* 33 261-74.
5. Söderberg, J. Dosimetry and Radiation Quality in fast neutron radiation therapy. A published thesis of Linköping University, (2007) - SE-581 85 Linköping Sweden
6. Hawkins R. B. A microdosimetric-kinetic theory of the dependence of the RBE for cell death on LET. (1998) - *Medical Physics* 25 (7) 1157-1170.
7. <http://nuclear-power.com> (accessed on January 24, 2023)
8. Hu, M. Jiang, L. Cui, X. Zhang, J. Yu, J. Proton beam therapy for cancer in the era of precision medicine. (2018) - *J. Hematol. Oncol.* 2018, 11, 136.
9. Laramore G. E., Austin-Seymour M. M. Fast neutron radiotherapy in relation to the radiation sensitivity of human organ systems. (1992) - *Adv Radiat Biol* 15:153.
10. Technical Report Series 461. Relative Biological Effectiveness in Ion Beam Therapy. Jointly Sponsored by the International Atomic Energy Agency and International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU). IAEA, Austria, STI/DOC/010/461, (2008).
11. Russ E., Davis C.M., Slaven J.E., Bradfield D.T., Selwyn R.G., Day R.M. Comparison of the Medical Uses and Cellular Effects of High and Low Linear Energy Transfer Radiation. *Toxics* - 2022, 10, 628. <https://doi.org/10.3390/toxics10100628>
12. Mulford D.A., Scheinberg D.A., Jurcic J.G. The promise of targeted {alpha}-particle therapy. *J. Nucl. Med.* 2005, 46, 199S–204S. [PubMed]
13. Cárabe Fernández, A. A Theoretical Investigation of the Radiobiological Rationale for High- LET Radiotherapy. A published thesis by Harvard University. (2007)

Lutfi Aditya Hasnowo (Indonesia)

National Research Tomsk Polytechnic University

Scientific advisor: Yusubov M. S., Professor

## **RADIOIODINATION OF SMALL MOLECULE PSMA LIGAND**

### **Abstract**

The  $^{123}\text{I}$ , which have unique characteristics, are attracting attention in taking up their role in the development and practical use of PSMA targeting radiopharmaceuticals. Due to its features of rapid extravasation, rapid diffusion in the extravascular space, and effective blood clearance, PSMA inhibition is currently dominating imaging development for prostate cancer. The development of small molecule peptides based on urea  $^{123}\text{I}$  continues to progress with the challenge of obtaining optimal performance as a PSMA targeting radiopharmaceutical for prostate cancer. Radiolabeling  $^{123}\text{I}$  to the target peptide is an important step because it can affect the quality of its resistance as a radiopharmaceutical. Therefore, it is necessary to optimize the labeling of iodine to target peptides

### **Introduction**

Prostate cancer is the sixth leading causes of cancer death in men worldwide in 2021 [1]. In fact, approximately 450,000 men in Europe have been diagnosed with prostate cancer in 2018 [2]. Investigation and application of PSMA-TRT for prostate cancer diagnosis and endo-radiotherapy have seen great success in Nuclear Medicine [3].  $^{123}\text{I}$  provides a much lower radiation dose to the patient, its 159 keV gamma-ray energy is ideal for use in single-photon emission computerized tomography (SPECT) diagnostic. The gamma rays will penetrate tissues very effectively without excessive radiation doses [4]. Radiolabeling  $^{123}\text{I}$  to the target peptide is an important step because it can affect the quality of its resistance as a radiopharmaceutical. Here will be optimization of iodine labeling to target peptides

### **Method**

Optimization of  $^{123}\text{I}$  labeling to target peptides was carried out by varying several labeling parameters, including variations in labeling reaction times, variations in the amount of peptides used in labeling, and variations in oxidizing agents in the labeling process. The optimal condition of each parameter will be used for final labeling.

### **Conclusion**

Radiolabeling  $^{123}\text{I}$  on the target peptide is an important step because it can affect the quality of its resistance as a radiopharmaceutical. Therefore, it is necessary to optimize iodine labeling to target the peptides. The labeling optimization process needs to be carried out by varying several labeling parameters

so as to obtain optimal labeling conditions and produce optimally radiolabeled ligand peptides.

## REFERENCES

1. R. L. Siegel, K. D. Miller, H. E. Fuchs, and A. Jemal, Cancer statistics, 2021 // *CA: A Cancer Journal for Clinicians*. - 2021, vol. 71, No. 1, pp. 7–33.
2. E. A. M. Ruigrok, W. M. Van Weerden, J. Nonnekens, and M. De Jong, The future of PSMA-targeted radionuclide therapy: An overview of recent preclinical research // *In Pharmaceutics*. – 2019, vol. 11, No. 11, pp. 560
3. J. Czernin and J. Calais, (177) Lu-PSMA617 and the vision trial: One of the greatest success stories in the history of nuclear medicine // *Journal of Nuclear Medicine*. - 2021, vo. 62, No. 8, pp. 1025–1026.
4. International Atomic Energy Agency (2019) Cyclotron produced radionuclides: Physical characteristics and production methods. TRS-468. 468:279

Nahar Priyanka (India)

Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Scientific adviser: Loyko Olga Timofeevna, Professor

## THE HISTORY OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE AS A SUBJECT OF TECHNICAL SCIENCE

### Introduction

Artificial intelligence (AI) has become one of the most exciting and rapidly evolving areas of technical science today. With the potential to revolutionize many aspects of society, from healthcare to transportation, AI has captured the imagination of researchers, policymakers, and the general public alike. The concept of AI has been around since the mid-20th century, and it has been the subject of numerous studies and research projects ever since.

### Keywords

Artificial intelligence, technical science, machine learning, deep learning.

### *The Birth of AI*

The term "Artificial Intelligence" was first coined by John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester, and Claude Shannon in 1956 during the Dartmouth Conference, which is widely regarded as the birthplace of AI as a

field of study [1]. At the conference, the researchers proposed that a "two-month, ten-man study of artificial intelligence" be conducted, with the goal of developing machines that could "use language, form abstractions and concepts, solve kinds of problems now reserved for humans, and improve themselves". This proposal marked the beginning of AI as a subject of technical science.

A Proposal for the

**DARTMOUTH SUMMER RESEARCH PROJECT ON ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

We propose that a 2 month, 10 man study of artificial intelligence be carried out during the summer of 1956 at Dartmouth College in Hanover, New Hampshire. The study is to proceed on the basis of the conjecture that every aspect of learning or any other feature of intelligence can in principle be so precisely described that a machine can be made to simulate it. An attempt will be made to find how to make machines use language, form abstractions and concepts, solve kinds of problems now reserved for humans, and improve themselves. We

*Fig. 1. The proposal for research project*



*Fig. 2. Founding Fathers of AI*

Since then, AI has made significant progress, from early rule-based and expert systems to modern-day deep learning algorithms. Today, AI is being used in many different applications, including speech recognition, natural language processing, image and facial recognition, autonomous vehicles, and robotics, among others. The history of AI as a subject of technical science is complex, rich, and multifaceted. In this report, we will examine the history of AI, from its early origins to the current state of the field, as well as its ethical and social implications, future directions, and the significance of AI.

### **Early Development of AI**

#### *Overview of early AI research*

AI research can be traced back to the 1950s, when researchers first began to investigate the idea of machines that could "think" like humans. This period is sometimes referred to as the "first wave" of AI research. A. Overview of early AI research.[2] Early AI research focused on creating machines that could replicate human thinking and decision-making processes. The early AI researchers believed that if machines could reason like humans, they could perform tasks that were previously thought to be the exclusive domain of humans, such as playing chess, solving mathematical problems, and even translating languages. Early AI research was heavily influenced by the work of logicians such as Kurt Gödel and Bertrand Russell.

#### *Turing Test and the rise of AI as a field of study*

In 1950, Alan Turing proposed the Turing Test as a way to measure a machine's ability to exhibit intelligent behavior equivalent to, or indistinguishable from, that of a human [3]. This idea was revolutionary and helped establish AI as a field of study. In 1956, the Dartmouth Conference was held, where the term "artificial intelligence" was coined, and AI was established as a distinct field of study.

#### *Early rule-based systems and expert systems*

In the 1960s and 1970s, early AI research focused on developing rule-based systems and expert systems. Rule-based systems used a set of logical rules to make decisions, while expert systems used a knowledge base of expert advice to solve problems. These systems showed promise in solving specific problems but were limited in their ability to handle complex and uncertain situations. One of the most famous early examples of an expert system was MYCIN [4], which was developed in the early 1970s. MYCIN was designed to diagnose bacterial infections and recommend treatments, and it was considered a breakthrough in AI research at the time.

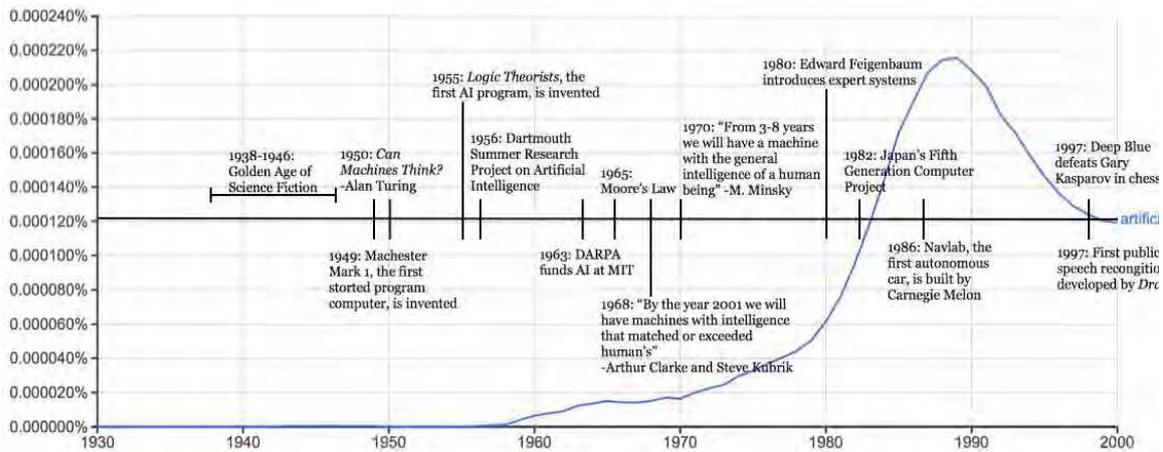


Fig.3. Artificial Intelligence timeline [6]

### Key players in early AI research

Some of the key players in early AI research include John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester, and Claude Shannon, who organized the Dartmouth Conference. Other notable figures include Allen Newell and Herbert Simon [5], who developed the Logic Theorist program that could prove mathematical theorems, and Arthur Samuel, who developed the first machine learning algorithm for game-playing [7].

Despite these early successes, progress in AI research slowed down in the 1970s and 1980s, as researchers realized that the rule-based approach had limitations and that creating machines that could "think" like humans was more difficult than they had anticipated. However, these early developments laid the foundation for future research in AI and helped to pave the way for later breakthroughs in the field.

### Evolution of Artificial intelligence

Artificial intelligence has undergone significant changes over the years, marked by different approaches and techniques that have led to its current state. The evolution of AI can be divided into four major phases: the birth of AI, the AI winter, the emergence of machine learning, and the current phase of deep learning.

The birth of AI began in the 1950s, during this phase, AI was focused on rule-based systems, where expert knowledge was programmed explicitly using rules and logic [7]. The AI systems of this era were largely symbolic and lacked the ability to learn from data.

The AI winter refers to a period in the 1970s and 1980s when AI research funding and interest declined due to the inability of rule-based systems to solve complex real-world problems. This led to the emergence of a new paradigm in AI, machine learning, which allowed machines to learn from data and make decisions without explicit programming. The emergence of machine learning

marked the beginning of a new era of AI and led to significant progress in natural language processing, speech recognition, and computer vision [8].

A timeline of notable artificial intelligence systems

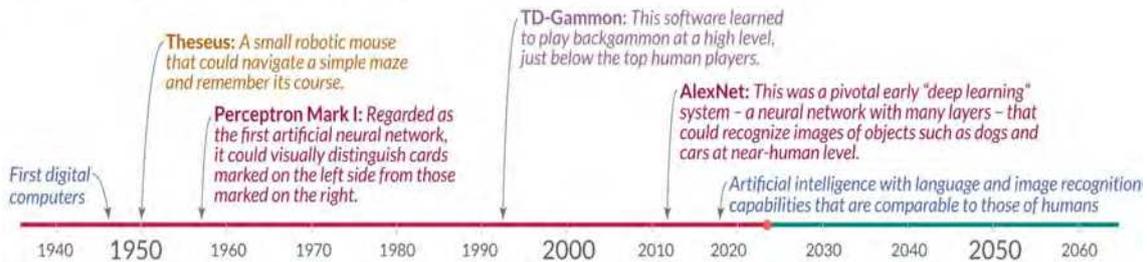


Fig. 4. Timeline of AI

The current phase of AI is characterized by deep learning, which involves the use of artificial neural networks to analyze and learn from large datasets. Deep learning has revolutionized the field of AI, allowing for the creation of intelligent systems that can perform tasks such as image recognition, natural language processing, and game playing at superhuman levels [9]. The success of deep learning can be attributed to the availability of large amounts of data, the development of powerful hardware, and breakthroughs in algorithms and techniques. The current phase of AI has opened up new possibilities for intelligent machines that can perform tasks beyond human capability.

### Future and Conclusion

The history of AI has shown significant progress, from rule-based systems to deep learning, and the current phase has opened up new possibilities for intelligent machines. With the rapid advancements in hardware, algorithms, and data availability, the future of AI is promising. AI will continue to evolve and transform the world around us, leading to new breakthroughs in healthcare, finance, transportation, and many other fields. However, AI also poses ethical and societal challenges that need to be addressed. It is essential to ensure that AI is developed and used responsibly to avoid potential negative consequences. In conclusion, the history of AI has laid a strong foundation for its future, which promises to be exciting and full of possibilities.

### REFERENCES

1. McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. A proposal for the Dartmouth summer research project on artificial intelligence. *AI Magazine*, vol. 27, no. 4, 1956, pp. 12-14.
2. Russell, S. J. & P. Norvig, *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice Hall, 2010.

3. A. M. Turing, Computing Machinery and Intelligence, *Mind*, vol. 59, no. 236, pp. 433-460, 1950.
4. Buchanan, B. G., & Shortliffe, E. H. (1985). *Rule-Based Expert Systems: The MYCIN Experiments of the Stanford Heuristic Programming Project*. Addison-Wesley.
5. A. Newell & H. A. Simon, The Logic Theorist - A Case Study in Heuristics, in *Proceedings of the Western Joint Computer Conference*, 1956, pp. 74-76.
6. Zizu. Dartmouth Workshop: The Birthplace Of AI - RLA Academy - Medium. (2018, Oct 5).
7. A. L. Samuel, Some Studies in Machine Learning Using the Game of Checkers, *IBM Journal of Research and Development*, vol. 3, no. 3, pp. 210-229, 1959.
8. Alpaydin, E. (2010). *Introduction to Machine Learning* (2nd ed.). MIT Press.
9. LeCun, Y., Bengio, Y., Hinton, G. (2015). Deep Learning. *Nature*, 521(7553), 436–444.

Neda Firoz (India),  
Beresteneva Olga Grigorievna (Russia),  
Aksenov Sergey Vladimirovich (Russia)

Tomsk State University, Tomsk Polytechnic University, Tomsk

### **AUTOENCODERS AND GENDER-BASED APPROACH FOR DEPRESSION DETECTION USING BERT AND LSTM MODEL**

**Abstract:** Depression is a austere medical ailment that upsets numerous people worldwide, causing a persistent decrease in mood and significantly impacting their emotions. The article focuses on utilizing BERT techniques and Autoencoders to detect depression from text data, considering gender differences. The work stresses on feature engineering of text data provided by benchmark dataset DAIC\_WOZ. We experiment with BERT embeddings that encodes the meaning of text to derive text features. They are then fused with the help of Autoencoders with other parametric features from PHQ-8 survey responses, absolutist word count and gender information. The study found that incorporating this information significantly enhances the performance of the model. Our proposed method outperformed the baseline models. We emphasize the potential of machine learning for mental health research that considers gender differences. We report 98.6% accuracy demonstrated by our method.

We found the mean absolute error (MAE) as 0.19 and root mean squared error (RMSE) as 0.282 which signifies the high performance of our proposed method for binary depression classification.

**Keywords:** Depression Detection, Gender, Absolutist words, BERT, Deep Learning, Autoencoders, Feature Fusion, LSTM

**1. Introduction:** Depression is a familiar mental health ailment that distresses many people worldwide. Early detection and treatment of depression are crucial to prevent its negative impact on mental and physical health [1]. Recently, there has been growing interest in using artificial intelligence (AI) to detect depression from a combination of text and audio features and answers of the Patient Health Questionnaire-8 (PHQ-8) survey. A study by [2] used a combination of audio, text, and PHQ-8 features to develop a multimodal deep learning model that achieved high classification accuracy in detecting depression. There is ample evidence [3, 5] for text-based approach and have achieved high performance in detecting depression.

In recent years, the medical industry has incorporated machine learning (ML) to develop diagnostic tools that can improve precision and accuracy while reducing the need for manual intervention. There are studies that testify ML-powered technology can spot and enhance treatment of challenging mental disorders such as depression [4]. There are suggestions of usage of absolutist words used as a marker of depression [6]. The psychological patterns can be found from the linguistic patterns and their usage by depressive subjects [7]. The gender feature hides vibrant and visible patterns of difference in male and female depressive subjects. While using it for depression pattern detection and exploiting the significant differences in gender feature, we can accurately detect depression from text and audio data [8, 9]. This suggests utilizing the feature for depression detection [9].

While there are still limitations and challenges to be addressed in depression detection using AI, the potential benefits of early and accurate detection of depression are significant. It could aid in recovering the eminence of life for millions of people worldwide by enabling timely interventions and treatments. Thus, in this study we intend to detect depression using multimodal features from text and audio data [9], and deep learning models.

## **2. Objectives of the study:**

There has been limited research conducted on the gender-dependent nature of depression and its distinctions between males and females [9]. We propose to study depression detection by exploiting absolutist word count features and gender feature for precise predictions.

We also apply feature fusion by autoencoders and denoise the fully fused features. This also helps in dimensionality reduction eliminating the need to apply another algorithm at the next step.

We then apply LSTM model for text-based depression detection since LSTM models perform well with the text data [10].

**3. Literature Review:** Depression causes a persistent decline in mood and significantly alters one's thought processes. Previous research has suggested that gender may be a useful predictor of depression. The article [4] describes the development of a framework called AiME that can detect depression with minimal human intervention. The article [6] describes three studies conducted on 63 internet forums with over to examine absolutist thinking in relation to anxiety, depression, and suicidal ideation. The linguistic characteristics analysis, found that forums containing anxiety, depression, and suicidal ideation had more absolutist words than control forums. The findings revealed an increased occurrence of absolutist words in depressed subjects, which advocates that absolutist thinking could be a vulnerability factor [6].

The article [9] aimed to investigate the influence of gender information on the estimation of depression. The study's findings reveal that a) including gender information in the analysis substantially enhances the accuracy of depression severity approximation, and b) using adversarial learning to calculate precisely depression scores by gender further mends the precision of depression severity estimation.

Feature engineering on text data using BERT [16] (Bidirectional Encoder Representations from Transformers) involves several steps. BERT is a transformer-based language model [16] that utilizes an attention mechanism for learning contextual relationships between words in a sequence. The attention mechanism calculates the importance of each word in a sequence, allowing BERT to capture long-range dependencies in text. Thus, in the article [10], the authors used BERT features for depression spotting.

A new technique for fusing multisensory data is proposed with the aim of enhancing the reliability of fault diagnosis, as stated in [15]. Thus, we fuse the features using Autoencoders at the next level with Absolutist word counts, PHQ-8 responses, and Gender feature available in the dataset. This feature fusion is carried out using deep learning model called Autoencoders [14].

LSTMs achieved higher accuracy for depression detection in the work [10], which used standard dataset. Long Short-Term Memory (LSTM) [17] is a type of recurrent neural network (RNN) that is usually used in deep learning. LSTM networks are particularly suitable for processing sequential data [10, 17], due to their ability to capture enduring territories and mitigate the vanishing gradient problem.

## 4. Methodology:

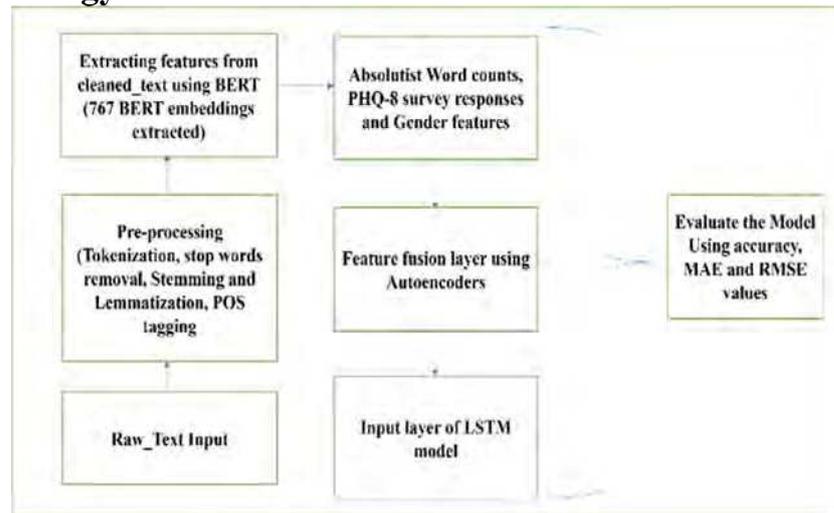


Fig. 1. Model Architecture

**4.1 Data Used:** The DAIC\_WOZ dataset is a collection of audio and video footage records of patients spotted with depression during clinical interviews. The dataset includes self-reported ratings of depression severity, demographic information, and transcripts of the interviews. It was constructed to support the progress and assessment of automated systems for detecting depression in clinical settings.

### 4.2 Feature Engineering:

**I) Preprocessing the Raw Transcript:** Preprocessing the raw transcript using natural language processing (NLP) techniques involves a series of steps to prepare the text data for analysis. These preprocessing techniques can help to reduce noise and enhance the quality of the text data, enabling more accurate and meaningful analysis.

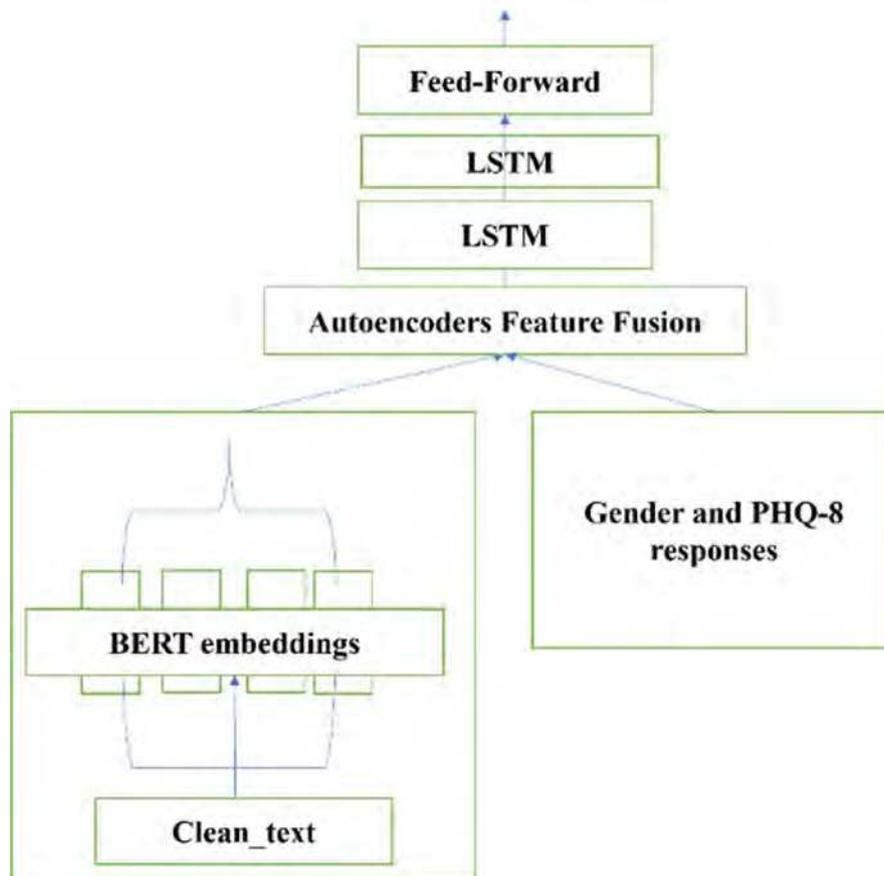
A) Tokenization: It [11] is the process of splitting a text into smaller elements known as tokens, which can include words, phrases, or sentences.

B) Stop words removal: Words, such as "and," "the," and "is," which do not convey important meaning, are typically removed from text data to reduce noise [12].

C) Stemming and lemmatization: These [11] practices are used to convert words to their basic form. Stemming removes word suffixes, while lemmatization uses a dictionary to convert the word to its base form.

D) Part-of-speech (POS) tagging: It is exercised to identify the grammatical structure of sentences by assigning each word a corresponding part of speech, as explained in "Speech and Language Processing" by [12].

**II) BERT based feature extraction:** By using BERT [16] for feature extraction, 767 embeddings were identified as essential for binary depression classification in the DAIC\_WOZ corpus.



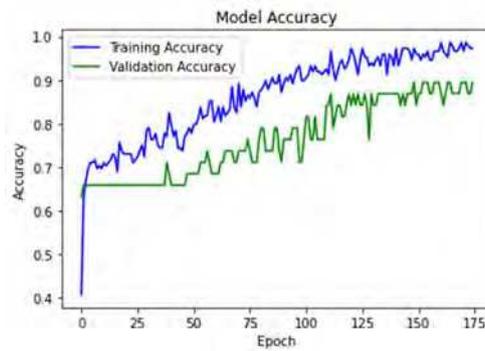
*Fig. 2. Model Architecture*

**4.3 Feature fusion using Autoencoders:** Autoencoders are neural networks that can be used for feature fusion and denoising of text features and fused gender features. In this process, the text features and gender features are supplied into the autoencoder network, which then compresses and reconstructs the input data to produce an output. This compressed data can then be used for feature fusion [14, 15], where the text features and gender features are combined to form a single set of features that can be used for further analysis. Autoencoders can also be used for denoising, where the network is trained to remove noise from the input data, resulting in cleaner and more accurate features.

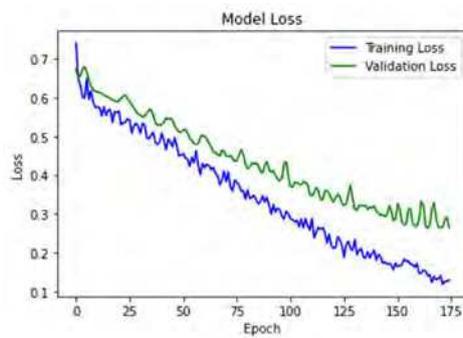
**4.4 LSTM:** The LSTM [17] model used in this work for text-based depression analysis comprised of two layers of bi-directional LSTM, with each layer having four hidden nodes. The model utilized the concatenated merge mode and incorporated input and recurrent dropout rates of 0.1 and 0.8, respectively. The learning rate was 1e-01, and there was no decay, with a batch size of 32, and a momentum of 0.85.

**4.5 Evaluation Metrics:** We used Accuracy metrics, mean absolute error (MAE), root mean squared error (RMSE), and R-squared (R2) coefficient of the AI models used.

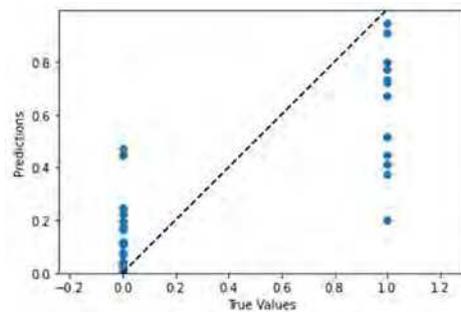
**Results:**



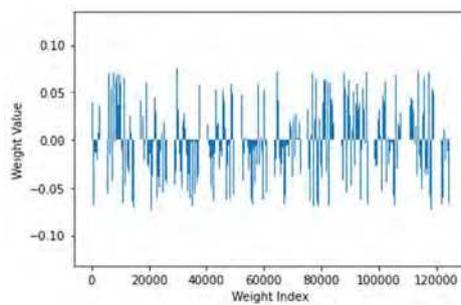
*Fig. 3. Model Accuracy*



*Fig. 4. Model Loss*



*Fig. 5. Scatter Plot of True vs Predicted depression labels*



*Fig. 6. BERT features visualization*

Table 1

*Model Evaluation*

<b>LSTM Model</b>	<b>Train Loss</b>	<b>Test Loss</b>	<b>Train Accuracy</b>	<b>Test Accuracy</b>	<b>MAE</b>	<b>RMSE</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
BERT features fused with Gender and Absolutist word count by Autoencoders	0.092	0.264	0.895	0.986	0.195	0.282	0.646

**Discussion:** We found that the methods we propose has outperformed all the baseline models as reported in [10]. Autoencoders based feature fusion is found to be effective in learning critical features and denoising the irrelevant ones. Our LSTM model has been trained on a dataset with 148 samples and 575 dimensionally reduced BERT features at the fusion step. We tested the model on a dataset with 41 samples. The performance of the model was assessed using evaluation metrics in section 4.5. The MAE of 0.195 and RMSE of 0.282 shows that on average, the predictions of the model are off by 0.195 units and 0.282 units respectively from the actual values. They give us a measure of the deviation of the errors. The R2 coefficient of 0.646 indicates that 64.6% of the variance in the dependent variable can be explained by the independent variables in the model. The value is closer to 1, indicating a better fit of the model to the data. Overall, the model seems to perform reasonably well, with a relatively low MAE and RMSE, and an R2 coefficient that indicates a moderate level of predictive power.

**Conclusion and Future Works:** We hypothesize that using gender and absolutist word count play crucial role for detecting depression from text data. By combining BERT embeddings and feature fusion by autoencoders can improve the prediction accuracy. Feature engineering of text data has high impact on prediction accuracy. The proposed method outperformed baseline models, considering gender differences and achieved a high accuracy of 98.6% in prediction.

This approach can be extended to larger datasets to test its robustness and generalizability. Further research could explore the use of this method in clinical settings to aid in the early detection and treatment of depression.

**Acknowledgements:** We are grateful to the DAIC\_WOZ dataset license for enabling the research work. We also express our gratitude to the library of Tomsk State University for granting access to various resources.

## REFERENCES

1. World Health Organization. (2022): Depression-Retrieved from <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/depression>.

2. Wu, P., Wang, R., Lin, H., Zhang, F., Tu, J., & Sun, M. (2022). Automatic depression recognition by intelligent speech signal processing: A systematic survey. *CAAI Transactions on Intelligence Technology*.
3. Deng, T., Shu, X., & Shu, J. (2022, May). A Depression Tendency Detection Model Fusing Weibo Content and User Behavior. In *2022 5th International Conference on Artificial Intelligence and Big Data (ICAIBD)* (pp. 304-309). IEEE.
4. Victor, E., Aghajan, Z. M., Sewart, A. R., & Christian, R. (2019). Detecting depression using a framework combining deep multimodal neural networks with a purpose-built automated evaluation. *Psychological assessment*, 31(8), 1019.
5. Morales, M. R., & Levitan, R. (2016, December). Speech vs. text: A comparative analysis of features for depression detection systems. In *2016 IEEE spoken language technology workshop (SLT)* (pp. 136-143). IEEE.
6. Al-Mosaiwi, M., & Johnstone, T. (2018). In an absolute state: Elevated use of absolutist words is a marker specific to anxiety, depression, and suicidal ideation. *Clinical Psychological Science*, 6(4), 529-542.
7. Trifan, A., Antunes, R., Matos, S., & Oliveira, J. L. (2020). Understanding depression from psycholinguistic patterns in social media texts. In *Advances in Information Retrieval: 42nd European Conference on IR Research, ECIR 2020, Lisbon, Portugal, April 14–17, 2020, Proceedings, Part II 42* (pp. 402-409). Springer International Publishing.
8. Cummins, N., Vlasenko, B., Sagha, H., & Schuller, B. (2017). Enhancing speech-based depression detection through gender dependent vowel-level formant features. In *Artificial Intelligence in Medicine: 16th Conference on Artificial Intelligence in Medicine, AIME 2017, Vienna, Austria, June 21-24, 2017, Proceedings 16* (pp. 209-214). Springer International Publishing.
9. Oureshi, S. A., Dias, G., Saha, S., & Hasanuzzaman, M. (2021, July). Gender-aware estimation of depression severity level in a multimodal setting. In *2021 International Joint Conference on Neural Networks (IJCNN)* (pp. 1-8). IEEE.
10. Al Hanai, T., Ghassemi, M. M., & Glass, J. R. (2018, September). Detecting Depression with Audio/Text Sequence Modeling of Interviews. In *Interspeech* (pp. 1716-1720).
11. Wagner, W. (2010). *Steven bird, Ewan Klein and Edward Loper: Natural language processing with python, analyzing text with the natural language toolkit: O'Reilly media, Beijing, 2009, ISBN 978-0-596-51649-9.*

12. Keselj, V. (2009). *Speech and Language Processing* Daniel Jurafsky and James H. Martin (Stanford University and University of Colorado at Boulder) Pearson Prentice Hall, 2009, xxxi+ 988 pp; hardbound, ISBN 978-0-13-187321-6, \$115.00.
13. Devlin, J., Chang, M. W., Lee, K., & Toutanova, K. (2018). Bert: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. arXiv preprint arXiv:1810.04805.
14. Charte, D., Charte, F., García, S., del Jesus, M. J., & Herrera, F. (2018). A practical tutorial on autoencoders for nonlinear feature fusion: Taxonomy, models, software and guidelines. *Information Fusion*, 44, 78-96.
15. Chen, Z., & Li, W. (2017). Multisensor feature fusion for bearing fault diagnosis using sparse autoencoder and deep belief network. *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement*, 66(7), 1693-1702.
16. Cui, B., Li, Y., Chen, M., & Zhang, Z. (2019, November). Fine-tune BERT with sparse self-attention mechanism. In *Proceedings of the 2019 conference on empirical methods in natural language processing and the 9th international joint conference on natural language processing (EMNLP-IJCNLP)* (pp. 3548-3553).
17. Zhou, C., Sun, C., Liu, Z., & Lau, F. (2015). A C-LSTM neural network for text classification. arXiv preprint arXiv:1511.08630.
18. Rodrigues Makiuchi, M., Warnita, T., Uto, K., & Shinoda, K. (2019, October). Multimodal fusion of bert-cnn and gated cnn representations for depression detection. In *Proceedings of the 9th International on Audio/Visual Emotion Challenge and Workshop* (pp. 55-63).

Odi Christopher .J.

Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Scientific adviser: Korotkikh Alexander.G.  
DSc, Professor at Butakov Research Center

## **METHODS OF CRITICAL HEAT FLUX PREDICTION IN SUB-COOLED WATER FLOW IN VVER-1200 FUEL RODS**

**Abstract.** The prediction methods for critical heat flux (CHF) in sub-cooled boiling is presented with the aim of finding suitable model to use in the prediction of CHF in VVER-1200. Various models are available in literature, including; experimental data collected over the past 40 year for rod bundles

and circular tubes, look up table (LUT) developed for circular tubes with correction factors for rod bundles of different geometrical configuration, mechanistic models developed to predict CHF independent of empirical terms and phenomenological simulation using state of the art codes and computational fluid dynamics (CFD). The relevant models include; mechanistic model (bubble crowding model and liquid sub-layer dry-out model), Groeneveld and Bobkov LUT and empirical correlation methods applicable to high pressure (Bowring, Hall et al, Becker et al, Griffel et al, Katto, Tong-75, Mod-Tong, Levy, W-2, W-3, OKB Hidropress and Levitan-Lantsman methods). A demonstration of prediction accuracy of one of the correlation models was carried out using the Levitan-Lantsman correlation and validated by results of similar analysis on a VVER reactor. The Levitan-Lantsman correlation performed well when compared with LUT.

### **1. Introduction**

The critical heat flux is an essential parameter in the operation of nuclear reactors, considering that it describes the heat distribution per unit area of the heated channel. One of the greatest thermal-hydraulic challenges is the prediction of the point of departure from nucleate boiling in a reactor core. The critical importance of CHF in reactor operation and the lack of reliable mechanistic models, prompted experts rely on semi-empirical and empirical correlation models and look up table [1]. One of the important reviews of CHF are the reviews by Yang B. W. et al [2], on the progress made in rod bundle CHF during the past 40 years and AbdulHameed M. et al [3] on empirical correlations of CHF in rod bundles, they noted the independence of subcooled CHF on axial heat flux non-uniformity. They observed that the heated length is accountable for the decaying of axial CHF and therefore should be considered during CHF computation using either the look up table or the empirical correlations. The work done by Liu W. et al [4], noted that subcooled nucleate boiling typically occur towards the outlet of a PWR reactor under operational state, and as such, departure from nucleate boiling is the CHF regime that is likely to occur because of the low equilibrium quality in the heated rod bundle.

### **2. Prediction of rod bundle CHF**

CHF in rod bundles can be evaluated using mechanistic model, empirical correlation, LUT, simulation and experimental data. In this work, we applied the Levitan-Lantsman correlation to evaluate CHF for VVER-1200 rod bundles.

#### **2.1 Calculation using Rod Bundle Correlations Validated by Groeneveld and Bobkov Look up tables**

The evaluation of critical heat flux, largely depends channel geometrical configuration and thermal properties of the coolant. The specific thermal-hy-

draulic parameters include; pressure, equilibrium steam quality, mass flux, diameter of the fuel rod, pitch to diameter ratio, geometrical configuration of the fuel bundle, power density distribution and spacer (grid or wire). In the evaluation of DNB, the MDNBR plays a crucial role in limiting the operating power of PWR for safety purposes. This point was emphasized in the work of M. Amin Mozafari, F. Faghihi [5], where they employed three (3) methods to evaluate MDNBR OF VVER-1200 fuel rod. The three (3) methods applied include; the Westinghouse W-3 correlation, the OKB Gidropress correlation [6], and the Bobkov [7]; Groeneveld [8], look up tables. The result of their MDNBR evaluation using the Bushehr and Temelin nuclear power plants model ranged from 16.1 to 2.62. The W-3 correlation is written as;

$$q_{cr}'' = \{(2.022 - 0.06238p) + (0.1722 - 0.01427p) \cdot \exp(18.177 - 0.5987p)x_e\} \cdot \{(0.1484 - 1.596x_e + 0.1729x_e|x_e|) \cdot 2.326G + 3271\} \cdot \{1.157 - 0.869x_e\} \cdot \{0.2664 + 0.8357 \exp(-124.1D_h)\} \cdot \{0.8258 + 0.0003413(h_f - h_{in})\} \quad (1)$$

Where  $q_{cr}''$  is the critical heat flux for uniformly heated channel in  $kW/m^2$ ,  $x_e$  is the local equilibrium quality,  $p$  is the pressure in (MPa) and  $G$  is the mass flux in  $kg/m^2s$   $D_h$  is the hydraulic diameter,  $h_f$  is the liquid saturated enthalpy and  $h_{in}$  is the inlet enthalpy.

The OKB Gidropress Critical heat flux correlation is written as;

$$q_{cr}'' = 0.795 \cdot (1-x)^n \cdot (G)^m \cdot (1 - 0.0185 \cdot p) \quad (2)$$

$$m = 0.311 \cdot (1-x) - 0.127;$$

$$n = 0.105 \cdot p - 0.5;$$

$P = pressure(MPa); G = mass - flux(kg/m^2s); x = steam - quality;$

$D = tube - diameter(mm); q_{cr}'' = critical - heat - flux(W/m^2)$

The Levitan-Lantsman Critical heat flux correlation [9] is also a compactible correlation for VVER reactors. Its prediction of MDNBR for VVER-1200 is comparable to the work of M. Amin Mozafari, F. Faghihi. The correlation is given below as;

$$q_{cr}''(8mm, G, p, x) = \left[ 10.3 - 7.8 \left( \frac{p}{98} \right) + 1.6 \left( \frac{p}{98} \right)^2 \right] \left( \frac{G}{1000} \right)^{1.2} \left[ \frac{0.25(p-98)}{98} - x \right] \cdot e^{-1.5 \cdot x} \quad (3)$$

$$29.4 \leq p \leq 196; 750 \leq G \leq 5000$$

$$q''_{cr}(d_{clad}, G, p, x) = q''_{cr}(8mm, G, p, x) \left( \frac{8}{d_{clad}} \right)^{0.5} \quad (4)$$

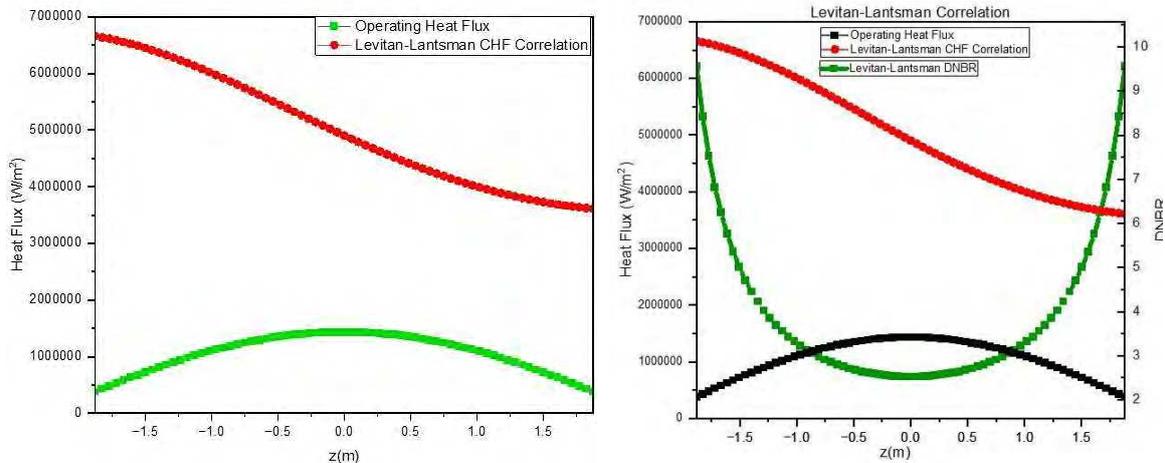
$P = \text{pressure}(\text{bar}); G = \text{mass - flux}(\text{kg} / \text{m}^2 \text{s}); x = \text{steam - quality};$

$D = \text{tube - diameter}(\text{mm}); q''_{cr} = \text{critical - heat - flux}(\text{W} / \text{m}^2)$

Other correlations such as Bowring, Hall et al, Becker et al, Griffel et al, Katto, Tong-75, Mod-Tong, Levy, W-2, that are applicable at high pressure condition were reviewed by Liu P. et al [10]

## 2.2 Result of Calculation using Levitan-Lantsman Correlation

The computed result is presented in Figures 1 and 2 (heat flux/Levitan-Lantsman CHF vs fuel rod height; heat flux/Levitan-Lantsman CHF and DNBR vs fuel rod height). The Levitan-Lantsman Correlation, predicted the MDNBR for VVER-1200 to be 2.53 as seen on the graph in figure 2. The result is comparable to the results of various MDNBR for VVER reactors found in literature. The thermal properties of VVER-1200 reactor used in this work were evaluated using the Magnus Holmgren's IAPWS Excel Steam Table and the plot were obtained using ORIGIN-2023.



## 3. Conclusion

The W-3, OKB Gidropress and Levitan-Lantsman correlation were presented. The Levitan-Lantsman correlation was selected for the CHF evaluation due to its good predictive power in evaluating CHF for subcooled boiling at high pressure and mass flux. With correction factors, it can be used to predict CHF in VVER-1200 rod bundles.

## REFERENCES

1. Cheng X., Müller U. Critical heat flux and turbulent mixing in hexagonal tight rod bundles //International Journal of Multiphase Flow. – 1998. – T. 24. – №. 8. – C. 1245-1263.
2. Yang B. W. et al. Progress in rod bundle CHF in the past 40 years //Nuclear Engineering and Design. – 2021. – T. 376. – C. 111076.
3. AbdulHameed M. et al. A methodology for CHF prediction in VVER rod bundles //Nuclear Engineering and Design. – 2022. – T. 393. – C. 111751.
4. Liu W. et al. Investigation on Rod Bundle CHF Mechanistic Model for DNB and DO Prediction Under Wide Parameter Range //Frontiers in Energy Research. – 2021. – C. 208.
5. Mozafari M. A., Faghihi F. Design of annular fuels for a typical VVER-1000 core: Neutronic investigation, pitch optimization and MDNBR calculation //Annals of Nuclear Energy. – 2013. – T. 60. – C. 226-234
6. Kirillov P. L. Yuriev Yu. S., Bobkov VP Handbook for Thermohydraulic Calculations (Nuclei Reactors, Heat Exchangers, Steam Generators). – 1990.
7. Bobkov V. P. et al. A modified table for calculating critical heat fluxes in assemblies of triangularly packed fuel rods //Thermal engineering. – 2011. – T. 58. – №. 4. – C. 317-324.
8. Groeneveld D. C. et al. The 2006 CHF look-up table //Nuclear engineering and design. – 2007. – T. 237. – №. 15-17. – C. 1909-1922.
9. Anglart H. Applied reactor technology. – KTH Royal Institute of Technology, 2011.
10. Liu P. et al. Critical heat flux (CHF) correlations for subcooled water flow boiling at high pressure and high heat flux //Journal of Thermal Science. – 2021. – T. 30. – C. 279-293.

Samiru Alhassan (Ghana)

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Scientific adviser: Prof. Inga V. Slesarenko,  
Candidate of Pedagogical Sciences

## **ESSENTIALS OF IMPLEMENTING BACKWARD DESIGN METHOD IN TEACHING PHYSICS 1.3 IN TOMSK POLYTECHNIC UNIVERSITY**

The approach in teaching style has an influence on the curriculum designed. Modern styles of teaching have morphed from instructor-centered style to student-centered styles. In this article, we designed two instruments based on the traditional approach. We then applied them in the backward approach where the learning outcomes were design prior with a vision of the tasks necessary. Also, various schemes of assessments were designed to achieve our learning objectives. Forces in mechanics was the chosen topic for this evaluation. In the end, various levels of assessments were conducted which improved the contact hours with students and gave a more meaningful result without compromising the benefits of the traditional approach. This article is based on my experience as teaching assistance of the course Physics 1.3.

### **Keywords:**

Learning Objectives (LO), results-based teaching, curriculum design, backward design, content delivery, assessment, learning outcomes (Louts).

### **1.0 Introduction**

The curriculum design for courses or programs generally influences the style of teaching. There are three broadly grouped curriculum designs, namely: forward, central and backward designs [1, 2]. These design methods vary based on when inputs such as learning materials, content delivery and assessments are conducted [3]. In the backward design approach, there is the need to identify learning objectives, analyze these objectives and perform the task involved [4, 5]. Since Physics 1.3 is result oriented, the backward design approach is very essential in achieving result-based with focus on students.

### **2.0 Benefits of Backward**

Backward design model provides a blueprint on the details of the curriculum linking learning objectives, assessments and content delivery between key stakeholders thus administrators, instructors and students. It also solves the problem of complete reliance on textbooks as curriculum but rather as resource. It improves communication and interaction between instructors and students hence making teaching and learning goal oriented. Lastly, the cycle of program evaluation helps in building consensus between stakeholders thereby increasing the overall learning outcomes [6].



Table 1

*Time schedule of activities for Nuclear Physics 1.3 [8]*

Weeks	Monday	Tuesday	Wednesday	Thursday	Friday	Saturday	Sunday
1		Activity 1			Activity 2		
2			Activity 3			Activity 4	
3	Activity 5			Activity 6			
4		Activity 7		Activity 8		Activity 9	
5	Activity 10		Activity 11		Activity 12		
6		Activity 13		Activity 14			
7			Activity 15			Activity 16	
8		Activity 17		Activity 18			
9	Activity 19				Activity 20		
10		Activity 21		Activity 22			
11			Activity 23			Activity 24	
12		Activity 25			Activity 26		
13	Activity 27			Activity 28			
14		Activity 29			Activity 30		
15			Activity 31			Activity 32	
16	Activity 33			Activity 34			
17	Final test. Defense of laboratory reports.						
18	Total formative assessment. Final exams.						

The second instrument in table 2, describes the activities to be executed in the time schedule above. It has defined learning objectives and outcomes, laboratory works, independent studies and assessments. A complete 18 weeks schedule is designed with overlapping activities. These activities numbered in each module, indicates the kind of activity to be executed.

Table 2

*Description of activities for 2022 – 2023 academic year [8].*

No.	Activity
1-34	<p>The students will by the end of the semester be able to accomplish these <i>activities</i>:</p> <p><b>Module 1 – Mechanics (Planned Activities 5, 6, 7, 8 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18 &amp; 19)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Understand and solve problems on dynamics of a material points.</li> <li>- Understand forces in mechanics on material points and rigid bodies for Translational and Rotational motions.</li> <li>- Understand and apply the law of Conservation on work and energy.</li> <li>- Understand and apply the special theory of relativity. Part I &amp; II.</li> <li>- Explain the phenomena of mechanical oscillation and solve problems.</li> <li>- Use statistical distribution methods (Maxwell and Boltzmann distribution).</li> </ul> <p><b>Module 2 – Molecular physics and Thermodynamics (Planned Activities 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31 &amp; 33)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Equation of Gas State. Processes. Laws of ideal gases.</li> <li>- Statistical distribution. Maxwell and Boltzmann distribution. Barometric formula.</li> <li>- Understand the fundamental laws of thermodynamics.</li> <li>- Apply thermodynamic processes. Heat capacity, Internal energy.</li> <li>- The second law of thermodynamics. Entropy.</li> <li>- Cycle processes and heat engines. Efficiency</li> <li>- Elements of physical kinetics. Transfer phenomena</li> <li>- Phase equilibria and phase transformations.</li> </ul> <p><b>Lab. Works (Planned Activities 4, 9, 16 &amp; 24)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Measurement and evaluation of errors.</li> <li>- Study of uniformly accelerated motion.</li> <li>- Determination of the Young modulus of steel wire from extension.</li> <li>- Determination of the moment of the inertia of a bar from elastic eccentric impact.</li> <li>- Determination of mean free length and effective diameter of air molecules.</li> <li>- Determination of the adiabatic index of gases using the Flammer Feld oscillator.</li> <li>- Determination of the heat capacity of an ideal gas.</li> </ul> <p><b>Defense/ Conferences</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Defense of report on dynamics of material points (Translational &amp; Rotational motion).</li> <li>- Defense of report on work and energy &amp; Laws of Conservation.</li> <li>- Defense of individual homework No.1 covering <i>Module 1</i>.</li> <li>- Defense of the report on fundamental laws of thermodynamics &amp; Cycle processes, Efficiency.</li> <li>- Defense of individual homework No.2 covering <i>Module 2</i>.</li> </ul>
1, 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Library search of electronic resources provided.</li> <li>- Provision of lecture notes and reading materials.</li> <li>- Familiarize themselves with laboratory instructions and instruments.</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Open discussion on new and modern discoveries on the subject matter.</li> </ul>

No.	<i>Activity</i>
	- Exhibition of research opportunities and publications.
4	- Visit to the mechanical laboratory to apply laboratory instructions and use instruments.
5-19	- Presentation of lectures. - Group the class into small units to solve common problems. - Identify scenarios in everyday life where the lecture is applicable to.
21-33	- Presentation of lectures (Understand work and Energy & law of conservation). - Group the class into small units to solve common problems. - Identify scenarios in everyday life where the lecture is applicable to.
4, 9, 16 & 24	- Use the laboratory equipments to perform group experiments based on the previous lectures. - Compare the experimental outcomes to the calculations performed previously. - Prepare a report on the experiments performed.
20,34	- A tutorial discussion on all the learning objectives set in the beginning. - Put students in group to sol problems and explain the results. - Assign individual task to be solved independently by students.
35	- Assessment is carried-out based on all learning objectives.

#### 4.0 Module 1 – Forces in Mechanics

The topic (forces in mechanics) is selected to demonstrate the implementation of the backward approach. A set of learning objectives are designed based-off of a preconceived learning outcome and assessments. This then aids in the design of request task to achieve such learning outcome. The learning objectives and outcomes are defined in table 1 above.

Table 3

*Backward design approaching on teaching forces in mechanics [9]*

LO	Topic and Learning Formats (Forces in mechanics)	Louts	Assessments		
			Task	Presentation	Report
LO5.	Dynamics of the system of materials (I, II)	Louts7	Group	Group presentation	Report 1
LO6.	Translational dynamics - Practical	Louts9	Individual	Individual presentation	Individual Report 1
LO9.	Study of uniform acceleration motion -Lab.	Louts10	Individual	Group presentation	Report 3
LO9.	Independent studies /Tutorials	Louts12	–	–	Report 3

## 5.0 Conclusion

In conclusion, the traditional approach in teaching Physics 1.3 at the National Research Tomsk Polytechnic University is good even though the backward approach we used in teaching forces in mechanics provided the opportunity to assess students in various ways including individual and group task, presentations and report. Tutorials remained impactful as is the case in the traditional approach.

## 6.0 Acknowledgement

The paper has been prepared within the framework of National Research Tomsk Polytechnic University Priority Programme 2023. The research is supervised by Prof. Inga Slesarenko and Prof. Ekaterina Stepanova, Associate Professors at National Research Tomsk Polytechnic University.

## REFERENCE

1. Richards JC Curriculum approaches in language teaching: Forward, central, and backward design //Relc Journal. - 2013. - T. 44. - No. 1. - S. 5-33.
2. McTighe J., Thomas RS Backward design for forward action //Educational leadership. - 2003. - T. 60. - No. 5. - S. 52-55.
3. Reynolds HL, Kearns KD A planning tool for incorporating backward design, active learning, and authentic assessment in the college classroom //College Teaching. - 2017. - T. 65. - No. 1. - S. 17-27.
4. Whitehouse M. Using a backward design approach to embed assessment in teaching //School Science Review. - 2014. - T. 95. - No. 352. - S. 99-104.
5. Isecke H. Backwards Planning-Building Enduring Understanding Through Instructional Design. – Shell Education, 2011.
6. Paesani K. Redesigning an introductory language curriculum: A backward design approach //L2 Journal. - 2017. - T. 9. - No. 1.
7. Wiggins G., Wiggins G. P., McTighe J. Understanding by design. – Ascd, 2005.
8. Teaching and Learning in Higher Education [Электронный ресурс]: электронный курс / И. В. Слесаренко. – Электрон. дан. – Томск: ТПУ Moodle, 2022. – URL: <https://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=2943> (date accessed: 08.10.2022).
9. E.N. Stepanova. Physics 1.3. Tomsk Polytechnic University, Tomsk, 2022.

Shruti Verma (India),  
Ashutosh Tiwari (Taiwan),  
Kedibone Givile (South Africa)

Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia  
National Kaohsiung University of Science and Technology, Kaohsiung,  
Tshwane South Tvet College, Pretoria

## **SAFETY HAZARDS AND CONCERNS IN ENGINEERING SCIENCES**

### **Abstract**

Safety hazards are ubiquitous in every field of engineering, and it is essential to understand the types of hazards and the solutions available to address them. This review provides an overview of the types of safety hazards in engineering sciences, including physical, chemical, biological, ergonomic, and psychosocial hazards. It explores the causes of these hazards and the potential solutions available to address them. By implementing appropriate safety measures such as personal protective equipment, proper training, and workplace design, we can create a safe and healthy work environment for everyone involved in the engineering sciences. This paper provides a valuable resource for engineers, employers, and policymakers seeking to promote safety and health in the workplace. The industry requires to be stratifically supported via various systematized structures and machines. Safety hazards are an unavoidable by-product of this field, and they pose a risk to the safety of staff, engineers employed on-site, researchers and the public. There exist different types of safety hazards that are prevalent in engineering sciences which need to be stratifically mitigated.

### **Introduction**

Engineering is a massively physical application based field along with being an intellectual one, that deals with the practical development of applications of structural, scientific, mathematical, and technological principles to develop and design, and further to maintain and support various systematized structures and machines. Safety hazards are an unavoidable by-product of this field, and they pose a risk to the safety of staff, engineers employed on-site, researchers and the public. From aerospace to civil engineering, mechanical to electrical engineering, safety hazards are prevalent in every field. There exist different types of safety hazards that are common in engineering sciences which need to be strategically mitigated. It is essential to understand the types

of safety hazards and the solutions available to address them. This review provides an overview of the types of safety hazards in engineering sciences, their causes, and potential solutions.

### **Importance of risk assessment in engineering research and development phase of engineering projects**

In order to detect potential dangers and their effects, risk assessment is a crucial stage in engineering research and development. An evaluation of risks' likelihood, seriousness, and potential consequences is part of a risk assessment. Potential hazards are also identified. Engineers can detect possible risks using this technique and create solutions to reduce them. Risk assessment, for instance, can assist in identifying potential chemical hazards and developing measures to reduce the risk of exposure to these hazards. Similar to this, risk assessment can help with uncovering potential mechanical concerns and developing measures to lower the risk of injury in the design of new equipment.

With the ongoing evolution of the corporate environment, good risk management is becoming more and more important. Many risk management programs have been created in response to this demand, including IRMAS<sup>TM</sup>, a risk management program developed to help organizations discover, evaluate, and reduce potential hazards.

Full validation of Intelligent Risk Mapping and Assessment System (IRMAS<sup>TM</sup>) in two new product development projects was successful, indicating that this tool can assist project managers to minimize perceived sources of concurrent engineering risks. IRMAS<sup>TM</sup> has a unique knowledge warehouse that enables the use of organizational knowledge and best practices to minimize risks. The reasoning methodology used in IRMAS<sup>TM</sup> supports the decision-making process of the user and aids the knowledge retrieving, storing, sharing and updating process of manufacturing organizations. The tool is proactive, supporting project management activities and facilitating effective communication between project partners [1].

With a detailed examination of its implementation and results, feedback from stakeholders, and analysis of pertinent data, user-friendly IRMAS<sup>TM</sup> success in risk reduction and management may be assessed. Via three evaluations, this study seeks to determine how well IRMAS<sup>TM</sup> reduces risk and manages it. The easily customized IRMAS<sup>TM</sup> is made to help organizations discover, evaluate, and reduce potential risks. Its main objective is to make sure that a company is ready to address any potential risks that may be detected. The software is designed to be and can be to suit the needs of an organization.

It is essential to establish international R&D networks to manage transnational R&D projects. However, local specialization could lead to the occur-

rence of the not-invented-here syndrome and compartmentalization along separate R&D functions. Problems of coordination and control prevent the exploitation of potential synergy effects, posing challenges in terms of communication, coordination, and control, especially when there is physical distance among R&D units and corporate headquarters [2].

Effective risk assessment and mitigation strategies established by transnational research and development can lead to safer and more successful engineering projects. By identifying potential hazards and developing strategies to mitigate them, engineers can reduce the likelihood of accidents, injuries, and illnesses. This strategizing by Research and development can also invariably lead to cost savings by reducing the need for repairs, downtime, or legal fees associated with accidents or injuries. Additionally, effective risk assessment and mitigation strategies can help to improve the overall quality of engineering projects by ensuring that they are designed and implemented in a safe and efficient manner.

### **Aspects of Safety Hazards in Phases of Production and Design and their proposed solutions**

Some damages that can cause engineering failure it can be the aspects that are introduced to utilize the process of production such as: HUMAN FACTORS which includes both ethical and accidents due to lack of training because in most in engineering manual handling must be an everyday task to ensure that your staff engineer knows what they are doing. It is assurance of the manager to know that staff can certainly move heavy objects around the site, but due to lack of practical work objects engineering students are given theoretical ideolog so that is why in most cases we come across failures at work places.

Solution for this kind of difficult damages to reduces risks of human factors could be that the government should increase the value of practical work than the theoretical ideology to students, more likely by conducting practical work training in a sense by taking them to any industry where large, unwieldy or heavy objects are moved by more experienced staff, doing manual handling training to ensure that they wont be more risks of themselves in future. Assurance must be put in place to ensure that it is provided at regular intervals meaning you can be sure your business maintains compliant.

Another risk of failure can be caused by MATERIAL FAILURE work-places could be filled with oil, dust and other waste from machines and work process. High pressure of extreme conditions of mechanical engineering could be that changes in size, shapes, or material properties of a structure, machine or machines parts it could be lack of awareness of the commercial benefits to

be gained through the use of new materials. Injuries and cases of ill health could be involving machinery measures in the multiple of years.

Solution in reducing all that is by keeping up to maintain machinery in good conditions and good working order vital in follow of risks health management. An assurance to these machines it is important to conduct daily inspections to avoid leakages of oils and other waste from machines to ensure also safeguard of equipment by installation of mechanisms that includes emergency stops.

DESIGN FLAWS as a result of engineering failure is that processes are far formalized due to the latest software advances, reason being that all the design failures do not show up until the construction phase begins. Improper heat treatment could also be more reason due to lack of air conditioning under the ground and also lack of design standard, several pairs of work suits could be overtightened to the work due to the rucksack belts.

Solution to this must be that PPE/Clothing must be put in place to ensure that your teams are equipped with appropriate PPE for the job at hand, inclusively with safety goggles and head protection. It's important to assure that machines operators are wearing suitable clothes and are not at high risk of becoming entangled in the machinery, so the team must be instructed to limit baggy clothing/wear overalls, tie, long hair back in hairnets, and must remove jewellery. In general, the use of gloves next to machinery engineering such as lathes, drills, and other rotational-style equipment is considered dangerous due to the increase of risk entanglement.

### **Methods used for risk assessment in engineering projects**

There are several methods used for risk assessment in engineering projects, and these methods can help in the development of risk management tools. One of the techniques used in conjunction with the concurrent engineering (CE) philosophy is the Bayesian belief network, which is useful for risk management in large engineering projects [3, 4].

Bayesian belief networks for risk assessment are extremely useful to identify potential hazards as it involves implementing measures in concurrent engineering to reduce the likelihood and severity of identified risks by prioritizing risk assessment and develop effective mitigation strategies to ensure the safety and success of their projects.

The use of diagrams, such as cause and effect and influence diagrams, is another methodology for project risk management. These diagrams are suitable for modeling conditional probability relationships among risks and are useful when handling complex problems. However, constructing relationships using diagrams is more complex than intuition-based analysis. The methods used for

risk assessment include risk identification, risk qualification, risk response development, and risk response control. Risk assessment is a part of project risk management in engineering projects. There is active research to develop a systematic approach and integrated methodology for project risk management in engineering projects, and this research includes categorizing techniques applicable for risk management functions in product development projects [4, 3].

These cause and effect diagrams can lower the probability of mishaps, injuries, and diseases by recognizing possible risks and creating plans to mitigate them. By projecting the need for repairs, downtime, or legal costs related to accidents or injuries in the diagrams, can assist in financial planning and lead to cost savings. Additionally, by ensuring that engineering projects are planned and carried out in a safe and effective manner, effective risk assessment and mitigation procedures can assist to improve the overall quality of engineering projects.

### **Categorization of most widely reported safety hazards in concern**

Safety hazards in engineering sciences can be classified into several categories, including physical hazards, chemical hazards, biological hazards, ergonomic hazards, and psychosocial hazards. Physical hazards include noise, vibration, radiation, and mechanical hazards. Chemical hazards involve exposure to harmful chemicals, gases, and fumes. Biological hazards include exposure to bacteria, viruses, and other microorganisms. Ergonomic hazards involve physical strain caused by repetitive motions, awkward postures, and lifting heavy objects. Psychosocial hazards involve stress, burnout, and other mental health-related issues.

1. **Physical Hazards:** Physical hazards refer to hazards that can cause harm through direct contact or impact, such as falls, cuts, and electrical shocks.
2. **Electrical faults and failures:** Mechanical hazards are most infamous and pain inducing in engineering as these hazards could vary from being injured on site due to machinery malfunctioning to being physically struck by/in moving machinery. One of the most common safety hazards in engineering is related to power, electronics and current in electrical systems, which pose problems like electric shock, which may range from severe burns, cardiac arrest to even death.
3. **Chemical Hazards:** Chemical hazards refer to hazards that can cause harm through exposure to harmful chemicals, such as toxic fumes and corrosive substances.
4. **Biological Hazards:** Biological hazards refer to hazards that can cause harm through exposure to biological agents, such as bacteria, viruses,

and fungi. Another bio-degenerative safety hazard is related to chemical exposure in chemical engineering as a wide range of engineering applications, including manufacturing, research, and development use variety of chemical compositions for its functioning. However, upon leakage or exposure, it can lead to health problems, mild skin irritations, severe respiratory problems, radiation and even cancer.

5. Ergonomic Hazards: Ergonomic hazards refer to hazards that can cause harm due to poor workplace design and inadequate equipment, such as repetitive strain injuries and back pain.
6. Psychosocial Hazards: Psychosocial hazards refer to hazards that can cause harm to mental health and well-being, such as stress and workplace violence.
7. Fire and explosion hazards have been repeatedly reported from engineering sites which arise from a range of sources (electrical systems, chemical reactions, and mechanical failures, mishandling, human error, etc).

### **Root Causes of the problems related to safety issues**

In case of electrical systematic hazard, as a safety measure, engineers deployed on electrical system duties must be provided safety equipments, protective clothing, using insulated tools, and following proper safety protocols to ensure that they are not exposed to live electrical wires.

One of the solutions to tackle bio-degenerative safety hazard to avoid chemical gase exposure may be to keep well-ventilated labs, and judicious safety equipment. On the other hand Engineers working with radioactive materials or equipment must take precautions to ensure that they are not exposed to harmful radiation by wearing protective clothing and using shielding materials.

To prevent the issue of mechanical engineering hazards, not only trained engineers, but also manual labour workforce must be trained with regular technical and mechanical updates to ensure that staff remains ready on the latest safety protocols diligently to identify and mitigate these hazards to prevent accidents in the first place. One of the important and critical aspects of mitigating safety in mechanical engineering is proper preventive and emergency training in light of 'machinery malfunctioning'. Installation of safety guards, stopage on machinery, using proper lifting techniques, and ensuring that floors, walkways and emergency exists are kept accessible.

For fire hards, installation of fire suppression systems, special isolated for inflammatory materials, using appropriate storage and handling techniques for chemicals, training for emergency situations and following strict safety protocols is the only way to tackle such hazards.

Additionally, to tackle psychosocial hazards and accidents due to negligence and human error, open channels of communication to report safety concerns and near-miss incidents need to be set up to identify and address potential safety hazards. Use of appropriate safety equipment and protective gear such as protective clothing, respiratory equipment, and safety glasses or face shields becomes necessary for engineering staff to protect themselves from hazards such as chemicals, radiation, and electrical shock. The equipment must be maintained properly to ensure that it is functioning correctly and providing adequate protection. Along with strong safety protocols and administrative policies that require be regularly reviewed.

### **Development of risk management systems to mitigate risks in engineering projects**

Mitigating risks involves implementing measures to reduce the likelihood and severity of identified risks. There are several strategies that engineers can use to mitigate risks, including engineering controls, administrative controls, and personal protective equipment. Engineering controls involve designing equipment or processes to reduce the risk of exposure to hazards, such as the use of ventilation systems to control airborne hazards. Administrative controls involve developing policies and procedures to reduce the risk of exposure, such as training programs to educate workers about potential hazards. Personal protective equipment involves providing workers with appropriate protective equipment, such as respirators or gloves, to reduce the risk of exposure to hazards.

One approach to risk management is the use of BIM and BIM-related digital technologies, which have become a growing research trend for managing risks in the Architecture, Engineering and Construction (AEC) industry. BIM can be used as a systematic risk management tool and a core data generator and platform that allows for other BIM-based tools to perform further risk analysis.[5]

Building Information Modelling technologies focuses on stimulation through creating situations and environment in which projects will take place in real time development systems. It helps to draw a correlation between the projections and real time developments.

One study in Iran developed a risk management model for knowledge loss in a project-based organization, which was evaluated through a case study. The model used a multi-stage research approach and an integrated KM and RM model was founded on the PMBOK risk management approach, Fraunhofer IPK knowledge management model, and TVA knowledge risk assessment framework [6].

### **Proposed Solutions for preventive actions and measures**

There are several solutions available to address safety hazards in engineering sciences. For physical hazards, the use of personal protective equipment (PPE) such as helmets, gloves, and safety glasses can reduce the risk of injury. Proper training on the use of machinery and equipment can also help prevent accidents. For chemical hazards, the use of proper ventilation systems, proper storage of chemicals, and proper handling can help reduce the risk of exposure. For biological hazards, the use of proper sanitation and hygiene practices can help prevent the spread of infection. Ergonomic hazards can be addressed by proper workplace design and the use of ergonomic equipment. Psychosocial hazards can be addressed by promoting a positive workplace culture, providing support for mental health, and addressing workplace harassment.

### **Conclusion**

Safety hazards are prevalent in every field of engineering, and it is essential to understand the types of hazards and the solutions available to address them. This review has provided an overview of the different types of safety hazards, their causes, and potential solutions. By implementing appropriate safety measures, we can create a safe and healthy work environment for everyone involved in the engineering sciences.

All, in all, to outline the main causes, it can be stated that safety hazards in engineering sciences can be caused by various factors. Physical hazards can be caused using heavy machinery or equipment, inadequate lighting, or exposure to high temperatures or extreme weather conditions. Chemical hazards can be caused using toxic or flammable chemicals, poor ventilation, or exposure to harmful fumes. Biological hazards can be caused by exposure to infected animals or contaminated materials.

Ergonomic hazards can be caused by poor workplace design, repetitive motions, or excessive lifting. Psychosocial hazards can be caused by excessive workload, poor work-life balance, or workplace harassment. However, the above suggested measures are required to tackle the issues mentioned in a transitional developmental manner without overlooking the need to take viable actions to provide a real time solution in case of instant emergency situations.

### **REFERENCES**

1. IRMAS – development of a risk management tool for collaborative multi-site, multi-partner new product development projects.<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/17410380710743770/full/html> Accessed 2023-03-26

2. Market versus technology drive in R&D internationalization: four different patterns of managing research and development.<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733301001251> Accessed 2023-03-26
3. A review of techniques for risk management in projects.<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/14635770710730919/full/html> Accessed 2023-03-26
4. Large engineering project risk management using a Bayesian belief network.<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095741740800448X> Accessed 2023-03-26
5. Special Issue Article: Risk and land-use A review of risk management through BIM and BIM-related technologies.<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753516000072> Accessed 2023-03-26
6. Development and evaluation of a knowledge risk management model for project-based organizations: A multi-stage study.<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/0025174111120725/full/html> Accessed 2023-03-26
7. Review Heuristic approach for risk assessment modeling: EPCCM application (Engineer Procure Construct Contract Management).<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016812000609> Accessed 2023-03-26
8. Occupational Safety and Health Administration. (2021). Safety and Health Topics: Safety Hazards. Retrieved from <https://www.osha.gov/safety-hazards>
9. International Labour Organization. (2020). Safety and Health in the Use of Chemicals at Work. Retrieved from <https://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/areas-of-work/chemical-safety/lang-en/index.html>
10. National Institute for Occupational Safety and Health. (2018). Ergonomics and Musculoskeletal Disorders. Retrieved from <https://www.cdc.gov/niosh/topics/ergonomics/default.html>
11. World Health Organization. (2021). Occupational Health. Retrieved from [https://www.who.int/occupational\\_health/topics/en/](https://www.who.int/occupational_health/topics/en/)

Sultan Mohamed (Egypt)

Perm National Research Polytechnic University

Scientific adviser: Poplygen V.V.

## **WATER-GAS FLOODING**

It is to study the effect of water/gas flooding on remaining oil in the reservoir to enhance production recovery.

Keyword: water-flooding, gas-flooding, heat flooding

### **Introduction**

Reservoirs. "Secondary recovery" refers to the use of water to improve oil production. It usually comes after "primary production," which produces oil using the reservoir's natural energy (fluid & rock expansions, solution-gas drive, gravity drainage, and aquifer influx). An oil reserve is typically water-flooded in order to boost oil output and, eventually, oil recovery. This is done by "voidage replacement," which involves injecting water to raise the reservoir pressure to its starting level and keep it there. Oil is removed from pore spaces by water, although the effectiveness of this removal depends on a variety of circumstances (e.g., oil viscosity and rock characteristics). When the reservoir pressure was reduced during primary production, the high porosity of the uncemented sandstone reservoirs in the Wilmington oil field and the soft chalky reservoir rock in the Ekofisk oil field were significantly compacted.

### **Gas-flooding**

Gas flooding is the addition of hydrocarbons or other substances to oil reservoirs that are generally waterflooded to remove any remaining petroleum (and perhaps in some cases as a primary or secondary method). At atmospheric pressure and temperature, injected components are typically vapors (gas phase) and may contain mixes of hydrocarbons from methane to propane as well as nonhydrocarbon components like  $\text{CO}_2$ , nitrogen, and even sulfur compounds or other unusual gases like  $\text{SO}_2$ . At reservoir pressure and temperature, even though these ingredients are typically vapors at air pressure and temperature, certain of their characteristics may resemble liquids more strongly. For instance, at most reservoir conditions, carbon dioxide has a viscosity more akin to vapor yet a density comparable to that of oil. Nowadays, gas injection most frequently refers to the storage or sequestration of  $\text{CO}_2$  from the environment as well as the injection of rich hydrocarbon gas or  $\text{CO}_2$  to recover residual oil. The mass transfer of oil components between the flowing oil and gas phases, which increases as the gas and oil become miscible, is the main process for oil recovery by high-pressure gases flooding. Oil can swell and become less viscous as intermediate gases in the gas condensed into the oil as secondary recovery mechanisms. Gas flooding relies on contacting as much of the reservoir

as feasible with gas and recovering the majority of the oil after contact. Injection gases are made to be mixable with the oil in order to mix with the oil that has already been drawn in by capillary forces. The oil components are subsequently transported to the production well by the CO<sub>2</sub> injection or hydrocarbon phase.

#### **GAS FLOOD DESIGN:**

Depending on whether a gas flood is a minor project or a major one, different engineering processes must be taken. There is more risk associated with large projects, so there are three essential parts in the process: screening, design, and deployment. The following are the fundamental design procedures for a major flood:

1. Economic and technological screening to rule out potential reservoirs before a further in-depth analysis
2. A study of the geology and reservoirs, which includes a 2-D and 3-D reservoir modeling to forecast performance;
3. Economic analyses where important input factors are altered to evaluate related risks;
4. Wells and surface facility design was based on predicted fluid quantities, compositions, and reservoir continuity;
5. Application of the gas flood design through wellbore modifications as necessary, field facilities installation, the installation of any necessary recycle facility (if one is not already nearby), and initial gas injection. Standard document (or disapproval) of the gas flood relying on uncertainly and economical aspects.

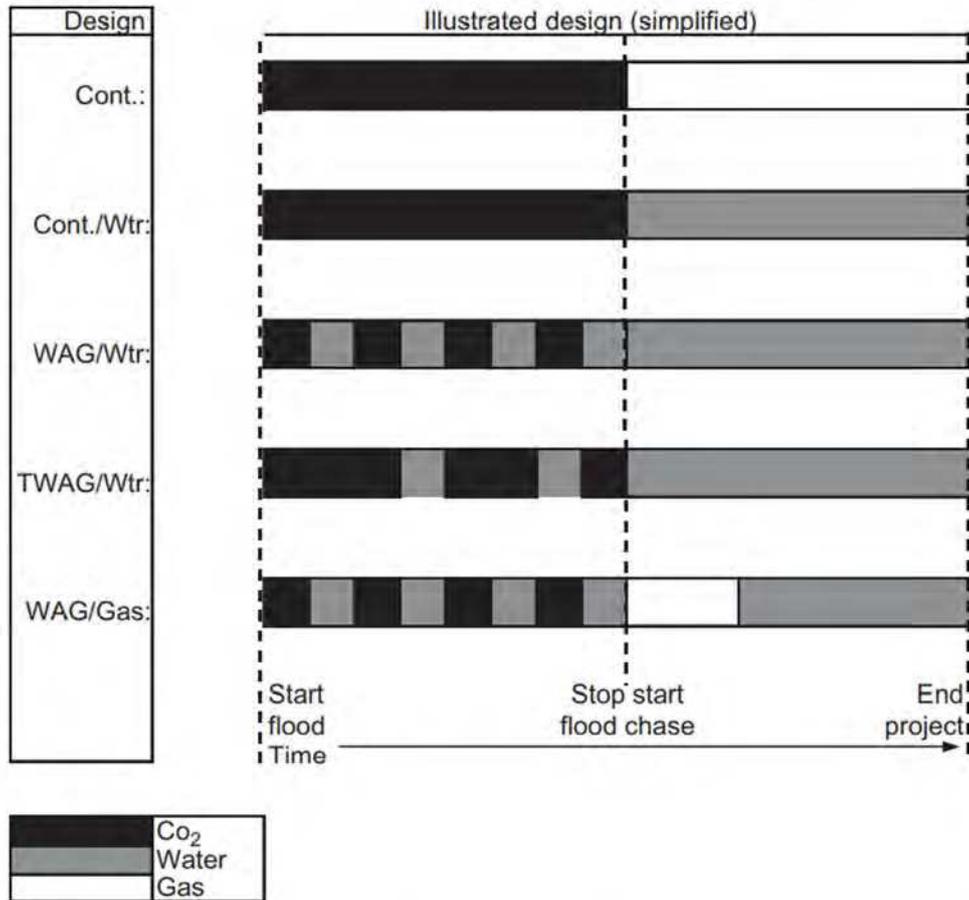


FIGURE 1.1 Water-alternating-gas floods can take on many forms (illustration for CO<sub>2</sub> from

**Water-flooding:**

Waterflooding refers to the use of water injection to boost oil reservoir output. "Primary production," which employs the reservoir's natural sources (fluid and rock expansion, solution-gas drive, gravity drainage, and aquifer influx) to generate oil, is usually followed by "secondary recovery," which uses water to increase oil production.

**Rational for waterflooding:**

An oil reservoir is typically waterflooded in order to boost oil output and, eventually, oil recovery. This is done by "voidage replacement," which involves injecting water to raise the reservoir pressure to its starting level and keep it there. Water removes oil from the pore spaces, however the effectiveness of this removal depends on a variety of circumstances (e.g., oil viscosity and rock characteristics). Voidage replenishment has also been utilized in oil fields like Wilmington (California, US) and Ekofisk (North Sea) to reduce further surface subsidence.

### **Reservoir geological consideration:**

Understanding the reservoir rocks is the most crucial component of appraising a field waterflooding project. Knowing the sedimentary sequence at the pore and reservoir levels, as well as potentially multiple levels in between, is the first step in developing this understanding. Second, it is necessary to determine the diagenetic history of the reservoir rocks. The construction and faulting of the reservoir must then be identified in order to comprehend the connections between the different components of the reservoir, especially the connectivity between the injector and producer. The characteristics of the water, oil, and rock must also be understood because these factors affect wettability, residual oil saturation during water flooding, and relative oil permeability at greater water saturations. Due to these requirements, the waterflood-evaluation team should always include a developmental geologist.

- Rock formations that are diverse make up all oil reservoirs. Determining the type and extent of heterogeneities present in a specific oil field is the main geological consideration in waterflooding evaluation. Reservoir heterogeneities can appear in a variety of ways, such as
- Impermeable layers such as shale, anhydrite, or others that partially or entirely separate the porous and permeable reservoir layers.
- Interbedded strata that contain hydrocarbons but have sandstones or carbonates as their main types of rock.
- Variations in the reservoir's porous and permeable layers' spatial extent, connectivity, and continuity.
- Directional permeability trends brought on by diagenetic or depositional environment changes.
- Fracture patterns caused by regional tectonic forces on the rock as well as burial and uplift impacts on a specific rock layer.
- Fault trends that interfere with the flow of oil between a portion of a reservoir and its surrounding surroundings, either because they act as flow barriers or because they are open conduits that permit unrestricted flow along the fault plane.

Another geological factor is the reservoir's structure and how it impacts the performance of waterfloods. Structure produces dipping beds that dip in different directions. The relative vertical and horizontal flow behaviors at reservoir conditions are greatly influenced by the interaction of the bed angle, gravity, and the differential in oil/brine density. The presence of an underlying aquifer or an overlying gas cap, which can both greatly affect the chances of successfully waterflooding the oil column, is another structural factor.

Such geological and structural elements of a reservoir must be evaluated by geologists and geophysicists. To comprehend the depositional environment, post-depositional diagenesis, and characterize the internal architecture of the reservoir, geologists employ cores and routine core analysis data. As cores and well logs are effectively pin pricks into the entire reservoir, geophysicists can identify the main faults and trends in rock quality using seismic data.

A geologist and a geophysicist should be on the technical team that is assessing and tracking waterflood performance. A geostatistician's inclusion on the technical team will help to guarantee that engineering calculations, whether they be straightforward calculations or intricate numerical reservoir simulations, accurately translate the geoscientists' reservoir description.

The reservoir description for a waterflood must be created on the scale necessary for the quantitative evaluation (i.e., it must be "fit-for-purpose"). Several strategies (such object- and pixel-based ones) can be applied [5]. Geologists regularly refer to the "flow unit" and engineers could benefit from this idea. A flow unit is a volume of the total reservoir rock where the geological and petrological characteristics that affect fluid flow are internally consistent and predictably distinct from those of other rock volumes (such as flow units), according to the definition.

The evaluation of a reservoir's geology starts as soon as it is discovered and put into primary production. The production- and injection-well data provide additional information into the internal characteristics of the rock volume that is being inundated once a waterflood has been started. The water and oil rates as a function of time from the waterflood production wells are actually crucial because they are the first data to directly relate to interwell connectedness within the reservoir and to validate or alter the geoscientists' ideas of the different levels of reservoir heterogeneities.

During a waterflood, tracers can be injected to track which injector/producer pairs are well connected and which are poorly connected. Other monitoring techniques include the use of specially drilled observation wells and 4D-seismic interpretations to track the directionality and shape of the higher-pressure water-swept reservoir areas that are centered on the injection wells.

### **Conclusion**

Water-flooding and gas-flooding is effective method in moving the residual oil remained the reservoir into the well

### REFERENCE

1. Fundamentals of Petroleum and Petrochemical Engineering
2. Waterflooding - PetroWiki (spe.org) (09/11/2022)

3. Russell T. Johns, Birol Dindoruk /Chapter 1 - Gas Flooding  
(<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386545-8.00001-4>)

Tiwari Ashutosh (India),  
Verma Shruti (India),  
Givile Kedibone (South Africa)

National Kaohsiung University of Science and Technology,  
Kaohsiung, Taiwan  
Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia  
Tshwane South Tvet College, Pretoria, South Africa

## **PATH TO PROTECTION: RISK ASSESSMENT IN ENGINEERING IN INDIAN AND SOUTH AFRICAN CONTEXT**

### **INTRODUCTION**

Engineering sciences have with increased technological advancements the opportunities for innovation have grown in leaps and bounds. Engineering is indeed a physical and intellectual field which has come a long way in India and South Africa in terms of the practical development of applications of structural and technological principles. However, with such progress comes a new set of challenges that need to be addressed. In recent years, there have been several incidents that have highlighted the need for better safety measures and regulations.

One such incident was the collapse of the bridge on the Mumbai-Goa highway in 2016. The bridge was built just a few years before and was supposed to last for at least 100 years. The collapse resulted in the loss of many lives and highlighted the need for better safety measures in infrastructure projects. This highlights the issue that the substandard materials and equipment, which are a major concern in South Asian countries, and lack of proper training and certification for engineers and technicians can lead to unqualified workers and substandard work.

### **DETECTING FAULT LINES: RISK ASSESSMENT MAPPING**

Risk assessment is a process used to identify and evaluate potential hazards and risks associated with a project or process. It helps to develop strategies and measures to mitigate or eliminate potential risks to ensure safety, reduce costs and improve project success. India and South Africa are two developing countries with a fast-growing economy, and the engineering research and development phase in both countries is crucial for the growth and development

of their economies. Risk assessment is a critical process to identify potential hazards and risks associated with new technologies and processes and can help to uncover potential mechanical concerns and develop measures to lower the risk of injury in the design of new equipment. With the ongoing evolution of the corporate environment, good risk management is becoming more and more important. Many risk management programs have been created in response to this demand, including IRMAS™, a risk management program developed to help organisations discover, evaluate, and reduce potential hazards.

Full validation of Intelligent Risk Mapping and Assessment System (IRMAS™) in two new product development projects was successful, indicating that this tool can assist project managers to minimise perceived sources of concurrent engineering risks. The reasoning methodology used in IRMAS™ supports the decision-making process of the user and aids the knowledge retrieving, storing, sharing and updating process of manufacturing organisations [1].

With a detailed examination of its implementation and results, feedback from stakeholders, and analysis of pertinent data, user-friendly IRMAS™ success in risk reduction and management may be assessed. Via three evaluations, Its main objective is to make sure that a company is ready to address any potential risks that may be detected.

#### BIGGER VISION: TAILORING MEASURES

India and South Africa are countries that have embarked on ambitious infrastructure projects in recent years and hence many localised systems have been developed in India and South Africa to methodically assess risks in engineering projects in a more scientifically accurate manner with the use of systemized tools, policies and plans such as the HAZOP (Hazard and Operability) model used in India. This method is a structured approach to identify potential hazards and operability problems. Such a study examines all the possible deviations of the design parameters from the normal operating conditions. The tool is used to identify potential sources of hazards in the equipment, the design, the operations, and the maintenance procedures. The analysis then determines whether each deviation is adequate to cause a hazard or operability problem. The HAZOP method ensures the safety and reliability of the design. A case study is the Kudankulam Nuclear Power Plant (KKNPP) in Tamil Nadu, India. The HAZOP study was applied to identify the potential risks throughout each stage of the power plant's life cycle, including design, construction, commissioning, operation, decommissioning, and disposal using its method to identify a range of hazards, including a potential fire in the turbine building and radiation exposure. These hazard scenarios were addressed and controlled by implementing mitigation measures.

Another unique method used in South Africa is the Failure Modes and Effects Analysis (FMEA). This approach involves identifying potential failure modes and their effects on the system. The analysis aims to quantify the severity, the likelihood of occurrence and detectability of each potential failure mode. The results are used to prioritise mitigation measures and evaluate the robustness of the design. An example of FMEA study in South Africa is the Failure Modes and Effects Analysis for the Gautrain Rapid Rail Link project in Johannesburg. The study assessed the potential failures and their consequences, including impact on train service, passenger safety, and the environment. The results were used to identify and implement corrective actions to improve the reliability and safety of the rail link. Finally, another unique method used in India is the Organisational Risk Assessment (ORA). This approach ensures that the organisational factors are considered when assessing risks in engineering projects. The method examines the organisation's culture, policies, procedures, and management practices. The ORA study aims to identify the potential risks that emerge from human errors, communication failures, or organisational culture. A case study is the Delhi Metro Rail Project in India. The ORA method was applied to analyse the potential operational and management risks. The study aimed to identify the gaps in the policies, procedures, and recruitment practices.

The results were used to strengthen the safety culture of the organisation, improve the communication system, and streamline the standard operating procedures. These unique risk assessment methods demonstrate the innovative approaches adopted by India and South Africa to assess the risk of complex engineering projects. These methods ensure that the potential risks are identified and mitigated in a timely manner. Employing these methods in engineering projects may enhance the safety and reliability of the project, promoting sustainable development. There are several methods used for risk assessment in engineering projects, and these methods can help in the development of risk management tools.

One of the techniques used in conjunction with the concurrent engineering (CE) philosophy is the Bayesian belief network, which is useful for risk management in large engineering projects. The use of diagrams, such as cause and effect and influence diagrams, is another methodology for project risk management. These diagrams are suitable for modelling conditional probability relationships among risks and are useful when handling complex problems. The methods used for risk assessment include risk identification, risk qualification, risk response development, and risk response control [4], [3].

These cause-and-effect diagrams can lower the probability of mishaps, injuries, and diseases by recognizing possible risks and creating plans to mitigate them. By projecting the need for repairs, downtime, or legal costs related

to accidents or injuries in these diagrams, can assist in financial planning and lead to cost savings. Additionally, by ensuring that engineering projects are planned and carried out in a safe and effective manner, effective risk assessment and mitigation procedures can assist to improve the overall quality of engineering projects.

### SMALL STEPS TO TACKLE BIGGER ISSUES

In India and South Africa there have been several new reports of failure in following safety hazards, leading to unfortunate incidents that have caused injuries and even fatalities such as the case study of a mine in Marikana, South Africa, which reflects the severe consequences of ignoring safety hazards. In August 2012, a strike erupted at the Lonmin Platinum Mine, leading to the death of 34 miners and injuring many others. The incident was attributed to the lack of safety standards and insufficient training for the miners. Similarly, the design phase of a product is also critical to ensure safety hazards are not overlooked.

As a retaliatory measure, unique safety measures in civil, automotive, industrial, and other engineering branches have adapted in both the countries with a focus on preventing accidents during the production process. Many automotive factories have implemented risk assessment of civil design structures, automated systems, such as leakage prevention and detection systems, robotic arms, and sensors to avoid worker injuries and fatalities. Similarly, many factories have implemented ergonomic designs to reduce the risk of repetitive strain injuries. Likewise, to ensure safety in the Indian textile industry, several measures have been taken such as the use of charkhas, which are hand-operated spinning wheels used to produce yarn, which have now been modified to prevent workers from coming into contact with moving parts, reducing the risk of injury, along with implementing strict safety protocols, including mandatory safety gear and regular safety inspections. In South Africa, the mining industry is a major contributor to the country's economy, however due to the hazardous nature of mines with risks such as cave-ins, explosions, and gas leaks, unique safety measures such as the use of canaries have been implemented. These canaries were once used to detect dangerous levels of gas in mines so, If the canary died, it signalled the presence of harmful gases, alerting miners to evacuate. In addition to utilising canaries, many South African mines have implemented strict safety protocols as well.

## DEVELOPMENT OF RISK MANAGEMENT SYSTEMS TO MITIGATE RISKS

India and South Africa have developed their own regional risk management systems to de-risk engineering projects. There are several strategies engineers can use to reduce risk, including technical controls, administrative controls, and personal protective equipment.

One approach to risk management is the use of BIM and BIM-related digital technologies, which have become a growing research trend for managing risks in the Architecture, Engineering and Construction (AEC) industry. BIM can be used as a systematic risk management tool and a core data generator and platform that allows for other BIM-based tools to perform further risk analysis [5].

Building Information Modelling technologies focuses on stimulation through creating situations and environments in which projects will take place in real time development systems. It helps to draw a correlation between the projections and real time developments.

One study in Iran developed a risk management model for knowledge loss in a project-based organisation, which was evaluated through a case study. The model used a multi-stage research approach, and an integrated KM and RM model was founded on the PMBOK risk management approach, Fraunhofer IPK knowledge management model, and TVA knowledge risk assessment framework [6].

## CULMINATION AND CONCLUSION

There are various proposed solutions to prevent engineering issues in India and South Africa. In India, the government has invested in initiatives aimed at enhancing engineering education and research to bridge the skills gap in the sector. Additionally, measures such as creating a favourable business environment and promoting innovation have been implemented. In South Africa, strategies such as promoting entrepreneurship, increasing investment in research and development, and improving infrastructure have been proposed to prevent engineering challenges.

There have been various local solutions adopted in India and South Africa to address engineering issues such as power cuts, transport issues, safety problems and other issues. In India, initiatives like the Ujjwala Yojana for LPG gas connections and the Smart City Project have been implemented to improve access to energy and urban infrastructure, respectively. In South Africa, the promotion of renewable energy sources and the improvement of public transportation systems have been emphasised in response to power cuts and transport issues.

## REFERENCES:

1. IRMAS – development of a risk management tool for collaborative multi-site, multi-partner new product development projects (<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/17410380710743770/full/html>) Accessed 2023-03-26
2. Market versus technology drive in R&D internationalisation: four different patterns of managing research and development (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004873330100125>) Accessed 2023-03-26
3. A review of techniques for risk management in projects (<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/14635770710730919/full/html>) Accessed 2023-03-26
4. Large engineering project risk management using a Bayesian belief network(<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095741740800448X>) Accessed 2023-03-26
5. Special Issue Article: Risk and land-use A review of risk management through BIM and BIM-related technologies (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753516000072>)
6. Development and evaluation of a knowledge risk management model for project-based organisations: A multi-stage study (<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/002517411112025/full/html>) Accessed 2023-03-26
7. Review Heuristic approach for risk assessment modelling: EPCCM application (Engineer Procure Construct Contract Management) (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110016812000609>) Accessed 2023-03-26
8. Chihuri, Sinikiwe & Pretorius, Leon. 2012. Managing risk for success in a South African engineering and construction project environment. *The South African Journal of Industrial Engineering*. 21. 10.7166/21-2-50.
9. [www.govoecd.org](http://www.govoecd.org)
10. [ipcc.ch](http://ipcc.ch)
11. [chunesdoc](http://chunesdoc)
12. UNESCO
13. [unesdoc.unesco.org](http://unesdoc.unesco.org)
14. Org ncbi
15. [nlm.nih.gov](http://nlm.nih.gov)

Научное издание

# НАУЧНАЯ ИНИЦИАТИВА ИНОСТРАННЫХ СТУДЕНТОВ И АСПИРАНТОВ

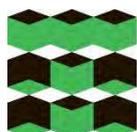
Сборник докладов  
III Международной научно-практической конференции

**Издано в авторской редакции**

Компьютерная верстка *А.А. Лазарейт*

Дизайн обложки *И.В. Корюкина*

**Зарегистрировано в Издательстве ТПУ  
Размещено на корпоративном портале ТПУ  
в полном соответствии с качеством предоставленного оригинал-макета**



**Издательство**

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ