



Российская Академия Наук

ДОКЛАД
о важнейших научных достижениях
российских ученых
в 2022 году

Книга 2

**(Материалы РААСН, РАО, РАН, ВУЗов,
Госкорпораций, ГНЦ и НИЦ РФ)**

МОСКВА
2023

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----|
| СОДЕРЖАНИЕ | 2 |
| Важнейшие научные достижения в области архитектуры и строительных наук | 3 |
| Важнейшие научные достижения в области образования | 31 |
| Важнейшие научные достижения в области изобразительного искусства | 45 |
| Важнейшие научные достижения, полученные в вузовском секторе науки | 59 |
| Фундаментальные исследования в государственных научных центрах и государственных корпорациях Российской Федерации | 134 |

Важнейшие научные достижения в области архитектуры и строительных наук

СВЕДЕНИЯ

об основных направлениях фундаментальных и прикладных исследований в области архитектуры, градостроительства и строительных наук

В соответствии с Государственной программой Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» и Программой фундаментальных научных исследований Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 годы) в 2022 году научные исследования проводились по следующим направлениям и разделам:

В области архитектуры

Направление 1.1. «Теоретические и исторические проблемы архитектуры и градостроительства»:

- архитектура мира с древнейших времен до современности; расширение фактологической и методологической базы исследований;
- история архитектуры и градостроительного искусства России в свете новых открытий;
- теория архитектуры в изменяющихся картинах мира;
- архитектурно-градостроительное наследие как культурное достояние (принципы и методы сохранения и использования);
- российская и мировая архитектуры в глобальном цивилизационном процессе;
- архитектурно-пространственные средства повышения качества жизни.

Направление 1.2. «Междисциплинарные научные исследования в сфере архитектуры, градостроительства и строительных наук»:

- Междисциплинарные исследования архитектурного творчества.

Для изучения актуальных проблем развития архитектуры в современном мире представляется перспективным вести фундаментальные исследования в историческом, теоретическом и типологическом направлениях. Необходимо приращение знаний о развитии архитектуры и градостроительства в России и в мире; обоснование научных принципов архитектурно-градостроительной деятельности в условиях изменяющегося мира, выявление и актуализация гуманитарных приоритетов архитектурно-градостроительной политики.

Важными остаются вопросы социальной, культурной и художественной ценности архитектурно-градостроительного наследия, исследования в области истории архитектуры и градостроительства с целью включения российского зодчества в общемировой культурный контекст, расширение этнокультурных рамок историко-архитектурных исследований, как внутри страны, так и за ее пределами, увеличение временного диапазона исследований, расширение исследований, направленных на создание целостной картины архитектурно-градостроительной эволюции России и мира, анализ и введение в научный оборот новых и малоизученных памятников архитектурно-градостроительного искусства, выявление их культурной и художественной значимости в российском и мировом контексте. Необходимо рассмотрение ключевых этапов развития и проблем истории архитектуры России, осуществление сравнительного анализа российских и зарубежных историко-архитектурных явлений и процессов, определение роли и значения отечественной архитектуры и градостроительства во всемирно-историческом контексте.

Базовым направлением фундаментальной науки можно считать заполнение белых пятен в истории русской архитектуры и градостроительства, уточнение атрибуций, датировок и композиционно-стилистических характеристик малоизученных памятников архитектуры, получение новых знаний и выработка новых представлений о российском региональном, полиэтническом архитектурно-градостроительном наследии, его многовековом формировании, эволюции и трансформациях под воздействием различных

факторов; раскрытие и обоснование историко-культурной и художественной ценности произведений российского зодчества и градостроительного искусства.

Остаются актуальными вопросы профессиональной культуры и образования, среди которых: выявление и научный анализ фундаментальных теоретических проблем и новейших тенденций в развитии архитектуры, выявление и обоснование методов формирования современной предметно-пространственной среды, основанных на высоких технологиях, раскрытие основных закономерностей архитектурного формообразования, композиции, стилеобразования; выявление новых средств гармонии и выразительности в архитектуре; изучение новых возможностей предоставления образовательных услуг в России и мире и расширение влияния российских архитектурных школ на основе использования компьютерных технологий и новых способов дистанционной коммуникации.

Требуется также разработка новых теоретических взглядов на архитектурное мышление и проектное творчество; выявление мировоззренческих основ профессиональной деятельности, их устойчивости и изменчивости во времени; критический анализ и пересмотр уходящих в прошлое стереотипов, укрепление содержательных взаимосвязей между теорией и историей архитектуры и градостроительства; формирование теоретических оснований органического включения новых строений в сложившуюся антропогенную и природную среду.

Необходимо фундаментальное обоснование критериев выявления, мотивации и способов сбережения памятников архитектуры, ценных фрагментов сложившейся среды и исторических поселений в целом; актуализация задач и совершенствование принципов консервации, реставрации, регенерации и приспособления для современного использования историко-архитектурного наследия; повышение роли архитектурно-градостроительного наследия в развитии профессиональной культуры и образования.

Для улучшения качества российских городов и сельских поселений важен поиск наиболее эффективных моделей архитектурной организации пространства городов и сельских поселений с учетом многообразия их функций и потребностей; содействие развитию новейших технологий проектирования и разработке перспективных типов зданий и сооружений; решение проблем гуманизации современной архитектуры и ее гармонизации с природным и историко-культурным окружением.

Качественное развитие профессии архитектора и градостроителя требует разработки и исследования фундаментальных научных проблем архитектурного творчества; анализа социокультурной миссии архитектора в современном мире. Необходимы разработка, исследование и развитие фундаментальных научных основ обеспечения качественно нового уровня среды жизнедеятельности человека и общества на основе достижения российской и мировой науки; разработка парадигмы градоустройства на принципе симбиотического взаимодействия городских систем и их естественно-природного окружения; исследование, развитие и верификация теории симбиотического и гармоничного взаимодействия строительной среды проживания человека с природой в рамках парадигмы биосферной совместимости; разработка фундаментальных научных основ эффективного решения проблемы преобразования жилищного фонда первых массовых серий; создание междисциплинарного научного задела, обеспечивающего научно-технологический прорыв по приоритетным направлениям строительных наук, архитектуры и градостроительства; создание междисциплинарного научного задела, обеспечивающего научно-методологический прорыв в сфере архитектуры и градостроительства, как важнейших направлений развития современного общества.

Следует изучать различные грани архитектурной деятельности в соотношении с соответствующими отраслями знаний и умений; исследовать архитектуру как социально-культурное явление и результат прагматической деятельности, а также как высокого художественного творчества и традиционного ремесла; выявлять связи архитектуры с гуманитарными, точными, естественными и техническими науками, исследовать

возможный потенциал развития архитектуры под влиянием новых цифровых и технологических прорывов.

В области градостроительства

Направление 2.1. «Фундаментальные основы пространственного развития территории Российской Федерации»:

- градостроительные основы и ключевые направления пространственного развития территории России и её частей;
- научные исследования градостроительных проблем городов, поселений и их систем;
- проблемы формирования качественной и безопасной среды городов и территорий.

Направление 2.2. «Теоретические и методологические основы градостроительства»:

- прогнозно-аналитические исследования в области градостроительства;
- актуальные теоретические проблемы в сфере градостроительства;
- научные основы территориально-градостроительной политики России;
- методологические основы современного градостроительного проектирования, программирования, прогнозирования;
- градостроительное наследие и проблемы его сохранения и использования;
- исследование проблем информатизации и технологизации современной градостроительной деятельности;
- исследование проблем градостроительства как сферы пространственных искусств;
- исследование проблем градостроительства как сферы пространственных искусств;
- исследование экологических проблем современного градостроительства.

Направление 2.3. «Междисциплинарные научные исследования в сфере архитектуры, градостроительства и строительных наук»:

- междисциплинарные научные исследования в приложении к сфере градостроительства.

Содержание проблемных вопросов, требующих проведения фундаментальных научных исследований в области градостроительства: содействие устойчивому развитию и связанности территории Российской Федерации, создание безопасной, благоприятной и стимулирующей развитие человека и экономики материально-пространственной среды; достижение высоких стандартов качества среды жизнедеятельности на территории страны при условии сохранения исторического самобытного облика городов и поселений, определения актуальных и перспективных градообразующих факторов, обеспечивающих гармонизацию урбанизированной среды, сбалансированность размещения жилищного фонда, мест приложения труда, объектов социальной, инженерной и транспортной инфраструктуры; формирование нового комплекса методов планирования – стратегическое пространственное планирование развития территорий, определяющее параметры объектов, исходя из принципа формирования/проектирования развития национальной системы расселения, включающей иерархию систем расселения Российской Федерации, необходимость перехода к цифровым технологиям в градостроительстве.

Фундаментальные исследования в области градостроительства объединены в тематическое направление «Фундаментальные основы пространственного развития территории Российской Федерации». В рамках данного исследовательского блока проводились следующие исследования: теория расселения применительно к сложившимся и прогнозным социально-экономическим условиям и глобальным вызовам с изучением объективных закономерностей и взаимосвязей, определяющих развитие расселения на

территории страны; создание условий повышения качества жизни населения и роста экономики средствами градостроительства.

Содержательное наполнение тематического раздела «Градостроительные основы и ключевые направления пространственного развития территории России и её частей» будет определяться следующими исследованиями: разработка теоретических основ развития системы расселения России и региональных систем расселения на принципах гармонизации природных, технологических, социальных и экономических компонентов; исследование процессов урбанизации и дезурбанизации в условиях глобализации и региональных подходов; анализ формирования инфраструктурных, экологических, расселенческих каркасов территории, создающих условия экономического и технологического роста на основе развития человеческого потенциала; территорий с особыми условиями градорегулирования (приграничных, природных, рекреационных, приоритетного развития или освоения и др.); взаимосвязи городов и их систем.

Всё большую актуальность приобретает тематика раздела «Научные исследования градостроительных проблем городов, поселений и их систем», объединяющего исследования пространственных, инфраструктурных, социальных, экономических, экологических проблем городов и поселений и их систем различной типологии: мегалополисов, агломераций, мегаполисов, крупных, средних городов, малых городов, моногородов, закрытых административно-территориальных образований (ЗАТО), наукоградов, технополисов и др.; возрождение малых городов, исторических городов и поселений, сельских населенных пунктов на новых принципах социально-экономической, технологической и инфраструктурно-планировочной организации; изучение проблем городов, поселений и их систем, образующих «узлы каркаса расселения» и «ткань расселения» России; разработка научной концепции создания нового опережающего раздела теории города, включающей в себя синергетическую модель эволюции инновационного градостроительства, новые принципы архитектурно-планировочной организации поселений и примеры их реализации в условиях городов различной типологии.

Раздел «Проблемы формирования качественной и безопасной среды городов и территорий» включает в себя актуализацию понятийной проблемы «городская среда» и определение её параметров, отвечающих современным требованиям безопасности и комфорта, а также разработку научно обоснованных предложений по включению результатов исследований в национальный стандарт «Градостроительство. Параметры городской среды»; создание фундаментальных основ единой национальной системы нормирования и контроля качества градостроительной среды (градостроительных стандартов и нормативов, индикаторов и критериев оценки и мониторинга качества); анализ проблем делимитации новых урбанистических территорий, взаимодействия искусственной среды и экосистемы города, архитектурно-градостроительных аспектов формирования городских пространств и ансамблей; анализ проблем транспорта и инженерной инфраструктуры, городского благоустройства и дизайна городской среды, освоения подземного пространства, прибрежных территорий и др.; разработка научных основ формирования качественной среды на урбанизированных территориях различной типологии, развитие методологии охраны территорий историко-культурного наследия и особо охраняемых природных территорий, развития транспортной и инженерной инфраструктуры нового поколения, комплексного подхода к обеспечению безопасности среды жизнедеятельности средствами градостроительства.

Важнейшим для развития фундаментальной науки в области градостроительства является тематическое направление «Теоретические и методологические основы градостроительства», которое объединяет исследования, посвящённые развитию научных основ современного градостроительства, обеспечивающему достижение высоких стандартов качества жизни и уровня безопасности среды жизнедеятельности на территории Российской Федерации с учетом эффективного использования и

воспроизводства ресурсной базы страны; разработка новой научно обоснованной модели экономического и социального развития, связанной с созданием благоприятных условий для воспроизводства человеческого потенциала и инвестиционной привлекательности территорий на основе кардинального повышения качества градостроительной среды,

Раздел «Прогнозно-аналитические исследования в области градостроительства» посвящен научным основам государственной территориально-градостроительной политики в области градостроительства, направленной на регулирование деятельности по формированию материальной среды жизнедеятельности, развитие градостроительного законодательства, регулирование землепользования, системы научного знания, проектирования, планирования и управления; определение и прогнозирование перспективных и критически важных направлений современной градостроительной науки, выявление больших вызовов в сфере градостроительства (научно обоснованная формулировка позитивных прогнозных трендов развития (целевой прогноз), разработка предложений в части инструментов и механизмов их реализации. Указанные исследования базируются на важнейших принципиальных положениях: преемственности отечественного опыта пространственного планирования, анализе объективных процессов мировой урбанизации, сохранении гуманистической социальной миссии градостроительной деятельности, возрождении градостроительства как сферы пространственных искусств. Разработка научно обоснованного комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры страны на основе Стратегии пространственного развития Российской Федерации.

Раздел «Актуальные теоретические проблемы в сфере градостроительства» объединяет исследования цикла «Градостроительство как система научных знаний»; фундаментальные научные исследования проблем общетеоретического и научно-методологического характера; циклы исследований в рамках таксономических территориальных уровней и градостроительных систем различной морфологии и типологии; градостроительные основы территориального планирования с учётом взаимодействия человека и природы, человека и технологий, социальных и эстетических потребностей общества на современном этапе глобального развития; изучение новых типов урбанистических систем; исследование процессов урбанизации и дезурбанизации в условиях глобализации и региональных подходов, формирования инфраструктурных, экологических, расселенческих каркасов, создающих условия развития экономического и технологического роста на основе развития человеческого потенциала; выявление общих проблем и разработка стратегических задач научно-проектных разработок для урбанистических систем и объектов проектирования, направленных на сохранение и преумножение пространственных форм расселения, а также функционального, типологического и средового многообразия населенных пунктов, соответствующих историческому географическому и социокультурному многообразию России.

Раздел «Научные основы территориально-градостроительной политики России» определяет развитие научных основ разработки и реализации государственной территориально-градостроительной политики России в новых социально-экономических условиях, которую характеризуют комплексность, научная обоснованность и правовая обеспеченность; градостроительство в контексте государственной системы регулирования и управления: разработка концептуальных предложений и теоретической модели институционального, нормативно-законодательного, проектного, инвестиционного обеспечения градостроительной деятельности в Российской Федерации с учётом взаимного согласования государственных, общественных и частных интересов в сфере градостроительства; определение приоритетов и ключевых направлений государственной территориально-градостроительной политики России; основы формирования каркасов систем расселения (инфраструктурных, природных; культурно-исторических); территорий с особыми условиями градорегулирования (приграничных, природных, рекреационных, приоритетного развития или освоения и др.), взаимосвязи городов и их систем.

Исследования по разделу «Методологические основы современного градостроительного проектирования, программирования, прогнозирования» посвящены формулировке позитивных прогнозных трендов развития городов и территорий (целевой прогноз) и предложения инструментов и механизмов их реализации; прогнозным исследованиям в сфере градостроительства на основе междисциплинарного, межотраслевого взаимодействия с использованием сценарных (вариативных) подходов; выработке новых знаний и подходов к решению профессиональных задач, методов и методик исследования, обоснования проектных решений, нового инструментария и, в конечном счете, новой градостроительной методологии применительно к городскому и территориальному планированию.

В рамках раздела «Градостроительное наследие и проблемы его сохранения и использования» будут разрабатываться стратегические направления, научные основы, методология сохранения и использования градостроительного наследия как культурного кода народов России; развитие методов определения зон охраны памятников истории и культуры, достопримечательных мест; установления режимов охраны исторических городов и поселений, регенерации градостроительной среды, в том числе, малых городов; восстановление преемственности отечественного опыта пространственного планирования.

В рамках раздела «Исследование проблем информатизации и технологизации современной градостроительной деятельности» будут разработаны научные основы использования «больших данных» – переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, созданию систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта в градостроительной деятельности.

В рамках раздела «Исследование проблем градостроительства как сферы пространственных искусств» предполагается разработка научных основ и основ реализации концептуальных архитектурно-планировочных решений, отражающих суть градостроительства как сферы пространственных искусств, как ответ на общественный запрос о повышении эстетических качеств среды жизнедеятельности и качества жизни граждан Российской Федерации.

Всё большую актуальность приобретает проблематика раздела «Исследование экологических проблем современного градостроительства» – развитие научного направления «урбоэкология»; научные основы территориального планирования в Российской Федерации на принципах концепции устойчивого развития: ответ средствами градостроительства на большой вызов «возрастание антропогенных нагрузок на окружающую среду до масштабов, угрожающих воспроизводству природных ресурсов, и связанный с их неэффективным использованием рост рисков для жизни и здоровья граждан»; научные основы использования технологий ресурсоэффективности и безопасности с учетом экологических требований в градостроительстве: переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике.

В рамках направления «Междисциплинарные научные исследования в сфере архитектуры, градостроительства и строительных наук» будет разрабатываться раздел «Междисциплинарные научные исследования в приложении к сфере градостроительства». В рамках этого тематического блока будут рассмотрены проблемы межотраслевого взаимодействия градостроительства и смежных направлений исследований; развитие научных основ разработки и реализации государственных программ и инфраструктурных проектов территориально-градостроительного развития России в новых социально-экономических условиях с учётом комплексности, научной обоснованности и правовой обеспеченности, а также требований системного междисциплинарного, межотраслевого, межведомственного подхода, основанного на синтезе фундаментальных и прикладных научных знаний собственно градостроительной науки и смежных с ней дисциплин (архитектурной, строительных и инженерно-технических наук, экологии, социологии, экономики, географии, исторических и юридических наук, транспорта, наук об

управленческой деятельности и др.); создание системы организации территории страны, основанной на межотраслевом взаимодействии и координации отраслевых систем планирования.

В области строительных наук

Фундаментальные исследования в области строительных наук направлены на решение комплексной проблемы – обеспечения безопасности долговечности и комфортности зданий и сооружений при различных нагрузках и воздействиях, эксплуатирующихся как в нормальных условиях, так и в условиях действия низких, сверхнизких и высоких температур, при различных видах нагрузок, воздействий и их сочетаний. Для решения указанной комплексной проблемы исследования проводились по двум основным направлениям:

Направление 3.1. «Развитие теоретических основ строительных наук», включающее в себя разделы исследований:

- строительная механика новых строительных материалов и конструкций, методы обеспечения конструктивной безопасности строительных объектов;
- развитие научных основ создания строительных материалов нового поколения;
- теоретические основы создания конструктивных систем современных и перспективных зданий и сооружений;
- научные основы строительной физики энергосберегающих безопасных и комфортных зданий и сооружений;
- научные основы водообеспечения населения Российской Федерации путем сохранения водных ресурсов и их возобновляемости;
- научные основы цифровых технологий в строительстве;
- развитие строительного материаловедения и механики на основе полной переработки техногенных отходов.

Направление 3.2. «Междисциплинарные научные исследования в сфере архитектуры, градостроительства и строительных наук»:

- выявление тенденций развития и прогнозные исследования.

Направление 3.1. «Развитие теоретических основ строительных наук» включает исследования по обеспечению прочности, устойчивости, конструктивной надежности и безопасности зданий, сооружений и комплексов на основе развития методов строительной механики, строительной аэрогидродинамики, полярной механики, в том числе с учетом новых строительных материалов и конструкций, математического и компьютерного моделирования в строительстве; обеспечение комфортной и безопасной среды жизнедеятельности на основе разработки и развития фундаментальных научных основ строительной физики долговечных, безопасных и комфортных зданий нового типа; разработка и развитие физико-механического моделирования и вычислительной механики; разработка научных основ развития технологий создания экологически чистых и низкоэнергоемких строительных материалов, производимых на базе использования химически взаимосочетаемых продуктов переработки техногенных образований) разработка научных основ создания новых инженерных систем, систем водообеспечения населения Российской Федерации путем сохранения водных ресурсов и их возобновляемости; разработка, исследование и развитие фундаментальных научных основ цифровых технологий в строительстве.

Один из разделов направления «Научные основы строительной физики энергосберегающих безопасных и комфортных зданий и сооружений» включает разработку жизненно важных научных направлений строительной физики, таких как: совершенствование и развитие фундаментальной теории энергоэффективности зданий и сооружений; разработка методологии и научно обоснованных принципов энергоресурсосбережения с использованием поступающей солнечной радиации в коммунальном хозяйстве; разработка методов исследования показателей теплоизоляционных материалов с учетом условий эксплуатации; разработка

теоретических основ оценки тепловой защиты и долговечности ограждающих конструкций и энергосбережения высотных зданий, включая совершенствование теории расчета тепло-, звукоизоляционных характеристик светопрозрачных конструкций с новыми видами остекления с низкоэмиссионными покрытиями (многофункциональными, фотохромными, электрохромными, фотоэлектрическими и др. стеклами); разработка научных основ использования нетрадиционных видов энергии в зданиях и сооружениях; разработка и развитие теоретических основ принципиально новых энергосберегающих и экологобезопасных ограждающих конструкций с использованием современных технологий (в том числе, нанотехнологий) с учетом новых теплоизоляционных и конструкционно-изоляционных материалов; математическое моделирование и оптимизация энергоснабжения энергоэффективных экологически чистых зданий и сооружений как единых энергетических систем; разработка фундаментальных научных основ решения экологических проблем современного строительства и комфортности проживания человека; фундаментальные исследования по применению подходов строительной физики для решения проблем среды обитания человека в космосе.

В рамках раздела «Теоретические основы создания конструктивных систем современных и перспективных зданий и сооружений» исследуются и разрабатываются основы конструирования современных жилых, общественных и промышленных зданий, в том числе объектов, расположенных в Арктических регионах (общие основы конструирования зданий и сооружений различного назначения; создание большепролетных пространственных конструкций; развитие теории конструктивных систем высотных зданий и сооружений, а также зданий и сооружений, возводимых и эксплуатируемых в особых природно-климатических условиях; основы конструктивных систем фундаментов зданий и сооружений различного назначения при различных свойствах грунтов); разрабатываются фундаментальные научные основы реконструкции и реновации зданий и сооружений; создание фундаментальных научных основ испытаний зданий, сооружений, их фрагментов и моделей; разработка, исследование и развитие фундаментальных научных основ мониторинга состояния строительных объектов; развитие фундаментальных научных основ совершенствования аппаратных средств (приборной базы) для испытаний, обследования и мониторинга зданий и сооружений.

В рамках раздела «Научные основы водообеспечения населения Российской Федерации путем сохранения водных ресурсов и их возобновляемости» получили развитие фундаментальные научные основы подготовки качественных вод для питьевого назначения; создание альтернативных источников водоснабжения в условиях дефицита невозполняемого ресурса пресной воды (в том числе на основе совершенствования технологии кондиционирования морской воды для питьевых целей); фундаментальное научное обоснование комплексной технологии обработки сточных вод и поиски путей их утилизации); развитие теоретических основ проектирования и расчетного обоснования водопропускных сооружений.

В рамках раздела «Научные основы цифровых технологий в строительстве» проводятся исследования и разработки по развитию и верификации методов математического и компьютерного моделирования нагрузок и воздействий на строительные объекты (ветровых потоков и нагрузок, снеговых нагрузок, сейсмических воздействий, воздействия сред различной степени агрессивности); решение актуальных проблем математического (численного) моделирования напряженно-деформированного состояния, динамики и устойчивости строительных объектов при основных и особых сочетаниях нагрузок и воздействий на значимых этапах жизненного цикла (большая вычислительная размерность задач компьютерного (численного) моделирования; моделирование способов учета различных факторов физической нелинейности, приобретаемой и конструктивной неоднородности и анизотропии, взаимодействия наземных и подземных сооружений с грунтовым основанием с учетом реальных свойств, поэтапности возведения и фактической истории эксплуатации; анализ сейсмостойкости

зданий и сооружений); решение связанных задач механики для адекватного моделирования уникальных и ответственных зданий и сооружений (численное моделирование задач аэрогидроупругости в строительстве и термоупругости); разработка фундаментальных научных основ использования цифровых технологий в натуральных исследованиях, в том числе с обеспечением взаимосвязи с результатами математического моделирования (технологии лазерных сканирующих систем для проведения обследования зданий и сооружений, проблемы обследования, в том числе в части технической диагностики на основе аппарата нечеткой логики и мониторинга несущих конструкций зданий и сооружений); разработка фундаментальных научных основ использования цифровых технологий в производстве материалов изделий и конструкций (3D-принтинг, лазерные 3D-технологии заливки бетона и др.); развитие компьютерного материаловедения (в том числе: разработка, исследование и развитие теории синтеза и теории конструирования оптимальных структур строительных композитов нового поколения; разработка, исследование и развитие проблем математического моделирования, разработки алгоритмов и программ, информационных технологий в задачах компьютерного материаловедения и оптимизации переменных структур строительных композитов – сверхплотных, особо высокопрочных, ультралегковесных, сверхстойких к действию эксплуатационной среды и т.п.); разработка, исследование и развитие фундаментальных научных основ технологий информационного моделирования в строительстве (BIM), цифровых технологий в экономике строительства, технологий типа «умный дом», «умный район», «умный город» и т.д.

В разделе «Развитие строительного материаловедения и механики на основе полной переработки техногенных отходов» ведутся поисковые исследования по решению проблемы полной переработки техногенных отходов в основном промышленных предприятий в строительные материалы; разработка, исследование и развитие физико-химических основ и основ механики легких и сверхлегких материалов нового поколения для конструкций высокого эксплуатационного качества (научные основы полной переработки техногенных отходов, в том числе металлургической промышленности и тепловой энергетики в альтернативные традиционным низкоэнергоемкие, более экономичные и при этом экологически безопасные легкие и сверхлегкие материалы нового поколения для конструкций и конструктивных систем с высокими показателями эксплуатационного качества).

По направлению междисциплинарных исследований в разделе «Выявление тенденций развития и прогнозные исследования» проводятся исследования по обеспечению безопасности и комфортности среды жизнедеятельности инженерных, социальных и природно-техногенных систем городов и поселений на основе парадигмы биосферной совместимости: развитие методологии научного анализа и мониторинга состояния городской среды, доступности и реализуемости функций биосферосовместимого, развивающего человека города в рамках парадигмы биосферной совместимости городов и поселений; развитие фундаментальных научных основ составления и расчета гуманитарных балансов биотехносферы и математические модели отраслевых балансов и его составляющих, системное представление и модели природно-социотехнических структур жизнеобеспечения биосферосовместимых урбанизированных территорий с учетом изменяющихся условий внешней среды и внутренних структурных перестроек, развитие теоретико-методологического инструментария обеспечения безопасности окружающей среды и комфортности среды жизнедеятельности человека на основе современных методов моделирования, внедрения информационных и вычислительных технологий, а также создания автоматизированных систем управления биосферосовместимыми природосоциотехническими структурами.

В дальнейшем основные направления фундаментальных исследований будут включать в себя:

- создание теоретических основ получения высокопрочных и высокодолговечных строительных материалов, моделирование их полного спектра физико-механических и реологических характеристик при различных напряженных состояниях, разработка аналитических и численных методов расчета различных конструктивных систем из новых материалов;
- комплексное решение проблем строительного материаловедения и механики новых материалов и конструкций, эксплуатируемых в условиях Арктической зоны и при других нетрадиционных условиях;
- разработку научных основ переработки техногенных отходов различных областей промышленности в теплоизоляционные и конструкционные материалы и создание методов расчета эффективных конструктивных систем из них с программируемыми (заданными) характеристиками и низкой стоимости.
- разработку и развитие расчетных методов комплексной оценки (эксплуатационных) характеристик строительных конструкций, обеспечивающих здоровую, безопасную и комфортную среду обитания человека;
- разработку методологии расчетов процессов удаления соединений неорганического азота из сточных вод при использовании различных сооружений водоотведения с целью формирования устойчивого экологического равновесия водных объектов;
- создание новых вибрационных материалов и виброизоляционных конструкций для транспортного строительства, используемых при строительстве линий метрополитена, мостовых сооружений и инженерного оборудования.

ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2022 ГОДУ, РЕКОМЕНДОВАННЫЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИЕЙ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬНЫХ НАУК

1. В ОБЛАСТИ АРХИТЕКТУРЫ

1.1. Актуальные теоретические проблемы сохранения историко-культурной ценности архитектурного наследия

Научный руководитель: д. арх., член.-корреспондент РААСН Щенков А.С.

Исполнители: Антонова Н.Е., к.арх. Буш П.Д., к.иск. Вятчина Т.Н., к.арх. Горячева А.В., к.арх. Казусь И.А., Куликов С.Б., д.арх., акад. РААСН Нацокина М.В., Слезкин А.В., Чекмарев А.В., д.арх., чл.-корр. РААСН Штиглиц М.С.

(Филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» НИИТИАГ)

Подтверждено наличие в мировой практике принципиально разных подходов к проблеме сохранения наследия. В отчетном году отмеченные тенденции были прослежены и детализованы на широком круге конкретных примеров. Авангардная практика оказалась ярко выраженной, в частности, в проектах по приспособлению московских объектов западными мастерами, работавшими в Москве в последнем десятилетии. Наряду с этим в ряде малых городов, как в Западной Европе, так и в России, осуществлены работы с очень деликатным решением проблем реконструкции и приспособлению ценных исторических объектов.

Особое место в исследовании заняли вопросы типологического различия объектов наследия, в частности, проблема наследия индустриальной архитектуры. Трудности вызывает специфика инженерных решений произведений прошлого, сложное сочетание элементов историко-культурной и чисто прагматической значимости, обилие утрат и разнохарактерных наслоений. Исследование показывает, что преодоление этих трудностей нередко приводит при проектной работе к серьезной трансформации изначального образного строя произведения (Рис. 1).

Отмечено, что в подобной ситуации, как и в ряде других случаев возникает вопрос о границах корректного вмешательства в исторический объект. Еще доклад ЮНЕСКО «Всемирное наследие 2000+» поставил вопрос о необходимости дифференцировать памятники по степени допустимого в них вмешательства. Настоящее исследование готово ставить этот вопрос в ином ключе – дифференцировать надо не памятники, а объем, характер предмета их охраны.

В нашей отечественной практике заметное место занимают работы по целостной реставрации и даже воссозданию объектов наследия, что находит свое историко-культурное обоснование в необходимости компенсации утрат XX столетия. Проблема, важная сама по себе, но с ней близко соприкасается тема поддержания местной идентичности, что само по себе оказывается весьма сложной задачей. Приходится констатировать, что признав социальную значимость проблемы поддержания культурной идентичности, мировое сообщество еще не определилось в путях ее решения. Одним из итогов настоящего исследования стала оценка некоторых отечественных экспериментальных поисков в данном направлении.

Практическая значимость работы заключается в раскрытии современных тенденций сохранения культурного наследия. Практическое применение результатов заключается в совершенствовании механизмов разработки предмета охраны объектов наследия.

Важнейшие публикации по теме:

Щенков А.С., Антонова Н.Е. Об эстетических аспектах архитектурной интервенции в среду небольших исторических городов // *Academia. Архитектура и строительство.* – 2022. – №3. – С. 51–59.

Щенков А.С. Приспособление исторических архитектурных объектов и трансформация их эстетического содержания // *Современная архитектура мира.* Вып. 18 (1/2022). – С. 235–248.



Рис. 1. Бывшая фабрика «Большевик». Музей русского импрессионизма

1.2. Архитектура в условиях современной визуальной культуры

Научный руководитель: д.арх., чл.-корр. РААСН Птичникова Г.А.

Исполнители: Королева О.В., Маевская М.Е.

(Филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» НИИТИАГ)

Архитектура XXI века – часть визуальной культуры современного общества, которая постепенно становится повседневной средой жизни человека. Сущность исследования состоит в определении специфических средств визуализации современной архитектуры в общественных пространствах городов.

Научная новизна заключается в определении форм визуальных коммуникаций между архитектурным объектом и реципиентом в городской среде; выявлении специфических средств к усилению визуальной зрелищности в современной архитектуре

(медиафасады и медиаархитектура, скайлайны и бренд-ландшафты, в том числе медиапейзажи и медиапанорамы, использование технологий видеомэппинга, муралов, стрит-арта и паблик-арта). Выявлены тенденции создания визуально зрелищных архитектурных образов: увлечение высотным строительством и небоскребами (Рис. 2); формирование сети объектов «иконической архитектуры» и медиаархитектуры. Определены техники и приемы светового и медиа-преобразования городского пространства, как в кратковременной перспективе (праздничные свето-пространственные конструкции, скульптуры), так и в более долгосрочном использовании (медиа-экраны и полноразмерные медиафасады).

Результаты исследования могут составить самостоятельный раздел в теории формообразования архитектурной науки. Вместе с тем результаты являются важными с точки зрения междисциплинарных знаний о развитии среды проживания современного человека.

Практическая значимость заключается в том, что полученные результаты могут быть внедрены в архитектурно-градостроительную практику, а также послужат совершенствованию профессионального архитектурного образования, его адаптации к условиям информационного общества. В перспективе результаты исследования могут быть использованы в качестве рекомендаций для совершенствования законодательной базы, затрагивающей вопросы архитектуры, градостроительства и различных форм благоустройства городской среды в современной России.

Важнейшие публикации по теме:

Птичникова Г.А., Антюфеева О.А. Архитектура «глобальных зрелищ» как катализатор городского развития// Социология города. – 2022. – № 3. – С. 3–15.

Птичникова Г.А., Карташова К.К. Медиаэкраны и медиафасады в пространстве российских городов: проблемы интеграции в городскую среду// Светотехника. – 2022. – № 2. – С. 25–29.

Маевская М.Е. Особенности присутствия традиций монументального искусства в архитектурном пространстве города XXI века // Современная архитектура мира, вып. 18 (1/2022). – С. 49-69.



Рис. 2. Формирующийся бренд-ландшафт Москва-Сити как визуальный образ процветающего глобального города

1.3. Фундаментальные основы архитектурной регламентации преобразования среды жизнедеятельности

Ответственный исполнитель: к.арх., сов. РААСН Кукина И.В.

Исполнители: д.арх., академик РААСН Боков А.В., д.арх., поч. академик РААСН Моисеева С.Б., к. арх. Федченко И.Г.

(Филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» НИИТИАГ)

Сбалансированное развитие современного комфортного города невозможно без соблюдения регламентов архитектурно-пространственного проектирования и строительства. Вместе с тем регламенты и регламентация становятся все более «либеральными», необязательными к исполнению, при совершенствовании правовой основы архитектурно-градостроительной деятельности. Большие полномочия передаются в регионы. Целью НИР является анализ фундаментальных исследований; обоснование введения их основ в архитектурную регламентацию преобразования среды жизнедеятельности

В результате проведенного исследования дана критическая оценка эволюции профессионального визионерства методов формирования архитектурного облика и среды городов. Верифицирована гипотеза о пространственных трансформациях формы застройки города; исследованы и определены «константные» и «гибкие» аспекты современной архитектурной среды жизнедеятельности человека; установлены градостроительные интервенции в архитектурную типологию, спровоцированные изменениями в принципах землепользования и землевладения. В данной связи раскрываются возможности регламентации развития современного российского города в условиях либерализации правил проектирования и застройки городов, выдвинуто предложение о введении «адаптивных регламентов» в рамках локального градорегулирования. Исследованы риски трансформации инфраструктур селитебных территорий, а также недостаточности экологического качества среды жизнедеятельности; идеологемы проектирования объектов социальных гарантий. Сформулированы некоторые направления развития малоэтажной застройки, архитектурной типологии малоэтажного арендного жилища.

Практическая значимость. Полученные результаты могут быть использованы в рекомендациях к корректировке и разработке локальных архитектурных регламентов; для совершенствования сфер: архитектурно-градостроительной аналитики; информационных баз данных средового («эко социального», ландшафтного) подхода к реновации среды города. Результаты исследования могут быть адаптированы в образовательные программы по направлениям «Архитектура», «Градостроительство».

Важнейшие публикации по теме:

Кукина И.В. Пространство современного российского города: возможности регламентации // Современная архитектура мира. – 2022. – №18. – С. 107–118.

Моисеева С.Б. Воплощение архитектурных идей в малоэтажном жилище арендного типа // Современная архитектура мира. – 2022. – №18. – С. 91–106.

Кукина И.В., Федченко И.Г. Альтернативы идеологем: социалистический и социальный город / Кукина, И.Г. Федченко // Проект Байкал. – 2022. – №4(74). – С.68–73.

1.4. Количественные и качественные аспекты в содержании принципов архитектурной ординации

*Научный руководитель: чл.-корр. РААСН, к. арх., проф. Долгов А.В.
(Филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» УралНИИпроект)*

1. Проведенный ординационный анализ реально существующих объектов классицизма н. XIX века и сельского и городского деревянного зодчества Урала к. XIX века показали общность принципов пропорционального построения форм, применявшихся для достижения их эвритмии субъектами проектирования.

2. В основе данных принципов лежат рациональные свойства начальных линейных величин, образующихся при делении отрезка на две части. Их использование для определения размерности элементов архитектурных композиций позволит создать целостные композиционные единства разновеликих, но гармонически связанных архитектурных форм.

3. Архитектурная ординация является традиционным методом архитектурного проектирования и его смысловой порождающей моделью, имеющей свои особые качества

и рациональные свойства, которые не исключают возможности её интеграции в современные способы проектирования.

4. Хронологически, следы архитектурной ординации обнаруживаются, начиная с античных времен и заканчивая серединой XX века. Регенерация архитектурной ординации как проектного метода для гармонизации предметно-пространственной среды представляется весьма актуальной и осуществимой.

Практическая значимость. Применение в практике проектирования и реконструкции (внедрение в проекте реконструкции Госпиталя Верх-Исетского завода, 2022 г.) (Рис. 3, Рис. 4, Рис. 5).

Основные публикации по теме:

Долгов А.В. Ординационный анализ фасадных композиций комплекса исторических зданий Госпиталя Верх-Исетского завода // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2022. – № 2(53).

Долгов А.В. Архитектурная ординация в деревянном зодчестве // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2022. – № 4(55).

Долгов А.В. Неизменность принципов архитектурной ординации во времени // Электронный научный журнал «Архитектон»: Известия вузов. – 2022. – № 4(80).

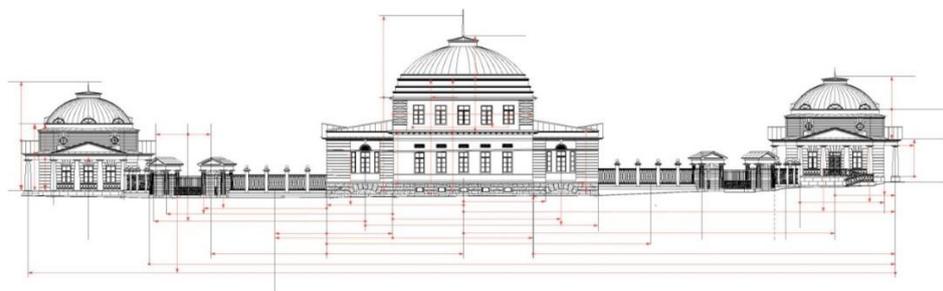


Рис. 3 Ординаты среднего и крайнего делений в Госпитале Верх-Исетского завода (автор А.В. Долгов).

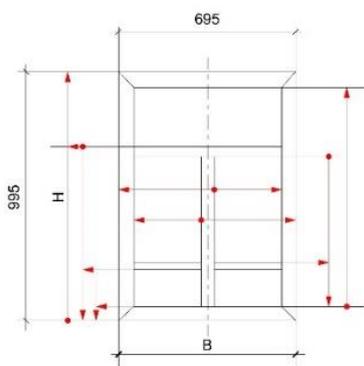


Рис. 4. Ординационный анализ обмера оконной рамы. Корд.=Н:В=10:7.

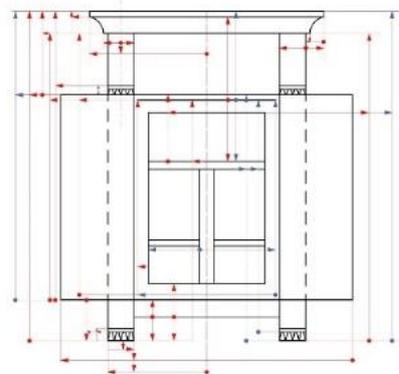


Рис. 5. Ординационный анализ оконного наличника дома из деревни Вогулка Нижне-Синячихинского музея деревянного зодчества (автор А.В. Долгов)

1.5. Проблемы стиля в архитектуре православного храма XX-XXI веков

Автор: гл.н.с. Верховых Е.Ю.

(Филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» УралНИИпроект)

Рассмотрены архитектурно-стилевые фенотипы классицизма в русском церковном зодчестве XVIII–XIX вв. Исследован механизм их становления в зависимости от трех основных типов территориальных зон распространения стиля: «ядро», «центральное поле» и

«периферия». Процесс освоения стиля и формирование его архитектурно-стилевых фенотипов в этих зонах происходил по-разному.

Для выявления преобладающих и наиболее употребляемых стилиевых композиций и основных стилиевых тенденций развития архитектуры современных православных каменных храмов (с 1990-х годов по 2021 год) был проведен графический анализ их фасадов и общего объемно-пространственного решения. Территориальными границами исследования были взяты храмы, построенные на территории следующих субъектов Российской Федерации: Ярославская область (ЦФО), Свердловская область и Ямало-Ненецкий АО (Уральский ФО), Калининградская область и Псковская область (СЗФО), Краснодарский край (ЮФО), Республика Татарстан (Приволжский ФО), Приморский край (Дальневосточный ФО), Алтайский край (Сибирский ФО). На этих территориях было выявлено около 670-ти каменных храмов, возведенных в разнообразных архитектурных стилях.

Выявлено, что в разных территориальных зонах складываются отличающиеся друг от друга архитектурно-стилевые фенотипы стиля классицизма в церковном зодчестве. Выявленный механизм становления различных архитектурно-стилевых фенотипов показывает процесс стилиеобразования XVIII-XIX вв. Понимание этого процесса может быть применимо в настоящее время в условиях формирования современного стиля в церковном православном зодчестве.

Выполнен анализ **670** каменных православных храмов и проведена классификация стилиевых направлений при создании архитектурной композиции объектов. В классификации выделено **девять** основных стилиевых направлений, проведено количественное распределение и ранжирование объектов по ним: 1) «эkleктика» (203 храма – 30,5%); 2) «минимализм без привязки к стилю» (113 храмов – 16,8%); 3) «древнерусское» (97 храмов – 14,4%); 4) «московское» (80 храмов – 11,9%); 5) «Русский стиль кон. XIX в.» (63 храма – 9,4 %); 6) эkleктика с элементами новаторства (54 храма – 8%); 7) византийское (29 храмов – 4,4 %); 8) «классицизм» (18 храмов – 2,7%); 9) «барокко» (13 храмов – 1,9%).

Практическая значимость. Формирование модели в стилиеобразовании архитектуры православных храмов; применение в проектной практике (выработка методических рекомендаций по обогащению архитектуры православного храма в современном архитектурном проектировании) (Рис. 6 и Рис. 7).

Основные публикации по теме:

Верховых Е. Ю. Архитектурно-стилевые фенотипы классицизма в русском церковном зодчестве // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2022. – №2.

Верховых Е. Ю. Основные тенденции стилиевого развития современного храмового зодчества на примере Свердловской области // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2022. – №3.

Верховых Е. Ю. Стилиевые направления в архитектуре современных православных храмов России // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2022. – №4.



Рис. 6 Схема становления и взаимовлияния архитектурно-стилевых фенотипов стиля в церковном зодчестве в зависимости от зоны их территориального распространения в процессе его освоения

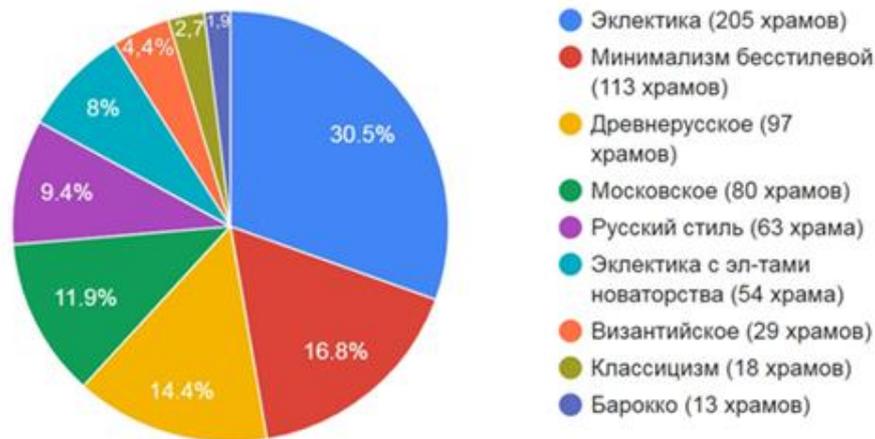


Рис. 7 Схема процентного соотношения и ранжирования применяемых стилиевых направлений в архитектуре современных православных храмов (авторский рисунок)

2. В ОБЛАСТИ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА

2.1. Научные основы применения природоподобных технологий при организации современных градостроительных систем

Научный руководитель: *акад. РААСН, д.арх. Шубенков М.В.*

Ответственные исполнители: *доц. Шубенкова М.Ю., ст.н.с. Кубецкая Л.И. (ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России»)*

Актуальность исследования связана с поиском ответа на глобальные угрозы и вызовы, сформулированные в Стратегии научно-технологического развития РФ до 2035 года и национальной задачей перехода Российской Федерации к устойчивому развитию в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 02.04.1996 № 440. Санкционные воздействия, с которыми в настоящее время сталкивается наша страна, усиливают потребность в выработке инновационных предложений по перспективам

самостоятельного хозяйственного развития России, использованию ее собственных потенциалов.

Практическая значимость. С возрастанием антропогенной нагрузки на окружающую среду до масштабов, угрожающих воспроизводству природных ресурсов и ростом рисков для жизни и здоровья граждан, эффективное взаимодействие человека и природы, человека и технологий, природы и технологий становится одним из ключевых вызовов.

В связи с этим необходима выработка новых подходов подготовки качественных градостроительных решений с привлечением новейших научных методов исследования и проектирования современных градостроительных систем на основе принципиально новых методов градостроительной деятельности, согласованных с требованиями биосферного самовосстановления компонентов природы. В представленном исследовании изложена концепция нового научного направления, получившее название «Сбалансированного антропогенного природопользования», основанного на привлечении природоподобных (гибридных, конвергентных) технологий для решения задач развития градостроительных систем. Данная концепция призвана способствовать решению государственных задач реализации запущенной экологической реформы, росту наукоемкости принимаемых решений в градостроительстве с привлечением самых современных мировых технологий (Рис. 8 и Рис. 9).

Важнейшие публикации по теме:

Шубенков М.В., Шубенкова М.Ю. Новые подходы к регулированию антропогенного воздействия на источники природного водоснабжения // Международный научно-образовательный журнал «Архитектура и современные информационные технологии» 4(61), 2022.

Шубенков М.В. Биоподобные технологии в организации современных градостроительных систем // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2021 году: Сб. науч. тр. РААСН. – Т.1. – М.: Издательство АСВ, 2022. – С. 324-332.



Рис. 8 Примеры реализации моделей урбобиоценозного зонирования ландшафтов.

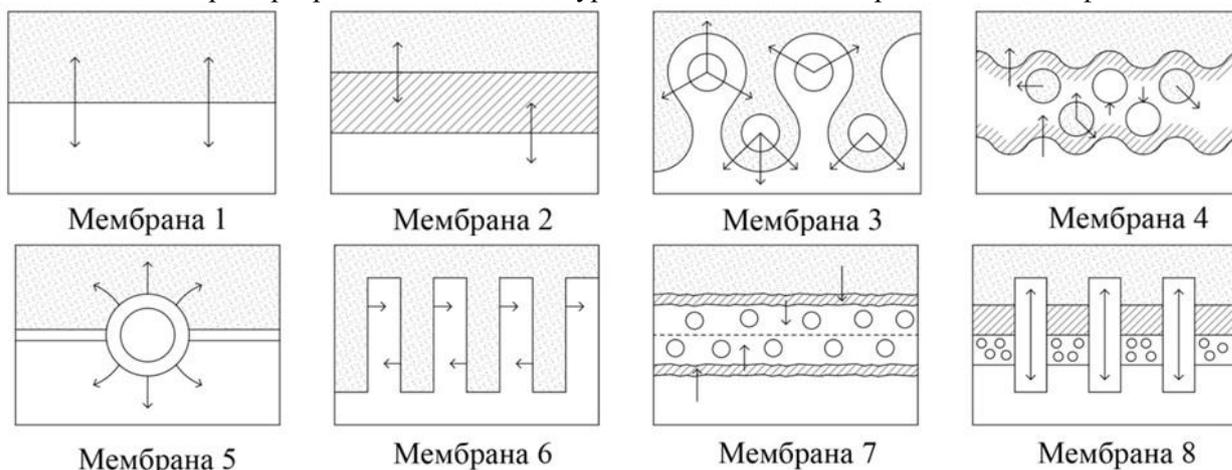


Рис. 9 Структурные схемы организации «мембран» буферных зон.

2.2. Научно-методические основы обеспечения взаимоувязанности документов территориального планирования, градостроительного зонирования и документации по планировке территории

Научный руководитель: чл.-корр. РААСН, к.геогр.н. Спири́н П.П.

Ответственные исполнители: ст.н.с. Вязилова Ю.С., ст.н.с. Варгина Т.В.

(ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России»)

Актуальность исследования определена практической необходимостью совершенствования технологического процесса проектной градостроительной деятельности в части повышения обоснованности, скорости, эффективности и реализуемости принимаемых решений.

Установлено, что документы территориального планирования, градостроительного зонирования и планировки территорий являются инструментами развития административно-территориальных образований, нормативная последовательность подготовки которых на практике приводит к конфликтам и задержкам в социально-экономическом и градостроительном развитии.

Практическая значимость. На примере подготовки градостроительной документации для нового города-спутника Владивостока проверена концепция одновременного и взаимоувязанного решения вопросов территориального развития, которая была рассмотрена и одобрена для реализации Президентом Российской Федерации 06.09.2022 (остров Русский, Приморский край) и которая может быть рекомендована для применения в других нестандартных градостроительных ситуациях, в том числе для подготовки градостроительной документации для территорий опережающего развития и в частности для федеральной территории «Сириус» в Краснодарском крае.

Концепция является много вариантной базой строительства нового города и предполагает возможность выбора его публично-правового статуса и способов реализации (Рис. 10).

Важнейшие публикации по теме:

Спири́н П.П., Майборода В.А. Современная градостроительная политика: нормативное регулирование (на исп. яз.) // Политические вопросы. Институт политических исследований и публичного права «Dr. La Roch». – Т. 40, № 72 (2022).

Митягин С.Д., Спири́н П.П., Гаевская З.А. Стратегическое планирование – основа устойчивого развития административно-территориального образования // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли Российской Федерации в 2021 году.: Сб. науч. тр. РААСН. – Т. 1. – М.: Издательство АСВ, 2022. – С. 258–265.



Рис. 10 Школа парусного спорта на территории нового города-спутника Владивостока (разработчик НИИ ПГ)

2.3. Научно-методические основы стратегического пространственного планирования

Научный руководитель: чл.-корр. РААСН, д.т.н. Герцберг Л.Я. (ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России»)

Актуальность исследования. Исследование выполнено в рамках актуальных задач, поставленных Президентом РФ: заменить генеральные планы крупных городов стратегическими планами, совершенствовать систему стратегического планирования, включая архитектуру документов, технологии стратегического планирования, государственную политику в области пространственного планирования. Отмечается, что основная цель стратегического планирования – формирование устойчивых городов.

Рассматриваются градостроительные предпосылки для развития устойчивого города с учетом всех аспектов этого понятия, которое не ограничивается, как принято в большинстве исследований и публикаций, экономической, экологической и социальной устойчивостью. Определены основные составляющие устойчивого развития и дана их характеристика, в т.ч. для условий России. Указывается, что все градостроительные предпосылки отражены в новой концепции 15-минутного города, которая уже реализуется в пределах жилых поселков и кварталов ряда городов мира, анализируется, что предпринимается в России в рамках этой концепции, обосновывается почему полная ее реализация в ближайшем будущем нереальна для России, как, впрочем, представляется дискуссионной и для крупных зарубежных городов.

Дана сравнительная характеристика и оценка отечественной и зарубежной систем стратегического планирования, на основе которой с учетом наличия в России 2-х ветвей стратегического планирования (социально-экономического и пространственного) разработана рекомендуемая архитектура документов стратегического пространственного планирования.

В рамках современных тенденций в России по замене генеральных планов крупных городов стратегическими планами, к которым приравнены мастер-планы, рассматриваются 3 актуальных вопроса: в чем различия между мастер-планами и генеральными планами, идентичен ли мастер-план стратегическому плану, нужно ли заменять генеральный план стратегическим планом или необходимы оба документа.

Обосновано, что мастер план не идентичен стратегическому плану, а также необходимость разработки стратегического и генерального планов.

В связи с заменой стратегии сбалансированного пространственного развития Российской Федерации 2030 на инициативу «агрессивная политика развития инфраструктуры» приводится анализ и обоснованная критика политики искусственного увеличения численности населения агломераций и крупных городов, планируемого уплотнения агломераций за счет размещения поселков с типовой коттеджной застройкой для переселения населения из депрессивных поселений.

Важнейшие публикации по теме исследования:

Герцберг Л.Я. Стратегический план или мастер- план // Academia. Архитектура и строительство. – 2022. – №1. – С. 48–55.

Герцберг Л.Я., Горбенкова Е.В. Information model for sustainable rural development // [Energies] manuscript ID energies-171931 Web of science (Первый квартал) doi:10.3390/en15114009 Cnfnmz.

Герцберг Л.Я. Устойчивый город. Формирование градостроительных предпосылок. Часть I // Academia. Архитектура и строительство». – 2022. – № 3. – С. 69–73.

Герцберг Л.Я. Устойчивый город. Формирование градостроительных предпосылок. Часть II // Academia. Архитектура и строительство». – 2022. – №4. – С. 123–129.

Герцберг Л.Я., Маркус К.Б. Влияние креативной экономики на будущее градостроительства // Российская академия архитектуры и строительных наук: 1992–2022. – Екатеринбург: TATLIN, 2022. – 248 с. – С. 190–191.

2.4. Разработка экологических стандартов градостроительного освоения курортно-рекреационных зон

Научный руководитель: ст.н.с. Климова Е.В.

Ответственный исполнитель: ст.н.с. Шишов К.В.

(ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России»)

Научная новизна определена необходимостью внедрения в градостроительное проектирование «зеленых» стандартов, по типу закрепленных в нормативно-технической базе РФ в области экологической безопасности для зданий многоквартирных жилых домов (ГОСТ Р 70346-2022), с учетом опыта ведущих международных систем LEED, BREEAM, DGNB.

Задача исследования – разработка методических подходов формирования экологических стандартов, определяющих предельно допустимые нормы воздействия на окружающую среду.

В работе обоснована необходимость выработки дифференцированных подходов к экологическому нормированию курортных местностей и городов-курортов в РНГП и МНГП - осуществление градостроительной деятельности с соблюдением требований охраны окружающей среды и экологической безопасности населения, что является одним из приоритетных направлений долгосрочного прогноза при разработке концепций и программ социально-экономического развития России.

В качестве основного результата исследований предложена систематизация природно-климатических и экологических факторов – нормируемых санитарно-гигиенических и экологических показателей окружающей среды.

Практическая значимость. Критерии оценки качества окружающей среды рекомендованы для апробации и практического использования в проектах курортных зон, рекреационных территорий и туристических комплексов с учетом специфики регионального размещения.

Результаты работы могут быть использованы:

– при актуализации действующей нормативно-технической документации РФ в области экологической безопасности при проектировании и строительстве;

– при разработке рекомендаций по учету планировочных ограничений природного и техногенного характера при градостроительном освоении территорий, пострадавших в результате чрезвычайных ситуаций природного, антропогенного и техногенного характера.

Результаты исследований включены в Изменение №1 к СП 475.1325800.2020 Парки. Правила градостроительного проектирования (разработанного в 2022 г.).

Важнейшие публикации по теме:

Шишов К.В., Климова Е.В. Анализ показателей водопотребления муниципальных образований Республики Крым и Краснодарского края в нормативной документации // Высокие технологии в строительном комплексе; Воронежский государственный технический университет (ВГТУ). – 2022. – № 1. – С. 41–49.

Климова Е.В., Воронина Н.Б. Экологические требования к организации курортно-рекреационных территорий в условиях развития внутреннего туризма // Проблемы современной урбанизации: преемственность и новации: Сб. науч. ст. между. конф.; МГУ, 22-23 марта 2022 г. – М., 2022. – С. 269–276.

Воронина Н.Б., Климова Е.В. Внутренний туризм: правовые проблемы организации рекреации на водоемах // Проблемы современной урбанизации: преемственность и новации: Сб. науч. ст. между. конф., МГУ, 22-23 марта 2022 г. – М., 2022. – С.277–283.

Шишов К.В., Климова Е.В. Варианты решения проблем водоснабжения крымского полуострова в градостроительной документации // Проблемы современной урбанизации: преемственность и новации: Сб. науч. ст. между. конф., МГУ, 22-23 марта 2022 г. – М., 2022. – С. 260–268.

2.5. Система градостроительных инструментов обеспечения условий устойчивого развития административно-территориальных образований в документах территориального планирования

Научный руководитель: академик РААСН, д.арх. Митягин С. Д.

Ответственные исполнители: член-корреспондент. РААСН, к. геогр. н. Спиринов П.П., к. арх. Гаевская З. А.

(ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России»)

Актуальность исследования определена национальной задачей перехода Российской Федерации к устойчивому развитию в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 02.04.1996 № 440.

Исследование устанавливает, что условия обеспечения устойчивого градостроительного развития связываются с достижениями сбалансированного взаимодействия и соотношения природных и социально-экономических факторов в рамках всех административно-территориальных образований путем экологически обоснованного, социально и экономически целесообразного, расчетно-установленного распределения видов хозяйственной деятельности и объектов капитального строительства по земельным участкам, территориальным и функциональным зонам.

Практическая значимость. Внедрение этого принципа в проектную градостроительную практику на примерах подготовки ряда проектов генеральных планов городов Краснодарского края в 2020-2022 годах авторскими коллективами ООО «НИИ ПГ» с участием разработчиков данного исследования отмечено РААСН дипломом (Концепция м.о. г. Краснодар – 2021 г.) и золотой медалью (Генеральный план г. Анапы – 2022 г., см. Рис. 11) .

Важнейшие публикации по теме:

Митягин С.Д., Спиринов П.П., Гаевская З.А. Стратегическое планирование – основа устойчивого развития административно-территориального образования // Фундаментальные, поисковые и прикладные исследования РААСН по научному обеспечению развития архитектуры, градостроительства и строительной отрасли

Российской Федерации в 2021 году : Сб. науч. тр. РААСН. – Т. 1. – М.: Издательство АСВ, 2022. – С. 258–265.

Митягин С.Д., Спирин П.П., Гаевская З.А. Градостроительная теория устойчивого развития административно-территориальных образований: учеб. Пособие // СПб ГАСУ. – СПб, 2022. – 76 с.

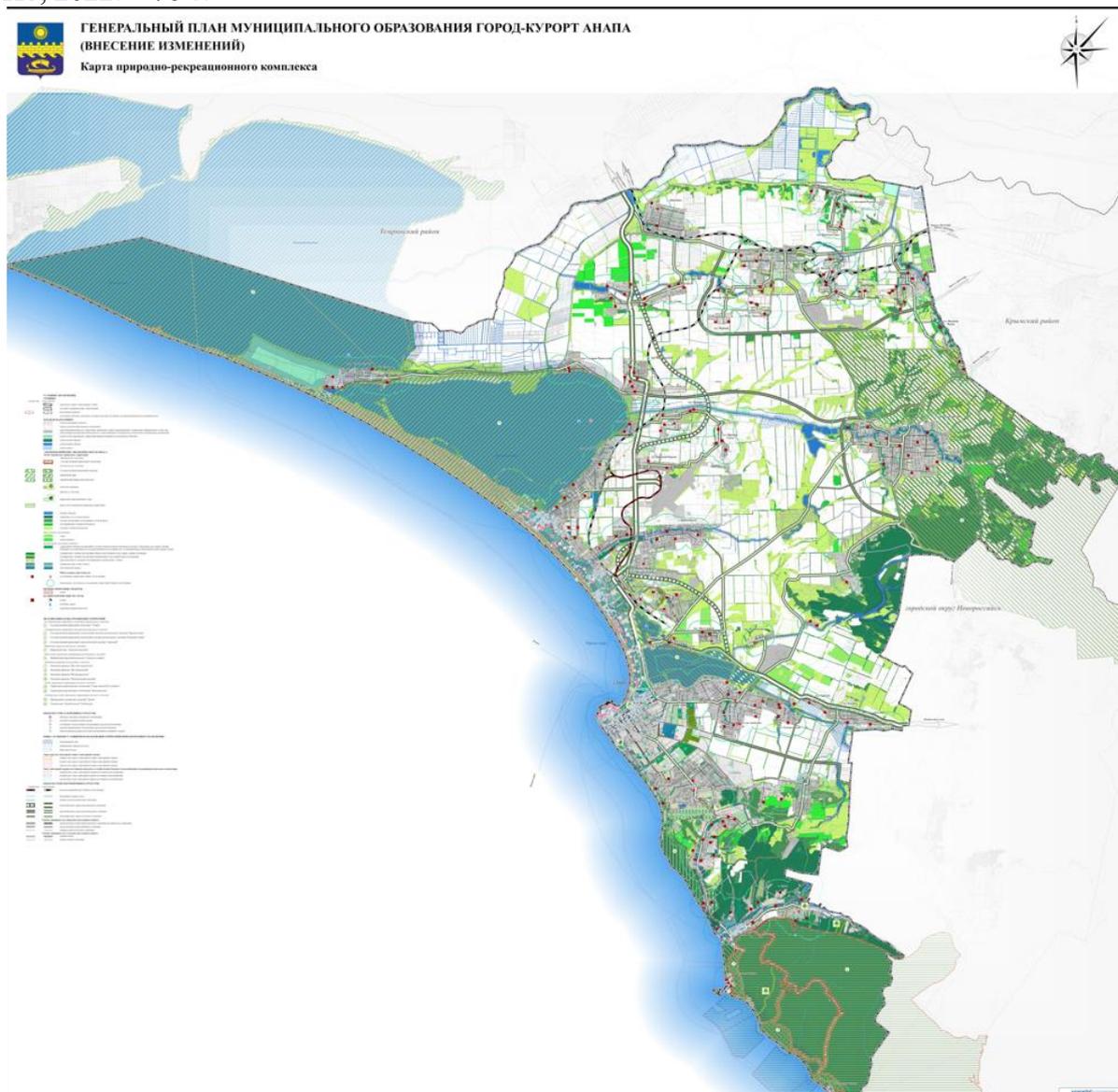


Рис. 11 Генеральный план м.о. Анапа (Краснодарский край)

3. В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ НАУК

3.1. Фундаментальные научные исследования высокопрочных легких бетонов для 3D-принтерной технологии на безобжиговом зольном гравии с обеспечением экологически чистой и ресурсосберегающей энергетики

Научный руководитель: *акад. РААСН, д.т.н. Ерофеев В.Т.*

Ответственные исполнители: *Н. И. Ватин, А. Д. Богатов, С. В. Казначеев, А. И. Родин, И.В. Ерофеева, К.Ю. Усанова*

Актуальность. Разработка высокоэффективного состава бетона для 3D-принтерной технологии строительства на основе безобжигового зольного гравия (БЗГ) обеспечит переход к передовым цифровым, высокопроизводительным производственным процессам, необходимым для дальнейшего развития и повышения уровня отечественной экономики.

Исследования являются составной частью комплекса научных исследований, направленных на создание бетонов нового поколения, обладающих улучшенными физико-механическими, химико-биологическими и технологическими свойствами.

При выполнении исследований получены новые результаты: разработана и научно обоснована новая технология легкого высокопрочного бетона с безобжиговым зольным гравием и определены границы его применения в различных конструкциях и методах бетонирования, в том числе с помощью 3D-принтера; разработаны новые матричные составы на основе композиционных вяжущих; установлены механизмы формирования заданных свойств бетонной смеси и бетона при использовании безобжигового заполнителя в зависимости от технологии его получения; определены влияния безобжигового заполнителя на основе золошлаковых отходов на процессы гидратации цемента и твердение бетона.

Практическая значимость. Применение в бетоне безобжигового зольного гравия (БЗГ) в качестве замены природных щебня и гравия обеспечивает снижение веса и материалоемкости конструкций, повышает трещиностойкость твердеющего бетона за счет появления возможности, так называемого «внутреннего ухода», снижающего усадочные деформации и заключающегося в предварительном насыщении гранул БЗГ водой с последующей отдачей воды цементному камню, компенсирующей потерю воды на испарение. В то же время применение БЗГ в бетоне позволяет утилизировать большие объемы золошлаковых отходов российских ТЭЦ и ТЭС, работающих на угольном топливе, которые предполагается использовать еще в течение ближайших двух десятилетий. Это позволит уменьшить объемы золоотвалов, сократить расходы природных нерудных материалов, и тем самым снизить отрицательное воздействие на окружающую среду. Разработанные составы пригодны для изготовления различных ограждающих конструкций. Показано, что по теплотехническим характеристикам наружная стеновая панель из бетона с БЗГ не уступает известной трехслойной железобетонной стеновой панели. При одинаковых теплотехнических характеристиках исследуемой наружной стеновой панели требуется теплоизоляционный слой из экструдированного пенополистирола меньшей толщины – 90 мм вместо 100 мм для трехслойной железобетонной панели.

Основные публикации по теме

Erofeev, V.; Salimov, R.; Dergunova, A.; Moiseev, V.; Pksaykina, A.; Afonin, V.; Al Dulaimi, S. D. S. Research of Reinforced Composites of the Frame Structure (Conference Paper) // Lecture Notes in Networks and Systems, 2022. Т. 403. Р. 1417 – 1425.

Ерофеев В.Т., Санягина Я.А., Ерофеева И.В., Максимова И.Н. Подбор составов декоративно-отделочных порошково-активированных бетонов с зернистой фактурой поверхности по реологическим свойствам // Региональная архитектура и строительство. – 2022. – № 3 (52). – С. 16–31.

Ерофеев В.Т., Ельчищева Т.Ф., Левцев А.П., Митина Е.А., Лапин Е.С. Термическое сопротивление наружных ограждающих конструкций при переменном тепловом потоке // Промышленное и гражданское строительство. – 2022. – №10. – С. 4–13.

«Композиционное вяжущее» Евразийский патент № 040942. // Ерофеев В. Т., Пухаренко Ю. В., Ерофеева И. В., Родин А. И. [и др.] ; №202192340 ; опубл. 23.09.2022 ; Изобретения (евразийские заявки и патенты)» № 8.

«Композиционное вяжущее» Евразийский патент № 041490 // Ерофеев В. Т., Пухаренко Ю. В., Ерофеева И. В. [и др.] ; №202192333 ; опубл. 31.10.22 ; Изобретения (евразийские заявки и патенты)» № 10.

3.2. Создание, исследование и развитие основ теории живучести железобетонных конструктивных систем зданий и сооружений с преднапряжёнными элементами и односторонними связями

*Научный руководитель: академик РААСН, д.т.н. В.И. Колчунов
(НИИСФ РААСН, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»)*

Сущность и результаты исследований. Сущность исследований состоит в развитии теории живучести железобетонных конструктивных систем зданий и сооружений с преднапряженными элементами при одновременном проявлении физической и конструктивной нелинейности. Основной результат таких исследований состоит в построении аналитических зависимостей и экспериментальном обосновании параметров диаграмм состояний основных расчетных параметров деформирования железобетонных конструктивных систем с преднапряженными элементами в запредельных состояниях, в том числе с односторонними связями, с учетом уровня статико-динамического нагружения, вида напряженного состояния и структурных изменений в конструктивной системе (Рис. 12).

Новизна исследований. Научная новизна работы определяется тем, что в ней построены аналитические зависимости для определения параметров деформирования железобетонных рамно-стержневых конструкций с преднапряженными элементами в запредельных состояниях и получены новые экспериментальные данные о деформировании, трещинообразовании и разрушении железобетонных монолитных рам с предварительно напряженными ригелями в запредельных состояниях, вызванных особыми воздействиями.

Значимость и прогноз применения. Основной научный результат таких исследований состоит в установлении особенностей режимного статико-динамического деформирования, трещинообразования и разрушения предварительно напряженных железобетонных элементов конструктивно нелинейных систем в запредельных состояниях при внезапном изменении их напряженного состояния. Полученные результаты планируется использовать при разработке методологии и практических методов расчета защиты зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения при особых воздействиях в рамках требований впервые введенного свода правил СП 385.1325800.2018 «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования (изменения). Основные положения», а также в практике проектирования профильных проектных и научно-исследовательских организаций.

Результаты исследования опубликованы в ведущих российских и международных изданиях.

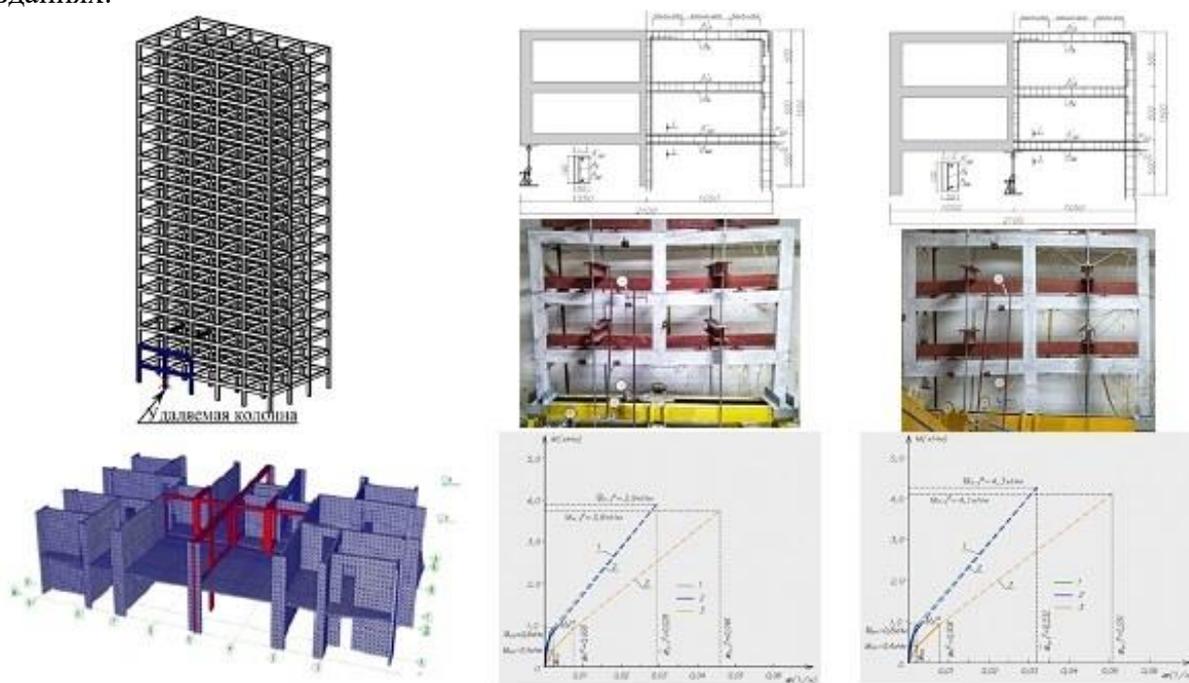


Рис. 12 Исследование и развитие основ теории живучести железобетонных конструктивных систем зданий и сооружений с преднапряжёнными элементами и односторонними связями

3.3. Развитие физических и расчетных моделей трещиностойкости и жесткости железобетонных конструкций из высокопрочного железобетона и фиброжелезобетона при сложном сопротивлении

Научный руководитель: академик РААСН, д.т.н., проф. В.И. Травуш
(НИИСФ РААСН, ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет»)

Сущность и результаты исследований. Сущность выполненного исследования состоит в создании аналитического метода расчета жесткости и трещиностойкости стержневых конструкций из высокопрочного железобетона и фиброжелезобетона при сложном сопротивлении – кручении с изгибом с характерными типами дискретных трещин.

Основной результат исследований состоит в разработке расчетной модели сложного сопротивления железобетонных конструкций круглого и прямоугольного сечения, испытывающих совместное действие изгибающих и крутящих моментов, продольных и поперечных сил в стадии до и после образования пространственных трещин и экспериментальном обосновании этой модели (Рис. 13).

Новизна исследований определяется тем, что в аналитической форме построена общая физическая и расчетная модели жесткости и трещиностойкости стержневых конструкций из высокопрочного железобетона и фиброжелезобетона с различными типами поперечных сечений при сложном сопротивлении – кручении с изгибом с характерными типами дискретных трещин.

Значимость и прогноз применения. Полученные результаты могут быть использованы в виде предложений при разработке и актуализации нормативных документов нового поколения, обеспечивающих реализацию количественных значений обобщенных критериев и расчетных параметров жесткости и трещиностойкости железобетонных конструкций при сложном сопротивлении – кручении с изгибом. Внедрение этих документов в практику проектирования позволит повысить уровень безопасности проектных решений зданий и сооружений соответствующий стандартам, не уступающим нормированию этих показателей в ведущих странах ЕС. Полученные результаты могут быть использованы при актуализации СП 63.13330.2018 СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения».

Результаты исследования опубликованы в ведущих российских и международных изданиях.

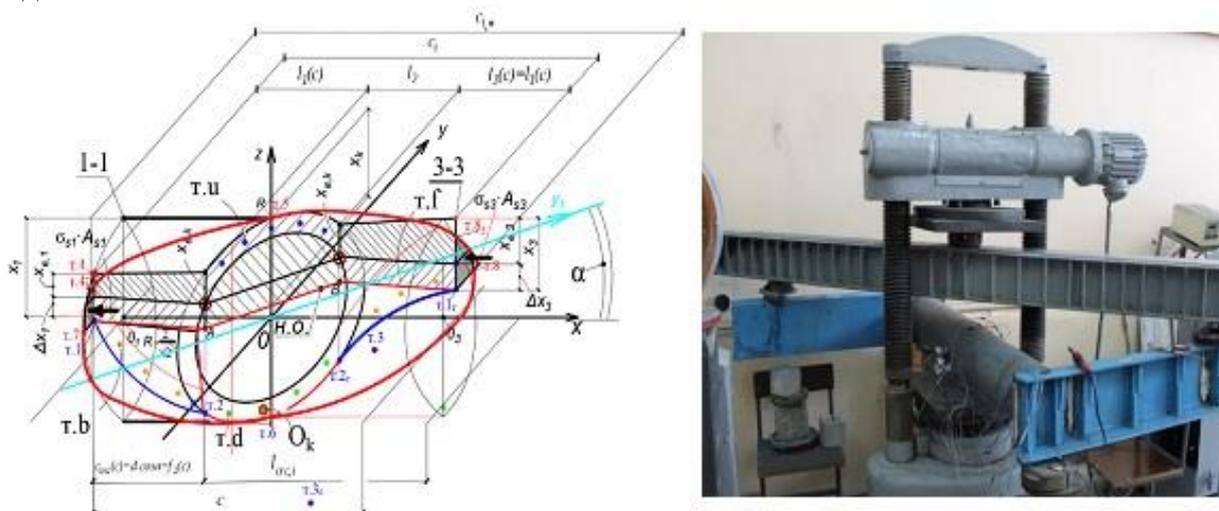


Рис. 13 Разработка расчетной модели сложного сопротивления железобетонных конструкций круглого и прямоугольного сечения

3.4. Устойчивость деформирования и сопротивление прогрессирующему обрушению железобетонных конструктивных систем при динамических и статико-динамических режимах нагружения

Научный руководитель: сов. РААСН, д.т.н., проф. Н.В. Федорова

(НИИСФ РААСН, НИУ МГСУ)

Сущность и результаты исследований. Сущность выполненного исследования состоит в экспериментально-теоретическом обосновании параметров воздействий на железобетонные каркасы зданий при внезапном аварийном выключении одного из несущих элементов конструктивной системы, а также анализе механизмов разрушения рассматриваемых каркасов, связанных с потерей устойчивости, и обосновании критериев оценки наступления такого разрушения. Численным и физическим моделированием аварийной ситуации в виде мгновенного удаления из железобетонной рамы ее угловой колонны, установлено, что разрушение конструктивной системы может быть вызвано потерей устойчивости её деформированного состояния. В качестве критерия оценки такого механизма разрушения предложен критерий отпорности элементов (Рис. 14).

Новизна исследований состоит в формулировке критерия устойчивости железобетонных каркасов зданий и сооружений, а также их отдельных конструкций в запредельных состояниях, вызванных особым аварийным воздействием. В отличие от традиционных критериев, связанных с прочностью и предельными деформациями, предложенный критерий отпорности позволяет оценивать несущую способность элемента, конструкции или конструктивной системы в целом.

Значимость и прогноз применения. Предложенный критерий может быть использован при оценке живучести железобетонных конструктивных систем зданий и сооружений, подверженных динамическому догрузению вследствие внезапного аварийного разрушения одного из несущих элементов конструктивной системы здания и сооружения. Полученные результаты могут быть использованы при разработке новых методик расчетного анализа и актуализации национального свода правил СП 385.1325800.2018 «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения. Правила проектирования (изменения). Основные положения», а также в практике проектирования зданий и сооружений для обеспечения их механической безопасности в условиях природных и техногенных угроз.

Результаты исследования опубликованы в 6 научных статьях, в том числе 1 Scopus, 3 RSCI.

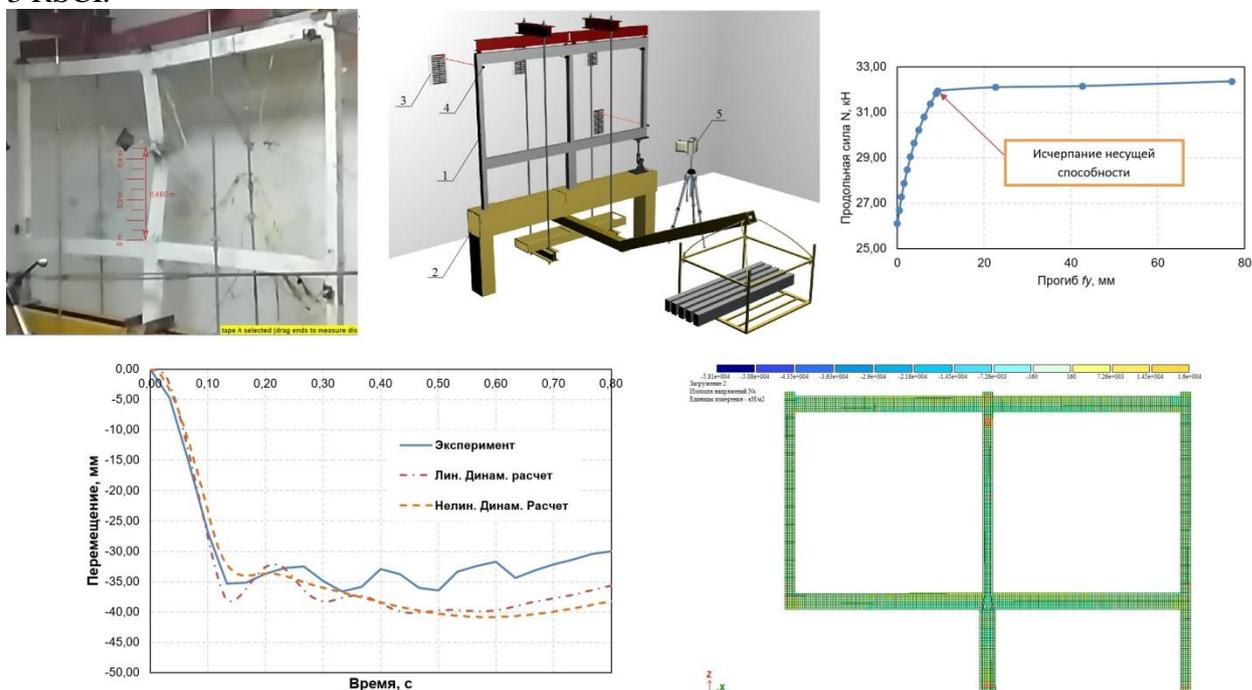


Рис. 14 Экспериментально-теоретическое обоснование параметров воздействий на железобетонные каркасы зданий при внезапном аварийном выключении одного из несущих элементов конструктивной системы

3.5. Развитие теории тепло-влажностного режима ограждающих конструкций с использованием дискретно-континуального подхода для оптимизации проектирования зданий и повышения их энергосбережения

Руководитель: чл.-корр. РААСН, д.т.н., проф. В.Г. Гагарин.

Исполнители: к.т.н. С.В. Гувернюк, к.т.н. В.В. Козлов, к.т.н. К.С. Андрейцева, к.т.н. К.П. Зубарев, к.т.н., А.Н. Гвоздков, к.т.н. Н.В. Павленко, А.В. Старостин, М.Д. Столяров. (НИИСФ РААСН)

Важнейший результат: разработка дискретно-континуального подхода по определению влажностного режима ограждающих конструкций зданий.

Сущность важнейшего результата заключается в том, что математический прием дискретно-континуальной аппроксимации пространственно-временной области был применен для решения строительной задачи по определению нестационарного влажностного режима ограждающих конструкций зданий (Рис. 15).

Научная новизна важнейшего результата заключается в том, что была получена зависимость потенциала влажности от времени с помощью дискретно-континуального подхода, что существенно упрощает расчет влагопереноса в стенах зданий.

Представлена выведенная формула зависимости потенциала влажности от времени с применением дискретно-континуального подхода и результаты расчета по ней стены здания в различных климатических зонах России:

$$\bar{F} = p \cdot \left((E_t \cdot A)^{-2} \cdot e^{E_t \cdot A \cdot \tau} - \tau \cdot (E_t \cdot A)^{-1} - (E_t \cdot A)^{-2} \right) \cdot \bar{L} + (E_t \cdot A)^{-1} \left(e^{E_t \cdot A \cdot \tau} - E \right) \cdot \bar{B} + e^{E_t \cdot A \cdot \tau} \cdot \bar{F}_0.$$

Значимость важнейшего результата заключается в том, что дискретно-континуальный подход впервые был применен к задаче влажностного режима, что существенно развило теорию влагопереноса.

Прогноз применения важнейшего результата заключается в том, что зависимость (1) возможно внедрить в практическую инженерную работу.

Сведения об опубликовании важнейшего результата в 2022 году (3 статьи Scopus):

Zubarev, K.P., Gagarin V.G. Heat and moisture transfer in building enclosing structures // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2022. – Vol. 247. – P. 257-266. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80946-1_26

Zubarev, K.P., Gagarin V.G. Heat and moisture regimes in the facade thermal insulation composite system with polystyrene insulation // Lecture Notes in Networks and Systems. – 2022. – Vol. 247. – P. 247-255. https://doi.org/10.1007/978-3-030-80946-1_25

Zubarev, K.P., Gagarin V.G. Mathematical modeling of heat and moisture regimes of building for the facade thermal insulation composite system with mineral wool insulation // Smart Innovation, Systems and Technologies. – 2022. – Vol. 247. – P. 625-634. https://doi.org/10.1007/978-981-16-3844-2_54

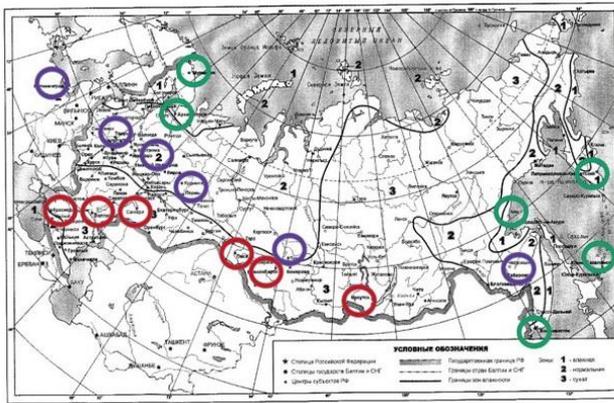


Рис. 15 Разработка дискретно-континуального подхода по определению влажностного режима ограждающих конструкций зданий

Важнейшие научные достижения в области образования

Основные направления фундаментальных и прикладных исследований в сфере наук об образовании

Современное общество вступает в период серьезных демографических, экономических и технологических изменений во всем мире. В этих условиях критически важным становится человеческий капитал как важнейший социально-экономический фактор развития инновационной экономики и экономики знаний, общества и государственности. В Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации особо подчеркивается, что "в долгосрочной перспективе особую актуальность приобретают исследования в области понимания процессов, происходящих в обществе. Возрастает актуальность исследований, связанных с этическими аспектами технологического развития, изменениями социальных, политических и экономических отношений". Все это приводит к повышению роли гуманитарных знаний в обеспечении устойчивого будущего нации, в развитии России и определении ее положения в мире. В качестве основного направления реализации государственной политики в области научно-технологического развития страны предлагается развитие интеллектуального потенциала страны. Это направление ставит целый комплекс задач всем гуманитарным наукам, но прежде всего, наукам об образовании.

Система образования, являясь одним из основных социальных институтов, отвечает за становление личности и действует в интересах воспитания подрастающих поколений, подготовки их к самостоятельной жизни и профессиональной деятельности, а также удовлетворения индивидуальных образовательных потребностей.

В действующем «Законе об образовании в Российской Федерации» образование рассматривается в двух аспектах – как процесс и как результат. В первом смысле это единый целенаправленный процесс воспитания и обучения, осуществляемый в интересах человека, семьи, общества и государства. Во втором – это совокупный результат обучения (приобретенные знания, умения, навыки и компетенции, развитие способностей, опыт применения знаний в повседневной жизни, мотивация получения образования в течение всей жизни) и воспитания (развитие личности, самоопределение и социализация).

При этом всякий образовательный процесс, с одной стороны, постоянно испытывает воздействие современного (информационного) социума – тех или иных сторон социальной жизни, включая модные лозунги и популярные идеи, т.е. всего того, что ежедневно окружает человека. Источником образования сегодня выступают не только школьные учебники и книги для внеклассного чтения, но и фильмы, компьютерные игры, видеосюжеты и другая информация о различных событиях в мире, реклама – вся информационная среда. С другой стороны, сочетая в себе разные формы познания мира, образовательный процесс в определенной степени сам воздействует на дух эпохи, традиции, стиль мышления и принципы, по которым человек будет жить в будущем.

Поэтому одна из важнейших задач педагогической науки состоит в том, чтобы направить естественное изменение дидактических систем («модернизация») таким образом, чтобы выявить и учесть благоприятные и по возможности нивелировать негативные факторы воздействия на образовательные организации и обучающихся со стороны социума, а её практическое воплощение - сам образовательный процесс - действительно приучал обучаемых быть позитивно настроенными и социально активными членами общества, готовыми достойно встречать вызовы завтрашнего дня. При этом, реализации наиболее существенных изменений в процессе модернизации образования должна предшествовать их полноценная экспериментальная апробация.

Не будет преувеличением отметить, что от системы образования во многом зависит не только какими будут граждане страны, но благосостояние и технологическое развитие общества.

Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации», Указы Президента Российской Федерации «Об объявлении в Российской Федерации Десятилетия детства» от

29 мая 2017 года № 240, «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации до 2024 года» от 7 мая 2018 года и № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации до 2030 года» от 21 июля 2020 года, Стратегия государственной культурной политики на период до 2030 года, Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации, Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017-2030 годы, Стратегия развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года, Стратегия развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2020 года, Доктрина информационной безопасности Российской Федерации, Концепция развития дополнительного образования детей до 2020 года, Концепция развития математического образования в Российской Федерации, Концепция преподавания русского языка и литературы в Российской Федерации и другие документы, имеющие принципиальное значение для развития российского образования и науки, сегодня задают вектор научным исследованиям в сфере наук об образовании и требуют новых теоретико-методологических и практико-ориентированных подходов к образованию.

Исходя из реальных тенденций в развитии наук об образовании, содержания социального заказа на исследования в области педагогики, психологии и смежных с ними наук, представляется целесообразным выделить следующие приоритетные направления фундаментальных и поисковых научных исследований в сфере наук об образовании.

1. Междисциплинарные исследования современного детства. Тенденции и закономерности развития современного ребенка в условиях цифрового общества, в том числе:

1.1. Психологические и психофизиологические закономерности развития современного ребенка в условиях цифрового общества;

1.2. Адаптивные возможности и здоровье детей в разные возрастные периоды. Физиологические основы новых технологий физического воспитания детей и подростков;

1.3. Исследований детских популяций с целью определения возрастных норм психического развития ребенка в условиях изменяющейся социальной ситуации развития (увеличение возраста мам, вынашивающих детей, и увеличение числа семей, использующих репродуктивные вспомогательные технологии, экологические проблемы, проблемы современной семьи (неполные семьи, однодетные, «child free» и др.), стремительное изменение цифровой среды развития и обучения современного ребенка, когнитивная перегрузка и увеличение нагрузки на сенсорные системы, увеличение социальных рисков – рост игровой и интернет-зависимостей, десоциализация, виктимность, буллинг, агрессия, противоправных действий и антисоциального поведения детей, подростков и молодежи, вовлечение в потребление психоактивных веществ, суицидальное поведение и др.);

1.4. Междисциплинарные исследования динамичного процесса психического развития и обучения, причинно-следственных отношений между различными биологическими, психологическими, средовыми факторами и их влиянием на формирование успешности обучения;

1.5. Разработка индивидуальных траекторий обучения на основе исследований детских популяций, фундаментальных нейрофизиологических механизмов обучения, изучения индивидуально-психологических и психофизиологических особенностей современных детей.

2. Социализация в информационном пространстве мультикультурного общества и воспитание как факторы социального становления зрелой личности. Психологические особенности развития и самореализации в пожилом возрасте в новой социальной ситуации развития человека, в том числе:

2.1. Научные основания развития системы воспитания в информационном обществе;

2.2. Формирование мировоззрения и нравственности молодого поколения;

2.3. Проблема социализации в информационном пространстве мультикультурного общества. Формирование целостной картины факторов, определяющих различные варианты социализации в детстве и подростковом возрасте;

2.4. Формирование научных представлений о воспитании в культурологическом и аксиологическом ракурсе как ценностной составляющей духовно-нравственной культуры России;

2.5. Направления психолого-педагогической поддержки семейного воспитания в современных условиях;

2.6. Социально-психологические условия и динамика развития человека в пожилом возрасте. Модели возрастно-психологического развития и самореализации пожилых людей;

2.7. Теоретические и практические основы проведения воспитательной работы в образовательных организациях высшего образования в современных условиях;

2.8. Теория и практика развития культуры межнациональных отношений в образовательной среде на основе формирования морально-этических ценностей и гражданской позиции у всех категорий обучающихся.

3. Психолого-педагогическое сопровождение развивающей и безопасной образовательной среды. Развитие интеллектуально-творческого потенциала современного ребенка, подростка и молодого человека, в том числе:

3.1. Разработка научно обоснованных средств психолого-педагогического и клинико-психологического сопровождения развития человека в социальной, образовательной и профессиональной средах;

3.2. Психолого-педагогические основания развития образования детей младшего и раннего возраста;

3.3. Психолого-педагогическое обеспечение развития дошкольного образования;

3.4. Разработка методологии и методик формирования содержания начального, основного и среднего общего образования и на их основе регулярное внесение необходимых изменений в содержание образования;

3.5. Современные дидактические системы для всех уровней и видов образования;

3.6. Разработка научно-обоснованных педагогических, психологических, медико-социальных и технологических основ развития информатизации образования;

3.7. Создание безопасной образовательной среды в образовательных организациях разных типов;

3.8. Научно-методическое обеспечение и сопровождение гибридных (дистантных) форм обучения и воспитания в период пандемии;

3.9. Разработка способов и механизмов развития интеллектуально-творческого потенциала современного человека;

3.10. Формирование эффективной системы выявления, поддержки и развития способностей и талантов у детей и молодежи;

3.11. Определение механизма реализации концепции функциональной грамотности школьников как ориентира для «превентивной» модернизации образования и, следовательно, повышения эффективности внедрения федеральных государственных образовательных стандартов (в свете обновления федеральных государственных стандартов начального общего и основного общего образования);

3.12. Широкомасштабные научные психолого-педагогические исследования, направленные на формирование современных моделей всех уровней образования на основе анализа степени и глубины кардинальных изменений современного общества в экономической, социальной, технологической, культурной сферах;

3.13. Исследования, обеспечивающие осуществление эффективной языковой политики в Российской Федерации.

4. Ресурсы перехода профессионального образования на инновационный путь развития. Профессиональная карьера в условиях сетевого взаимодействия, в том числе:

- 4.1. Обеспечение опережающей подготовки специалистов для передовых отраслей науки и высокотехнологичных секторов экономики;
- 4.2. Модернизация профессионального образования, в том числе посредством внедрения адаптивных, практико-ориентированных и гибких образовательных программ;
- 4.3. Формирование системы непрерывного обновления работающими гражданами своих профессиональных знаний, умений, навыков, компетенций;
- 4.4. Формирование системы подготовки и профессионального роста научных и научно-педагогических кадров;
- 4.5. Современные образовательные и интерактивные технологии, активные методы профориентации в содержании профориентационной деятельности;
- 4.6. Разработка Концепции и Доктрины инженерного образования;
- 4.7. Развитие инженерного образования и профессиональное самоопределение на основе гуманитарной составляющей обучения как процесс и эффективный результат профессиональной ориентации учащейся молодёжи и взрослого населения. Ресурсная роль осознанной саморегуляции в профессиональной подготовке и самовоспитании обучающихся;
- 4.8. Условия и факторы подготовки квалифицированных рабочих кадров;
- 4.9. Организация и развитие системы непрерывного этнокультурного (национального) образования.
- 4.10. Разработка научно-методических основ национальной системы профессионального образования иностранных граждан;
- 4.11. Научно-методическая и информационная поддержка процесса трансформации системы среднего профессионального образования;
- 4.12. Научно-методическое и организационно-технологическое обеспечение разработки цифровой образовательной среды профессионального образования, экспертно-аналитическое сопровождение этого процесса.

5. Перспективы развития непрерывного педагогического образования. Новые теоретические подходы к обновлению содержания и методов педагогической деятельности, в том числе:

- 5.1. Научные основы инновационного развития педагогического образования в современной России;
- 5.2. Формирование единой стратегии планирования и разработки образовательных программ педагогического вуза в актуальных и востребованных направлениях подготовки педагога;
- 5.3. Подготовка педагогических кадров для образования взрослого населения, в том числе третьего возраста;
- 5.4. Разработка научно-методологических основ национальной системы профессионального роста педагогических работников;
- 5.5. Разработка психолого-педагогических показателей определения готовности молодежи к выбору педагогической профессии;
- 5.6. Сравнительные исследования ведущих тенденций развития педагогического образования в России и за рубежом как фактор повышения его качества;
- 5.7. Теоретико-методологическое обоснование формирования общенациональной инновационной системы педагогического образования и просвещения (что особенно актуально в условиях нарастающей цифровизации образовательного процесса) на основе фундаментальных научных исследований;
- 5.8. Теоретические и методические основы реализации деятельностного подхода в высшем педагогическом образовании в условиях цифровой трансформации общества.

6. Научное обоснование современных стратегий и прогнозирование тенденций развития образования. Технологии управления образовательными системами в современном мире, в том числе:

6.1. Определение приоритетов и научное обоснование стратегий развития образования;

6.2. Философско-методологический и историко-педагогический анализ трансформации системы образования;

6.3. Междисциплинарные и трансдисциплинарные исследования в сфере образования;

6.4. Методология оценки качества образования, ориентированная на инновационное развитие общества;

6.5. Разработка эффективных практик управления образовательными системами как обеспечивающие рост мотивации педагогических коллективов на достижение высоких результатов в учебно-воспитательном процессе и отвечающих на вызовы цифровой экономики;

6.6. Разработка методологии и методик организации и проведения педагогических экспериментов с учетом динамично меняющихся условий развития образования;

6.7. Нормативно-правовое регулирование отношений в сфере образования.

7. Научные основы развития системы образования детей с ограниченными возможностями здоровья и системы непрерывного образования специалистов для работы с ними, в том числе:

7.1. Развитие системы образования детей с ограниченными возможностями здоровья, начиная с первых месяцев жизни;

7.2. Развитие системы непрерывного образования специалистов для работы с детьми с ОВЗ;

7.3. Реализация профилактических и реабилитационных ресурсов семьи, воспитывающей ребенка с ОВЗ различных нозологических и возрастных категорий;

7.4. Современные психолого-педагогические представления о ребенке с ОВЗ разных нозологических и возрастных категорий;

7.5. Современные представления о семье ребенка с ОВЗ различных нозологических и возрастных категорий.

7.6. Развитие системы эстетического воспитания детей с ОВЗ.

8. Проблемы, перспективы и минимизация рисков развития образования в России в условиях использования цифровых технологий, в том числе:

8.1. Перспективные направления формирования современной цифровой образовательной среды в Российской Федерации, гарантирующей высокое качество и доступность образовательных ресурсов для всех видов и уровней образования в условиях обеспечения необходимого уровня информационной безопасности;

8.2. Обеспечение информационной безопасности участников образовательных отношений и сохранения их физического и психического здоровья при формировании и развитии современной цифровой образовательной среды;

8.3. Научные основы применения технологий искусственного интеллекта для персонализации образования и построения индивидуальных образовательных траекторий с учетом когнитивных и личностных особенностей;

8.4. Влияние образовательной среды и социальной ситуации развития на человека в условиях использования цифровых ресурсов и цифровизации образовательного процесса;

8.5. Междисциплинарные исследования проблем межкультурной и межъязыковой коммуникации в условиях цифрового общества в глобальном образовательном пространстве;

8.6. Культурная идентичность гражданина Российской Федерации в цифровом пространстве и аксиология общения в цифровой информационно-коммуникационной среде;

8.7. Формирование цифровой парадигмы отечественного образования на основе аксиологического подхода, стратегические ориентиры развития информатизации отечественного образования в условиях цифровой трансформации;

8.8. Подготовка педагогических кадров в области информационной безопасности личности в условиях цифровой трансформации образования.

9. В целях повышения качества фундаментальных научных исследований в сфере наук об образовании необходимо обеспечить формирование программы научно-аналитического и информационного сопровождения этого процесса, в том числе:

9.1. Создание и актуализация базы данных по тематикам защищенных диссертаций в сфере наук об образовании;

9.2. Создание и актуализация базы актуальных тематик для подготовки диссертационных исследований;

9.3. Создание и актуализация базы данных научных изданий в области наук об образовании из «Перечня ВАК»;

9.4. Разработка критериев «доказательной педагогики» для подготовки диссертационных исследований.

9.5. Развитие издательской деятельности в сфере наук об образовании, в том числе, на основе цифровых и сетевых технологий. Поддержка журналов, осуществляющих публикацию результатов фундаментальных научных исследований в области психолого-педагогических наук и наук об образовании.

Важнейшие результаты, полученные российскими учеными в сфере наук об образовании

Проект «Разработка программы психолого-педагогического сопровождения процессов обучения, социальной, языковой и культурной адаптации несовершеннолетних иностранных граждан, подлежащих обучению и обучающихся в российских дошкольных образовательных и общеобразовательных организациях (с применением интерактивных и коммуникативных технологий)»

Авторы: член-корреспондент РАО Г.И. Ефремова, Е.В. Тихонова, М.А. Косычева, (ФГБУ «Российская академия образования»)

Приток значительного количества мигрантов в российские регионы обусловил ряд проблем с обучением их детей, адаптацией к «принимающей» детской среде, усвоением традиций, норм и ценностей принимающего сообщества.

На основе анализа зарубежных и отечественных исследований по адаптации детей-мигрантов были выявлены особые образовательные потребности несовершеннолетних иностранных граждан в условиях дошкольных образовательных и общеобразовательных организаций, а также проблемы психолого-педагогического сопровождения процессов обучения, социальной, языковой и культурной адаптации. Полученные данные были заложены в основу мониторинга выявления образовательных потребностей несовершеннолетних иностранных граждан, обучающихся в российских общеобразовательных организациях. В мониторинге принял участие 91 ребенок в возрасте от 6 до 15 лет, преимущественно прибывшие из Узбекистана, Таджикистана, Армении и Украины.

Интервью с директорами школ и заведующими детскими садами позволили зафиксировать проблемы, которые вынуждены преодолевать образовательные учреждения с появлением детей-мигрантов: неподготовленность детей к освоению учебной программы; затруднения в налаживании отношений между детьми с разным миграционным опытом; противоречия в отношениях между родителями детей мигрантов и родителями детей местного сообщества; трудности в установлении продуктивной коммуникации педагогического сообщества с родителями детей мигрантов; проблемы институционального порядка, связанные с неопределенным правовым статусом или

отсутствием необходимых документов; различия в традициях, воспитании и культурных нормах, регулирующих поведение; нежелание ряда детей интегрироваться к принимающей реальности (как следствие установки в семье на свою принципиальную инаковость).

Концептуализация результатов мониторинга свидетельствует о необходимости реализации целенаправленных программ по адаптации детей-мигрантов. Дети, которые учатся в приветственных классах (например, программа «Перелетные дети»), развиваются в ситуации целенаправленных условий для адаптации детей-мигрантов к новой социальной среде и интеграции в новую образовательную среду (одна возрастная группа, развитие техники «метод дружбы», обучение русскому языку превалирует над остальными предметами, изучение истории России). Как результат, они ощущают значительно меньше проблем с адаптацией и не воспринимают последнюю в качестве жизнеопределяющей. Дети, которые обучаются в обычных классах вместе со сверстниками из России отмечают целый ряд проблем во взаимодействии со сверстниками и учителями.

Данные мониторинга позволяют заключить, что аккультурация, которая подразумевала, что, оказавшись в новой среде, дети столкнутся с проблемой сохранения собственной культуры и одновременного приспособления к ценностям принимающего государства, в значимом ряде случаев сталкивается с противоположным полюсом своего развития. Дети-мигранты начинают доминировать над детьми принимающего общества, бескомпромиссно навязывать им собственную картину мира. Сложившаяся ситуация требует контроля со стороны педагогов. Необходимо разработать и внедрить в процесс обучения механизмы построения антидискриминационных отношений, которые помогут иностранным несовершеннолетним гражданам принять на себя социальную роль россиянина с сохранением этнических корней.

Важной для руководителей образовательных учреждений должна стать система подготовки и отбора преподавателей для работы с мультикультурным составом учащихся. В таких случаях эффективен деятельностный подход, предполагающий постоянное взаимодействие детей-представителей разных культур как в классе, так и за его стенами. При этом важными инструментами в процессе интеграции детей будут проектная деятельность, внешкольные события, такие как посещение различных культурных мероприятий и занятий. Подобная практика позволяет детям лучше узнать культуру и историю принимающего государства, общаться не только со сверстниками и учителями, но и с представителями других конфессии.

В плане повышения успеваемости учащихся из среды мигрантов и их оптимальной социально-психологической адаптации рекомендуется активное привлечение родителей к организации и мониторингу процесса обучения ребенка. Это позволит не просто оптимизировать интеграцию каждого конкретного ребенка, но будет способствовать и социализации родителей.

Сведения о публикациях:

Elena Tikhonova, Marina Kosycheva, and Galina Efremova. 2022. Digital learning environment: digital literacy, e-exclusion and cyber-wellness. In 2022 6th International Conference on Education and Multimedia Technology (ICEMT 2022). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 406–414. <https://doi.org/10.1145/3551708.3551716>

Проект «Модель развития информационных ресурсов высшей школы в условиях цифровой трансформации»

Авторы: академик РАО В.В. Гриншкун, академик РАО М.Л. Левицкий, О.Ю. Заславская (ФГБУ «Российская академия образования»)

Новизна проведенного исследования в том, что определены направления, характеристики и перспективы развития дидактики в условиях массовой цифровизации

российских вузов: совершенствование методов обучения, предусматривающих телекоммуникационное взаимодействие участников образовательного процесса, использование онлайн-микрокурсов, расширение самостоятельного и «перевернутого» обучения, привлечение мировых источников информации на разных языках, цифровых ресурсов, не сводимых к бумажным изданиям, опора на личные цифровые устройства обучающихся, использование ресурсов цифровых образовательных коллекций, расширение базы для лабораторно-практических занятий за счёт технологий новой индустриальной революции, повышение взаимообмена цифровыми ресурсами между разными вузами, развитие целей и содержания обучения с учётом внешних факторов цифровизации общества.

Разработана *многокомпонентная модель*, описывающая аспекты развития информационных ресурсов высшей школы в условиях цифровой трансформации, что составляет **практическую значимость исследования**. В модели представлены и описаны четыре группы естественных областей организации образовательного процесса в использовании цифровых ресурсов, соответствие ресурса которым, как правило, приводит к повышению эффективности дидактики. Модель содержит критерии классификации цифровых ресурсов (по степени влияния на эффективность средств и методов обучения, по привязке к разным методам и формам обучения, по дидактическому предназначению). Частью модели являются компоненты возможной цифровой образовательной среды вуза, которая предусматривает унификацию и интеграцию цифровых ресурсов, используемых в учебной, внеучебной, контрольно-измерительной, научно-методической и организационно-управленческой деятельности образовательных организаций.

Предложены *способы унификации и интеграции цифровых ресурсов*, в частности, выработаны критерии и подходы, благодаря которым из таких ресурсов можно компоновать востребованные коллекции и Интернет-порталы (удовлетворяют критериям качества, апробированы, не эквивалентны бумажным изданиям, отвечают выявленным потребностям систем обучения, предусматривают общение).

Применение модели позволит повысить эффективность и универсальность *подготовки преподавателей вузов*, большинство из которых не владеют необходимыми приёмами анализа имеющихся цифровых ресурсов, не осуществляют их отбор с учётом потребностей систем обучения конкретным дисциплинам. Компоненты модели являются значимыми для *разработчиков цифровых ресурсов* и составителей коллекций таких ресурсов для высшей школы.

Сведения о публикациях:

Левицкий М.Л., Гриншкун В.В., Заславская О.Ю. Тенденции и особенности современного этапа информатизации высшей школы. // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Информатизация образования. / М.: РУДН, – 2022, Т. 19. №4. С. 7-17.

Проект «Разработка методологии и реализации программы мониторингового исследования состояния педагогических образовательных программ в условиях перехода на ФГОС 3++ в системе университетского образования»

Авторы: Е.Г. Врублевская, М.С. Левочкина, С.Л. Леньков, С.А. Боргояков, Н.Е. Рубцова, А.К. Орешкина, Е.И. Хачикян, Д.В. Адамчук, А.А. Артюхина, А.С. Чекардина (ФГБУ «Российская академия образования»)

В рамках проекта осуществлен мониторинг эффективности основных образовательных программ бакалавриата, магистратуры и специалитета, реализуемых вузами различной подведомственности в рамках УГСН 44.00.00 «Образование и педагогические науки». В мониторинговом исследовании приняли участие 139 вузов, из них: 122 вуза, подведомственных Министерству высшего образования и науки РФ, и 17 вузов других ведомств. В мониторинге приняли участие вузы, расположенные во всех 8 федеральных округах. Всего в базу данных мониторинга было загружено 2654 основные

образовательные программы, в том числе 65,7% – программы бакалавриата, 31,8% – программы магистратуры, 0,22% – программы специалитета.

Основные исследовательские выводы мониторинга: образовательные программы в большинстве вузов реализуются в соответствии с ФГОС 3++. Почти 36% основных образовательных программ по УГСН 44.00.00 – это программы, которые формируют образовательный процесс дисциплинарного типа.

В 24% программ педагогической магистратуры полностью отсутствуют педагогические дисциплины. В 63 % программ имеются признаки непрофессионального подхода к подбору дисциплин и логике их изучения.

Фиксируются проблемы: разобщенности содержания дисциплин, отсутствия внутренней целостности, неравномерности психолого-педагогической, предметной, методической подготовки, отсутствия ориентации на единый (комплексный) экзамен, позволяющий проверить достижение запланированных в модуле компетенций. Особенно это характерно для основных образовательных программ магистратуры.

Имеет место общая недооценка значимости научно-исследовательской деятельности в программах как магистратуры, так и бакалавриата: магистранты пишут работы без обращения к исследовательским данным, в том числе к данным в области регионального образования. Это означает, что актуальные потребности регионального образования остаются вне образовательных программ магистратуры педагогической направленности, что в свою очередь негативно влияет на трудоустройство выпускников в регионе.

В программах отсутствуют модули (дисциплины), направленные на развитие внутренней позиции личности, мировоззрения российской гражданской идентичности будущего педагога, не выделены часы на изучение русского языка и литературы, отсутствуют временные и организационные возможности для углубленного изучения психолого-педагогических и (или) иных дисциплин.

Таким образом, можно констатировать, что профессиональное образование будущих учителей в таких условиях осуществляется фрагментарно, по реактивному типу, то есть реагируя на отдельные задачи обучения, что является не эффективным для развития любых групп компетенций и, в целом, для профессионального становления российского учителя.

Сведения о публикациях:

Васильева О.Ю., Басюк В.С., Казакова Е.И. Традиционные ценности современного российского педагогического образования // Вестник Московского университета. Серия 20: Педагогическое образование. №4, 2022.

Басюк В.С., Казакова Е.И., Врублевская Е.Г. Результаты мониторинга педагогического образования: ценностно-смысловая интерпретация // Вестник Московского университета. Серия 20: Педагогическое образование. №1, 2022.

Проект «Разработка теоретических и практических основ проведения воспитательной работы в высших учебных заведениях в современных условиях»

Авторы: член-корреспондент РАО Н.Л. Селиванова, М.В. Шакурова, Т.А. Ромм (ФГБУ «Российская академия образования»)

Новизна проведенного исследования связана с разработкой теоретических и практических основ организации и осуществления воспитательной работы в образовательных организациях высшего образования.

Они включают в себя определение методологического инварианта, представляющего исходные основания для организации воспитательной работы в вузах страны; учет особенностей взросления современной молодежи; опору на фундаментальные исследования в области воспитания с целью выбора: а) сущности явления, разделяемой субъектами воспитания, б) уровня реализуемой практики; обеспечение сочетания национальных, профессиональных и личностных ценностей

субъектов воспитания; инициирование и обеспечение насыщенной жизнедеятельности и личностно-профессиональной коммуникации в пространстве вуза; трансформация среды вуза в воспитательную среду, пространства вуза – в воспитательное пространство.

Проведенное исследование показало, что сегодня затруднена централизация теоретических установок проведения воспитательной работы в вузах, их реальное принятие и реализация. В этой связи в последние годы активизировались три сценария: принятие ведомственных установок в сфере воспитания, задающих ценностный ряд, содержание, организационную структуру воспитательной работы (фиксируется, прежде всего, в практике военных вузов); удержание уже созданных собственных систем воспитания (реже – воспитательных систем) в том варианте, который понятен и удобен конкретному вузу, не противоречит их организационной культуре, профессиональному своеобразию и традициям; воспитательная работа при этом также имеет очевидное своеобразие; спонтанное реагирование на «сигналы» вышестоящих управленческих структур как тренд воспитательной работы, что сводит ее к набору мероприятий в соответствии с официальным событийным календарем, традициями вуза и регулярными требованиями, запросами, рекомендациями извне.

Понимание этих сценариев имеет практическое значение для определения каждым вузом, на какие теоретические установки в воспитательном процессе они ориентируются.

Практическая значимость проведенного исследования состоит в том, что опираясь на системные характеристики концепций, программ, практик воспитания, воспитательной деятельности и воспитательной работы в высших учебных заведениях Российской Федерации в современных условиях были разработаны: Примерная программа воспитания в высшей школе; методические рекомендации по проектированию рабочих программ воспитания на основании Примерной программы воспитания; методические рекомендации для руководства вузов и профессорско-преподавательского состава по организации и реализации воспитательной работы со студентами и сотрудниками и программа повышения квалификации для преподавателей вузов по проблеме совершенствования воспитательной работы.

Сведения о публикациях:

Теоретические и методические основы организации и осуществления воспитательной работы в образовательных организациях высшего образования. Н.Л. Селиванова, М.В. Шакурова, Т.А. Ромм.// Новосибирск, Сибирский педагогический журнал, 2022, № 4. с. 7-21.

Проект «Научные основы создания современного учебника, отвечающего задачам формирования у школьников ключевых навыков человека XXI века»

Авторы: член-корреспондент РАО М.В. Богуславский, член-корреспондент РАО В.В. Сериков, И.М. Осмоловская, М.В. Кларин, А.И. Попова, Л.А. Харисова (ФГБНУ «Институт стратегии образования Российской академии образования»)

Актуальность. Формирование единого образовательного пространства требует единых учебников. Министерством просвещения Российской Федерации поставлена задача разработки единых учебников по ключевым учебным предметам. Разработчикам учебников и экспертам необходима методическая поддержка, которая заключается в научно-методических рекомендациях создания современного учебника, выстроенных на строгих теоретических основаниях.

Сущность. В ходе исследования были рассмотрены исторические аспекты проблемы разработки учебника, выстроена современная целостная концепция формирования у школьников ключевых навыков человека XXI века средствами учебника.

Разработаны дидактические требования к современному учебнику, включающие обеспечение внутреннего единства ФГОС, рабочей программы по предмету, учебника; расширение функций учебника и выделение ведущей – функции управления учебно-познавательной деятельностью обучающихся; необходимость представления в учебнике

всех компонентов процесса обучения: актуализации знаний, целеполагания, изложения, закрепления, повторения учебного материала, подведения итогов; активизация воспитывающей функции обучения; обеспечение эмоциональной насыщенности материала учебника; встроенность учебника в информационно-образовательную среду.

Определены условия, способствующие формированию у обучающихся ключевых навыков (компетенций) человека XXI века: конструктивно-критического мышления, креативности, коммуникации, командного взаимодействия, субъектности. Для каждой компетенции определен круг необходимых знаний, способов деятельности, ценностей. В соответствии с этим сформулированы требования к структуре, текстам, заданиям, иллюстративному ряду учебников.

Новизна. Ранее не предпринималось попыток проанализировать представленность в учебниках ключевых навыков человека XXI века и разработать способы формирования их средствами учебника.

Прогноз применения. Полученные результаты будут способствовать созданию современного учебника, соответствующего тенденциям развития образования, отвечающего требованиям к процессу обучения, предъявляемым социумом, позволяющего решить важнейшие задачи воспитания подрастающего поколения.

Сведения о публикациях:

Современный учебник. Формирование ключевых навыков человека XXI века: методическое пособие /Под ред. И.М. Осмоловской, В.В. Серикова. - М.:ФГБНУ «ИСРО РАО», 2022. – 176 с.

Кларин М.В., Осмоловская И.М., Сериков В.В. Содержательно-целевые установки школьного учебника: к освоению социокультурных компетенций XXI века// Отечественная и зарубежная педагогика. 2022. № 5. С. 77-94.

Осмоловская И.М., Попова А.И. Представление учителей, обучающихся и их родителей о хорошем учебнике //Проблемы современного образования (сетевое издание). 2022. № 5. С.105-115. <http://www.pmedu.ru>

Богуславский М.В. Разработка научно - методических основ школьного учебника в отечественной педагогике 1960 – х - 80 -х годов // Проблемы современного образования (сетевое издание). 2022. № 5. С.133-147. <http://pmedu.ru/index.php/ru/o-zhurnale> ISSN 2218-8711

Харисова Л.А. Современный российский учебник: терминологический обзор// Профессиональное образование в России и за рубежом, 2022. №3. С.16-21. (ВАК). [http://www.prof-obr42.ru/Archives/3\(47\)2022.pdf](http://www.prof-obr42.ru/Archives/3(47)2022.pdf)

Осмоловская И.М. Дидактические ориентиры разработки современного учебника//Материалы международной конференции «Образовательное пространство в информационную эпоху» (ЕЕИА-2022). М., 2022. (РИНЦ) <https://www.instrao.ru/index.php/eeia2022>

Проект «Развитие ценностно-мировоззренческих ориентаций подростков и формирование антиэкстремистских убеждений в образовательном процессе»

Авторы: академик РАО О.Ю. Васильева, В.В. Кравчук, Е.С. Элбакян (ФГБУ «Российская академия образования»)

Актуальность исследования. Проблема антиэкстремистского воспитания подростков в учебных заведениях сегодня является особенно актуальной, поскольку подростки в меру своего развития склонны к неоправданной жестокости, к тому же некоторые факторы общественного мнения предоставляют им удобный образ врага, против которого все средства хороши. Все это способствует вовлечению молодых людей в радикальные, а то и экстремистско-террористические организации, где царит жесткая дисциплина, беспрекословное подчинение, и путь назад затруднен, а в ряде случаев практически отсутствует. В последнее время участились случаи агрессивного и противоправного поведения подростков как в учебных заведениях, так и за их пределами.

Нередко это связано с навязанными извне представлениями, имеющими по своей сути экстремистский характер, тесно увязанными с национальными или религиозными чувствами. Очевидно, что подростково-молодежная среда сегодня, с учетом информационных потоков в Интернете, серьезных миграционных процессов, наконец, глобализационных трендов, является питательной почвой для распространения любых, в том числе экстремистских идей и, как следствие, радикализации подростков. Поэтому столь актуален системный подход к антиэкстремистскому воспитанию подростков в школах, выступающему профилактикой противодействия экстремизму и терроризму, предполагающий обучение мирному разрешению или, по крайней мере, локализации конфликтов, возникающих на религиозной, идеологической, этнонациональной почве. Подобное антиэкстремистское воспитание, безусловно, предполагает адекватную социализацию подростков, поэтому профилактика экстремизма невозможна без создания условий для успешной социализации и эффективной самореализации молодежи, предоставления широких возможностей для задействования творческого потенциала как в интеллектуальном, художественном, так и в спортивном труде. Необходимо приобщение подростков к культурным традициям страны и своего народа, формирование любви к Родине, воспитание понимания, что Россия – многонациональная и поликонфессиональная страна, в которой веками бок о бок проживает множество национальностей, этносов, народностей со своими культурными, религиозными и национальными традициями, все вместе образуя единый российский народ, единую многонациональную российскую культуру. Очень важно воспитание у подростков неприятия и, следовательно, моральной недопустимости противопоставления одной национальности другой, одной религии – другой, потому что именно на таких противопоставлениях выстраиваются экстремистские идеи и призывы, нередко приводящие к террористическим актам, в которых гибнут ни в чем не повинные люди.

Сущность исследования. У подростков в результате антиэкстремистского воспитания в школах должна быть четко сформирована шкала норм и ценностей, традиционных для России, в которых важное место занимают большая и малая Родина, семья, интересы страны, культурные, национальные, религиозные традиции и, конечно, общероссийская гражданская идентичность. Потенциал образования должен быть в полной мере использован для сохранения единого социокультурного пространства страны, преодоления этнонациональной напряженности и социальных конфликтов, защиты прав личности, равноправия культур и религий, ограничения социального неравенства.

Новизна исследования. Определены условия, при которых подростковое восприятие антиэкстремистских идей, которые транслируются в средних общеобразовательных школах как в учебном процессе, так и во время внеучебной работы, наиболее адекватно и позитивно. Поскольку экстремистские идеи и деяния сегодня являются одной из угроз национальной безопасности России, государство законодательно оформило ряд мер, направленных на противодействие экстремизму, что отражено в Федеральном законе № 114-ФЗ «О противодействии экстремистской деятельности» и в соответствующих статьях УК РФ. Имеются и региональные программы борьбы с экстремизмом, реализуемые в различных субъектах РФ. Но если при всех усилиях государства по противодействию экстремизму не будет учтен подростково-молодежный фактор и антиэкстремистское воспитание в школах будет либо отсутствовать, либо проводиться лишь формально – т.е. без учета усвоения подростками предоставленной им информации, то все усилия государства могут оказаться тщетными, ибо подростковая среда во многом является питательной почвой для внедрения и развития экстремистских идей. Таким образом, очевидно, что антиэкстремистское воспитание является важнейшей задачей.

Значимость исследования. В результате масштабного всероссийского социологического опроса учеников 10-11 классов средних общеобразовательных школ

(8526 респондентов) в форме анкетирования (анкета валидная содержала 24 вопроса, один из которых имел 27 позиций) во всех восьми федеральных округах РФ были выявлены и систематизированы существующие в некоторых субъектах РФ проблемы, обобщены полученные данные, подготовлены практические рекомендации.

Прогноз применения. Практические рекомендации, сформулированные по результатам проведенного социологического опроса, разосланы во все федеральные округа РФ. Полученные данные обобщены в докладе, представленном на всероссийском круглом столе «Антиэкстремистское воспитание в школах: проблемы и пути решения», проведенном в РАО.

Сведения о публикациях:

Кравчук В.В., Элбакян Е.С. Антиэкстремизм, патриотизм, традиционные ценности старших школьников в РФ (по данным социологического исследования). Доклад// Всероссийский круглый стол «Антиэкстремистское воспитание в школах: проблемы и пути решения», РАО, 20 декабря 2022 года.

Проект «Педагогические подходы в подготовке к инженерной деятельности»

Авторы: член-корреспондент РАО В. Г. Мартынов, В.С. Шейнбаум (ФГАОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (Национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина»)

Актуальность исследования. Развитие инженерной деятельности (модернизация, совершенствование, экспансия в другие сферы деятельности) требует корректировки, обновления целей, средств и методологии образовательной деятельности в целом и инженерной педагогики, в частности. Инженерная педагогика и инженерная деятельность рассматриваются как объективно связанные системы, обеспечивающие инновационное импортозамещение.

Сущность исследования. Предложены механизмы преодоления отставания инженерной педагогики от инженерной практики, в том числе в рамках непрерывного профессионального образования профессорско-преподавательского состава вузов.

Инженерная деятельность исследована как: система разделения труда (многосубъектная, многоаспектная, многомерная в каждом аспекте, с многослойной структурой, в которой иерархические связи сочетаются с сетевыми); открытая динамическая система, взаимозависимая от множества других видов деятельности; встроенная в иные виды деятельности подсистема, поставляющая инструментарий – технические средства и технологии; объект проектирования. Определены приоритетные направления и задачи инженерной педагогики с учетом задач, стоящих перед обществом в условиях развития цифровых технологий: организация учебного процесса, имитирующего профессиональную деятельность как расширенную систему разделения труда; гуманизация и гуманитаризация инженерного образования; усиление взаимосвязи «школа – вуз – работодатели» с целью обеспечения преемственности формирования и развития компетенций; воспитание ответственности как базовой составляющей современного создателя технологий; внедрение современных форм организации учебного процесса (проектные методы обучения, тренажеры, игровые формы организации и др.).

Научная новизна. Предложена онтология современной инженерной деятельности на основе аксиоматики: профессиональная инженерная деятельность не является деятельностью отдельных специалистов, являясь системой разделения труда, в которой инженеры являются одним из ее элементов наряду с учеными, рабочими, и другими категориями работников; предметной областью инженерной деятельности являются все виды деятельности, направленные на инновационное развитие. Фундаментализация инженерного образования рассмотрена с позиции дидактики, системы мышледеятельности и синтеза естественно-научного и гуманитарного образования. Выявлена роль адаптивности инженерного образования в связи со способностью выпускников приобретать новые компетенции.

Прогноз применения в системе образования. Кратковременные эффекты связаны с масштабированием успешного педагогического опыта в формате непрерывного профессионального образования; разработкой примерной модульной программы непрерывного образования профессорско-преподавательского состава (начиная с аспирантов) по направлению «Передовая педагогическая практика преподавания современной методологии инженерной деятельности». Практическая значимость результатов исследования в контексте долговременных эффектов обусловлена необходимостью решения задач инновационного развития страны в условиях обеспечения технологического суверенитета и национальной безопасности.

Сведения о публикациях:

Мартынов В.Г., Шейнбаум В.С. Инженерная педагогика в контексте инженерной деятельности // Высшее образование в России. 2022. Т. 31. № 6. С. 152–168. doi: 10.31992/0869-3617-2022-31-6-152-168

Мартынов В.Г., Шейнбаум В.С. Ответственность – ключевая компетенция инженера XXI века // Высшее образование в России. 2022. Т. 31. № 2. С. 107–118. doi: 10.31992/0869-3617-2022-31-2-107-118

Мартынов, В.Г. Инновационные процессы в образовании в свете педагогического научного наследия / Инновационные процессы в высшем и среднем профессиональном образовании и профессиональном самоопределении: коллективная монография / Авторы составители: Геворкян Е.Н., Подуфалов Н.Д., Стриханов М.Н. – М.: Из-во «Экон-Информ», 2022. – С. 52-64.

Мартынов, В.Г. Нравственный аспект цифровой трансформации / Информационная безопасность личности субъектов образовательного процесса в современном обществе: сб. материалов научно-практической конференции / Авторы-составители: В. Г. Мартынов, И. В. Роберт, И. Г. Алехина. – М.: Издательский центр РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина, 2022. – С. 85 – 101.

Важнейшие научные достижения в области изобразительного искусства

Сведения об основных направлениях фундаментальных и прикладных исследований по профилю Российской академии художеств.

В рамках программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030 годы) Российская академия художеств осуществляет свою деятельность в соответствии с утвержденным перечнем приоритетных направлений фундаментальных и поисковых научных исследований на 2021 - 2030 годы.

Так, в подпрограмме 2 - «Фундаментальные и поисковые научные исследования», Российская академия художеств с учетом основного рода деятельности формирует планы тематики научных исследований и творческих проектов по направлению науки: «6.3. Искусствоведение (искусство, история искусств, исполнительское искусство, музыка)».

Среди основных направлений и разделов программы, в рамках которой Российская академия художеств проводит свою работу необходимо отметить:

Русская художественная культура: национальные особенности и мировой контекст (6.3.1 - 6.3.5)

6.3.1. Русское изобразительное искусство, скульптура и архитектура:

6.3.1.1. Древнерусское искусство и архитектура

6.3.1.2. Русское искусство и архитектура XVIII - XIX веков

6.3.1.3. Русское (советское) искусство и архитектура XX века

6.3.1.4. Основные тенденции развития искусства в XXI веке

Мировая художественная культура (6.3.6 - 6.3.9)

6.3.6. История изобразительного искусства и архитектуры

6.3.6.1. Античное искусство и архитектура

6.3.6.2. Византийское искусство и архитектура

6.3.6.3. Средневековое искусство и архитектура

6.3.6.4. Искусство и архитектура Нового времени

6.3.6.5. Искусство и архитектура XX - XXI веков

6.3.6.6. Искусство и архитектура стран Центральной Европы XX века

6.3.12. Теория искусства и эстетика

6.3.12.1. История науки об искусстве

6.3.12.2. Семиотические проблемы языка искусства

6.3.12.3. История эстетической мысли

6.3.12.4. Методология искусствознания

6.3.12.5. Теория искусствознания

6.3.12.6. Эволюция языка искусства (виды, жанры, стили)

6.3.15. Стратегии охраны культурного наследия и разработка реставрационных методик

6.3.15. Стратегии охраны культурного наследия и разработка реставрационных методик

6.3.15.10. Разработка стратегий и методик реставрации объектов культурного наследия Российской Федерации

6.3.16. Особенности развития техник и технологий в изобразительном искусстве, архитектуре и дизайне

6.3.16.1. Изучение и совершенствование технологий создания произведений изобразительного искусства, архитектуры, дизайна

6.3.16.2. Исследования новых техник и технологий в целях создания научной базы данных и дальнейшего внедрения в экспериментальное пространство современного искусства

6.3.16.3. Восстановление и разработка технологий производства художественных материалов

6.3.17. Анализ актуальных процессов развития современной культуры

6.3.17.1. Исследования актуальных направлений развития современной отечественной и зарубежной художественной культуры

6.3.17.2. Мониторинг актуальных направлений научных исследований и научно-выставочной деятельности сферы изобразительного искусства и архитектуры

6.3.17.3. Научно-исследовательские и научно-образовательные программы в музеях Российской Федерации и мира: изучение опыта и развития инновационных программ

6.3.17.3. Научно-исследовательские и научно-образовательные программы в музеях Российской Федерации и мира: изучение опыта и развития инновационных программ

6.3.17.4. Историко-архивные и библиотечно-библиографические исследования художественной культуры

6.3.17.5. Проведение научной экспертизы произведений искусства с целью их исследования и оценки в контексте экспертно-нормативной работы

6.3.18. Искусство в контексте развития современного гуманитарного образования

6.3.18.1. Особенности развития новейших художественных течений

6.3.18.2. Развитие академического образования в сфере искусства

6.3.18.3. Традиции и современные пути развития академического образования: преподавание живописи, графики, скульптуры, архитектуры, дизайна, искусствознания, новейших художественных течений и новых дисциплин

6.3.18.4. Роль искусства в системе образования современного человека и всестороннего развития личности

6.3.18.5. Искусство, в том числе изобразительное, в системе эстетического, духовно-нравственного и патриотического воспитания детей и юношества.

За отчетный период сотрудниками подразделений и членами Российской академии художеств была продолжена работа по целому ряду научно-исследовательских направлений, среди которых необходимо отметить исследования художественных феноменов изобразительного искусства XX-XXI веков, особенностей развития художественных процессов разных эпох, технологические особенности создания произведений изобразительного искусства и их влияние на создание образа и др. Многочисленные научно-исследовательские проекты объединили усилия специалистов России разного профиля в рамках актуальных направлений фундаментальных исследований, охватывающих широкий спектр изучения всех сфер изобразительного искусства - живописи, графики, скульптуры, декоративного, театрально- и кинодекорационного искусства, архитектуры, дизайна, искусства фотографии, экспериментов в области новых художественных течений.

В свою очередь, фундаментальным базисом деятельности Российской академии художеств ее академики считают творческие достижения членов отделений, наиболее значимые художественные произведения и проекты (серии живописных и графических произведений, памятники, произведения декоративного искусства, художественные решения театральных постановок и др., которые представлены в форме монографий), созданные за отчетный период. Подобные результаты творческой деятельности можно отнести к фундаментальному вкладу Академии художеств в развитие современной культуры России, наряду с достижениями фундаментальной науки об искусстве. За 2022 год академиками и членами-корреспондентами, а также научными сотрудниками был реализован целый ряд творческих проектов (памятники, скульптурные композиции, архитектурные проекты, серии монументальных и станковых живописных работ, сценографических произведений для театра и кино, произведений дизайна). Знакомство с результатами вышеуказанных проектов происходит, в том числе, посредством выставочной деятельности, которая аналогично с публикационной для ученого, служит показателем эффективности творческой деятельности для профессионалов в области изобразительного искусства, архитектуры, дизайна и др.

Среди основных результатов необходимо отметить следующие масштабные исследования, некоторые из которых относятся к нескольким областям исследований:

ОБЛАСТЬ ЗНАНИЯ АРХИТЕКТУРА

1. Монументальное искусство и архитектура. Проблемы синтеза искусств в истории и в XXI веке // Коллект. монография по мат-лам Междунар. научно-практич. конференции XXXII Алпатовские чтения. 25-26 ноября 2021 г. РАХ, Москва / Науч. рук. Д.О. Швидковский, науч. ред. Е.О. Романова. -Москва: Российская академия художеств, 2022. - 336 с; илл. ISBN 978-5-6041281-3-8. Тираж 500 экз.

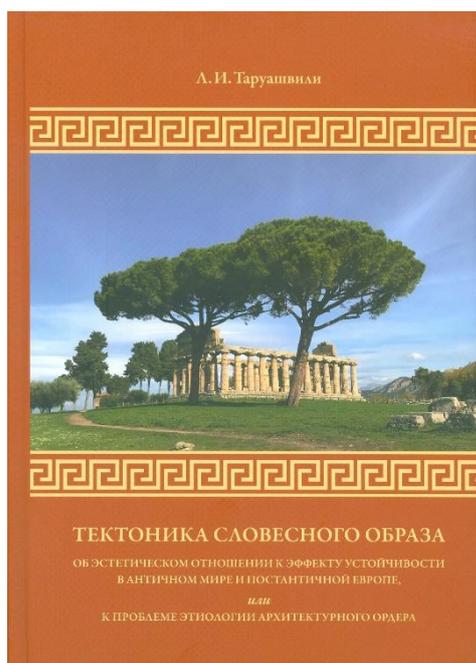


Исследование, представленное в форме коллективной монографии по материалам ежегодной научно-практической конференции XXXII Алпатовские чтения «Монументальное искусство и архитектура. Проблемы синтеза искусств в истории и в XXI веке» рассматривает синтез искусств с момента его зарождения в эпоху неолита до сегодняшнего дня XXI века. Ученые рассматривают многогранные аспекты синтеза монументального искусства и архитектуры в разные исторические эпохи. Главное, на что нацелено внимание исследователей, это гармоничное содружество-сотворчество художника-монументалиста и архитектора, ансамблевость их мышления, умение

сомасштабно воспринимать изображение и пространство, включение декоративного искусства в синтез искусств как его органичную составляющую и т.п. При этом большое внимание исследователи уделяет вопросам техник и технологий, без знания и владения которыми синтез искусств осуществить невозможно.

Исследование предназначено искусствоведам, профессиональным художникам и архитекторам, преподавателям и студентам творческих вузов, критикам искусства и широкому кругу читателей, интересующихся вопросами современного монументального искусства и архитектуры.

2. Таруашвили, Леонид Иосифович. Тектоника словесного образа: Об эстетическом отношении к эффекту устойчивости в античном мире и постантичной Европе, или К проблеме этиологии архитектурного ордера / Л.И. Таруашвили. - Москва: Энциклопедия, 2022. - 472 с. с ил. ISBN 978-5-94802-272-7. Тираж 500 экз.



Настоящая монография была подготовлена автором к публикации накануне его внезапной кончины.

Решая основную для своего исследования проблему наличия или отсутствия достаточных предпосылок ордерного зодчества в культурно-историческом архетипе постантичной Европы, автор монографии закономерно сводит данную проблему к вопросу о наличии или отсутствии в самих основах постантичной культуры предрасположенности к тектонике как самоценному эстетическому качеству. За ответом на этот вопрос автор обращается прежде всего к визуальным образам литературных произведений, с чьей видовой природой ни

тектоника, ни атектоничность не связаны закономерно, играя в ней, как правило, второстепенную роль, но чье наличие в ней именно по этой причине наиболее симптоматично с культурно-исторической точки зрения. Контрастивный анализ текстов античной и постантической европейской словесности позволяет сделать вывод, что основной выразитель тектоники, ордер, при всей яркости его художественных проявлений, при всей его необходимости со времен Ренессанса в качестве цивилизующего социально-психологического фактора, был в постантичном контексте явлением генетически вторичным, и не только из-за влияния доступных древнеримских памятников с их ордерными образцами, но также в силу коренных особенностей послеантичной Европы как типа культуры.

Исследование предназначено искусствоведам, профессиональным архитекторам, дизайнерам, художникам, преподавателям и студентам творческих вузов, критикам искусства и широкому кругу читателей, интересующихся вопросами теории и истории искусства.

ОБЛАСТЬ ЗНАНИЯ ГРАФИКА

Искусство детской книги. Ежегодная научно-теоретическая конференция 2020 – 2021: коллективная монография/ сост. А.Н. Сеницына, Н.Е. Григорьева; науч.ред. Е.О. Романова.-Москва: КУРС, 2022. – 76 с.:ил. ISBN 978-5-907352-46-9. Тираж 500 экз.



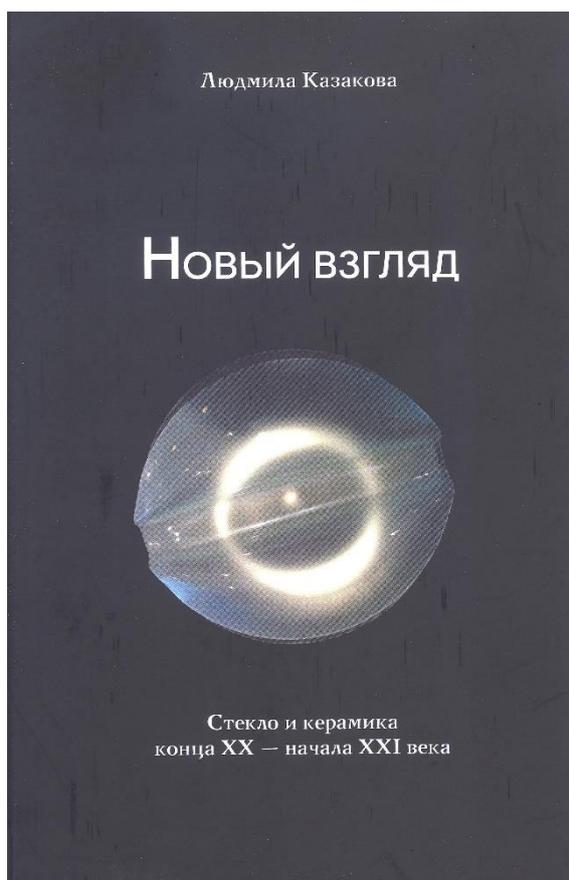
Исследование посвящено значительному художественному направлению искусства книжной иллюстрации в рамках изучения масштабного раздела графики – иллюстрации детских книг. Коллективная монография основана на материалах двух состоявшихся в 2020 и 2021 гг. научно-теоретических конференций «Искусство детской книги», проведенных Отделением графики Российской академии художеств.

Ученые исследуют широкий круг вопросов иллюстрирования и оформления детской книги в России и за рубежом в историческом процессе развития классической бумажной книги, рассматриваются возможности и перспективы применения цифровых технологий в современных изданиях для детей. Некоторые творческие методы и технические приемы в художественных произведениях представленных мастеров исследуются впервые.

Исследование предназначено искусствоведам, профессиональным художникам, дизайнерам, преподавателям и студентам творческих вузов, критикам искусства и широкому кругу читателей, интересующихся вопросами искусства графики.

ОБЛАСТЬ ЗНАНИЯ ДЕКОРАТИВНЫЕ ИСКУССТВА

1. Казакова Л.В. Новый взгляд. Стекло и керамика конца XX-начала XXI века (к проблеме инновации в современном творческом процессе). М, 2022. ISBN 978-5-7151-0586-8. Тираж 500 экз.



Настоящее исследование посвящено новому периоду в развитии отечественного и зарубежного авторского стекла и керамики конца XX - начала XXI века. Поднимается ряд актуальных вопросов, в частности проблема инновации в современном творческом процессе. Этот период характеризуется поиском новых художественных и функциональных смыслов, изменениями эстетических ориентиров в обществе и критериев оценки и восприятия декоративного искусства. Особое внимание уделяется техническому эксперименту как художественному феномену в поисках авторского стиля. На примере творчества ведущих художников рассматриваются новые жанры и формы – арт-объект, лэнд-арт, инсталляция, раскрываются новые эстетические смыслы, что создает панораму современного искусства стекла и керамики.

Исследование предназначено искусствоведам, профессиональным художникам, дизайнерам, преподавателям и студентам творческих вузов, критикам искусства и широкому кругу читателей, интересующихся вопросами современного декоративного

искусства, дизайна.

2. Художественный металл и горячая эмаль в контексте современных арт-практик: коллективная монография по материалам круглых столов (Москва, 21 марта и 3 апреля 2019 г.) /Автор-составитель И.Ю. Перфильева. - Москва: КУРС, 2022. - 164 с. Тираж 500 экз. ISBN978-5-907352-85-8

Научные руководители - Л.И. Савельева, академик-секретарь Отделения декоративных искусств Российской академии художеств, И.Ю. Перфильева, доктор искусствоведения, доцент, ведущий научный сотрудник отдела художественных проблем дизайна, декоративного и народного искусства НИИ теории и истории изобразительных искусств Российской академии художеств.

Исследование посвящено проблемам развития художественного металла и горячей эмали в контексте современных арт-практик и объединяет авторский коллектив ведущих искусствоведов и художников по художественной обработке металлов, поднимает актуальные проблемы развития этого искусства во взаимодействии с другими видами искусства последней четверти XX - начала XXI века. Среди множества аспектов данной проблемы необходимо отметить эволюцию технико-технологических особенностей создания эмалей (расширение цветовой палитры, повышение устойчивости к различным температурным режимам и др.) и их влияние на новые возможности использования горячей эмали в рамках синтеза искусств, роль новых технологий в творческом процессе, поиске новых форм образной выразительности.

Исследование предназначено искусствоведам, профессиональным художникам, дизайнерам, преподавателям и студентам творческих вузов, критикам искусства и широкому кругу читателей, интересующихся вопросами современного декоративного искусства, дизайна.

ОБЛАСТЬ ЗНАНИЯ ДИЗАЙН

Тенденции в развитии различных направлений дизайна / Ответственный редактор и составитель А.А. Бобыкин – Москва: Энциклопедия, 2022. – XXX с. ISBN 978-5-94802-265-9. Электронная версия

Печатается по решению Президиума Российской академии художеств.

Исследование посвящено новейшим тенденциям в развитии различных направлений дизайна. Статьи освещают направления, в которых современный российский, а также международный дизайн проявлен наиболее заметным образом. Авторы исследований рассматривают самые разнообразные аспекты дизайна, среди которых: дизайн компьютерных интерфейсов, промышленный дизайн, концептуальные вопросы последних достижений дизайна в объектах архитектуры, тенденции в развитии средового дизайна, социокультурные факторы дизайна, а также актуальные вопросы взаимодействия дизайна и искусства.

Исследование предназначено искусствоведам, профессиональным дизайнерам, преподавателям и студентам творческих вузов, критикам искусства и широкому кругу читателей, интересующихся вопросами современного дизайна.

ОБЛАСТЬ ЗНАНИЯ ЖИВОПИСЬ

1. Иньшаков А.Н. Сергей Михайлович Романович. Искусство и жизнь (Рис. 16). – М.: БуксМарт, 2022. – 352 с.: илл. ISBN 978-5-00203-012-5. Тираж 500 экз.

Печатается по решению Ученого совета Научно-исследовательского института теории и истории изобразительных искусств РАХ.

Рецензенты: М.Н. Соколов (1946-2016) доктор искусствоведения, член-корреспондент РАХ; А.К. Флорковская, доктор искусствоведения, член-корреспондент РАХ; Н.М. Юрасовская, кандидат искусствоведения.

Монографическое исследование посвящено творчеству выдающегося русского художника XX века С.М. Романовича (1894 – 1968). Его искусство представлено от раннего периода, связанного с исканиями русского художественного авангарда и футуризма, участием в создании общества «Маковец» в начале 1920-х годов, до позднего этапа – с его глубоким интересом к библейским темам. Особенно актуальным видится исследование искусства авангарда, футуризма, а также объединения «Маковец» в связи с мощным влиянием на несколько поколений мастеров изобразительного искусства второй половины XX века. Отдельная глава посвящена Романовичу-монументалисту – сотруднику Мастерской монументальной живописи при Академии архитектуры СССР. Автор также анализирует литературное наследие художника: очерки об искусстве живописи, воспоминания о М.Ф. Ларионове, учителе и друге Романовича, и о других мастерах первых десятилетий XX века. Важно отметить, что подобные труды возвращают в актуальное исследовательское поле имена выдающихся отечественных мастеров изобразительного искусства XX века, до настоящего момента незаслуженно обойденных вниманием научного сообщества.

Книга, изданная по результатам исследования, богато иллюстрирована живописью и графикой художника. Многие из представленных в ней произведений публикуются впервые.

Исследование предназначено искусствоведам, профессиональным художникам, архитекторам, дизайнерам, преподавателям и студентам творческих вузов, критикам искусства и широкому кругу читателей, интересующихся вопросами истории отечественного изобразительного искусства.



Рис. 16 Монография: Иньшаков А.Н. Сергей Михайлович Романович. Искусство и жизнь.

2. Живописная Россия: монография. Руководитель проекта – Е.В.Ромашко, народный художник РФ, академик РАХ. М., 2022. 384 с. с илл. ISBN 978-5-6048493-0-9. Тираж: 500 экз.



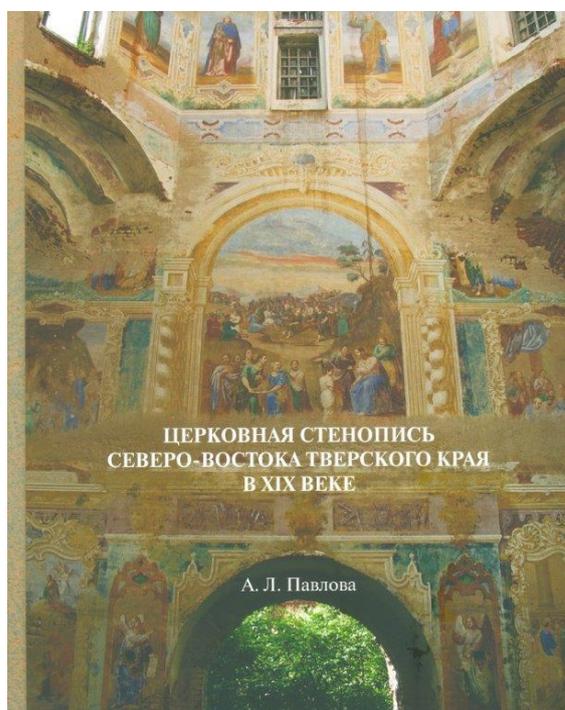
В 2022 научный, образовательный и выставочный проект «Живописная Россия» был посвящен «искусству молодых» – молодому поколению живописцев России. Выставочная часть проекта продемонстрировала актуальность российской станковой живописи в молодежной среде в контексте различных инновационных тенденций современного искусства. Исследовательский раздел был посвящен изучению основных направлений развития станковой живописи в XXI веке, кризисным аспектам, актуальным подходам в рамках классической формы, вопросам художественного образования в контексте поиска художниками своего индивидуального почерка. Особое внимание было уделено анализу уровня художественного мастерства молодого поколения творцов, исследованию разнообразия техник, стилей, сюжетов, что характеризует активное развитие современного молодежного искусства.

Особое внимание уделяется самобытности региональных художественных школ. Сопоставление произведений ярких молодых художников в возрастной группе до 35 лет, представляющих различные художественные школы, дает возможность исследовать актуальные тенденции в этом сегменте современного искусства. В результате проведения выставочного проекта и научного исследования на его фундаменте возникает целостная картина, отображающая разнообразие молодежного творчества, культурные ценности и неповторимость искусства России.

Исследование предназначено искусствоведам, профессиональным художникам, дизайнерам, преподавателям и студентам творческих вузов, критикам искусства и

широкому кругу читателей, интересующихся вопросами современного изобразительного искусства.

3. Павлова А.Л. Церковная стенопись северо-востока Тверского края в XIX веке. / А.Л. Павлова. - Москва: КУРС, 2022. - 440 с. - (илл.). ISBN 978-5-907535-04-6.



Тираж 500 экз.

Исследование посвящено пережившей расцвет в XIX веке церковной монументальной живописи северо-востока Тверской губернии. Исследование содержит результаты систематизации материала, собранного в неоднократных экспедициях в 2003-2007 гг. В ходе работы были выявлены около тридцати храмов, расписанных в одном стилистическом ключе: их отличает характерная структура размещения росписей на стенах и выбор сюжетов. Оригинальный художественный язык, в основе которого лежат принципы классицизма и своеобразно трактованные приёмы барокко и эклектики, нашёл яркое воплощение в монументальном искусстве. В исследовании рассматриваются программы росписей, основанные на различных иконографических образцах, найденных в процессе подготовки издания. Тверская

стенопись, восприняв столичные и региональные направления, не утратила самобытность и продемонстрировала жизнеспособность религиозного идеала в Новое время.

Исследование предназначено искусствоведам, профессиональным художникам, архитекторам преподавателям и студентам творческих вузов, критикам искусства и широкому кругу читателей, интересующихся вопросами истории отечественного изобразительного искусства.

ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ И ХУДОЖЕСТВЕННАЯ КРИТИКА

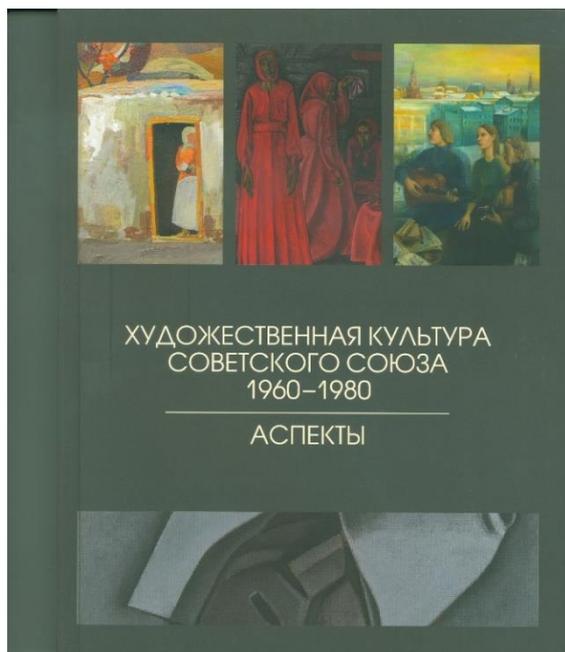
1. Советское искусство на переломе: от 1960-х к 1980-м. К 60-летию выставки «30 лет МОСХ» в московском «Манеже»// Коллект. монография по мат-лам научной конференции. 2-3 июня 2022 г. РАХ, Москва/ Науч. рук. Д.О. Швидковский, науч.ред. Е.О. Романова. – Москва: Российская академия художеств, 2022. – 324 с.; илл. ISBN 978–5–6048493–4–7. Электронная версия.

В исследовании, представленном в форме коллективной монографии «Советское искусство на переломе: от 1960-х к 1980-м. К 60-летию выставки «30 лет МОСХ» в московском «Манеже» ученые обращаются к событиям 1962 года, когда на выставке в «Манеже» были представлены работы за 30 лет существования организации. Это означало экспонирование, помимо работ периода «оттепели», художественных произведений 1920-х – 1930-х годов после длительного перерыва. Выставка, вызвавшая бурную положительную реакцию среди художников и представителей творческой интеллигенции и столь же бурную, но отрицательную, среди руководства страны, в первую очередь у Н.С. Хрущева, явилась точкой отсчета, определив вектор развития искусства в СССР на следующие три десятилетия. Ученые из разных городов России исследуют не имеющий аналогов период развития отечественного искусства 1960-х – 1980-х годов, как в официальном, так и в неофициальном русле. Многие исследователи обращаются к личным дневникам художников и искусствоведов обозначенного периода, которые

публикуются впервые и служат важнейшим документальным свидетельством о художественном процессе позднесоветской эпохи.

Исследование предназначено искусствоведам, профессиональным архитекторам, художникам, дизайнерам, преподавателям и студентам творческих вузов, критикам искусства и широкому кругу читателей, интересующихся вопросами истории отечественного изобразительного искусства.

2. Художественная культура Советского Союза 1960-1980. Аспекты: коллективная монография / сост. и отв. ред. О.А. Юшкова, АД. Якимович. - Москва: Энциклопедия, 2022. - 408 с.



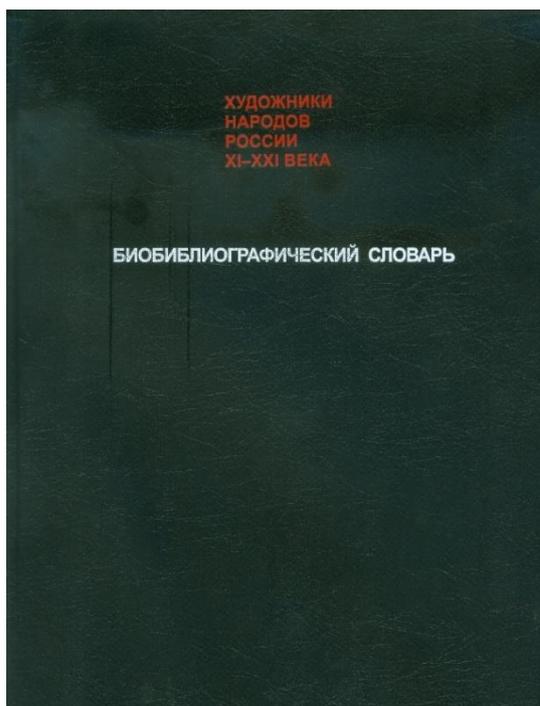
Исследование, изданное в форме коллективной монографии «Художественная культура Советского Союза 1960 - 1980. Аспекты» посвящено одному из самых интересных и плодотворных периодов советского искусства - от оттепели до перестройки и представляет собой попытку сделать новый шаг в теоретическом осмыслении художественной культуры огромной страны. Материал искусства многих республик и художественных центров бывшего СССР, вопросы состояния, устремлений и векторов развития национальных культур в рамках общесоветской культуры должны быть наконец рассмотрены после долгих лет опасений и уклончивых ответов на острые до сих пор вопросы. Принципиально важная задача этой монографии состоит в разностороннем и многогранном подходе к материалу разных

видов искусства и разных направлений - от официально признанных до радикально альтернативных и оппозиционных по отношению к режиму. В коллективную монографию включены важные документальные материалы; это записи выступлений самих художников, их размышления и воспоминания о вчерашнем, но еще актуальном сегодня состоянии искусства.

Исследование предназначено искусствоведам, профессиональным художникам, архитекторам, дизайнерам, преподавателям и студентам творческих вузов, критикам искусства и широкому кругу читателей, интересующихся вопросами истории отечественного изобразительного искусства.

3. Художники народов России XI — XXI веков. Библиографический словарь. Том X (Хабаргин - Хшановский). Хромов О.Р. - ответственный редактор.- Москва: Энциклопедия, 2022. - 408 с. ISBN 978-5-94802-280-2. Тираж 500 экз.

Новый том словаря «Художники народов России XI-XXI веков» продолжает публикацию сведений о мастерах отечественного изобразительного искусства на основе принципов и концепции, утверждённых на Учёном совете НИИ теории и истории изобразительных искусств Российской академии художеств. При создании нового словаря авторы старались по возможности максимально сблизить его с предыдущим изданием - «Художники народов СССР». Поэтому словарь «Художники народов России XI-XXI веков» можно считать его продолжением.



Если в первых томах словаря «Художники народов СССР», издававшегося с 1970 г., основу составляла картотека О.Э. Вольценбурга, которая в свою очередь была в значительной степени сформирована на материалах Н.П. Собко, то для статей как предыдущего (том «Ф»), так и настоящего томов словаря «Художники народов России XI-XXI веков» базой послужили материалы биобиблиографической картотеки отдела Словаря художников России НИИ Российской академии художеств, которая систематически ведётся на протяжении более 60 лет. Эта картотека представляет собой уникальную информационную базу данных о художниках народов России с древнейших времен до наших дней, от А до Я. В состав картотеки включены материалы всех осуществленных и неосуществленных словарных изданий, она значительно дополняет и превосходит их по

информационному потенциалу.

Статьи расположены в алфавитном порядке фамилий художников.

Исследование предназначено искусствоведам, профессиональным художникам, преподавателям и студентам творческих вузов, критикам искусства и широкому кругу читателей, интересующихся вопросами истории изобразительного искусства.

4. Теория «Москва - Третий Рим» в словесных и визуальных образах. Легенды и реальность: коллективная монография / под ред. А.В. Рындиной - Москва: КУРС, 2022. - 256 с: 32 л. цв. илл. Тираж 500 экз.

Печатается по решению Президиума Российской академии художеств и Ученого совета НИИ теории и истории изобразительных искусств Российской академии художеств.

Рецензенты: С.С. Ванеян, доктор искусствоведения; В.В. Седов, доктор искусствоведения; А.К. Флорковская, доктор искусствоведения.

Авторы: А.Л. Баталов, М.В. Бибииков, А.В. Гамлицкий, А.В. Кореневский, архимандрит Макарий (Веретенников), З.Е. Оборнева, Т.А. Островская, А.В. Рындина, Т.Е. Самойлова, И.Н. Слюнькова, М.Н. Соколов, Б.Л. Фонкич, Д.О. Швидковский, С.Л. Яворская. Редакционная коллегия: А.В. Рындина (ответственный редактор), А.Л. Баталов, А.В. Кореневский, Т.Ю. Малахова (секретарь), Н.В. Толстая.

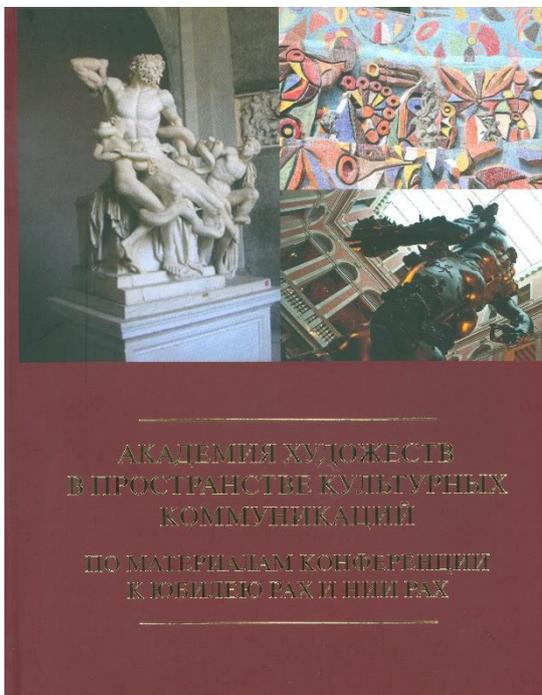
Коллективная монография подготовлена отделом древнерусского и церковного искусства Научно-исследовательского института теории и истории изобразительных искусств Российской академии художеств по материалам Международной научной конференции «Истолкование концепции "Москва - Третий Рим" на Востоке и на Западе. От идеи к визуальным образам», проходившей в Российской академии художеств и Музеях Московского Кремля и посвященной памяти директора НИИ РАХ А.В. Толстого.

Идея Филофея «Два убо Рима падоша, а третш стоит, а четвертому не быти», в символическоемкой формуле утверждающая ответственность православного царя перед Богом в деле защиты Веры и церкви Христовой, и по сей день остается для ученых серьезной темой для исследований сакрального пространства Святой Руси, идеи Родины в ее исторической судьбе и духовных ориентирах в общественном сознании царственной России конца XV-XIX в.

Коллективная монография адресована историкам, архитекторам, культурологам, искусствоведам, специалистам в области образования и культуры, студентам

НОВЕЙШИЕ ХУДОЖЕСТВЕННЫЕ ТЕЧЕНИЯ

1. Коллективная монография. Академия художеств в пространстве культурных коммуникаций. По материалам конференции к юбилею РАХ и НИИ РАХ / Ответ, ред. и составитель И.Н. Слюнькова - Москва: КУРС, 2022. - 256 с. ISBN 978-5-907353-



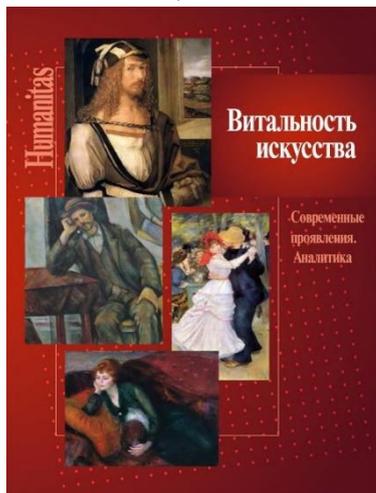
05-3. Тираж 500 экз.

Обращаясь к теме роли Российской академии художеств в развитии общества и культуры, на первое место, так или иначе, выступают вопросы эволюции художественной мысли и направления поисков мастеров, пути взаимодействия искусствоведческой науки и творчества художников. Важнейшим направлением представляется ракурс исследования Академии как явления культуры - принципы целеполагания и организации деятельности Академии в условиях перемены времен, успехи и достижения академических художников в историческом прошлом и современном мире. Поднимаются проблемы перехода от классического к постклассическому искусству в условиях постиндустриального общества, диспозиции понятий «академия» и «академическое» в современных художественных практиках, в частности в работах художников-постмодернистов. По традиции значительное место в книге занимают уроки истории Российской академии художеств как одной из старейших институций страны.

Выделяются три основных направления исследовательских задач: Академия в пространстве культурных коммуникаций XXI века; Академия и наука; мастера Академии художеств и эволюция русского искусства.

Исследование предназначено искусствоведам, профессиональным художникам, архитекторам, дизайнерам, преподавателям и студентам творческих вузов, критикам искусства и широкому кругу читателей, интересующихся вопросами современного искусства, теории и истории изобразительного искусства.

2. Витальность искусства. Современные проявления. Аналитика / отв. ред. О.А. Кривцун. - М.; СПб.: Центр гуманитарных инициатив, 2022. - 256 с. (Серия «Humanitas»). ISBN 978-5-98712-296-9. Тираж 500 экз.



В исследовании разрабатывается новая для философии искусства и искусствоведения концепция «витальности искусства». Подобный взгляд чрезвычайно важен: ведь для оценки высоты современных произведений искусства не всегда может использоваться классическое понятие *катарсиса*. Произведения, демонстрирующие экзистенциальный тупик, процессы «расчеловечивания», «крик и вопль задушенной плоти», предельно ранят человека. Гипотеза авторов книги состоит в том, что сегодня более точной оценкой произведения выступает понятие витальности искусства, которое по своему объему превышает понятие катарсиса.

Всесторонний анализ понятия витальности искусства, новое всматривание в стимулы современного творчества, предпринятые авторами коллективной монографии, помогут ответить на вопрос: почему для человека сегодня жизненно важно и такое искусство, демонстрирующее обреченность, сдавленность, тлен. То есть искусство, которое критики часто пытаются спешно зачислить в разряд «антигуманного». На материале изобразительного искусства, музыки, литературы, кино XX-XXI веков.

Исследование предназначено искусствоведам, профессиональным художникам, архитекторам, дизайнерам, преподавателям и студентам творческих вузов, критикам искусства и широкому кругу читателей, интересующихся вопросами современного искусства, теорией искусства.

СКУЛЬПТУРА

Традиции академической школы в искусстве скульптуры XX – начала XXI вв. // Коллективная монография по материалам Научно-практической конференции «Традиции академической школы в искусстве скульптуры XX – XXI вв.». РАХ, Москва.27.09.2020 / Научн. рук. – Т.А.Кочемасова. – М., РАХ, 2022. - с.; ил. (электронное издание). УДК Т28

Коллективная монография «Традиции академической школы в искусстве скульптуры XX – начала XXI вв.» является актуальным исследованием современной скульптуры России. Многие новые имена вводятся в научный оборот. Искусство изучаемого времени всегда привлекало к себе пристальное внимание исследователей и порождало самые противоречивые мнения. В научных статьях монографии затрагиваются вопросы развития отечественной академической школы, характеризуются самые разные аспекты развития современной скульптуры, раскрывается многообразие новаторских движений и направлений в искусстве ваяния.

На протяжении всей истории Академии многие выдающиеся мастера, имеющие большой опыт в создании памятников, монументальных композиций и произведений станковой скульптуры, преподавали в ведущих академических вузах страны. Настоящее исследование освещает огромную художественную практику наставников, богатейшие традиции отечественного искусства, которые давали возможность молодым обрести ту основу, с которой начинается творчество нового поколения скульпторов. На примере молодого поколения творцов – выпускников академических вузов исследуется влияние традиции отечественной академической школы, которое активно раскрывается в произведениях выпускников, как собственный потенциал, сформированный на фундаменте школы.

Внимание ученых также сосредоточено на процессах активного обновления художественного языка и средств выразительности, возросшей роли индивидуальности, широком разнообразии пластических форм, новых тенденций и направлений.

Исследование предназначено искусствоведам, профессиональным художникам, архитекторам, дизайнерам, преподавателям и студентам творческих вузов, критикам искусства и широкому кругу читателей, интересующихся вопросами современного искусства, отечественного изобразительного искусства.

ТЕАТРАЛЬНО-И КИНОДЕКОРАЦИОННОЕ ИСКУССТВО

«Экспоарт Бориса Мессерера». (Рукопись монографического исследования находится в печати). 2022-2023. Научный руководитель и автор-составитель – академик-секретарь отделения театрально- и кинодекорационного искусства Б.А.Мессерер.



Исследование отделения театрально- и кинодекорационного искусства Российской академии художеств анализирует практический опыт мастеров сценографии, применение сценографического подхода при художественном решении экспозиционного пространства разного назначения, изучается практика трансформации сценографических решений других творческих проектах. В 2022 году данная проблематика рассмотрена на примере творчества крупнейшего

отечественного художника, академика-секретаря отделения театрального и кинодекорационного искусства Российской академии художеств, народного художника России Бориса Асафовича Мессерера, известного как сценограф, график, живописец. Объектом исследования становится экспозиция как искусство, как отдельный и самостоятельный жанр пластического и проектного творчества, которому было отдано много времени и сил, вдохновения и высочайшей художественной культуры.

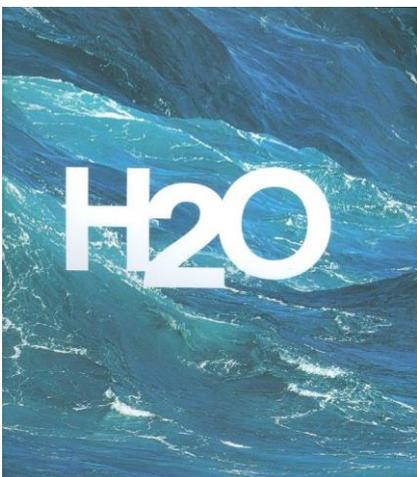
Исследование впервые рассматривает экспозицию как сложный жанр, включающий и синтезирующий архитектуру и пространство, цвет и свет, близкую и любимую для мастера сценографию и инсталляцию, искусство и дизайн в создании уникальной выразительной среды для представления произведений искусства. Результаты данного исследования могут быть широко использованы как в образовательном процессе, так и в практике организации экспозиционного пространства разного назначения.

Исследование предназначено искусствоведам, профессиональным художникам, архитекторам, дизайнерам, преподавателям и студентам творческих вузов, критикам искусства и широкому кругу читателей, интересующихся вопросами современного искусства и дизайна.

ФОТОИСКУССТВО И МУЛЬТИМЕДИЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Экспериментальная творческая мастерская Поволжского отделения Российской академии художеств и Творческого Союза художников России / секция арт-фото. Альбом H₂O. - М., 2022, 232 с., ил. ISBN 978-5-907612-23-5. Тираж 300 экз.

Экспериментальная творческая мастерская Поволжского отделения РАХ и отделение фотографии и мультимедийных технологий РАХ продолжает ряд научных и выставочных проектов, объединяющих искусствоведов и мастеров отечественной фотографии разных поколений. Одной из тем для творческого и научного исследования в 2022 году становится водная стихия. Вода - источник жизни, текущая и вечно меняющаяся, творчески вдохновляла художников и скульпторов на протяжении многих тысячелетий, но и сегодня тема воды продолжает наполнять изобразительное искусство бесконечными волнующими человека образами.



Исследование посвящено анализу рефлексии фотохудожников на меняющийся мир, остро стоящие перед человечеством проблемы экологии, задача сбережения природных водных ресурсов. Ученые анализируют возможности художественной фотографии не

только в контексте обогащения образа воды в изобразительном искусстве, но и

неограниченный потенциал отражения средствами фотографии всего многообразия современных цивилизационных вызовов.

В целом исследование сосредоточено на анализе творчества современных мастеров фотографии, которые своими работами расширяют возможности этого вида искусства и наше представление о роли и значении воды в новом XXI тысячелетии, наполнив изобразительное искусство оригинальными и во многом неповторимыми образами, демонстрируя глубину художественного видения и мастерство владения фотографической техникой.

Исследование предназначено искусствоведам, профессиональным художникам, фотографам, дизайнерам, преподавателям и студентам творческих вузов, критикам искусства и широкому кругу читателей, интересующихся вопросами современного искусства, современной фотографии.

Важнейшие научные достижения, полученные в вузовском секторе науки

Российской академией наук, в соответствии с Федеральным законом «О Российской академии наук...», были запрошены у 55-ти ведущих вузов страны сведения о выполненных в 2022 г. фундаментальных исследованиях.

Свои результаты исследований представили 43 ВУЗа. Всего ВУЗаами было представлено **271** научных достижений. Как показал анализ, проведенный в отделениях РАН по областям и направлениям науки, значительное число научных результатов вузов соответствует мировому уровню. Ниже приводится некоторая часть из них.

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

1. Синтез катализаторов для фоторедокс процессов (Рис. 17)

Синтезировано девять комплексов Ru(II), содержащих в качестве лигандов 2,2'-бипиридил и моно- и дифосфонатзамещенные 1,10-фенантролины. Определен квантовый выход синглетного кислорода для каждого из комплексов, измерены RedOx-потенциалы. Комплексы были исследованы в качестве фотокатализаторов в реакциях окисления тиофенолов и дибутилсульфида. Показано, что при проведении реакции в водно-ацетонитрильной среде (1:10) при облучении синим светом все реакции проходят практически с количественным выходом с образованием соответствующих сульфоксидов. Установлено, что комплекс с 4,7-ди(фосфонат)замещенным 1,10-фенантролином (Ru-4,7P2) действует по механизму электронного переноса, характерного для окисления арилзамещенных сульфидов. Комплекс с 4,7-дизамещенным фенантролином, содержащим пара-фениленовые спейсеры между гетероароматическим фрагментом и фосфонатными группами (Ru-4,7(PPh)₂), работает по механизму переноса энергии через образование синглетного кислорода, что делает его наиболее активным в реакции окисления диалкилсульфидов. Таким образом, удалось осуществить подстройку структуры катализатора под природу субстрата, что позволило осуществить процессы окисления с высокой эффективностью. Загрузка катализатора в данных процессах составляет 0.005-0.05 мол%, что в лучших случаях соответствует значению TON 1000000, и это значение превосходит все ранее описанные для комплексов рутения.

Организации: МГУ совместно с ИОХ РАН и ENS Lyon (France)

Авторы: академик РАН И.П. Белецкая, Dr. Alla Bessmertnykh-Lemeune, к.х.н. А.С. Абель, асп. Г.В. Морозков, к.х.н. А.В. Чепраков, д.х.н. А.Д. Аверин, к.х.н. А.Ю. Митрофанов

Публикация:

Dalton Trans., 2022, 51, 13612–13630 (<http://dx.doi.org/10.1039/D2DT01364A>),

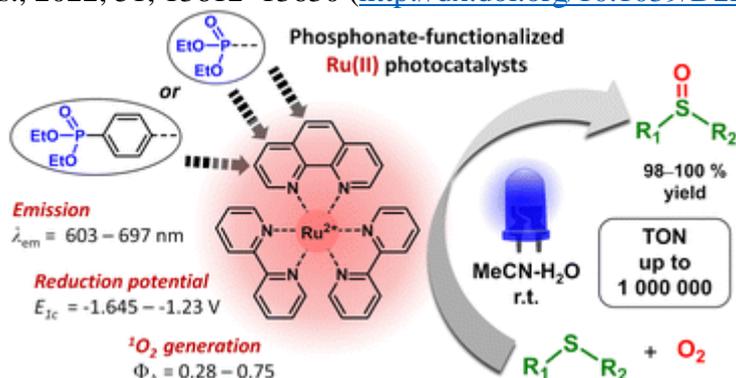


Рис. 17. Синтез катализаторов для фоторедокс процессов

2,5-м телескоп Кавказской горной обсерватории ГАИШ МГУ¹

В конце декабря 2021 года прошла приемка и ввод в эксплуатацию 2,5-м оптического и ИК телескопа Кавказской горной обсерватории. С января по июнь 2022 года на нем проводились наблюдения по научным программам МГУ имени М.В. Ломоносова, а со второй половины года программа дополнилась научными программами, отобранными в рамках конкурса НКРТ (20% времени телескопа выделяется для заявок, поданных по общероссийскому конкурсу). Новый телескоп (Рис. 18) – третий по размеру главного зеркала в РФ и единственный крупный телескоп, созданный в нашей стране за последние 30 лет (Shatsky et al 2020).

2,5-м телескоп оснащен широким спектром новой приемной аппаратуры: ПЗС-фотометром NBI, ИК камерой-спектрографом ASTRONIRCAM для диапазонов УИК (Nadjip et al 2017), спекл-поляриметром (Safonov et al 2017), который в 2022 году был существенно модернизирован, двухканальным оптическим спектрографом низкого разрешения TDS (Potanin et al 2020). В процессе разработки два новых прибора: оптический спектрограф высокого разрешения и фотометр на ИК-полосы L и M.

С 2015 года на телескопе велись научные наблюдения в тестовом режиме и был получен ряд важных результатов. Опубликовано свыше 100 статей в рецензируемых журналах. Ведется большая программа по исследованию молодых звезд с помощью фотометрии и спекл-поляриметрии. По результатам долговременной фотометрии и спектроскопии уникального галактического микроквара SS433 открыто удлинение орбитального периода и наличие эксцентриситета орбиты Cherepashchuk et al 2021), открыт ультрамассивный быстровращающийся белый карлик WD 1832+089 (Pshirkov et al 2020). С 2019 года продолжают наблюдения в рамках наземной поддержки космической обсерватории Спектр-Рентген-Гамма (Dodin et al 2021, Sazonov et al 2021) и космического телескопа TESS по поиску экзопланет у ближайших звезд.

Публикации:

1. Shatsky, N. et al, The Caucasian Mountain Observatory of the Sternberg Astronomical Institute: First Six Years of Operation, Ground-Based Astronomy in Russia. 21st Century, Proceedings of the All-Russian Conference held 21-25 September, p. 127-132, 2020
2. Интернет-страница КГО ГАИШ МГУ: <https://obs.sai.msu.ru/>
3. Nadjip, A.E. et al, ASTRONIRCAM—the infrared camera-spectrograph for the 2.5-m telescope of SAI Caucasian observatory, Astrophysical Bulletin, Volume 72, Issue 3, pp.349-362, 2017
4. Safonov, B. S. et al, The speckle polarimeter of the 2.5-m telescope: Design and calibration, Astronomy Letters, Volume 43, Issue 5, pp.344-364, 2017
5. Potanin, S. A., Transient Double-Beam Spectrograph for the 2.5-m Telescope of the Caucasus Mountain Observatory of SAI MSU, Astronomy Letters, Volume 46, Issue 12, p.836-854, 2020
6. Cherepashchuk, A. M. et al., Discovery of orbital eccentricity and evidence for orbital period increase of SS433, MNRAS Letters, Volume 507, Issue 1, pp.L19-L23, 2021

¹ ГАИШ МГУ - Государственный астрономический институт имени П.К. Штернберга Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова



Рис. 18. Новый оптический телескоп Кавказской горной обсерватории

Санкт-Петербургский государственный университет

1. Описание полных интерполяционных последовательностей в пространствах, инвариантных относительно сдвига

Частотно-временной анализ – раздел теории обработки сигналов, изучающий сигнал одновременно как во временной, так и в частотной областях, используя различные частотно-временные представления. Вместо того чтобы рассматривать одномерный сигнал (вещественная или комплексная функция, областью определения которой служит вещественная прямая) и некоторое его преобразование (другая функция вещественной переменной), частотно-временной анализ изучает двумерный сигнал – функцию, полученную из сигнала посредством частотно-временного преобразования, областью определения которой является двумерная плоскость. Такой подход имеет значительные преимущества, так как функция и ее преобразование тесно взаимосвязаны, и их свойства могут быть определены точнее, когда они изучаются как единый объект. Частотно-временной анализ имеет огромное прикладное значение, особенно при анализе сигналов, имеющих достаточно небольшую продолжительность.

Ключевую роль в частотно-временном анализе играют оконное преобразование Фурье и связанные с ним системы Габора частотно-временных сдвигов оконной функции, то есть функции вида. Для практических приложений важную роль играет возможность точного восстановления сигнала по дискретизации данных, что математически означает, что соответствующая дискретная система Габора является фреймом. Одним из важнейших примеров оконной функции с хорошей локализацией является функция Гаусса. Хорошо известно, что свойство системы Габора быть фреймом эквивалентно свойству сэмплинга в соответствующем инвариантном относительно сдвига пространстве – то есть в подпространстве, порожденном целочисленными сдвигами фиксированной оконной функции.

В 2018 году Грэхениг, Ромеро и Стоклер опубликовали в престижном журнале *Inventiones Mathematicae* статью, в которой были найдено описание последовательностей сэмплинга для инвариантного относительно сдвига пространства, порожденного функцией Гаусса и некоторыми другими ядрами. В 2022 году А.Д. Барановым, Ю.С. Беловым и К. Грэхенигом получено описание последовательностей точного сэмплинга (называемых также полными интерполяционными последовательностями) для пространства, порожденного сдвигом функции Гаусса. Это первый пример полного описания полных интерполяционных последовательностей для этого класса пространств. Найденный критерий имеет простую геометрическую форму и выражается в терминах средних отклонений от целочисленной решетки. Показано также, что любая последовательность сэмплинга плотности больше критической содержит полную интерполяционную последовательность, а любая интерполяционная последовательность

может быть дополнена до полной интерполяционной, что позволяет доказать новым способом результаты Грехенига, Ромеро и Стоклера об описании последовательностей сэмпинга и интерполяции в терминах верхних и нижних плотностей.

Авторы СПбГУ: проф. А. Д. Баранов, проф. Ю. С. Белов.

Публикация:

Anton Baranov, Yurii Belov, Karlheinz Gröchenig, Complete interpolating sequences for the Gaussian shift-invariant space, Applied and Computational Harmonic Analysis, Vol. 61 (2022), pp. 191-201. <https://doi.org/10.1016/j.acha.2022.07.001>

2. Описание нового вида саламандр из средней юры Шотландии

Исследователи в области зоологии позвоночных описали новый вид саламандр из средней юры Шотландии, что меняет представление о ранних этапах эволюции хвостатых амфибий (Caudata).

Из среднеюрских отложений Шотландии описан один из древнейших сохранившихся скелетов саламандр. Применение компьютерной томографии и последующая трёхмерная визуализация позволили выявить уникальные детали строения и описать новый вид примитивных (стволовых) саламандр - *Marmorerpeton wakei*. Включение вида *Marmorerpeton wakei* в филогенетический анализ изменило представление о родственных связях всех саламандр и о ранних этапах их эволюции (Рис. 19). Было выявлено, что часть хвостатых амфибий, которые считались кроновыми, то есть древнейшими представителями современных саламандр, на самом деле являются более примитивными и относятся к стволовой группе.

Подробнее можно узнать по ссылке <https://spbu.ru/news-events/novosti/paleontologi-spbgu-i-velikobritanii-otkryli-samuyu-drevniyu-polnyu-skelet>

Авторы СПбГУ: проф. П. П. Скучас.

Исследование выполнено за счет гранта РФФИ (проект № 19-04-00060).

Публикация:

Jones M.E.H., Benson R.B.J., Skutschas P., Hill L., Panciroli E., Schmitt A., Walsh S., Evans S.E. Middle Jurassic fossils document an early stage in salamander evolution. Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS), 2022, 119 (30) e2114100119. <https://doi.org/10.1073/pnas.2114100119>

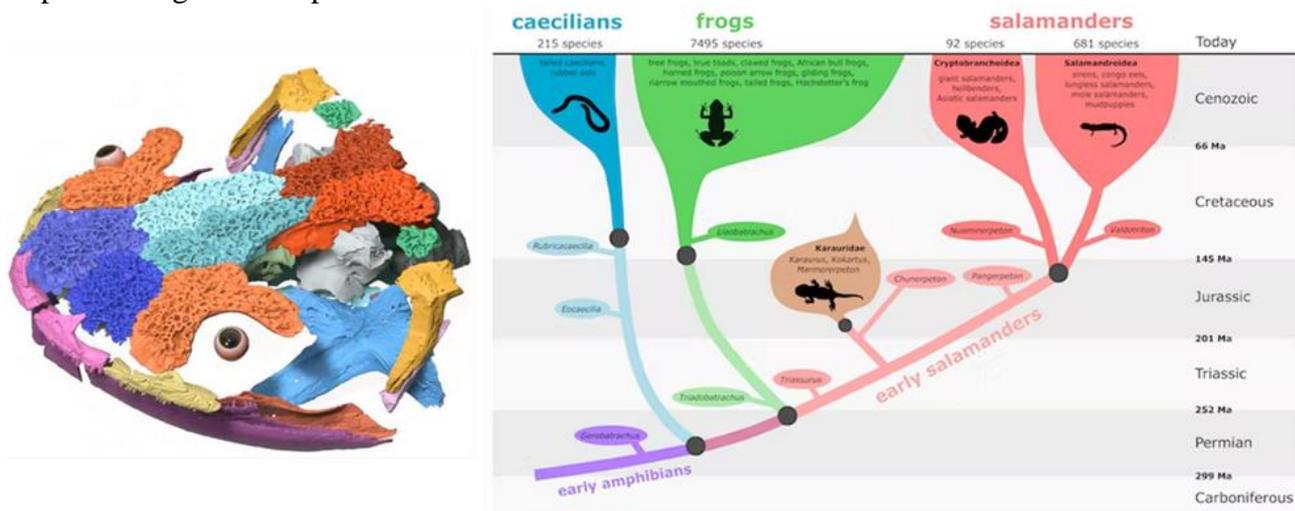


Рис. 19. Добавление новой стволовой саламандры *Marmorerpeton wakei* в филогенетический анализ изменило наши представления о родственных связях примитивных хвостатых амфибий

3. Управление орбитальным движением космического аппарата с солнечным парусом в окрестности коллинеарной точки либрации за счет изменения отражательной способности

Исследованы проблемы использования инвариантных многообразий в окрестности

коллинеарной точки либрации для задач удержания космического аппарата в окрестности точки либрации и задач маневрирования космического аппарата при использовании окрестностей точек либрации.

Предложены новые методы построения законов стабилизирующего управления орбитальным движением в окрестности коллинеарной точки либрации в виде синтеза законов управления для удержания космического аппарата с солнечным парусом в окрестности точки либрации, где управляющим параметром является отражательная способность. Законы управления строятся на основании новой предложенной концепции – при помощи специальной функции фазовых переменных, являющейся аналитическим представлением некоторого инвариантного многообразия в окрестности точки либрации, заполненного ограниченными траекториями.

Построенные законы управления в окрестности точки либрации имеют вид обратной связи, который обеспечивает автономность процесса управления. Показано также, что учет нелинейности уравнений движения при построении законов управления ведет к изменению качества отработки законов управления, что может приводить к уменьшению энергетических затрат на стабилизирующее управление. Именно малость управляющего воздействия в данном случае позволяет рассматривать задачу управления космического аппарата с солнечным парусом.

Разработанные методы могут быть использованы в теоретических исследованиях управляемого поступательно-вращательного движения космических аппаратов, а также и в прикладных исследованиях, связанных с освоением космического пространства, противодействия кометно-астероидной опасности, например, для задач разработки систем мониторинга межпланетного космического пространства.

Авторы СПбГУ: доц. Д.В. Шиманчук, проф. А.С. Шмыров, доц. В. А. Шмыров.

Публикации:

1. Шиманчук Д.В., Шмыров А.С., Шмыров В. А. Стабилизация орбитального движения солнечного паруса в окрестности коллинеарной точки либрации за счет изменения отражательной способности // Письма в *Астрономический журнал*. 2022. Т. 48, № 8, С. 592-600. <https://doi.org/10.31857/S032001082208006X>

2. Shymanchuk D., Shmyrov A., Shmyrov V. Attitude Controlled Motion in a Neighborhood of the Collinear Libration Point L1 // *Stability and Control Processes*. Springer Nature, 2022. pp. 493-500 (Lecture Notes in Control and Information Sciences - Proceedings).

3. Shymanchuk D., Shmyrov A., Shmyrov V. Construction of Connecting Trajectories in the Circular Restricted Three-Body Problem // *Stability and Control Processes*. Springer Nature, 2022. pp. 501-506 (Lecture Notes in Control and Information Sciences - Proceedings). https://doi.org/10.1007/978-3-030-87966-2_55

4. Новая модель пластического деформирования материалов

Исследовались эффекты нестабильного поведения диаграмм необратимого деформирования материалов. Разработан новый подход, позволяющий с единых позиций трактовать и предсказывать неустойчивость характеристик динамической прочности и пластичности. Проведены конкретные расчеты этих характеристик для классических и нано- структурированных конструкционных материалов показаны их отличия.

Авторы СПбГУ: доц. Ю.В. Петров, м.н.с. Чж. Шисян, доц. Г.А. Волков совместно с Институтом проблем машиноведения РАН.

Публикация:

Shixiang Zhao, Yu.V. Petrov, G.A. Volkov (2022). The modified relaxation plasticity model and the non-monotonic stress–strain diagram. *Int J of Mechanical Sciences*. Volume 240, 107919. <https://doi.org/10.1016/j.ijmecsci.2022.107919> (Рис. 20)

The incremental relaxation plasticity model & The non-monotonic behaviour of dynamic stress-strain diagrams

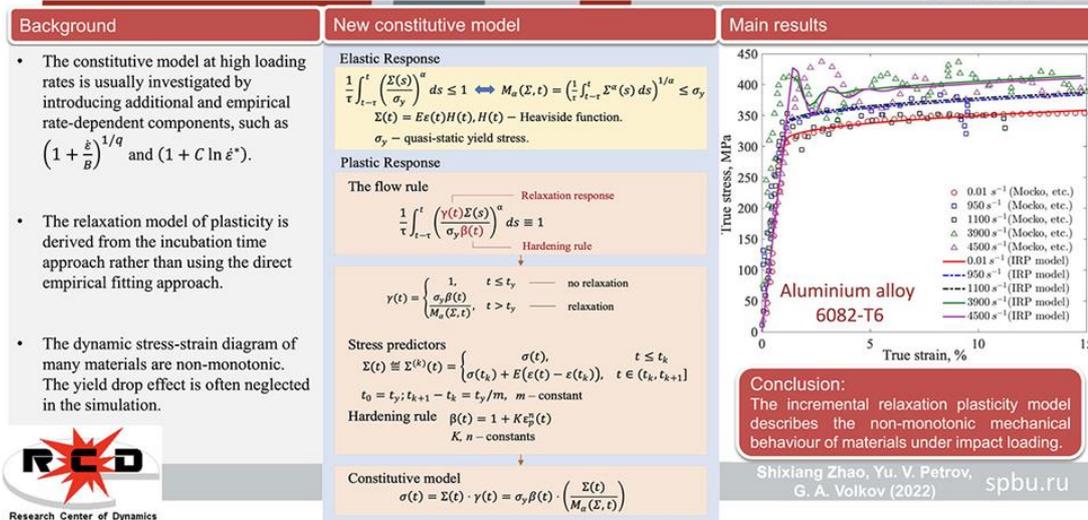


Рис. 20. Фрагмент публикации The modified relaxation plasticity model and the non-monotonic stress-strain diagram

5. Концепт справедливости в современной российской правовой системе

Наиболее значимый результат теоретико-правовых исследований ученых и преподавателей кафедры теории и истории государства и права Санкт-Петербургского государственного университета за 2022 год отражён в монографии «Жива ли справедливость в праве?», подготовленной при поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-011-00528 «Концепт справедливости в современной российской правовой системе».

Сущность результата заключается в реконструкции концепта справедливости в российской правовой системе с опорой на исследование проблемы в различных аспектах – философском, этическом, историко-правовом и др. Как отмечается в монографии, справедливость – «базовая ценность (и принцип) права наряду со свободой (равенством в свободе), достоинством человека», при этом «базовые ценности права не релятивны и не автономны. В своей неразрывности, взаимосвязи, взаимосоотнесенности они образуют единое смысловое поле. Все базовые ценности права выражают требования справедливости, но одновременно все они выражают требования свободы, достоинства человека» (стр. 5).

Новизна исследования определяется его результатами, помещающими отечественную традицию понимания справедливости в праве, переосмысленную на текущем этапе развития, в контекст общей истории идей, а также в применении различных подходов к методологии, включая представление о праве как справедливости в контексте концепции интуитивного права Л.И. Петражицкого.

Значимость исследования выражается в реконструкции развития представлений о справедливости в отечественной юридической мысли и практике. Так, отдельное внимание в монографии уделяется конституционным аспектам справедливости в отечественном праве, в контексте которых исследуется система Основных государственных законов XVII–XX вв. и справедливость, свобода, равенство и справедливость в советской конституционной традиции, концепт справедливости в Конституции Российской Федерации и федеральных конституционных законах.

Результаты исследования могут быть применены в дальнейшей научной и преподавательской работе, в том числе в фундаментальных теоретических и исторических курсах по направлению «Юриспруденция», а также учтены в нормотворческой и правоприменительной деятельности.

Авторы СПбГУ: проф. Д.И. Луковская, проф. А.В. Поляков, проф. Е.В. Тимошина.

Публикация:

Результат опубликован в монографии: Луковская Д.И., Поляков А.В., Тимошина Е.В., Ильин А.В., Карамышев О.М., Васильев М.А., Малышева Н.И., Волкова, С.В., Юдина М. И., Суязов В.В., Куликова М.С., Вафин Д.Р., Кузнецов Н.А. Жива ли справедливость в праве? Коллективная монография под ред. Д.И. Луковской, Н.И. Малышевой, М.И. Юдиной. Сер. Толкование источников права. СПб.: Алетейя, 2022. — 304 с.

6. Прямое спектроскопическое свидетельство магнитного эффекта близости в монослое MoS₂ на поверхности системы графен/Co

Монослой дисульфида молибдена (MoS₂) является полупроводником и представляет большой интерес для оптоэлектроники, спинтроники и смежных областей науки и техники. Если поместить его в сильное магнитное поле, направленное перпендикулярно поверхности, то ширина запрещенной зоны для электронов со спином вверх и вниз будет разной, что позволяет оптически возбуждать электроны с одним спином. Однако использование сильных магнитных полей в электронике весьма затруднительно. Наша работа демонстрирует, что можно заменить сильное магнитное поле присутствием магнитной подложки кобальта, оказывающей похожий магнитный эффект. Это называют магнитным эффектом близости. Однако напрямую синтезировать монослой MoS₂ на кобальте не удастся, поэтому мы использовали кобальт, покрытый монослоем графена.

Работы, выполнявшиеся в СПбГУ, заключались в проведении расчетов зонной структуры валентных состояний MoS₂ в магнитном поле, а также системы MoS₂/графен/кобальт. Расчеты предсказали спиновое расщепление состояний MoS₂ под влиянием кобальта, что можно проверить экспериментально. Проведенные совместно с коллегами из Германии измерения электронной структуры с разрешением по импульсу и спину полностью подтвердили успешный синтез монослоя MoS₂ на графене и выявили предсказанное спиновое расщепление его состояний. Судя по величине расщепления, действие кобальта аналогично действию сильного магнитного поля величиной около 100 Тесла. Результаты показывают, что несмотря на довольно большое расстояние между MoS₂ и кобальтом, магнитный эффект близости заметно влияет на свойства MoS₂, что можно использовать для создания оптоэлектронных устройств для спинтроники (Рис. 21).

Авторы СПбГУ: м.н.с. А.В. Тарасов, асс. К. А. Бокай, проф. Д. Ю. Усачев.

Публикация:

Результаты опубликованы в статье: Vladimir Voroshnin, Artem V. Tarasov, Kirill A. Bokai, Alla Chikina, Boris V. Senkovskiy, Niels Ehlen, Dmitry Yu. Usachov, Alexander Grüneis, Maxim Krivenkov, Jaime Sánchez-Barriga, and Alexander V. Fedorov, "Direct Spectroscopic Evidence of Magnetic Proximity Effect in MoS₂ Monolayer on Graphene/Co". ACS Nano 16, 7448 (2022). <https://doi.org/10.1021/acsnano.1c10391>

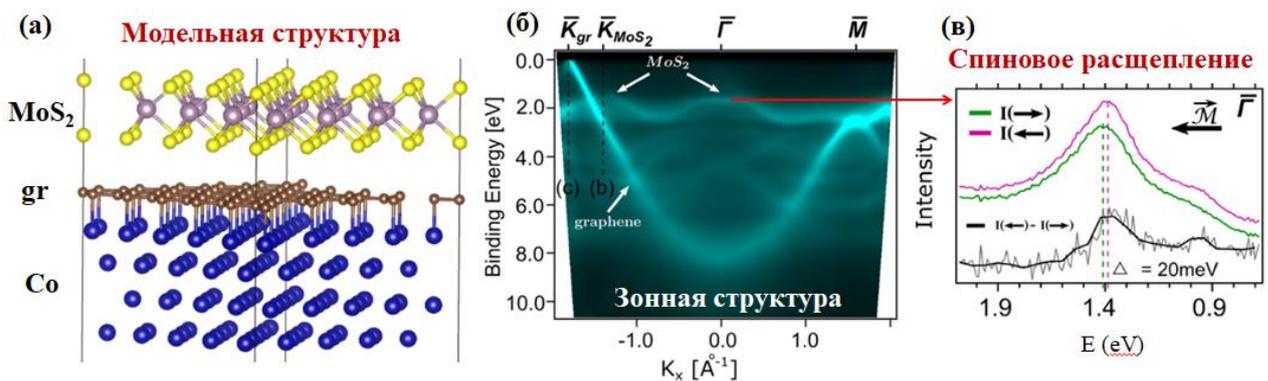


Рис. 21. (а) Модельная структура системы MoS₂/графен/кобальт. (б) Зонная структура, измеренная с помощью фотоэмиссии (в) Спиновое расщепление состояний MoS₂ под влиянием магнетизма кобальта, измеренное с помощью фотоэмиссии со спиновым разрешением.

7. Разработка концепции трех волн монгольской экспансии на Запад

Исследования по проекту РФФ № 21-18-00166: «Отложенный план завоевания мира: монголы и Запад, 1219 - 1260 (Русь, Центральная Европа, Ближний Восток)» посвящены изучению основных этапов монгольской экспансии на Запад в период между 1219 и 1260 годами. На основании широкого круга русских, латинских, греческих, арабских, сирийских, персидских, монгольских и китайских источников (в том числе непереуведенных на современные европейские языки) международный коллектив исследователей проводит комплексное изучение монгольских кампаний на Западе как части общего плана мировой экспансии. Одновременное комплексное исследование мусульманских, европейских и южноазиатских сведений, касающихся монгольской империи, является качественно новым шагом в поисках замысла создания глобальной империи по сравнению с разрозненными работами, ограниченными локальными культурно-языковыми общностями.

В рамках настоящего проекта впервые в российской и мировой науке разработана концепция трех волн монгольской экспансии на Запад, последовательно реализованных в 1219–1223, 1236–1242 и 1250-е годах. Каждая из них охватывала все регионы, рассматриваемые в проекте – Русь, Центральную и Юго-Восточную Европу, а также Ближний Восток и Южную Азию, включая Иран, Кавказ, Малую Азию и северную часть Индостана. Установлено что рейд туменов Джебе и Субедея в Европу, выполнял не только разведывательную миссию, как это обычно описывается в научной литературе. Поход был частью завоевательной стратегии Чингисхана, направленной на полное подчинение кипчаков и завоевание степных территорий не только в Азии, но и в Европе.

Авторы СПбГУ: проф. А.В. Майоров, доц. Ф.Н. Веселов.

Публикации:

Maierov A.V. The First Mongol Invasion of Europe: Goals and Results // Journal of the Royal Asiatic Society. 2022. Vol. 32. No. 2. P. 411-438. <https://doi.org/10.1017/S1356186321000353>

Maierov A.V. The Mongol Conquest of Rus' // Timothy May and Michael Hope (eds.), The Mongol World, London and New York: Routledge, 2022. P. 164-182.

Майоров А.В. Александр Невский, Бату и хан Мунке: нашествие Неврюя и контроль над русскими землями // Древняя Русь. Вопросы медиевистики. 2022. № 6. С. 26-48;

Майоров А.В. Русские земли в фискальной политике хана Мунке // Вестник Санкт-Петербургского университета. История. 2022. Т. 67. Вып. 4 (в печати).

Веселов Ф.Н. Гроза с востока: нашествие Бату в европейской средневековой книжной миниатюре // Восток. Афро-азиатские общества: история и современность. 2022. № 1. С. 217–229.

Веселов Ф.Н. Апокалипсис XIII в.: первое столкновение русских с монголами

Дальневосточный федеральный университет

1. Беспольвой сверхпроводящий диодный эффект в нецентросимметричных мультислоях сверхпроводник/ферромагнетик

Разработана структура «сверхпроводник/ферромагнетик» - диод для сверхпроводящего тока. Впервые показан диодный эффект в мультислоях $[\text{Nb}/\text{V}/\text{Co}/\text{V}/\text{Ta}]_{20}$, который позволяет выпрямлять сверхпроводящий ток без приложения внешнего магнитного поля. Магнитные слои обеспечивают необходимое нарушение симметрии, при этом условия проявления эффекта можно контролировать через структурные параметры, такие как материалы слоев, толщины пленок, порядок укладки слоев и количество повторений. Показано, что полярность диодного эффекта зависит направления намагниченности ферромагнитных слоев (Рис. 22). Предложенные структуры совместимы с методами микрофабрикации и могут быть интегрированы с переходами Джозефсона. Результаты прокладывают путь к созданию перезаписываемых логических схем на сверхпроводящих диодах с использованием энергонезависимости магнитных материалов.

НИР выполнена в рамках мегагранта, реализуемого ДВФУ.

Авторы: Огнев Алексей Вячеславович, Самардак А.С., Оно Таруо

Публикация:

Field-free superconducting diode effect in noncentrosymmetric superconductor/ferromagnet multilayers Narita H., Ishizuka J., Kawarazaki R., Kan D., Shiota Y., Moriyama T., Shimakawa Y., Ognev A.V., Samardak A.S., Yanase Y., Ono T., Nature Nanotechnology 17, pages823–828 (2022).doi - 10.1038/s41565-022-01159-4,Q1, IF=40

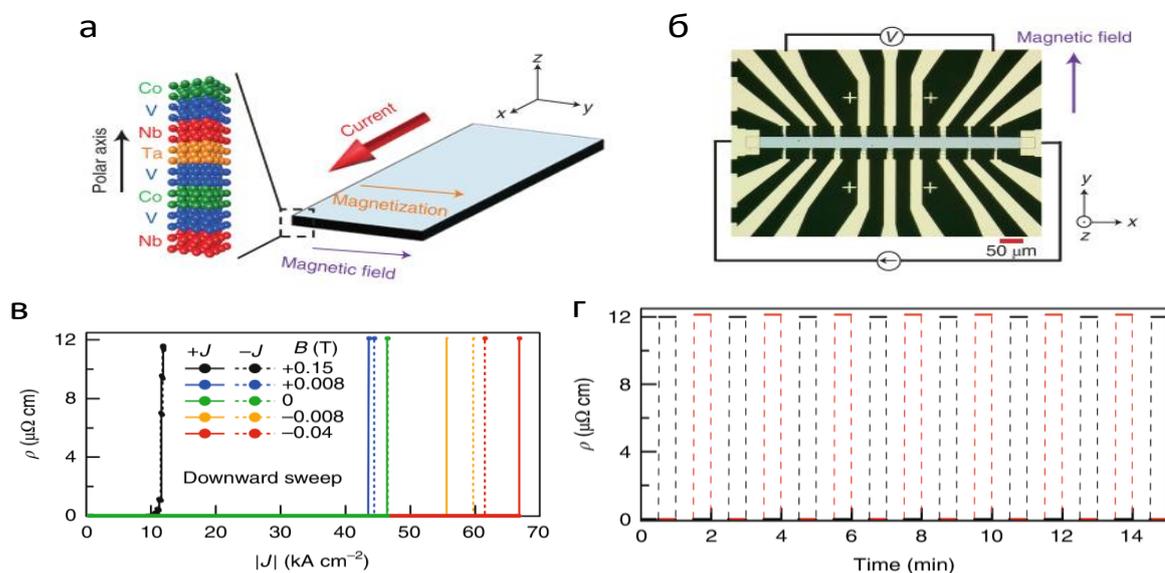


Рис. 22. (а) Схема исследуемой пленки и конфигурация измерения; (б) Микрофотография устройства. К микрополоске $[\text{Nb}/\text{V}/\text{Co}/\text{V}/\text{Ta}]_{20}$ были подведены контакты Au (100 нм)/Ti (5,0 нм); (в) Зависимость удельного сопротивления от плотности тока при различных магнитных полях для положительных и отрицательных токов при 1,9 К; (г) Энергонезависимый сверхпроводящий диодный эффект при 1,9 К. Красные и черные точки представляют результаты для отрицательной намагниченности (-M) и положительной намагниченности (+M) соответственно. Устройство показывает сверхпроводящее состояние или нормальное проводящее состояние в зависимости от полярности тока

2. Технологический способ производства источника ионизирующего излучения открытого типа на основе перовскитоподобной керамики по технологии реакционного искрового плазменного спекания

Авторы: к.х.н. Папынов Е.К., к.х.н. Шичалин О.О. член-корреспондент РАН Тананаев И.Г., академик РАН Сергиенко В.И. и др.

Разработан новый технологический способ получения радиоизотопной продукции в виде источника ионизирующего излучения (ИИИ) открытого типа на основе ^{90}Sr по технологии реакционного искрового плазменного спекания. Изготовлен прототип ИИИ-открытого типа на основе керамической активной зоны структуры перовскита (SrTiO_3), армированной каркасом из титанового сплава Ti-V-Al, произведенного аддитивным производством. Технологические режимы способа являются ресурсосберегающими и безопасными: обеспечивается энергосбережение, исключается образование вторичных радиационно опасных отходов, повышается безопасность технологического процесса. Высокое качество прототипа ИИИ соответствует обусловлено минимальным значением выщелачивания ^{90}Sr , высокой трещиностойкостью и механической прочностью, что полностью соответствует ГОСТ Р 50926-96 для отвержденных высокоактивных отходов. На Рис. 23 показано общая схема получения прототипа изделия ИИИ-открытого типа на основе SrTiO_3 керамической активной зоны, армированной металлическим каркасом Ti-V-Al, с применением технологии искрового плазменного спекания.

Публикации:

1. Папынов Е.К., Shichalin O.O., Belov A.A., Buravlev I.Yu., Portnyagin A.S., Kozlov A.G., Gridasova E.A., Tananaev I.G., Sergienko V.I. Ionizing radiation source-open type fabrication using additive technology and spark plasma sintering. // *Ceramics International*. 2023. V. 49. N 2. P. 3083–3087.

2. Функциональные керамические и композитные материалы практического назначения: синтез, свойства, применение: монография / под науч. ред. акад. РАН В.И. Сергиенко; отв. ред.: Е.К. Папынов, С.Б. Ярусова. – Владивосток: Изд-во ВВГУ, 2022. – 240 с. (ISBN 978-5-9736-0677-0, DOI: <https://doi.org/10.12466/0677-0-2022>).

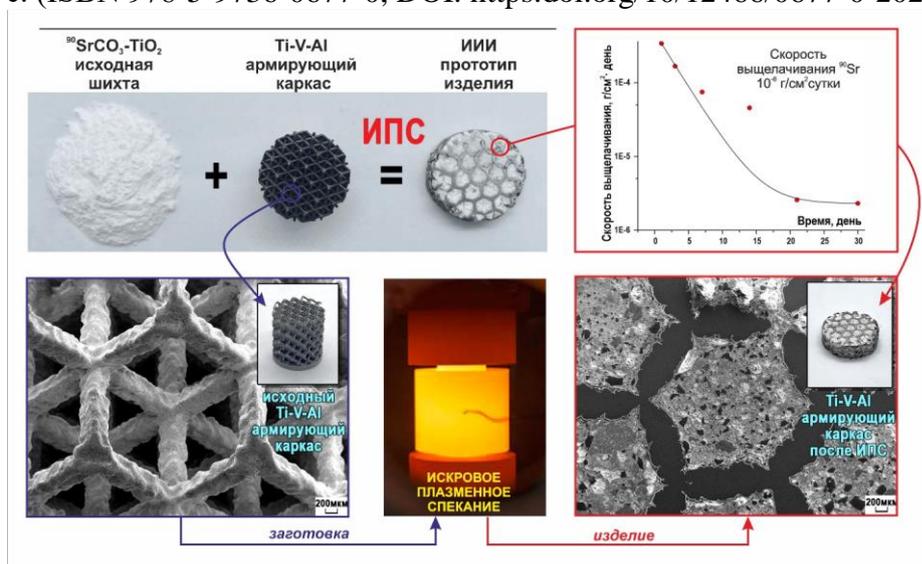


Рис. 23. Общая схема получения прототипа изделия ИИИ-открытого типа на основе SrTiO_3 керамической активной зоны, армированной металлическим каркасом Ti-V-Al, с применением технологии искрового плазменного спекания

3. Перенос стойких органических загрязняющих веществ тихоокеанскими лососями в процессе биотранспорта

Определены концентрации и рассчитан объем хлорорганических пестицидов (ХОП) и полихлорированных бифенилов (ПХБ), перенесенный тихоокеанскими лососями на дальневосточное побережье Российской Федерации в 2008–2018 гг. Поступление пестицидов в нерестилища особо ценных видов рыб в 2008, 2009 и 2010 гг. составило 4, 13

и 7,75 кг соответственно (Рис. 24). В 2011 объемы пестицидов, переносимые мигрирующими видами, увеличились до 19,1 кг с резким снижением до 14,4 кг в 2012 г (Рис. 24). Результаты 2018 г показывают существенное снижение поступления ХОП до 1 кг/год, однако указывают на опасность от ПХБ, чье поступление на нерестилища лососевых достигает отметки в 15,23 кг/год (Рис. 25). Полученные результаты отражают успехи России в борьбе с особо опасными экотоксикантами, вносят свой вклад в исполнение нашей страной обязательств, предусмотренных Стокгольмской конвенцией, и позволяют отследить биологические источники поступления антропогенных соединений для корректной оценки воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду.

Автор: Цыганков В.Ю..

Публикация:

Tsygankov V.Yu., Donets M.M., Gumovskiy A.N., Khristoforova N.K. Temporal trends of persistent organic pollutants biotransport by Pacific salmon in the Northwest Pacific (2008–2018) // Marine Pollution Bulletin. 2022. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2022.114256, Q1, IF=7.001

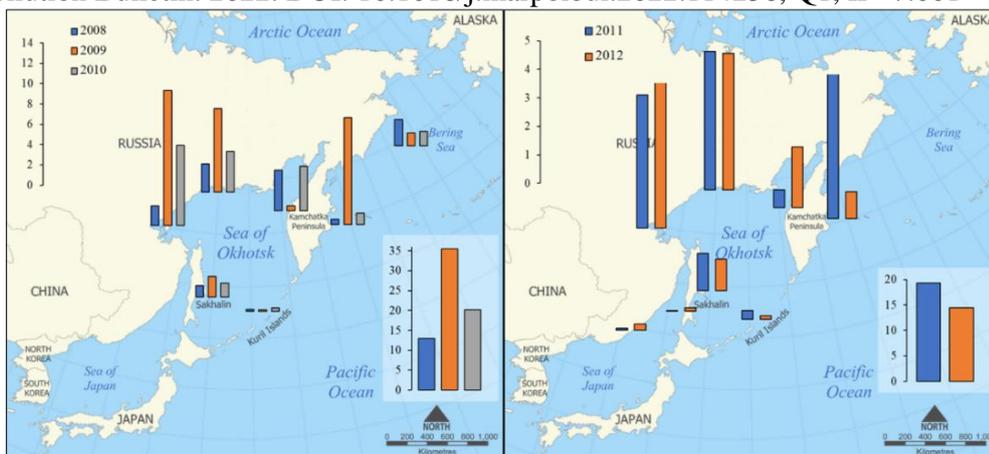


Рис. 24. Распределение ХОП (кг), переносимых тихоокеанскими лососями на побережье Дальнего Востока в 2008–2012 гг.

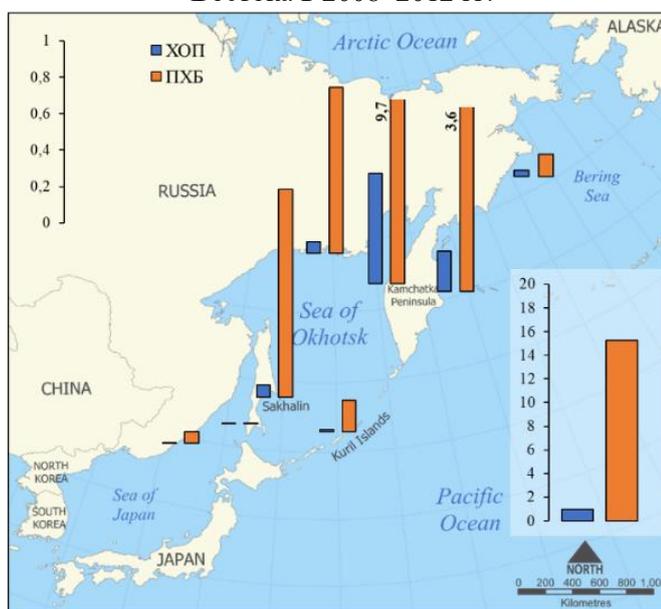


Рис. 25. Распределение ХОП и ПХБ (кг), переносимых тихоокеанскими лососями на побережье Дальнего в 2018 г

4. Эволюция рациона питания и поиска пищи собак: результаты археологических раскопок псовых в Сибири

Исследование в области эволюции поиска пищи и диеты собак в основном сосредоточилось на изучении их начального приручения и генетической адаптации к окружающей среде посредством исследований пищевого крахмала после появления

сельского хозяйства. Сибирские археологические данные доказывают критические изменения в поиске пищи собаки и диете, которые, вероятно, характеризуют голоценовых собак глобально. К среднему голоцену реконструкция размера тела для Сибирских собак указывает на их гораздо меньшие размеры в отличие от плейстоценовых волков. Это способствовало тенденциям собак утилизировать отбросы, питаться маленькой добычей и уменьшить социальный поиск пищи. Стабильный анализ изотопа углерода и азота сибирских собак показывает, что их диеты были более разнообразными, чем у плейстоценовых волков (Рис. 26). Это включает обычное потребление морских и пресноводных продуктов к периоду среднего голоцена и увеличению в продуктах С4 к позднему голоцену. Питание такими продуктами и антропогенными отходами увеличило подверженность собак заражениям микробами, затронуло их микробиомы пищеварительного тракта и сформировало долгосрочную историю популяции собак.

Авторы ДВФУ: Попов А.Н, Лазин Б.В.

Публикации:

Robert J. Losey..., Boris Lazin..., Alexandr N. Popov et all. The Evolution of Dog Diet and Foraging: Insights from Archaeological Canids in Siberia/ Science Advances, - American Association for the Advancement of Science, 2022. - PP 1 – 10. Q1, IF=14.9) <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abo6493>

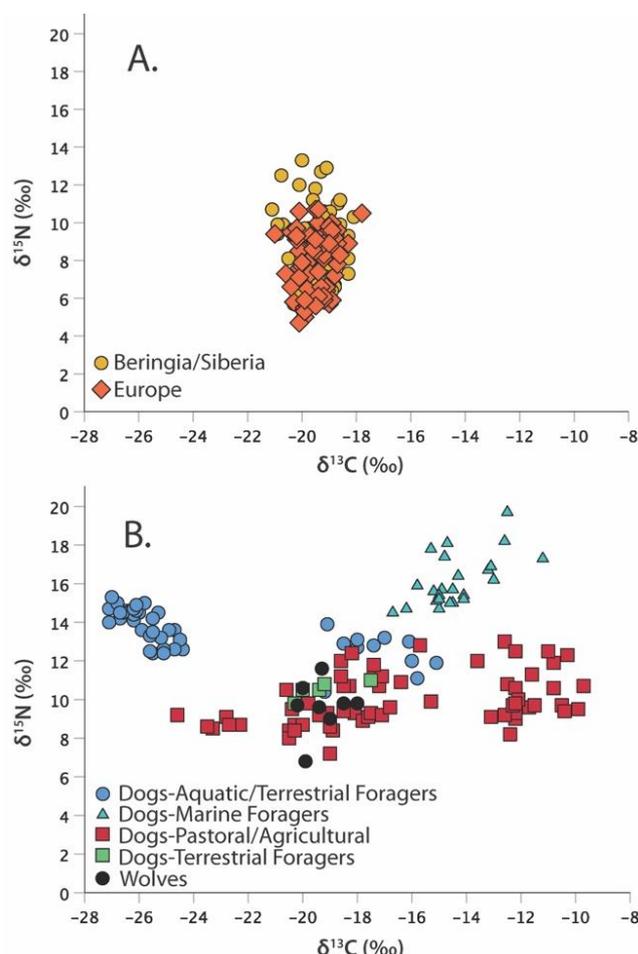


Рис. 26. Стабильные изотопы углерода (C13) и азота (N15) для евразийских плейстоценовых волков и сибирских голоценовых волков и собак

Казанский (Приволжский) федеральный университет

Создание в рамках работ по программе мегагрантов генетической базы HeartCAGE данных экспрессии регуляторных элементов в сердце.

Научные руководители: О. А. Гусев, Й. Хаяшизаки

Область применения: Генетическая диагностика в медицине

Используемые ресурсы и оборудование:

Российские и зарубежные биобанки, высокопроизводительные секвенаторы, серверы большой вычислительной мощности.

Описание результата:

Создана цифровая база HeartCAGE, отражающая работу регуляторных элементов генома в сердце в норме и патологии. Данная разработка также интегрирует в себя алгоритм идентификации мутаций, которые влияют на работу сердца при сердечной недостаточности.

Создан цифровой генетический ресурс, обеспечивающий научное биомедицинское сообщество возможностью осуществлять *in silico* идентификацию потенциальных биомаркеров и целей для терапии сердечно-сосудистых заболеваний, в частности, сердечной недостаточности. База данных создана на основе профилирования экспрессии генов и регуляторных участков генома в более чем 130 образцах различных участков сердца, полученных из 36 как здоровых, так и страдающих от сердечной недостаточности доноров.

База данных позволяет идентифицировать регуляторные участки генома активно участвующие в контроле работы сердца в норме и патологии. Интуитивный интерфейс позволяет проводить сравнительный анализ генетической экспрессии и осуществлять самостоятельный поиск новых закономерностей работы генов и биомаркеров.

Публикации:

An atlas of transcribed human cardiac promoters and enhancers reveals an important role of regulatory elements in heart failure. R. Deviatiiarov, A. Gams, R. Syunyaev, I. Kulakovskiy, A. Buyan, G. Meshcheryakov, R. Singh, P. Shah, T. Tatarinova, O. Gusev, I. Efimov. Nature Cardiovascular Research.

Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова

В ходе проведенных исследований научно-образовательной лабораторией молекулярной экологии и филогенетики **была подготовлена база более чем векового набора данных о распространении, экологии и фенологии редкой бореальной бабочки Медведицы** Менетрие имеющей широкий трансевразийский ареал. Проведен анализ характера расселения данного вида и динамики численности с 1840 по 2020 годы. Полученные данные важны с точки зрения понимания экологии редких видов насекомых и организации охраны окружающей среды.

Получены результаты таксономической ревизии крупных пресноводных двусторчатых моллюсков семейства Unionidae полуострова Индостан. Было установлено, что фауна изученных моллюсков представлена 25 видами, относящимися к подсемейству Parreysiinae, что дало возможность провести расчет продолжительности изоляции данных видов на основе анализа генетической дивергенции. Представлены результаты анализа моделей дрейфа континентов на основе филогенетической реконструкции дивергенции исследованной группы моллюсков и установлено время образования подсемейства Parreysiinae. Показано, что Индийская и Бирманская тектонические плиты играли роль «переправы биоты» при расколе древнего суперконтинента Гондвана. Полученные данные важны с точки зрения охраны окружающей среды и интересны специалистам занимающимся определением времени взаимодействия тектонических плит.

В ходе проведенных исследований описан новый подрод (*Myanmaratax* subgen. nov.) и три новых вида (*Unionicola (Myanmaratax) savadiensis* sp. nov., *U. (My.) generosa* sp. nov. и *U. (My.) trapezidens* sp. nov.) паразитических водяных клещей рода *Unionicola* (Acari: Hydrachnidia) из бассейнов пресноводных рек Мьянмы. Описанные виды являются криптическими. На основе выполненного двухлокусного филогенетического анализа (COI

+ 28S) подтверждено разделение рода *Unionicola* на многочисленные подрода. Результаты позволили подтвердить гипотезу, что клещи *Unionicola* являются узкоспециализированными хозяевами, которые связаны либо с одним, либо с несколькими близкородственными видами пресноводных двустворчатых моллюсков, принадлежащих к одному или двум сестринским родам.

Представлены результаты открытия и описания нового вида насекомых из тропической Азии, личинки которого способны проделывать ходы в погруженном в воду алевролите. Данные личинки принадлежат к новому виду подёнок и просверливают отверстия за счет увеличенных челюстей. Обнаруженные в горной породе ходы представляли собой горизонтально ориентированные туннели с двумя отверстиями. На сегодняшний день известно, что в пресной воде во всем мире обитают только три вида животных, способных проделывать отверстия в горных породах: личинки подёнки, двустворчатый моллюск и корабельный червь. Эти виды произошли от животных, которые проделывали отверстия в затопленных деревьях, что указывает на упрощенный эволюционный переход от древесины к твердому субстрату, основанный на наборе морфологических и анатомических адаптаций.

Публикации:

1. Bolotov, I.N., Konopleva, E.S., Vikhrev, I.V., Than Win, Zau Lunn, Nyein Chan, Gofarov, M.Y., Kondakov, A.V., Tomilova, A.A., Pasupuleti, R., Subba Rao, N.V. (2022). Follow the footsteps of Leonardo Fea: An example of an integrative revision of freshwater mussel taxa described from the former British Burma (Myanmar) // *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research*, Vol. 2022: 6600359, pg. 33. (<https://doi.org/10.1155/2022/6600359>)

2. Bolotov, I.N., Konopleva, E.S., Nyein Chan, Zau Lunn, Than Win, Gofarov, M.Y., Kondakov, A.V., Tomilova, A.A., Vikhrev, I.V. (2022). A riverine biodiversity hotspot in northern Myanmar supports three new and narrowly endemic freshwater mussel species // *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, Vol. 32(9), 1490–1508. (<https://doi.org/10.1002/aqc.3850>)

3. Zubrii N.A., Filippov B.Yu., Kondakov A.V., Khruleva, O.A., Rybalov, L.B., Vikhreva, D.V. (2022) DNA barcoding versus morphological variability of *Pterostichus brevicornis brevicornis* (Kirby, 1837) (Coleoptera, Carabidae) in the Arctic and Subarctic // *Insects*, Vol. 13(2), 204. (<https://doi.org/10.3390/insects13020204>)

4. Bolotov, I.N., Gofarov, M.Yu., Koshkin, E.S., Gorbach, V.V., Bakhaev, Yu.I., Berlov, O.E., Gordeev, S.Yu., Kolosova Yu.S., Kondakov, A.V., Korshunov, A.V., Potapov, G.S., Sinev, S.Y., Sleptsov, S.S., Spitsyn, V.M., Strelnikov, E.G., Timchenko, A.V., Haverinen, R., Nupponen, K., Saarenmaa, H. (2022). A nearly complete database on the records and ecology of the rarest boreal tiger moth from 1840s to 2020 // *Scientific Data*, 9: 107, pg. 10. (<https://doi.org/10.1038/s41597-022-01230-8>)

Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова

1. Поиск предков домашних животных

Автор: к.б.н. Федоров Сергей Егорович.

Сущность: В работе в соавторстве с зарубежными и российскими коллегами было проанализировано 72 генома древних волков, охватывающих последние 100 000 лет в истории Европы, Сибири и Северной Америки, в т.ч. образцы древних волков из коллекции Музея мамонта СВФУ (Рис. 27). Серые волки (*Canis lupus*) оставались широко распространенными в течение последнего ледникового периода, когда многие другие крупные виды млекопитающих вымерли. Однако мало что известно об истории и возможном вымирании прошлых популяций волков или о том, когда и где жили волчьи прародители современной линии собак (*Canis familiaris*).

Новизна: Исследования показали, что собаки в целом более тесно связаны с древними волками из восточной Евразии, чем с собаками из западной Евразии, что

предполагает процесс одомашнивания на востоке. Наряду с этим было обнаружено, что собаки на Ближнем Востоке и в Африке происходят до половины своих предков от отдельной популяции, связанной с современными юго-западными евразийскими волками, что отражает либо независимый процесс одомашнивания, либо примесь местных волков.

Значимость: Таким образом, геномная история серого волка раскрывает двойственное происхождение собак. И хотя ни один из проанализированных древних геномов волков не дал прямого совпадения ни с одним из предков собак, исследования значительно сузили круг поиска предков домашних собак.

Публикации:

Anders Bergström, ..., **Sergey Fedorov**, ..., Johannes Krause, Love Dalen & Pontus Skoglund Grey wolf genomic history reveals a dual ancestry of dogs / Nature 607, pages 313–320 (2022) (**WoS Q1**) <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04824-9>.



Рис. 27. Места находок генома древних волков

2. Якутские фитонимы с сомакомпонентами: мотивационные признаки номинаций

Автор: к.ф.н. Малышева Нинель Васильевна.

Сущность: В рамках цифрового описания лексики живой природы в якутском языке собран и проанализирован беспрецедентно большой объем материала – около 1800 наименований более чем 400 объектов флоры и 600 объектов фауны Якутии, созданы электронные базы данных и построены на их основе динамические этимологические, диалектологические электронные карты, размещенные в свободном доступе на платформе "Lingvodoc" (Рис. 28).

Новизна: Фитонимическая и зоонимическая лексика якутского языка дополнена ранее не зафиксированными диалектными материалами, собранными в ходе полевых работ, разработаны принципы цифрового описания лексического материала якутского языка.

Значимость: Помимо собственно научной значимости проекта, результаты исследования могут быть применены в обучении и популяризации якутского языка. В перспективе представляется возможным издать научно-популярную книгу или

разработать интерактивный сайт, содержащий лингвистическую, этнографическую, антропологическую и ботаническую информацию о каждом представителе живой природы. Материалы могут быть применены для подготовки учебников и учебных пособий по “Окружающему миру”, “Биологии” на якутском языке.

Публикация:

Малышева Н. В., Осорова М. А. Якутские фитонимы с сомакомпонентами: мотивационные признаки номинаций // Сибирский филологический журнал. 2022. No 2. С. 174-185. DOI: 10.17223/18137083/79/13. (WoS Q3, Scopus Q1; IF= 0.18)

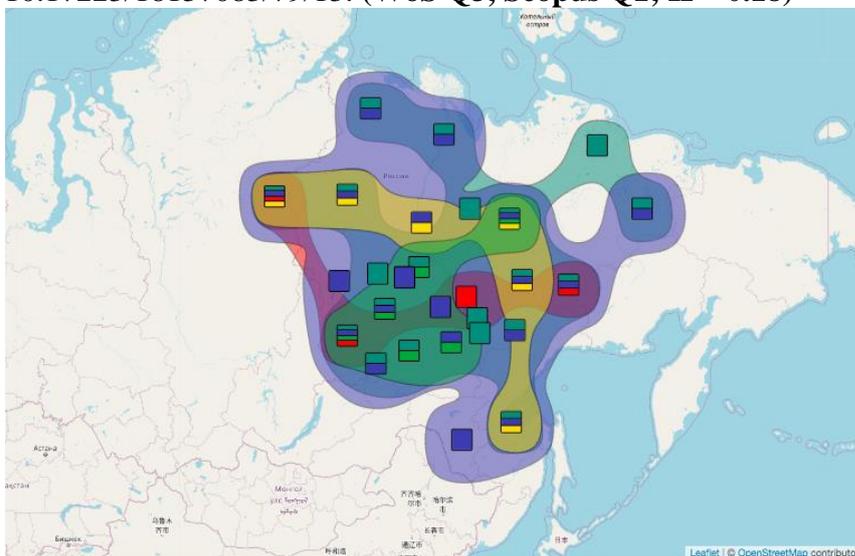


Рис. 28. Диалектологическая карта этимологических пластов в наименованиях деревьев и кустарников якутского языка

Северо-Кавказский федеральный университет

Метод распределения задач в кластеризованном поле целей для гомогенных и гетерогенных групп БПЛА

Сущность проекта: Основными задачами, решаемыми БПЛА, являются: обзор и разведка территорий, обнаружение опасных объектов или мест возникновения чрезвычайных ситуаций, поиск пострадавших и др. Использование БПЛА позволяет выполнять множественные гомогенные и гетерогенные задачи, в том числе при значительном превышении количества задач над количеством агентов. Эффективность решения перечисленных выше задач достигается путем одновременного использования группы БПЛА, элементы (агенты) которой могут осуществлять параллельное выполнение задач по осмотру и сканированию различных областей пространства. В проекте предложен метод распределения задач в кластеризованном поле целей для гомогенных и гетерогенных групп БПЛА при значительном превышении количества задач над количеством агентов (5-20 раз). Предлагаемый метод базируется на двухэтапной процедуре распределения агентов разных специализаций по кластерам задач с учетом функции ценности агента. На первом этапе производится распределение базовой части агентов, оставшиеся агенты на втором этапе распределяются с целью усреднения пройденного пути каждым агентом. Система связи между агентами реализована в виде полносвязного графа или простыми словами связь типа «каждый с каждым». Радиус связи между агентами превышает геометрические параметры поля задач (Рис. 29). Задача считается выполненной, если агент достигает место задачи, т.е. время выполнения задачи нулевое.

Для оценки эффективности вариантов метода произведено сравнение с жадным алгоритмом распределения задач и алгоритмом коллективного распределения целей. Рассматриваемые аналоги являются широко распространенным, универсальными и имеют

высокую сходимость решения. Экспериментальные исследования проведены путем компьютерного моделирования, где проведено 2000 экспериментов при различном изменении количества агентов группы и генерации карты задач. Результаты показали высокую эффективность метода распределения задач в части снижения пройденного пути агентами группы БПЛА при выполнении задач в сравнении с аналогами.

Значимость результатов: Предлагаемый метод позволяет снизить пройденное расстояние группой до 20 агентов агентами при выполнении целевых задач на величину от 16% до 25,4% в сравнении с рассматриваемым аналогом. Наблюдается стабильно лучшие характеристики выполнения задач в сравнении с аналогом. Вычислительная сложность метода в пиковой точке при 10 агентах составляет не более $4 \cdot 10^5$ операций. Что позволяет его использовать в имеющихся приложениях БПЛА.

Прогноз применения: планируется развитие предлагаемого метода для работы в условиях недетерминированной карты местности, нескольких баз вылета и посадки агентов и динамических задач, как во времени, так и в пространстве расширяемого поля целей.

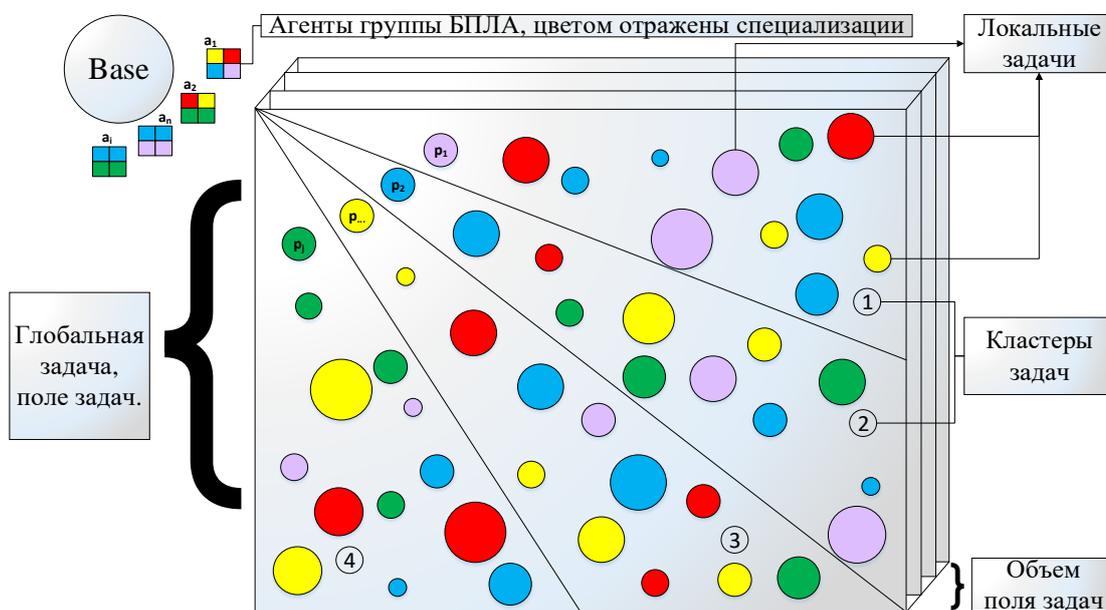


Рис. 29. Схема входных данных предлагаемого метода распределения задач в группе БПЛА

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

1. Полностью интегральный четырехканальный приемник для квантовой криптографии с разделением по длине волны

Продемонстрирован путь увеличения скорости передачи секретных ключей (Quantum Key Distribution, QKD) путем распараллеливания квантовой информации за счет использования технологии спектрального уплотнения каналов (Wavelength-Division Multiplexing, WDM) и ГГц тактовой частоты. Создан четырехканальный полностью интегрированный детекторный модуль, в котором все фотонные компоненты, необходимые для измерения состояния и демультимплексирования с разделением по длине волны, реализованы на кристалле. Такая реализация резко снижает сложность и обеспечивает большую масштабируемость по сравнению с использованием дискретных компонентов. В работе достигнуты скорости более 10 Мбит/с при затухании в канале около 10 дБ. Предложенное решение можно масштабировать до большего числа каналов с использованием схемы гибридного мультиплексирования и брэгговских решеток в качестве грубой предварительной фильтрации.

Новизна исследования заключается в разработке новой масштабируемой архитектуры квантовой интегральной схемы, предназначенной для увеличения скорости передачи квантового ключа с использованием спектрального разделения каналов, которая

включает в себя кольцевые резонаторы для фильтрации по длине волны, интегральные линии задержки и волноводные сверхпроводниковые однофотонные детекторы на чипе.

Разработанная архитектура открывает путь для реализации миниатюрных масштабируемых высокопроизводительных приемников QKD и имеет высокий коммерческий потенциал (Рис. 30).

Авторы исследования: Гольцман Г. Н., Wolfram H. P. Pernice, Золотов Ф.И., F. Beutel, F. Bruckerhoff-Pluckelmann, H. Gehring.

Публикация:

Fabian Beutel, Frank Bruckerhoff-Pluckelmann, Helge Gehring, Vadim Kovalyuk, Philipp Zolotov, Gregory Goltsman, Wolfram H. P. Pernice “Fully Integrated Four-Channel Wavelength-Division Multiplexed QKD Receiver,” *Optica*, vol. 9, no. 10, 2022, doi: 10.1364/optica.468982.

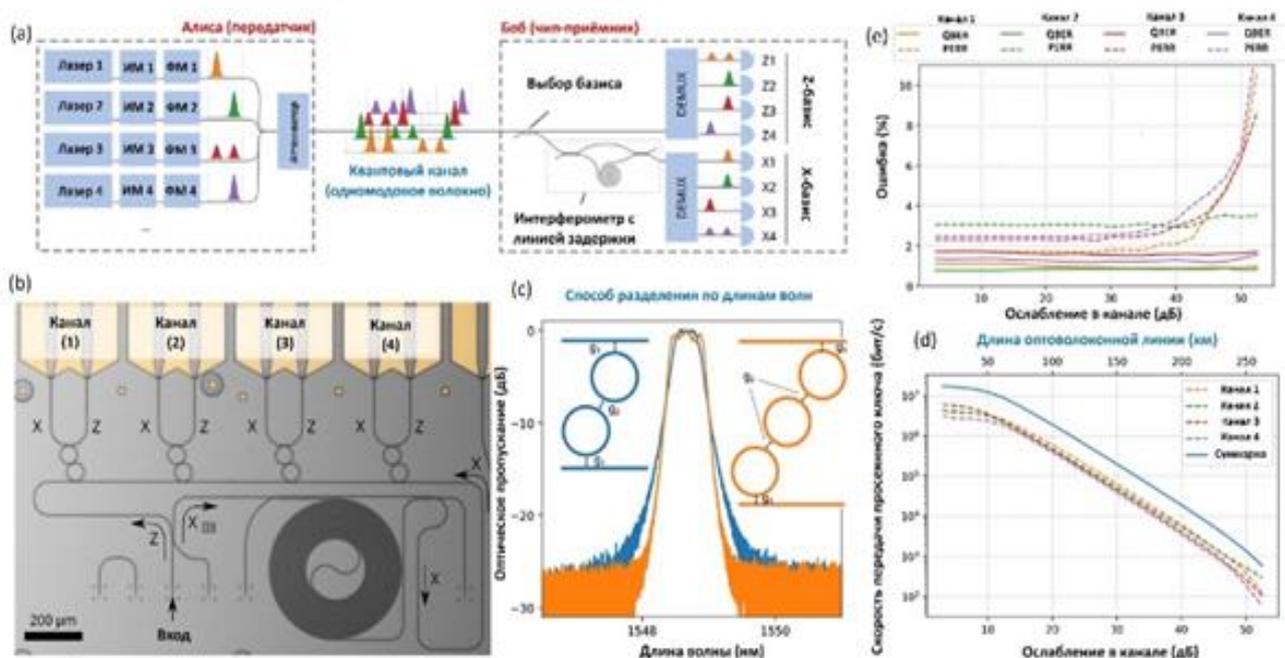


Рис. 30. (a) Протокол QKD во временной области. (b) Микрофотография микросхемы приемника.

DLI является общим для всех каналов длин волн. (c) Сравнение спектра пропускания последовательно соединенных двух- и трехкольцевых фильтров. (d) Скорость передачи просеянного ключа в зависимости от ослабления в канале. (e) Зависимость битовых (QBER) и фазовых (PERR) ошибок в каждом канале от длины линии

2. Экспериментальная демонстрация нелинейной фокусировки в стоячих волнах на поверхности воды

В лабораторном эксперименте продемонстрирована возможность возникновения anomalously высоких волн на поверхности воды в полях стоячих волн на глубокой воде. Системы встречных волн демонстрируют независимую эволюцию, так что нарастание модуляции в одной системе не подавляется второй системой волн. И наоборот, затравочная модуляция первой системы не приводит к росту модуляции во второй системе. Эффект проинтерпретирован теоретически. Результаты измерений хорошо согласуются с результатами численного моделирования (Рис. 31) и с аналитическими прототипами «волн-убийц» в рамках нелинейного уравнения Шредингера.

Автор: Слюняев А. В.

Публикация:

Y. He, A. Slunyaev, N. Mori, A. Chabchoub, Experimental evidence of nonlinear focusing in standing water waves. *Phys. Rev. Lett.* 129, 144502 (2022). doi: 10.1103/PhysRevLett.129.144502

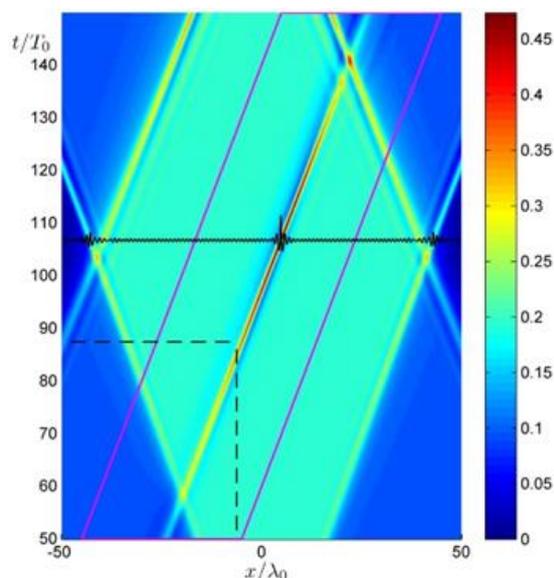


Рис. 31. Пространственно-временной портрет поля волн – результат прямого численного моделирования множества вариантов встречных волн с разными фазовыми соотношениями затравочной модуляции. Момент возникновения максимальной волны показан черной линией (смещение поверхности). Пунктирные линии демонстрируют место и время максимальной фокусировки согласно теории для волн малой

Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)

1. Разработан метод моделирования и исследования нестационарного теплового состояния деталей и лопаток турбин с керамическими теплозащитными покрытиями (ТЗП) в высокочастотном электромагнитном поле при испытаниях. Научная новизна разработанного запатентованного метода состоит в моделировании и исследовании нестационарного теплового состояния детали с ТЗП и нестационарного перепада температуры по толщине керамического покрытия на разных частотах тока. По результатам расчетного моделирования получены кривые нестационарного теплового состояния до температуры 1200 °С и изменения перепада температур охлаждаемой детали с керамическим теплозащитным покрытием толщиной 0.22 мм в высокочастотном электромагнитном поле на частотах тока 2 МГц и 0.4 МГц, а также с покрытием толщиной 0.1 мм на частоте 2 МГц. Анализ полученных результатов показывает, что в конце нестационарного нагрева детали с толщиной покрытия 0.22 мм перепады температур составляют 70 °С (на частоте 0.4 МГц) и 140 °С (на частоте 2 МГц); для детали с толщиной покрытия 0.1 мм соответственно 75 °С (на частоте 2 МГц), что хорошо согласуется с экспериментальными данными по измерениям температур с помощью термопар и тепловизора.

Анализ полученных расчетных и экспериментальных результатов показал, что нестационарное тепловое состояние охлаждаемых деталей и лопаток турбин и перепады температуры по толщине керамического ТЗП соответствуют эксплуатационным условиям. Предложенный метод позволил повысить темпы нагрева и эффективность ускоренных термоциклических испытаний (с сокращением их сроков) лопаток ГТД с керамическими ТЗП в высокочастотном электромагнитном поле. Разработанный метод имеет практическое значение и его можно использовать для высокочастотного нагрева и моделирования нестационарного теплового состояния лопаток турбин с керамическими теплозащитными покрытиями и других охлаждаемых деталей перспективных ГТД и ГТУ при испытаниях и исследованиях в двигателестроении, различных отраслях машиностроения и энергетики.

Публикации:

Кувалдин А.Б., Лепешкин А.Р., Ильинская О.И., Федин М.А., Кулешов А.О. Моделирование теплового состояния деталей с керамическими покрытиями в высокочастотном электромагнитном поле // Известия Российской Академии наук. Серия Физическая. 2021. Том 85. №12. – С. 1821-1824. DOI: 10.31857/S0367676521120218. ISSN: 0367-6765. (Lepeshkin A.R., Kuvaldin A.B., Ilinskaya O.I., Fedin M.A., Kuleshov A.O. Simulation of thermal state of parts with ceramic coatings in a high frequency electromagnetic field // Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics. 2021. V. 85. No. 12. - pp. 1507-1509. (Scopus).

Лепешкин А.Р., Ильинская О.И. Методы испытаний лопаток турбин авиационных газотурбинных двигателей на специальных стендах (учебное пособие) - М.: Изд-во МАИ. – 2022. 88 с.: ил. ISBN 978-5-4316-0930-5.

2. Решена задача об орбитальной устойчивости маятниковых колебаний спутника относительно центра масс с использованием подхода, позволяющего вводить локальные координаты; при этом уравнения возмущенного движения получают в гамильтоновой форме. Спутник моделируется динамически симметричным твердым телом с центром масс, движущимся по круговой орбите.

Значительное внимание уделяется случаям вырождения (в слагаемых четвертой степени) гамильтониана возмущенного движения, когда для получения вывода об устойчивости необходимо получить нормальную форму гамильтониана в слагаемых шестой степени относительно возмущений. Построены диаграммы устойчивости в плоскости параметров задачи; в областях устойчивости в линейном приближении построены кривые вырождения. Показано, что на этих кривых выполняется условие устойчивости исследуемых движений, за исключением точек пересечения этих кривых с кривыми резонансов четвертого и шестого порядков. Выявлены участки неустойчивости на резонансных кривых. Выполненный на основании метода нормальных форм и теории Колмогорова — Арнольда — Мозера, нелинейный анализ устойчивости позволил получить строгие выводы об орбитальной устойчивости исследуемых движений.

Также рассматривались движения периодической по времени гамильтоновой системы с двумя степенями свободы в окрестности тривиального равновесия. Предполагалось, что система зависит от трех параметров, один из которых мал, и при его нулевом значении система автономна. Рассматривались наборы значений двух других параметров, для которых в автономном случае одна из частот равна двум, а другая единице, и значения этих двух параметров принадлежат области выполнения 1) достаточных условий устойчивости или 2) области выполнения только необходимых (не являющихся достаточными) условий устойчивости невозмущенного движения. Исследовались нелинейные колебания системы для значений параметров из малой окрестности резонансной точки в трехмерном пространстве параметров.

Построены области параметрического резонанса, возникающие при наличии в преобразованной системе вторичных резонансов (случаи нулевой частоты и равных частот), выявлено их взаимное расположение и положение в исследуемой области пространства параметров. Показано, что в случае 1) области параметрического резонанса возникают в преобразованных (нормализованных) системах второго приближения по малому параметру (и имеют ширину порядка квадрата малого параметра). Решен вопрос о существовании, числе и устойчивости (в линейном приближении) периодических движений системы; они существуют только в области параметрического резонанса, соответствующего случаю нулевой частоты или в ее малой окрестности. В общем случае и в случае равных частот преобразованной системы большинство движений двух- и трехчастотные условно-периодические, с частотами, имеющими разные порядки по малому параметру. В случае 2) области параметрического резонанса, отвечающие случаю нулевой частоты и случаю равных частот, проявляются в преобразованных системах первого и второго приближения по малому параметру соответственно и при этом

частично пересекаются. Вследствие этого, в данной задаче выделяется случай двух нулевых частот. Проведено исследование периодических и условно-периодических движений системы, рассмотрены общий случай, оба случая вторичных резонансов, включая случай двух нулевых частот.

В качестве приложения рассматривались движения динамически симметричного спутника (твёрдого тела) относительно центра масс в центральном ньютоновском гравитационном поле на эллиптической орбите малого эксцентриситета вблизи стационарного вращения (цилиндрической прецессии). Значения параметров соответствуют изученному случаю кратного параметрического резонанса, когда резонансная точка лежит в области выполнения достаточных условий устойчивости. Решен вопрос о существовании, числе и устойчивости (в линейной и нелинейной постановках) периодических движений спутника, аналитических по целым степеням малого параметра. Дана геометрическая интерпретация найденных периодических движений спутника.

Результаты могут быть использованы для повышения точности алгоритмов в системах ориентации и стабилизации космических аппаратов.

Публикации:

1. Bardin B.S., Chekina E.A., Chekin A.M. On the orbital stability of pendulum oscillations of a dynamically symmetric satellite // Russian Journal of nonlinear dynamics. 2022. Vol. 18. No. 4. (Scopus) (принята в печать).

2. Холостова О.В. Исследование движений близкой к автономной гамильтоновой системы при резонансе 2:1:1 // Устойчивость и колебания нелинейных систем управления (конференция Пятницкого). Материалы XVI Международной конференции. 1 – 3 июня 2022 г., Москва. ИПУ РАН. 2022. С. 482-485.

3. Kholostova O.V. On nonlinear oscillations of a time-periodic Hamiltonian system at a 2:1:1 resonance // Russian Journal of nonlinear dynamics. 2022. Vol. 18. No. 4. (Scopus)

3. Разработан алгоритм управления группой подвижных объектов переменного состава, представляющий развитие теории оптимального управления переключаемыми системами, в частности минимизации количества переключений непрерывно-дискретного управляемого процесса. Получены необходимые условия оптимальности переключений, в частности оптимальности кусочно-постоянного управления непрерывными системами.

Для решения задач оптимизации и оптимального управления нелинейными динамическими системами различных классов разработано алгоритмическое и программное обеспечение метаэвристических методов поиска глобального условного экстремума функций многих переменных, в том числе мультиагентных и биоинспирированных методов, имитирующих поведение стаи речных окуней и стаи синиц. Исследована их эффективность для общепринятого набора тестовых задач поиска условного экстремума функций со сложной структурой поверхностей уровня и задач поиска оптимального программного управления нелинейными дискретными детерминированными динамическими системами.

Сформированы алгоритмы применения мультиагентных и минипакетных методов оптимизации в задачах управления пучками траекторий с неполной обратной связью по вектору состояния на основе применения спектрального и псевдоспектрального методов аппроксимации. Решены прикладные задачи слежения и об оптимальном управлении ориентацией спутника.

Публикации:

1. Bortakovskii A.S., Evdokimova E.A. Synthesis of Optimal Hybrid Systems for Multipurpose Time-Optimal Operation // Journal of Mathematical Sciences. – 2021. Vol. 255. No. 5. – P. 574–586.

2. Pantelev A.V., Kolessa A.A. Application of the Tomtit Flock Metaheuristic Optimization Algorithm to the Optimal Discrete Time Deterministic Dynamical Control Problem // Algorithms. – 2022. 15 (9). – P. 301.

3. Каранэ М.М.С., Пантелеев А.В. Мультиагентные алгоритмы оптимизации пучков траекторий детерминированных систем с неполной обратной связью // Известия Российской академии наук. Теория и системы управления. – 2022. № 5. – С. 50–75.

4. Pantelev A.V., Lobanov A.V. Application of the zero-order mini-batch optimization method in the tracking control problem // Smart Innovation, Systems and Technologies. – 2022. V. 272. – С. 573-581.

4. Разработана методика, обрабатывающая резервированные сигналы системы управления гражданских воздушных судов от беспилотных инерциально-навигационных систем (БИНС) и систем воздушных сигналов (СВС) с учетом предыстории их показаний. Такая методика показывает положительные результаты при различных типах отказов и их комбинаций (внезапные и постепенные, электрические и механические). Теоретические расчеты подтверждаются, в том числе, специально разработанной методикой модельно-ориентированного подхода к оценке безопасности, позволяющей минимизировать риск человеческой ошибки.

Полученные результаты могут применяться при проектировании комплексных систем управления гражданских воздушных судов. Помимо общего повышения уровня безопасности воздушных судов, использование данной методики также позволит улучшить экономические показатели эксплуатации (значительно сократить количество запасных комплектов без потери безопасности, повысить эффективность технического обслуживания и ремонта).

В частности, методика может быть реализована на перспективных гражданских самолетах MC-21 и SSJ-New без изменений в разработанной архитектуре аппаратной части системы управления, с изменением программного обеспечения.

Автор: к.т.н. Неретин Е. С.

5. Предложен новый подход к синтезу адаптивного регулятора, построенный с использованием принципа нелинейной динамической инверсии с он-лайн идентификацией параметров математической модели движения самолета. Создаваемый при этом скользящий банк данных обновляется через каждую сотую долю секунды, обеспечивая на этом интервале кусочно-непрерывную линеаризованную модель самолёта. Показано, что получаемая реакция самолета кусочно-линеаризованной и нелинейной модели самолета практически идентичны друг другу. Процент различий не превышает 1%. Путем проведения экспериментов на пилотажном стенде показана робастность предложенного адаптивного регулятора, позволяющего как при неточности знаний аэродинамики, так и при возникновении различных отказов измерительных и исполнительных элементов системы управления совершать устойчивый и качественный процесс пилотирования. Продемонстрирована работоспособность адаптивного регулятора также в условиях интенсивной атмосферной турбулентности.

Выполнена интеграция адаптивного регулятора с блоком, обеспечивающим он-лайн идентификацию математической модели движения самолета, что позволит повысить качество процесса пилотирования, отказобезопасность и безопасность полетов.

На основе подхода к синтезу адаптивного регулятора могут создаваться алгоритмы перспективной системы управления для нового сверхзвукового пассажирского самолета, вертолетов и других летательных аппаратов, что соответствует приоритетному направлению научно-технологического развития: Связанность территории Российской Федерации за счёт создания интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем, а также занятия и удержания лидерских позиций в создании международных

транспортно-логистических систем, освоении и использовании космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики.

Публикации:

M.S. Tiaglik, A.V. Efremov, I.Kh. Irgaleev, T.V. Voronka, A.S. Tiaglik, “Significance of Motion Cues in Research Using Flight Simulators”, [4th IFAC Workshop on Cyber-Physical & Human-Systems](#) December 1-2, 2022, Houston, USA

[Efremov, A.V., Efremov, E.V., Tiaglik, M.S., Shcherbakov, A.I., Mbikayi, Z.](#), “Adaptive flight control system for flight safety improvement in reentry and other high-velocity vehicles”, [Acta Astronautica](#), 2022

[Efremov, A., Tiaglik, M., Irgaleev, I.](#) “Pilot Behavior Model in Pursuit and Preview Tracking Tasks”, [Journal of Guidance, Control, and Dynamics](#), 2022, 45(10), pp. 1958–1962

A.V. Efremov, M.S. Tyaglik, I.KH. Irgaleev, T.V. Voronka, and A.S. Tyaglik, “Influence of motion cues on a landing performance in conditions of the high atmosphere turbulence”, *Russian Aeronautics*, Vol 1, 2022

6. Разработаны научные основы создания и принципы построения новых эффективных силовых и энергетических установок на базе эффекта высокотемпературной сверхпроводимости (ВТСП). Созданы модели элементов ВТСП систем и систем в целом, разработаны перспективные схемы систем на основе ВТСП устройств, определена взаимосвязь устройств системы. В случае наличия в системе ВТСП элементов ее свойства становятся существенно нелинейными, что было отражено в моделях. Разработаны уникальные расчетно-экспериментальные модели для определения свойств ВТСП лент, позволившие получить уникальные данные о теплофизических и электромагнитных свойствах высокотемпературных сверхпроводниковых (ВТСП) лент, имеющих композитную анизотропную структуру с толщиной сверхпроводящего слоя 1 мкм. Получены данные о потерях в ВТСП обмотках переменного тока, их зависимость от электромагнитного окружения. Сформулированы основные требования к проектированию высокоскоростных турбомашин и разработаны методики расчета их отдельных узлов. Методики проектирования роторных систем позволяют создавать высокоэффективные и надежные турбомашины, обеспечивающие высокий КПД систем криообеспечения на уровне температуры 65К. Разработаны новые материалы для источников тока и конденсаторных структур, используемых в энергосистемах с элементами ВТСП и определены свойства этих материалов при криогенных температурах. Разработаны математические модели и методы компьютерного моделирования, необходимые для создания цифровых двойников силовых и энергетических установок. Разработан, изготовлен и испытан демонстратор ВТСП системы. В составе демонстратора используются уникальные устройства, такие как генератор с ВТСП обмоткой якоря, кабель постоянного тока с бифилярной конструкцией, полупроводниковый выпрямитель с криогенным охлаждением силового каскада. Демонстратор использован для верификации разработанных методов и подходов, а также позволяет получить уникальные экспериментальные данные при отработке новых устройств и элементов силовых энергосистем (как с использованием ВТСП, так и без), и по их взаимодействию в составе системы с ВТСП устройствами.

Разработан пакет прикладных программ на ЭВМ, который позволяет объединить десятки алгоритмов и методик расчета различных устройств, входящих в состав силовых энергосистем на основе ВТСП, в единый комплекс. В настоящее время в зарубежной и российской литературе подобных материалов не встречается. Это дает возможность выполнять оптимизационные расчеты с целью достижения требуемого наилучшего показателя силовых энергосистем ВТСП (КПД, удельная мощность, ресурс, цена и пр.) или их комбинации. Полученные фундаментальные зависимости свойств ВТСП лент от условий их эксплуатации могут быть применены в практических работах по созданию устройств на их основе и систем мощностью несколько мегаватт. Полученные результаты

и методы проектирования турбомашин могут быть использованы при создании новых систем криогенного обеспечения, характеризующихся высокими значениями хладопроизводительности и эффективности. Наличие испытательного ВТСП стенда выводит вперед отечественную сверхпроводниковую индустрию, дает уникальные преимущества на пути разработки и внедрения подобных систем, а также открывает возможности развития международного сотрудничества и импортоопережения на основе испытаний устройств, разработанных за рубежом.

Сформированный научно-технический задел позволяет перейти к созданию систем с уникальными характеристиками и уже используется, например, в проектах создания перспективных летательных аппаратов с гибридной силовой установкой. Разработанные принципы построения энергетических систем на основе ВТСП технологий, а также источников энергии с высокой энергоемкостью дают возможность создания новых типов подвижных объектов (летательных аппаратов, локомотивов, морских судов) и силовых энергосистем, в том числе автономных, экологически чистых и ресурсосберегающих. Все это позволит усилить технологическую независимость и обеспечить лидерство России в таких областях, как транспортные системы и энергетика и снизить негативное влияние техногенных факторов на окружающую среду.

Авторы: д.т.н. Равикович Ю.А., д.т.н. Ковалев К.Л.

7. Разработана методика построения аналитической модели циклостационарного случайного процесса (ЦСП), полученного с помощью синтеза линейной инвариантной во времени системы, реализующей трансформацию базового циклостационарного случайного процесса в заданный. Представлен подход к построению моделей сигналов со сложными видами модуляции в рамках циклостационарного подхода и предложена процедура получения конечных аналитических выражений для их спектральных корреляционных функций (СКФ), являющихся функциями двух аргументов: частоты и циклической частоты, и описывающих вероятностные свойства исследуемых сигналов при их представлении в виде реализаций ЦСП второго порядка. Предложенный подход к получению нормальной и сопряжённой СКФ основан на методе формирующего оператора, модифицированном для его эффективного использования в анализе и синтезе моделей ЦСП. Такой метод предполагает, что модели многих используемых на практике ЦСП могут быть построены в форме последовательной цепочки преобразований одного или нескольких независимых ЦСП с известными характеристиками посредством базовых, сравнительно простых, операций над сигналами. Получены точные аналитические выражения для нормальной и сопряжённой СКФ сигналов OFDM с модуляцией поднесущих гармоник по методам BPSK и QPSK при наличии циклического префикса (ЦП) произвольной длительности, задаваемой в долях от длительности символа. На примере OFDM сигнала с ЦП и QPSK модуляцией поднесущих проведено количественное сравнение аналитической СКФ, построенной по модельной формуле, и её оценки, полученной путём численного моделирования при использовании метода оценивания на основе смешанного двумерного быстрого преобразования Фурье. Показано, что при увеличении длительности анализируемой выборки оценка СКФ сходится в среднеквадратичном смысле к построенной аналитической модели.

Значимость предложенного метода состоит в том, что он позволяет разработать семейство специализированных алгоритмов, которые обеспечивают преимущество в быстродействии и точности при решении задач обнаружения и оценки параметров сигналов широкополосных электромагнитных излучений, создаваемых цифровыми радиотехническими устройствами и их составными блоками.

Публикации:

Гущина О.А., Шевгунов Т.Я., Ефимов Е.Н., Вавилова Ж.А. Модель спектральной корреляционной функции для сигналов с OFDM модуляцией и циклическим префиксом. Журнал Радиоэлектроники, Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова

Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

1. Исследование электрофизических характеристик горения жидких углеводородных топлив в высокоэнтальпийных потоках и разработка бесконтактных методов электрофизической диагностики ракетных и реактивных двигателей

Сущность исследования заключается в исследовании механизмов генерации электрического заряда, собственного электромагнитного поля при горении жидких в высокоэнтальпийном газовом потоке и создание первичных измерительных преобразователей электромагнитного поля для бесконтактных систем диагностики рабочего процесса в ракетных и реактивных двигателях.

Научная новизна - фундаментальные расчетно-экспериментальные зависимости характеристик электромагнитных полей от режимных параметров работы ракетных и реактивных двигателей с учетом наличия в высокоэнтальпийном потоке частиц конденсированной фазы.

Значимость исследования заключается в получении фундаментальных зависимостей характеристик электромагнитных полей от режимных параметров работы ракетных и реактивных двигателей как базы данных диагностических признаков (Рис. 32) для разработки бесконтактных методов электрофизической диагностики ракетных и реактивных двигателей.

Практическая ценность исследования состоит в разработке на основе новых физических принципов быстродействующих электрофизических бесконтактных методов диагностики (Рис. 33) и аварийной защиты ракетных и реактивных двигателей, позволяющих обеспечить сохранность уникального стендового оборудования в процессе огневых стендовых испытаний опытных образцов и организовать дополнительные каналы получения информации о функционировании двигателей в процессе летных испытаний и эксплуатации, а также квалификационных и периодических испытаний серийных изделий.

Прогноз исследования. Практическая реализация результатов может быть выполнена в процессе огневых стендовых испытаний опытных и серийных образцов жидкостных ракетных двигателей конструкции НПО «Энергомаш» имени академика В.П. Глушко, КБ Химмаш им. А.М. Исаева, КБ «Химвтоматика», и испытаний модельных воздушно-реактивных двигателей в «ЦИАМ» им. П.И. Баранова, Корпорации «Тактическое ракетное вооружение», а также при проектировании систем ранней диагностики аномальных режимов работы ракетных и реактивных двигателей в целях применения их на испытательных комплексах предприятий ракетно-космической отрасли и в процессе наземной и летной отработки опытных и серийных образцов новой техники.



Рис. 32. Датчики магнитного поля на сопле модельного газогенератора

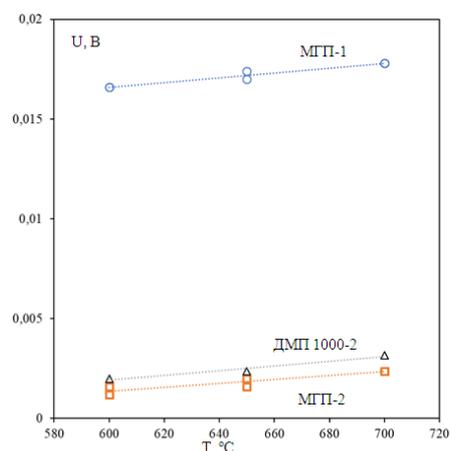


Рис. 33. РНСК с фильтром по индексу экономики знаний (Knowledge Economy Index, KEI)

2. Автоматизированные средства и информационные системы на базе искусственного интеллекта для создания среды безопасности и благополучия человека

Сущность результата научных исследований заключается в создании программно-аппаратных комплексов на базе метода оптической локации и инфракрасной спектроскопии для создания среды безопасности и благополучия человека с применением методов искусственного интеллекта.

Область науки. Информационные технологии. Оптика и спектроскопия.

Новизна работы заключается в том, что применение машинного обучения и сверточных нейронных сетей позволяет выделять и обобщать сущности в анализируемых объектах. Результаты обучения и валидации нейросетевых алгоритмов позволяют разработать алгоритмы принятия решения для повышения эффективности управленческих решений в системах обеспечения безопасности, а также для систем ранней медицинской диагностики.

Значимость и актуальность заключается в разработке алгоритмов нейросетевого анализа данных физического эксперимента для проведения экспресс-анализа химических соединений, диагностики различных заболеваний по анализу инфракрасных спектров выдыхаемого человеком воздуха и детектирования беспилотных летательных аппаратов по измерениям в видимой и инфракрасной области спектра. Результаты диагностики и детектирования должны быть дополнены алгоритмами принятия решения, прошедшими валидацию и верификацию. Разработанные аппаратные средства (система детектирования молекул-биомаркеров на базе квантово-каскадных лазеров – Рис. 34, система оптической локации беспилотных летательных аппаратов в видимом и инфракрасном диапазонах – Рис. 35) с применением алгоритмов искусственного интеллекта позволяют создать программно-аппаратный комплекс для создания среды безопасности и благополучия человека.

Прогноз применения. Разработанный программно-аппаратный комплекс может быть внедрен в медицинские учреждения для проведения экспресс-диагностики ряда социально значимых заболеваний, что повысит охват населения и позволит на ранней стадии заболевания начинать необходимую терапию. В настоящее время проходят клинические эксперименты. Система обнаружения методами оптической локации беспилотных летательных аппаратов может применяться для охраны жилых объектов и промышленных территорий.

Авторы: Анфимов Д.Р., Винтайкин И.Б., Дёмкин П.П., Глушков В.Л., Голяк Иг.С., Голяк Ил. С., Морозов А.Н., Небритова О.А., Назолин А.Л., Табалин С.Е., Фуфурин И.Л.

Публикации:

I. L. Fufurin et al., “Optical Methods for Detecting and Tracking Moving Objects in the Atmosphere,” in Russian Journal of Physical Chemistry B 16(3), pp. 483–491, Pleiades Publishing Ltd (2022) [doi:10.1134/s1990793122030034].

I. Fufurin et al., “Deep Learning for Type 1 Diabetes Mellitus Diagnosis Using Infrared Quantum Cascade Laser Spectroscopy,” in Materials 15(9), p. 2984, MDPI AG (2022) [doi:10.3390/ma15092984].

Заявка на изобретение «Способ и устройство экспресс-диагностики декомпенсации сахарного диабета с раннего возраста» № 2022118558 от 07.07.2022.

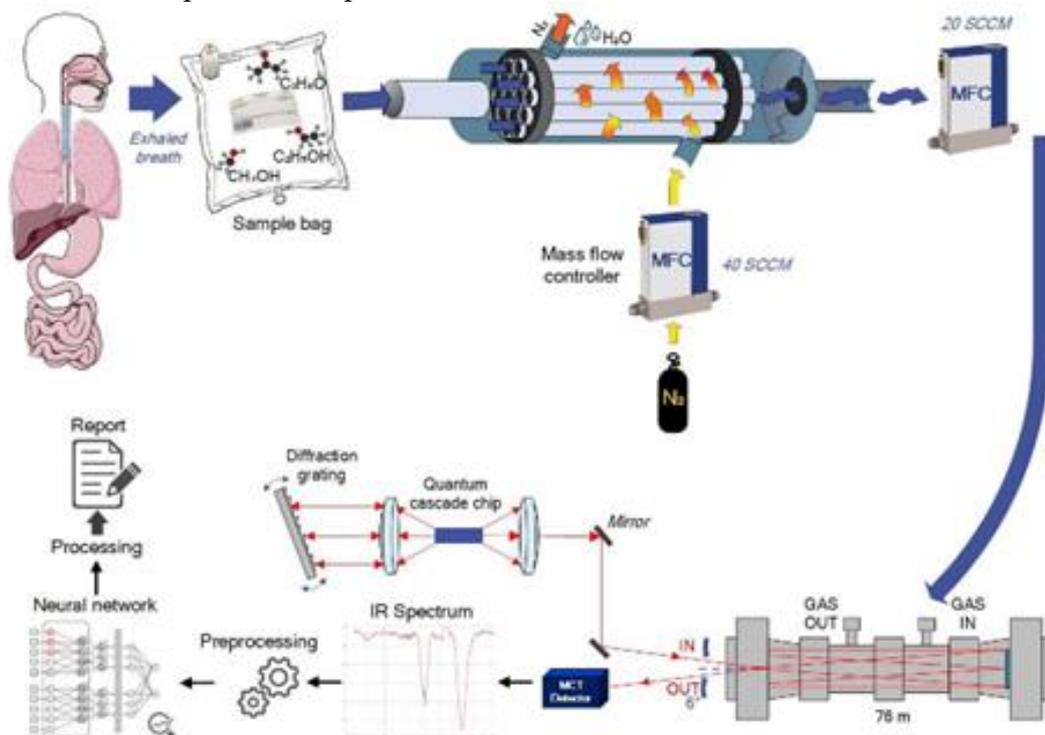


Рис. 34. Система детектирования молекул-биомаркеров на базе квантово-каскадных лазеров

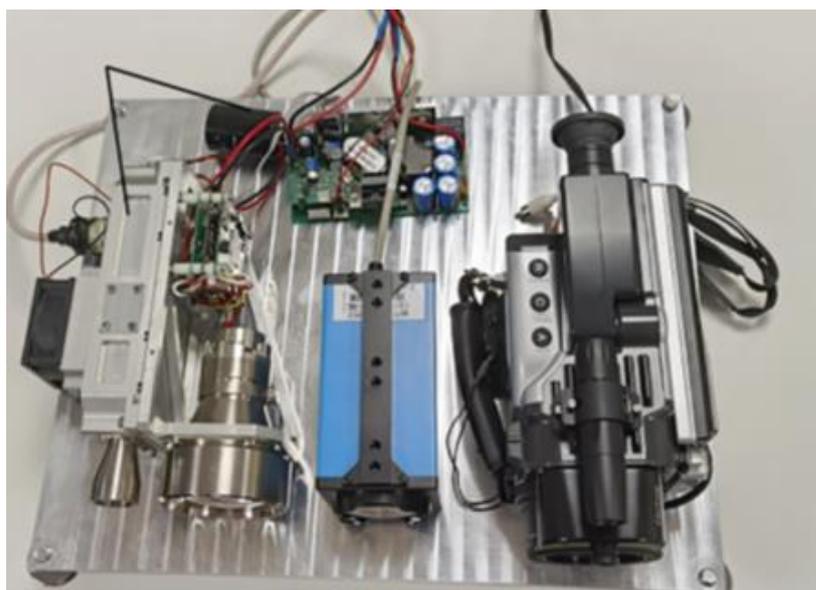


Рис. 35. Система оптической локализации беспилотных летательных аппаратов в видимом и инфракрасном диапазонах

Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)

1. Антропоморфная робототехника и робофутбол

Сущность. Исследования и разработка физически реализуемой цифровой модели антропоморфного робота и его реального прототипа, создание научно-технического задела в области разработки интеллектуальных систем управления в области антропоморфной робототехники. Разработка и модернизация команды роботов-гуманоидов, автономно играющих в футбол с использованием новейших технологий искусственного интеллекта и робототехники (Рис. 36).

Новизна. Разработка новых и модернизация известных алгоритмов и методов искусственного интеллекта для обеспечения движений робота, выполнении им пользовательских сценариев, таких как ходьба, распознавание объектов, базовые взаимодействия с предметами окружения. Реализация компонентной базы, в том числе и с применением собственных разработок. Разработка собственных моделей роботов для образовательных целей и участия в международных соревнованиях по робофутболу.

Значимость. Создание научно-технического задела и обеспечение технологического суверенитета в области разработки интеллектуальных систем управления для антропоморфной робототехники.

Прогноз применения. Прототип прикладного технологического решения предназначен для создания интеллектуальных гуманоидных робототехнических комплексов различного применения, в том числе роботов-помощников, ассистентов. Использование полученных в ходе проекта научно-технических результатов по созданию алгоритмов и методов искусственного интеллекта обеспечат научно-технический задел и технологический суверенитет в области сильного искусственного интеллекта. В сфере науки и образования данный проект может быть применим для разработки образовательных материалов и программ в рамках подготовки новых кадров в области искусственного интеллекта и робототехники.

РИД:

1) «ПрЭВМ Система симуляции ходьбы антропоморфных роботов с использованием интеллектуальных методов планирования и управления» авторов А.К. Бабаева, А.В. Волченкова, Р.А. Горбачева, Е.В. Давыденко, Е.М. Доржиевой, В.В. Литвиненко, К.И. Сытника, Н.Е. Швиндта, свидетельство № 2022684868, дата регистрации 19.12.2022

2) Заявка на изобретение: Способ для создания контроллеров управления шагающими роботами на основе обучения с подкреплением. __Бабаева А.К., Волченкова А.В., Горбачева Р.А., Давыденко Е.В. Доржиевой Е.М., Литвиненко В.В., Минашиной И.К., Сытника К.И., дата поступления 16.12.2022, № 2022133176.

Результаты соревнований: 1 место на открытом чемпионате Бразилии по робофутболу 2022 г. (Humanoid League KidSize и Standard Platform League), 1 место на Robocup 2021 (Humanoid KidSize), 1 место на Robocup Asia-Pacific 2019 (Humanoid KidSize).

Источники: <https://habr.com/ru/news/t/695698/>
<https://mir24.tv/news/16528377/rossiiskie-roboty-vyigrali-otkrytyi-chempionat-brazilii-po-futbolu>

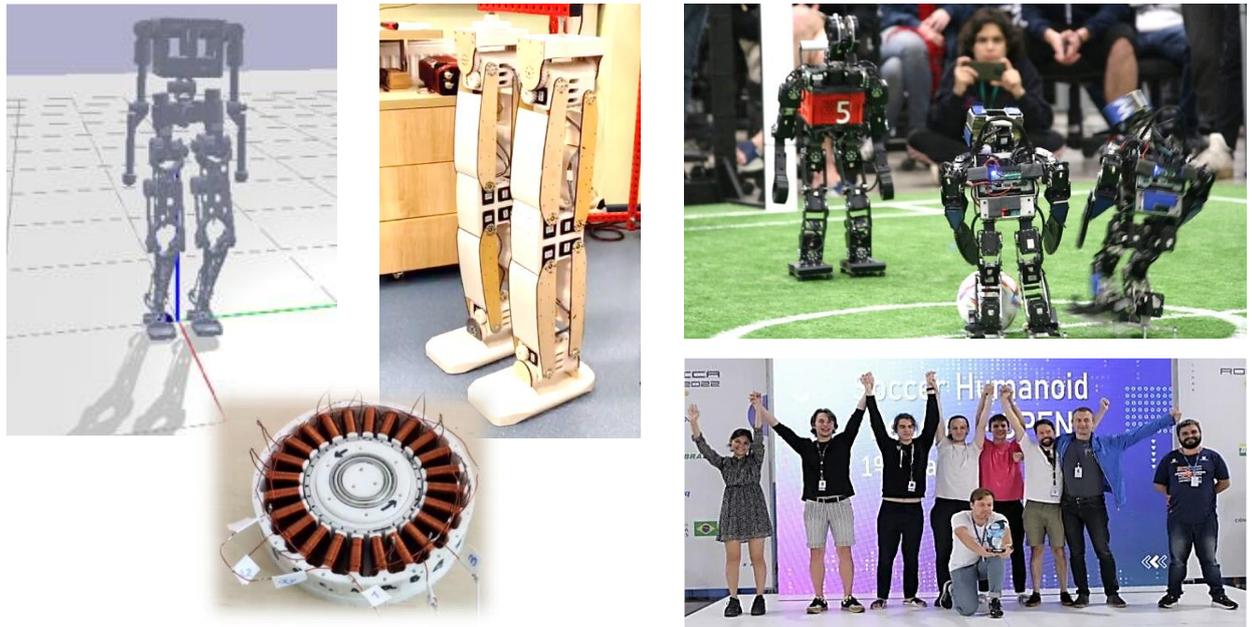


Рис. 36 Разработка и модернизация команды роботов-гуманоидов, автономно играющих в футбол с использованием новейших технологий искусственного интеллекта и робототехники

2. Бактериофаг-подобные наноагенты для быстрого скрининга специфичности деполимераз против бактерий с множественной лекарственной устойчивостью

Описание (сущность, новизна, значимость). Постоянно растущее число антибиотик-устойчивых возбудителей инфекционных заболеваний, является одной из важнейших проблем современного здравоохранения во всем мире. В этой связи бактериофаги и выделенные из них белки могут стать эффективным преемниками традиционных антибиотиков. В то время как огромное природное разнообразие фагов позволяет подобрать эффективного «убийцу» практически для любой бактерии, их правильная идентификация в настоящее время является длительной и трудоемкой задачей. В данной работе показана возможность создания быстрого 1-минутного скрининга бактериофагов, основанного на эффекте поверхностного плазмонного резонанса и применении специально сконструированных наноагентов, имитирующих фаги. Для этого панель наночастиц, имитирующих специфичность и ферментативную активность определенного фага, смешивают с суспензией интересующих бактерий. После этого при помощи обычного спектрометра можно измерить два критических важных параметра: 1) специфичность наноагента за счет избирательного взаимодействия частиц с клеточной стенкой и, что более важно, 2) наблюдать в реальном времени процесс ферментативного разрушения клеточной капсулы за счет отрыва наноагента от поверхности бактерий (Рис. 37).

Прогноз применения. Предлагаемый анализ преодолевает проблему поиска эффективных фагов против антибиотик-резистивных бактерий и, таким образом, обеспечивает более быструю разработку и внедрение методов лечения на основе фагов в качестве критически необходимой альтернативы традиционным антибиотикам.

Авторы: руководитель работы: д.ф.-м.н. Никитин М.П., исполнители: Рынгач А., к.б.н. Шевченко К.Г., к.б.н. Попова А.В.

Публикация:

Ringaci, A. et al. Phage-mimicking nanoagents for rapid depolymerase specificity screening against multidrug resistant bacteria //Biosensors and Bioelectronics. – 2022. – С. 114444. DOI: 10.1016/j.bios.2022.114444, IF = 12.545

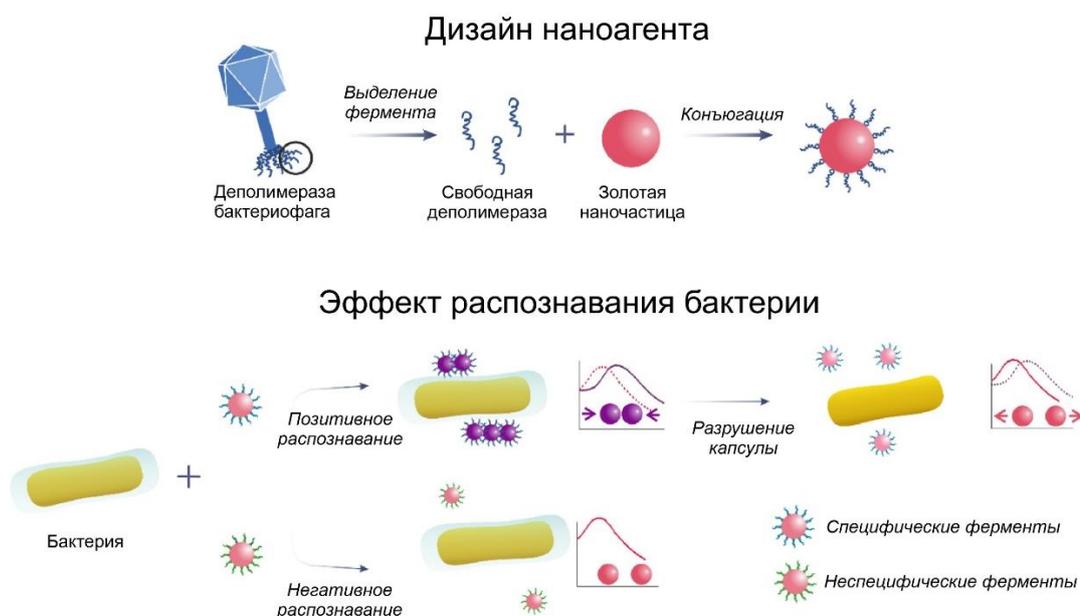


Рис. 37. Дизайн наноагента и эффект распознавания бактерии.

3. Разработка комплекса оперативной ледовой разведки на базе БПЛА палубного базирования

Описание (сущность, новизна, значимость). Стратегическое значение Северного морского транспортного коридора требует полного технологического суверенитета Российской Федерации в обеспечении морских перевозок, в частности, в части мониторинга и прогноза развития ледовой обстановки. В силу отсутствия на сегодняшний день отечественных космических средств радиолокационного зондирования особую значимость приобретают автономные системы обеспечения оперативной ледовой разведки на основе беспилотных летательных аппаратов палубного базирования.

В МФТИ на основе собственных научно-технических заделов разработан и подготовлен к натурным испытаниям в акватории Северного морского пути программно-аппаратный комплекс, включая среднеразмержный БПЛА палубного базирования с гибридной силовой установкой, оснащенный радиолокатором с синтезированной апертурой X-диапазона и бортовым спецвычислителем, обеспечивающим синтез высокодетальных радиолокационных изображений в режиме реального времени. Радиус действия комплекса составляет 150 км, полоса захвата РЛС при эшелоне полета 2.5 км – 8 км. Данные радиолокационного зондирования передаются на борт судна, где с помощью технологий искусственного интеллекта осуществляется их анализ и выявление опасных ледяных образований, с последующей выдачей рекомендаций по прокладке оптимального маршрута и составлением прогноза развития ледовой обстановки на основе трехмерного численного моделирования атмосферных процессов, морских течений и ледовых покровов.

В 2022 г. проведены натурные испытания ключевых элементов программно-аппаратного комплекса, согласована программа испытаний в акваториях Северного морского пути и внедрения в эксплуатацию.

Прогноз применения. В соответствии с дорожной картой, утвержденной Дирекцией северного морского пути ГК «Росатом», испытания комплекса в натуральных условиях будут завершены в 2023 г. и к концу 2024 г. начнется его штатная эксплуатация на ледоколах Атомфлота. Аналогичные решения найдут применение в обеспечении мониторинга и прогноза ледовой обстановки в замерзающих портах РФ, не относящихся к Северному морскому пути, а также на крупных пресноводных водоемах.

Руководитель работы: канд. физ.-мат. наук Родин А.В.; исполнители: канд. тех. наук Бухаров К.Д., Илюхин А.Е., Семенкин В.Г..

4. Получение пространственной структуры сфингозин-1-фосфатного рецептора S1P5 для рациональной разработки лекарств от нейродегенеративных и онкологических заболеваний

Описание (сущность, новизна, значимость). Получение пространственной структуры сфингозин-1-фосфатного рецептора S1P5 для рациональной разработки лекарств от нейродегенеративных и онкологических заболеваний Сфингозин-1-фосфат (S1P) представляет собой биологически активный лизофосфолипид, который действует через пять различных подтипов рецепторов, сопряжённых с G-белком (S1PRs) - S1P1-5. S1P5 влияет на многие клеточные процессы, такие как деление, миграция и выживание. На сегодняшний день разработано несколько терапевтических средств (таких как финголимод, сипанимод и озанимод) для лечения рассеянного склероза, болезни Крона и других аутоиммунных заболеваний, нацеленных на рецепторы S1P, но им не хватает селективности относительно подтипов рецепторов и по механизму действия, что приводит к неблагоприятным побочным эффектам.

Была получена структура сфингозин-1-фосфатного рецептора S1P5 в комплексе с антагонистом ONO-5430608 с разрешением 2,2 Å методом серийной фемтосекундной кристаллографии (SFX) при комнатной температуре с использованием рентгеновского лазера на свободных электронах Pohang Accelerator Laboratory (PAL-XFEL). При сравнении с ранее опубликованными структурами S1PR и анализе в сочетании с сайт-направленным мутагенезом, функциональными исследованиями, компьютерным моделированием и молекулярным докингем был проведён анализ контактов лиганда с белком, обнаружен вход лиганда с мембранной стороны между первой и седьмой трансмембранными спиралями, описаны механизмы обратного агонизма и селективности. Были показаны структурные основания селективности лигандов S1PR за счёт формирования аллостерического подкармана связывания. Показано, что аминокислотные остатки седьмой трансмембранной спирали играют ключевую роль в селективности лигандов. Предложен механизм обратного агонизма в отношении S1PR через воздействие на аллостерический подкарман связывания. (Рис. 38)

Чтобы создать основу для будущих подходов к персонализированной медицине, на карту были нанесены известные однонуклеотидные вариации (SNV) из баз данных генома gnomAD и COSMIC и аннотировали их потенциальные функциональные роли.

Проведено сравнение прогностической эффективности моделей S1PR AlphaFold2 для скрининга виртуальных лигандов по сравнению с экспериментальными структурами и обнаружено, что, несмотря на близкое структурное сходство, кристаллические структуры все еще намного лучше улавливают все детали определенных сигнальных состояний, которые часто имеют большое значение для разработки лекарств. Структуры с высоким разрешением обеспечивает шаблон для дизайна соединений-кандидатов в лекарственные препараты, а данный анализ дает представление о возможных терапевтических стратегиях лечения расстройств, связанных с семейством S1P.

Прогноз применения. Данный результат обеспечивает возможность основанной на структуре разработки кандидатов в лекарственные средства, направленной на актуальные мишени из класса рецепторов GPCR: сфингозин-фосфатные рецепторы 5-го типа - мишени против большой гранулярной лимфомы и ряда нейродегенеративных заболеваний. S1P5 рецептор, относящийся к подсемейству сфингозин-1- фосфатных рецепторов, входит в перечень биомишеней для разработки схожих по фармакотерапевтическому действию и улучшенных аналогов инновационных лекарственных препаратов, утверждённый приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации и Министерства здравоохранения Российской Федерации от 19 мая 2016 №1605/308н с дополнениями от 22 марта 2018, №991/115н (пункт 109).

Руководитель работы: к.ф.-м.н. Мишин А.В.

Публикации:

Elizaveta Lyapina, Egor Marin, Anastasiia Gusach, Philipp Orekhov, Andrey Gerasimov, Aleksandra Luginina, Daniil Vakhrameev, Margarita Ergasheva, Margarita Kovaleva, Georgii Khusainov, Polina Khorn, Mikhail Shevtsov, Kirill Kovalev, Ivan Okhrimenko, ..., Ivan Gushchin, Andrey Rogachev, ..., Valentin Gordeliy, Valentin Borshchevskiy, Alexey Mishin, Vadim Cherezov, Structural basis for receptor selectivity and inverse agonism in S1P5 receptors Nat Commun 13, 4736 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41467-022-32447-1>

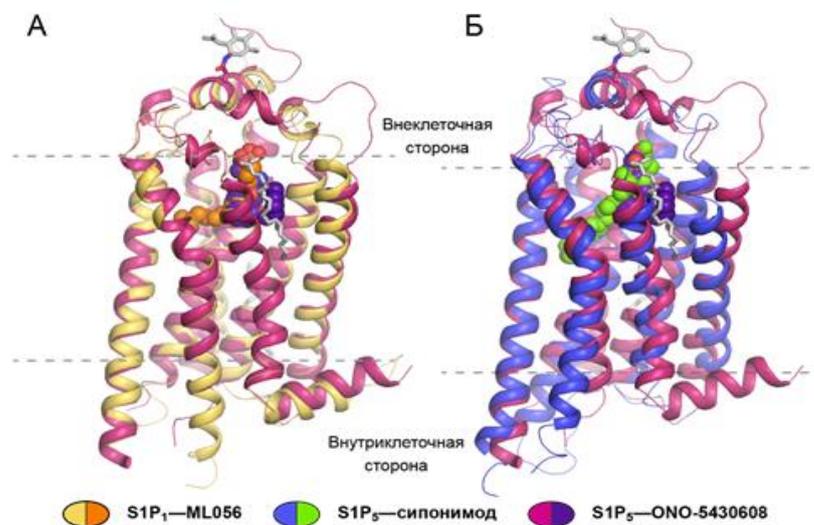


Рис. 38. Общая архитектура S1P5: 7ТМ доменов, N- и С-концевые спирали. А: неактивная структура S1P5 в комплексе с ONO-5430608 (показана розовым, лиганд показан фиолетовым) в сравнении с неактивной структурой S1P1 в комплексе с ML056 (показана жёлтым, лиганд показан оранжевым, PDB ID 3V2Y). Б: неактивная структура S1P5 в комплексе с ONO-5430608 (показана розовым, лиганд показан фиолетовым) в сравнении с активной структурой S1P5 (показана синим, лиганд показан зелёным, PDB ID 7EW1)

Новосибирский национальный исследовательский государственный университет

Биосовместимые материалы с контролируемым выделением оксида азота для биомедицинских применений

Авторы: Панфилов М., Жермоленко Е., Каргодина Т., Вирц Н., Воробьев А., Москаленский А.Е.

Получен ряд новых соединений, выделяющих оксид азота (NO) под действием света [1,2]. На их основе были разработаны новые биосовместимые материалы, которые будут использоваться для ускоренного заживления ран, создания биосовместимых эндопротезов (например, сосудистых стентов), лечения онкологических заболеваний. Контролируемое выделение NO является крайне перспективным для решения этих задач, так как в зависимости от концентрации и локализации оксид азота может оказывать различные биологические эффекты: ингибирование активации тромбоцитов, вазодилатация, ангиогенез, заживление ран, борьба с инфекционными агентами, индукция апоптоза раковых клеток и предотвращение их маскировки от иммунной системы.

В результате научных исследований с использованием полученных соединений – фотоактивируемых доноров NO были получены следующие результаты:

- Разработаны новые материалы на основе биосовместимой полимерной матрицы (PDMS), содержащей фотоактивируемые доноры NO (Рис. 39А, Б). Показано контролируемое выделение NO под действием лазерного излучения (Рис. 39В).
- Экспериментально продемонстрирован эффект ингибирования активации тромбоцитов под действием света с использованием фотоактивируемых доноров NO (результаты приведены в статье [1]);

- Разработан метод создания заданной концентрации оксида азота в водной среде с использованием фотоиндуцированной генерации NO, электрохимического датчика и петли обратной связи с алгоритмом PID (Рис. 40);

Публикации:

1. Egor O. Zhermolenko, Tatyana Yu. Karogodina, Alexey Yu. Vorobev, Mikhail A. Panfilov, Alexander E. Moskalensky, Photocontrolled Release of Nitric Oxide for Precise Management of NO Concentration in a Solution, bioRxiv 2022.11.01.514656; doi: <https://doi.org/10.1101/2022.11.01.514656>
2. Mikhail Panfilov, Tatyana Karogodina, Anastasiya Sibiryakova, Irina Tretyakova, Alexey Vorob'ev, Alexander Moskalensky, A Novel Scaffold for Nitric Oxide Photo-Releasers based on Meso-Aminomethyl-BODIPY, ChemRxiv 2022, <https://doi.org/10.26434/chemrxiv-2022-m2z57>

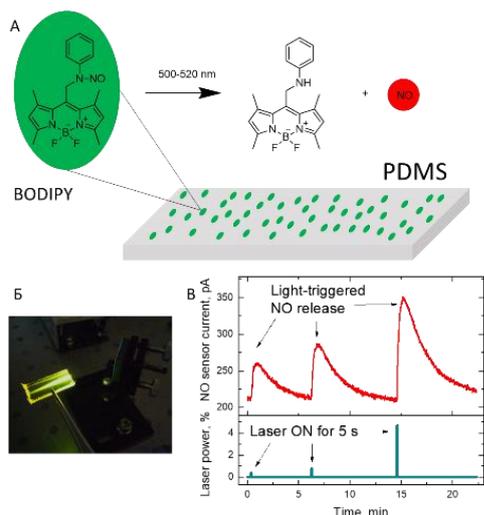


Рис. 39. А: схема работы фотоактивируемых доноров NO и биосовместимой матрицы. Б: фото прохождения лазерного луча через биосовместимую матрицу с донором NO. В: эксперимент, демонстрирующий контролируемое лазером выделение NO из матрицы.

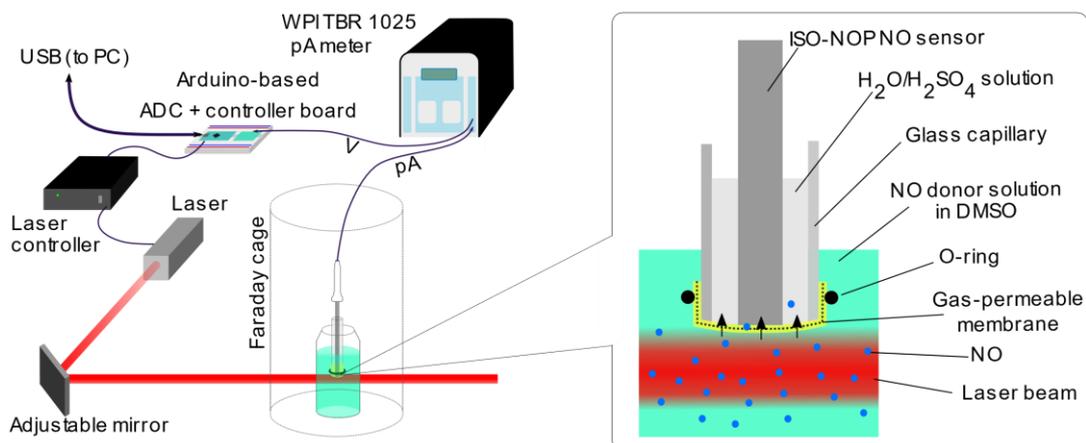


Рис. 40. Схема установки, обеспечивающей поддержание заданной концентрации NO в водной среде с помощью петли обратной связи и алгоритма PID. С полным описанием установки и полученными результатами можно ознакомиться в статье [1]

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева

1. Замковое устройство для фиксации трансформируемых элементов наноспутников формата CubeSat (Рис. 41)

Описание результата. Изобретение относится к ракетно-космической технике и может быть использовано для фиксации и расфиксации элементов конструкции

космического аппарата нанокласса, в частности, антенн и антенных комплексов, штанг научной аппаратуры, панелей солнечных батарей, аэродинамических стабилизаторов, крышек отсеков и бленд оптической аппаратуры и подобных трансформируемых устройств.

Технической задачей, решаемой настоящим изобретением, является повышение надежности фиксации и расфиксации элементов конструкции наноспутника формата CubeSat. Снижение количества элементов и отдельных замков, участвующих в процессе расфиксации, снижение массы устройства, а также обеспечение многократной фиксации и расфиксации в процессе наземной отработки.

Данная разработка после проведения лётно-конструкторских испытаний может быть применена на космических аппаратах иного класса.

Авторы результата: Белоконов И.В., Болтов Е.А., Ломака И.А., Шафран С.В.

Публикации:

Igor A. Lomaka, Nikolay A. Elisov, Elisey A. Boltov, Stepan V. Shafran, A novel design of CubeSat deployment system for transformable structures, Acta Astronautica, Volume 197, 2022, Pages 179-190, ISSN 0094-5765, <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2022.05.027> (Q1).

Получено решение о выдаче патента: «Замковое устройство для фиксации трансформируемых элементов наноспутников формата CubeSat». Заявка № 2022107806/11 от 23.03.2022, авторы: Белоконов И.В., Болтов Е.А., Ломака И.А., Шафран С.В. Номер госрегистрации 622032900139-3.

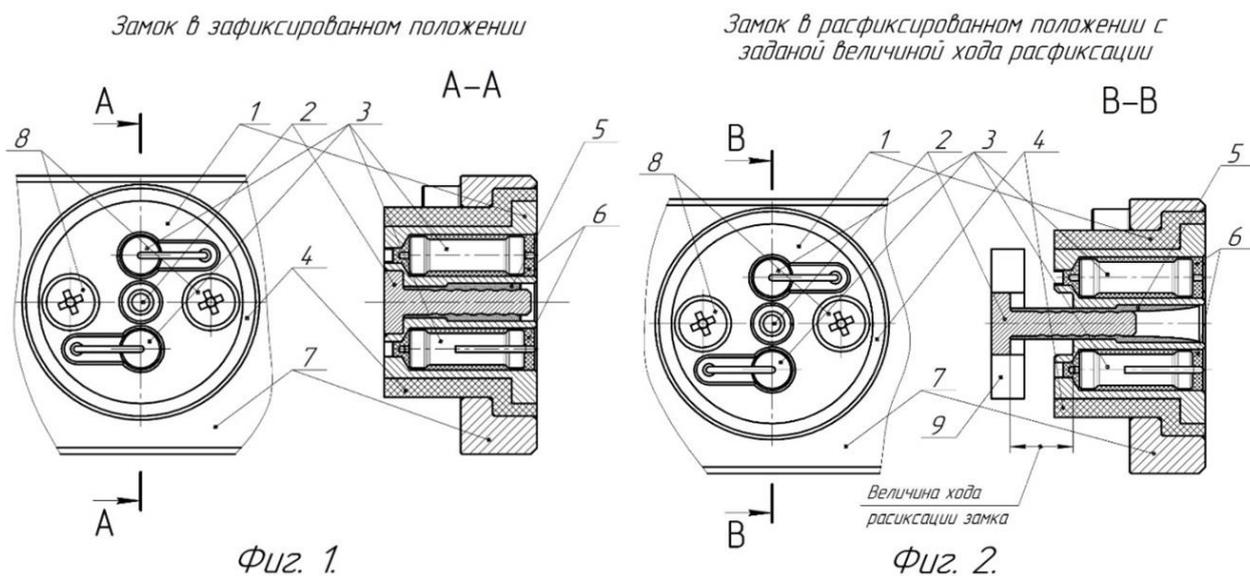


Рис. 41. Замковое устройство для фиксации трансформируемых элементов наноспутников

2. Катализаторы реакции восстановления кислорода на основе графена, допированного азотом и металлами

Описание результата. Получен биметаллический катализатор на основе наночастиц платины и кобальта, которые наносятся на поверхность мезопористого углерода, допированного азотом. Углеродный материал синтезировали пиролитическим методом из силикатных темплатов. За счет особых характеристик мезопористого углеродного материала (высокой удельной площади поверхности $827 \text{ м}^2/\text{г}$, превалирующего количества мезопор) достигается высокая степень распределения частиц PtCu и вместе с тем более низкое сопротивление массопереносу по сравнению с другими металлическими катализаторами (Рис. 42). Наличие молекул азота в структуре катализатора способствует равномерному распределению легирующих компонентов в порах и повышают каталитическую активность системы в реакции восстановления кислорода.

Полученные результаты исследования могут найти применение в процессе разработки новых топливных элементов.

Авторы: Виноградов К.Ю., Буланова А.В., Шафигулин Р.В., Токранова Е.О., Мебель А.М., Хун Чжу (Пекинский химико-технологический университет)

Публикации:

1. Kirill Yurievich Vinogradov, Anzhela Vladimirovna Bulanova*, Roman Vladimirovich Shafigulin, Elena Olegovna Tokranova, Alexander Moiseevich Mebel*, and Hong Zhu. Density Functional Theory Study of the Oxygen Reduction Reaction Mechanism on Graphene Doped with Nitrogen and a Transition Metal, ACS Omega 2022, 7, 8, 7066–7073, <https://doi.org/10.1021/acsomega.1c06768> (IF 4.132).

2. Shuxian Di, Wenjin Liu, Chen Guo, Fanghui Wang, Anzhela Bulanova, Alexander Mebel, Hong Zhu, Hierarchical porous N-doped carbon-supported PtCu nanoparticles as an efficient catalyst for oxygen reduction reaction, Journal of Power Sources, Volume 533, 2022, 231270, ISSN 0378-7753, <https://doi.org/10.1016/j.jpowsour.2022.231270> (IF 9.719).

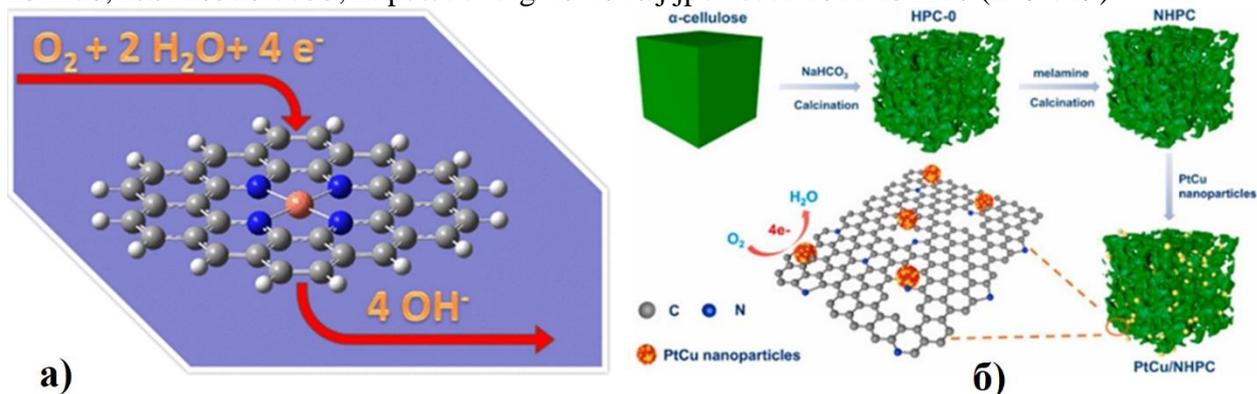


Рис. 42. а) структура модели катализатора: графен, легированный четырьмя атомами азота и переходным металлом; б) схематическое изображение получения Pt/Cu катализатора на основе пористого углерода, допированного азотом

3. Квантово-механическое исследование механизмов химических реакций

Проведено комбинированное расчетно-экспериментальное исследование самореакции бензильного радикала, участвующего в образовании полициклических ароматических углеводородов, с фенантроном и антраценом через нетрадиционную изомер-селективную динамику возбужденного состояния. Синтезирована и исследована молекула монооксида субвалентного германия, в результате чего объяснен сложный механизм реакции системы германий-кислород и продемонстрирован «эффект тяжелого атома» германия в ISC с образованием (почти) эксклюзивного синглетного монооксида германия и триплетного атомарного кислорода по сравнению с аналогичными системами. Впервые определен механизм образования гидроксиацетона, метилацетата и 3-гидроксипропаналя, а также их енольных таутомеров в смесях льдов метанола и ацетальдегида, аналогичных межзвездным льдам (Рис. 43).

Работа выполнена совместно с Самарским филиалом ФИАН. Авторы результата: Аязов В.Н., Мебель А.М., Медведков И.А. и др.

Публикации:

1. The reaction of o-benzyne with vinylacetylene: an unexplored way to produce naphthalene / L. Monluc, A.A. Nikolayev, I.A. Medvedkov, V.N. Azyazov, A.N. Morozov, A.M. Mebel // ChemPhysChem. – 2022. – V. 23, N 2. – P. 1-8, <https://doi.org/10.1002/cphc.202100758> (IF 3.102).

2. Gas-phase preparation of subvalent germanium monoxide (ge_0 , $x1\sigma^+$) via non-adiabatic reaction dynamics in the exit channel / C. He, S.J. Goettl, Z. Yang, R.I. Kaiser, A.A. Nikolayev, V.N. Azyazov, A.M. Mebel // Journal of Physical Chemistry Letters. – 2022. — V. 13, I. 20. – P. 4589-4597, <https://doi.org/10.1021/acs.jpcclett.2c00706> (IF 6.475).

3. Unconventional excited-state dynamics in the concerted benzyl (C7H7) radical self-reaction to anthracene (C14H10) / R.I. Kaiser, L. Zhao, W. Lu, M. Ahmed, V.S. Krasnoukhov,

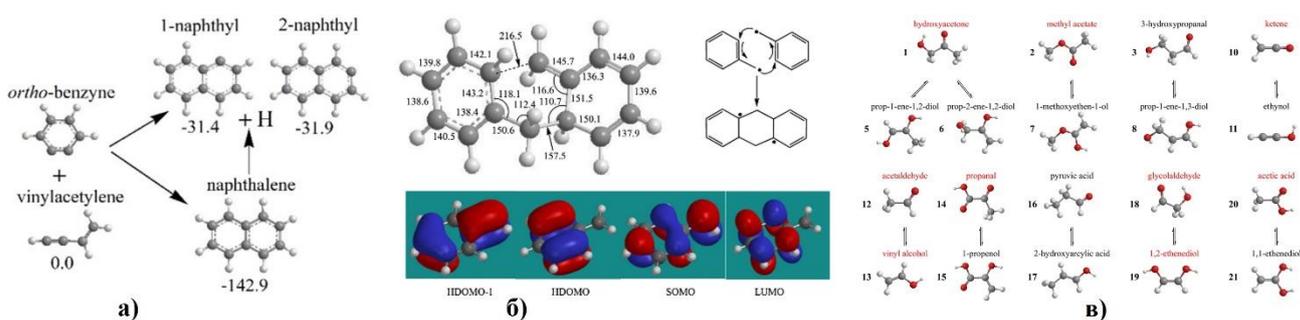


Рис. 43. а) Реакция орто-бензина с винилацетиленом с образованием нафталинового ядра при условии достаточности концентрации веществ; б) Структура и граничные орбитали, участвующие в самореакции бензил-радикала; в) Енольные таутомерные пары, обнаруженные в различных аналогах межзвездных льдов

Санкт-Петербургский горный университет

1. Метод определения долевых вкладов потребителей с нелинейными нагрузками

Сущность. Разработан метод определения долевых вкладов потребителей с нелинейными электрическими нагрузками, основанный на подключении пассивного фильтра гармоник шунтирующего типа и измерении токов вводного присоединения и пассивного фильтра.

Новизна. Метод определения долевых вкладов потребителей с нелинейными электрическими нагрузками не требует необходимости определения сопротивления электрической сети и позволяет определять вклады потребителей независимо от наличия внешних источников искажений.

Значимость. Метод может быть использован на промышленных предприятиях и в электрических сетях, к которым подключены потребители с нелинейными электрическими нагрузками и распределенными источниками электроэнергии. Выявление искажающих токов нелинейной нагрузки приведет к более достоверному и справедливому определению источника высших гармоник в сравнении с мировыми методиками и нормативными документами. Кроме этого, решение такой задачи необходимо при выборе места подключения и параметров корректирующих устройств для компенсации искажений.

Прогноз применения. Планируется реализовать при комплексном повышении качества электрической энергии в сетях горных предприятий для выявления долевых вкладов источников искажений в распределительных сетях и выбора мест подключения и параметров корректирующих устройств.

Авторы: Шклярский Я.Э., Скамьин А.Н., Добуш В.С.

Публикации:

Патент № 2782157 Способ оценки долевого вклада источников искажений в напряжение питающей сети / Скамьин А.Н., Шклярский Я.Э., Добуш В.С. Оpubл. 21.10.2022. Бюл. № 30.

2. Комплексная технология и технические средства исследования подледниковых водоемов Антарктиды

Сущность. Разработана комплексная технология экологически безопасного проникновения в подледниковые водоемы Антарктиды, включающая бурение скважин доступа, доставочные модули и исследовательские устройства для отбора проб воды, донных отложений и кернов подстилающих пород и их доставки на поверхность (Рис. 44).

Новизна. Технология и технические средства позволяют выполнять стерильный отбор проб воды, донных отложений и кернов с сохранением условий природной среды

при их доставке на поверхность и имеют возможность перемещения по дну водоемов с адаптацией к условиям донной поверхности.

Значимость. Фундаментальные исследования подледниковых водоемов Антарктиды, изолированных от воздействия земной атмосферы более 10 миллионов лет, позволят получить уникальные новые знания мирового уровня о глобальных изменениях природной среды планеты и эволюции жизни на Земле.

Прогноз применения. Планируется реализовать при комплексном исследовании подледникового озера Восток в соответствии со Стратегией развития деятельности Российской Федерации в Антарктиде до 2030 года.

Авторы: Литвиненко В.С., Трушко В.Л., Большунов А.В., Шишкин Е.В., Тимофеев И.П., Игнатъев С.А.

Публикации:

Патент № 2779170 Способ бурения скважин в ледниковом покрове / В.С. Литвиненко, В.Л. Трушко Оpubл. 05.09.2022. Бюл. № 25.

Патент № 2780038 РФ. Шагающий пробоотборник / И.П. Тимофеев, А.В. Большунов, Е.В. Шишкин и др. Оpubл. 19.09.2022. Бюл. № 26.

Патент № 214112 РФ. Шагающее устройство для исследования донной поверхности подледниковых водоемов / Е.В.Шишкин, А.В. Большунов, С.А. Игнатъев и др. Оpubл. 12.10.2022. Бюл. № 29.

Шишкин Е.В., Большунов А.В., Тимофеев И.П., Авдеев А.М., Ракитин И.В. Модель шагающего пробоотборника для исследования донной поверхности подледникового озера Восток // Записки Горного института. 2022. Т. 257. С. 853-864. DOI: 10.31897/PMI.2022.53.

Технология отбора проб донной поверхности подледникового озера Восток

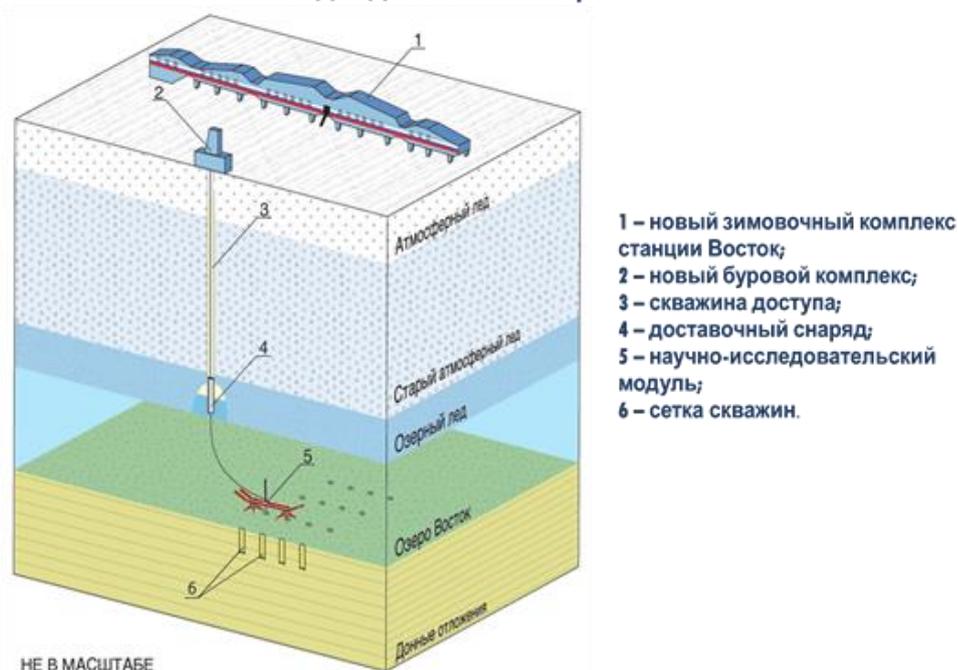


Рис. 44.

Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики

Методика быстрого определения подлинности картин

Разработаны новые подходы и методики технологической экспертизы предметов живописи. Классические методы исследования, доступные и используемые в крупных

музеях, не могут обеспечить возросшие потребности в быстрой и однозначной экспертизе подлинности картин. Обычно используются методы рентгенографии, рентгеноструктурный анализа, УФ-люминесценции, ИК-рефлектография, ИК- и рамановской спектроскопия, а также более новые методы на основе терагерцовой томографии и спектроскопии, оптической когерентной томографии, спектроскопии лазерно-индуцированного пробоя и др. Предложен полуколичественный подход основанный на инфракрасной спектроскопии (FTIR) позволяющий определить химический состав картины (Рис. 45) и косвенно оценить концентрацию или массовую долю конкретного химического вещества, а также определить столетие, в котором были нанесены конкретные слои краски (Рис. 46). Это позволяет совместно с историческими данными быстро и неразрушающе подтверждать подлинность предметов живописи.

Суть метода в определении разной степени полимеризации масляных красок в слоях разной эпохи, вызванной химической реакцией с пигментами, что приводит к разным ИК-спектрам.

Коллектив авторов: И.И. Андреев, С.В. Сирро, А.А. Лукина, А.А. Смолянская, О.В. Кравченко, М. Меню, О.А. Смолянская

Публикации:

«Necessity and Use of a Multilayer Test Object Based on an Anonymous 19th Century Copy of a Painting by Ivan Konstantinovich Aivazovsky (1817–1900)», Ivan I. Andreev, Sergey V. Sirro, Anastasiya A. Lykina, Aleksandra A. Smolyanskaya, Alexander V. Minin, Olga V. Kravtsenyuk, Michel Menu and Olga A. Smolyanskaya, *Heritage* 2022, 5, 2955–2965.



Рис. 45. Тестовый образец (со слоями красок разной эпохи)

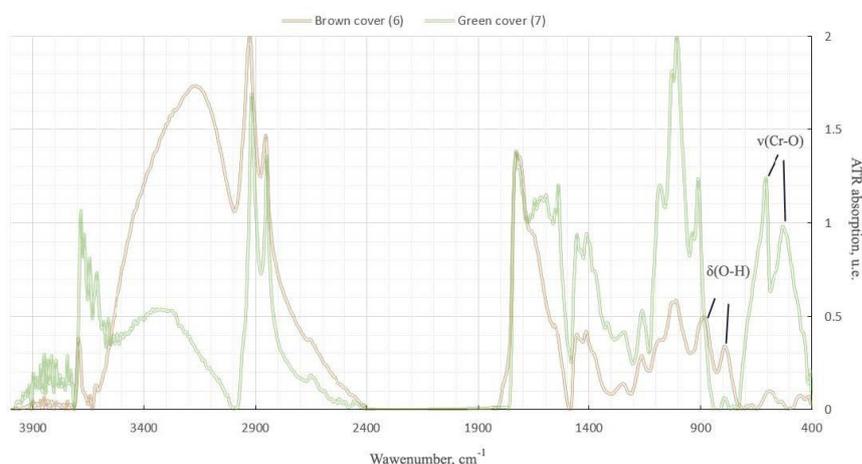


Рис. 46. FTIR спектр поглощения тестового образца

1. Разработка, доклинические и клинические исследования радиофармпрепарата на основе каркасных белков для неинвазивной диагностики рака молочной железы

В течение 2022 года проведено комплексное изучение свойств перспективного радиокоњуогата на основе каркасного белка и нуклида ^{99m}Tc . Актуальность разработки определяется широким распространением HER2-экспрессирующих опухолей, в том числе некоторые виды рака молочной железы, яичников и ряда других локализаций. В совокупности эти патологии находятся на втором месте среди причин смертности. Точность определения данных опухолей обусловлена возможностью специфического распознавания рецепторов на поверхности раковой клетки (рецептор HER2). В новом препарате в качестве таргетного агента использованы анти-HER2 каркасные белки, обеспечивающие оптимальный фармакокинетический профиль и высокую специфичность связывания с мишенью, что значительно расширяет возможности для клинического применения в диагностике рака молочной железы.

Основная область применения полученных результатов – радионуклидная диагностика онкологических заболеваний человека.

Авторы: Ларькина М.С., Плотников Е.В., Безверхняя Е.А., Третьякова М.С., Юлдашева Ф., Зельчан Р.В., Коновалова Е., Воробьева А., Белоусов М.В., Толмачев В.М., Деев С.М., Чернов В.И., Юсубов М.С.

Публикация:

Полученные результаты опубликованы в рейтинговом журнале (WoS Q1): Larkina, M.; Plotnikov, E.; Bezverkhniaia, E.; Shabanova, Y.; Tretyakova, M.; Yuldasheva, F.; Zelchan, R.; Schulga, A.; Konovalova, E.; Vorobyeva, A.; Garousi, J.; Gräslund, T.; Belousov, M.; Tolmachev, V.; Deyev, S. Comparative Preclinical Evaluation of Peptide-Based Chelators for the Labeling of DARPIn G3 with ^{99m}Tc for Radionuclide Imaging of HER2 Expression in Cancer. Int. J. Mol. Sci. 2022, 23, 13443. <https://doi.org/10.3390/ijms232113443>

2. Разработка технологии и установки пиролиза природного газа в плазме СВЧ разряда

В работе предложен процесс получения водорода в результате пиролиза природного газа в неравновесной низкотемпературной плазме СВЧ-разряда в закрытом плазмохимическом реакторе проточного типа при атмосферном давлении в отсутствие кислорода, катализаторов, воды, без образования выбросов CO, CO₂, NO_x и других отходов.

Технология пиролиза природного газа основана на воздействии неравновесной низкотемпературной плазмы СВЧ разряда на молекулы углеводородного газа. Электроны, разогретые СВЧ электромагнитным полем до $(10\div 15)10^3$ К, избирательно передают энергию молекулам газа, переводя их в возбужденное состояние. За счет этого происходит распад молекул с образованием химических продуктов – водорода, углерода, углеводородов. Важным преимуществом плазмохимических процессов, осуществляемых в реакторе, является их объемный характер протекания. Технология реализована в демонстрационном образце СВЧ-генератора водорода.

Авторы: к.т.н. Жерлицын А.Г., к.ф.-м.н. Шиян В.П., Корженко Д.В., Соловьев А.М., Юдаков С.В., к.ф.-м.н. Пащенко О.В., Шабунин А.С.

Публикации:

1. Hydrogen production from the natural gas in the microwave discharge at atmospheric pressure / А. Г. Жерлицын, Д. В. Корженко, В. П. Шиян // Газовая промышленность научно-технический и производственный журнал: . — 2018 . — № 11 (777) . — с. 104-113.

2. А. Г. Жерлицын, Д. В. Корженко, Получение водорода из природного газа в плазме СВЧ разряда // Водород. Технологии. Будущее.: тезисы докладов межд. конф. – Казань, 2022 – с. 6.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ)

1. Новые математические модели для описания распространения импульсов в нелинейной оптической среде

Автор: Кудряшов Н.А.

Сущность. Исследование распространения импульсов в оптическом волокне является важной задачей, необходимой для развития современных телекоммуникационных систем. Целью данной работы был учёт важных особенностей нелинейных оптических сред при разработке математических моделей. В настоящее время при изучении распространения импульсов в оптическом волокне используют обобщенные нелинейные уравнения Шрёдингера. Особенностью данной работы является учёт дисперсии высокого порядка, произвольных показателей преломления, произвольных степеней нелинейности, рассмотрение среды с насыщением и других характеристик нелинейной среды. Для аналитического исследования этих моделей, описываемых нелинейными уравнениями в частных производных, применялись как новые, так и классические методы. К этим методам можно отнести методы группового анализа дифференциальных уравнений, применение теста Пенлеве, модифицированные методы простейших уравнений, метод неявной функции, методы исследования динамических систем с использованием функции Мельникова. При аналитическом исследовании новых математических моделей были найдены условия, при которых формируются оптические солитоны и периодические сигналы, а также условия возникновения хаоса в системе.

Предлагаемые математические модели являются новыми и с недавнего времени активно исследуются учёными по всему миру, о чём свидетельствует большое количество публикаций на эту тему. Они учитывают важные для эффективной передачи информации физические свойства импульса и нелинейной оптической среды.

Модели могут быть использованы при исследовании влияния свойств оптического волокна на характеристики передаваемого сигнала. В дальнейшем такие разработки могут применяться при проектировании телекоммуникационных систем с целью увеличения объема и качества передаваемой информации.

Наиболее важные публикации по данной работе:

1. Kudryashov, N. A. (2022). Embedded solitons of the generalized nonlinear Schrödinger equation with high dispersion. *Regular and Chaotic Dynamics*, 27(6), 680-696.
2. Kudryashov, N. A. (2022). Bright solitons of the model with arbitrary refractive index and unrestricted dispersion. *Optik*, 270
3. Kudryashov, N. A. (2022). Optical solitons of the generalized nonlinear Schrödinger equation with kerr nonlinearity and dispersion of unrestricted order. *Mathematics*, 10(18)
4. Kudryashov, N. A. (2022). Solitary waves of the generalized Radhakrishnan-Kundu-Lakshmanan equation with four powers of nonlinearity. *Physics Letters*, A: 448
5. Kudryashov, N. A. (2022). Stationary solitons of the generalized nonlinear Schrödinger equation with nonlinear dispersion and arbitrary refractive index. *Applied Mathematics Letters*, 128
6. Kudryashov, N. A., Biswas, A. (2022). Optical solitons of nonlinear Schrödinger's equation with arbitrary dual-power law parameters. *Optik*, 252
7. Kudryashov, N. A., Lavrova, S. F. (2022). Dynamical properties of the periodically perturbed Triki-Biswas equation. *Optik*, 253
8. Kan, K. V., Kudryashov, N. A. (2022). Solitary waves described by a high-order system in optical fiber bragg gratings with arbitrary refractive index. *Mathematical Methods in the Applied Sciences*, 45(2), 1072-1079. doi:10.1002/mma.7836

2. Нейросетевой анализ сверхсильных магнитных полей в микрокатушках, возбуждаемых короткими лазерными импульсами

В результате исследований на петаваттной лазерной установке PHELIX (Дармштадт, Германия) процессов оптической генерации квазистационарных магнитных полей в микромишенях спиральной формы, проведённых в рамках предоставления времени на установке внешним коллективам на конкурсной основе (проект «Plasma magnetization by interaction with chirality for laboratory astrophysics and applications», рук. Корнеев Ф.А., НИЯУ МИФИ), подтверждена возможность генерации в спиральных проволочных мишенях магнитных полей с амплитудой в сотни тесла и временем жизни на уровне десятков пикосекунд, что на порядки превышает длительность использованного лазерного импульса. Определены условия, необходимые для генерации квазистационарного магнитного поля. Для анализа экспериментальных данных протонной радиографии, используемой в подобных экспериментах в качестве одной из основных диагностик, разработан и апробирован принципиально новый подход, основанный на использовании искусственной нейронной сети. Предложенный авторами метод (Рис.9) существенно упрощает интерпретацию экспериментальных результатов и может быть использован в исследованиях по лазерной генерации электромагнитных полей, которые могут применяться для создания сильнозамагниченной плазмы, коллимации потоков высокоэнергетических заряженных частиц, а также для решения ряда других прикладных и фундаментальных задач.

Авторы: Ю. В. Кочетков, Н. Д. Бухарский, М. Эрет, Ю. Абе, К. Ф. Ф. Ло, В. Ospina-Bohorquez, Ж. Ж. Сантос, Ш. Фудзиока, Г. Шауманн, Б. Зильбауэр, А. Кузнецов, Ф. Корнеев.

Публикации:

Iu. V. Kochetkov, N. D. Bukharskii, M. Ehret, Y. Abe, K. F. F. Law, V. Ospina-Bohorquez, J. J. Santos, S. Fujioka, G. Schaumann, B. Zielbauer, A. Kuznetsov, Ph. Korneev. Neural network analysis of quasistationary magnetic fields in microcoils driven by short laser pulses // Scientific Reports. – 2022. – № 12. – С. 13734.

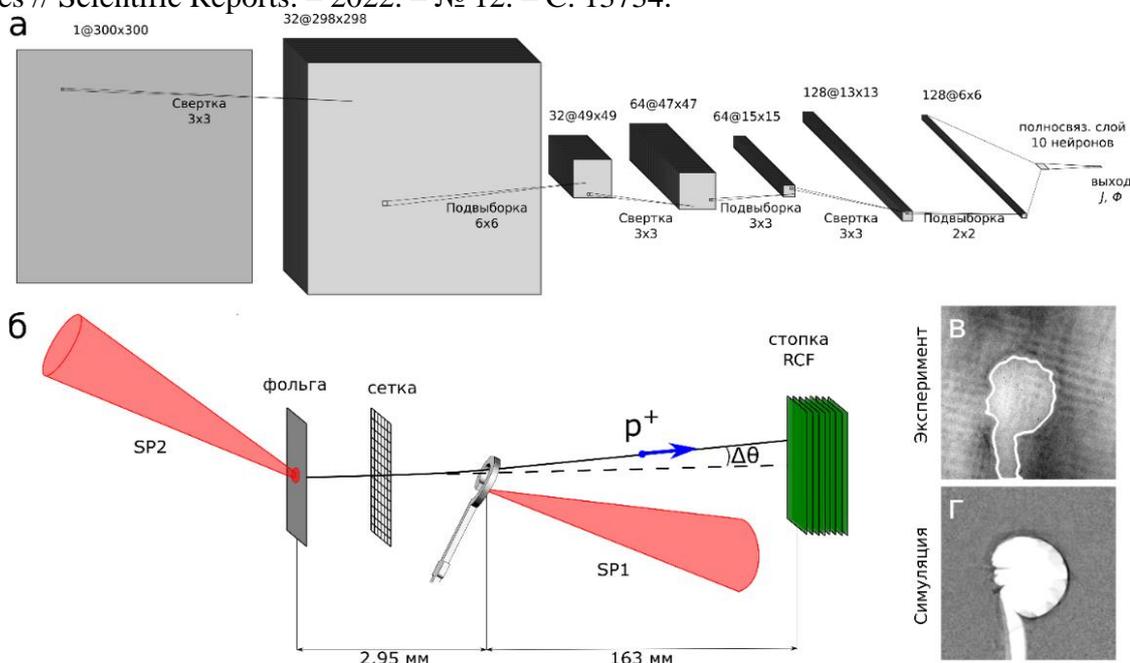


Рис. 47. (а) Схема архитектуры разработанной искусственной нейронной сети.

(б) Принципиальная схема эксперимента по лазерной генерации магнитных полей и их диагностики при помощи протонной радиографии. (в) Сравнение полученной в эксперименте протонной радиограммы с синтетической (г), сгенерированной для восстановленных нейронной сетью параметров электромагнитного поля в области мишени

Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

Всепогодные солнечные батареи с внедрением двумерных материалов

Разработан полный цикл печати солнечных батарей промышленным методом SLOT DIE. Продемонстрированы преимущества методики добавления Cl- содержащих добавок для равномерного формирования фотоактивных слоев стабилизированных составов CsFAPbI₃. С данными структурами достигнуты КПД более 20 % и стабильность порядка 3500 часов постоянной работы на максимальной мощности при уличных условиях солнечного освещения. Представлены прототипы модульных устройств большой площади (до 200 см²) в планарной конфигурации и последовательном подсоединении ячеек. Исследованы базовые принципы уникальной и новой технологии для применения в перовскитной фотовольтаики – ионно-лучевого нанесения проводящих соединений.

С полученными прототипами (Рис. 48) получены новые уникальные результаты по высокоэффективной работе перовскитных солнечных батарей при рассеянном свете (200–1000 Лк) с КПД более 35% при свете искусственных источников или условий пасмурной погоды. Достигнутый задел открывает новую перспективу беспроводного и автономного питания экосистем устройств IoT, телекоммуникации в труднодоступных местах или локациях с преимущественным низким уровнем освещенности (северные широты РФ). Достижение целей проекта позволило получить новую технологию высокого уровня дешевых солнечных батарей (TRL 5).

Работа выполнена коллективом лаборатории Перспективной солнечной энергетики под руководством профессора Ди Карло Альдо.

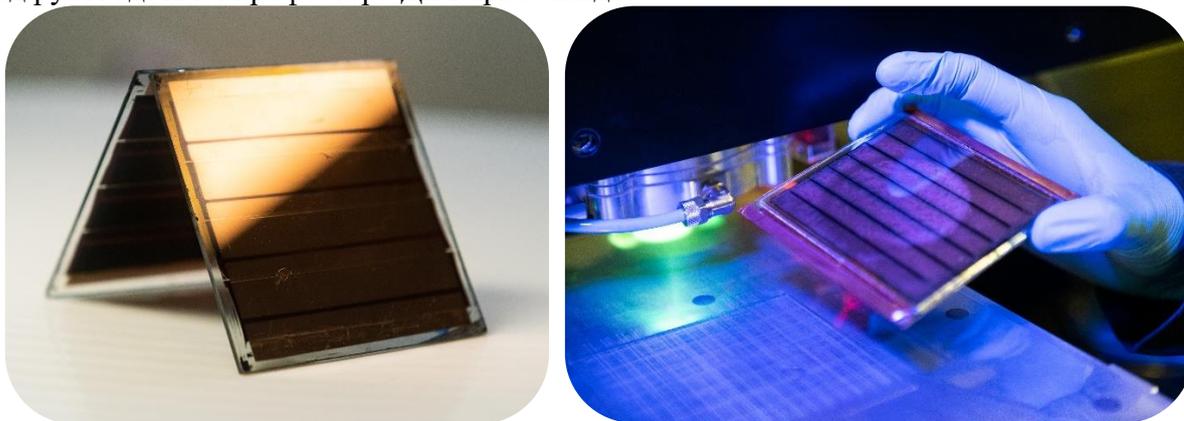


Рис. 48. Прототип новых всепогодных солнечных батарей

Белгородский государственный национальный исследовательский университет

Беспроводные самоорганизующихся сети на основе ультрафиолетовых каналов связи и адаптивных протоколов передачи данных

Авторы: Васильев Г.С., Кузичкин О.Р., Суржик Д.И., Константинов И.С., Лазарев С.А.

Сущность полученного результата, его новизна и значимость. Проект направлен на решение актуальной научно-технической проблемы обеспечения защищенной связи в условиях мобильности абонентов, при наличии деструктивных воздействий и (или) отсутствии традиционной телекоммуникационной инфраструктуры. Как известно, развертывание традиционных систем сотовой, проводной и радиосвязи является достаточно трудоемким и дорогостоящим процессом. К тому же установка фиксированных приемопередающих узлов делает сеть недостаточно мобильной и

живучей, т.е. не способной эффективно функционировать в условиях случайных перемещений и экстремальных внешних воздействий. Поэтому для решения указанной проблемы требуются сети защищенной передачи информации, обладающие быстрым развертыванием, автономностью электропитания каждого узла, высокой живучестью, способностью доставлять сообщения при динамически изменяющейся топологии. Общая схема системы УФ связи включает оптический передатчик Tx, беспроводной канал связи и оптический приемник Rx. В состав оптического передатчика Tx входят последовательно соединенные источник информационного сигнала, модулятор, усилитель и оптический излучатель. Пример конкретной конфигурации, практически реализованной авторами, показан на Рис. 49.

Прогноз применения полученного результата. Применение связи за счет УФ излучения в беспроводных самоорганизующихся сетях связи позволяет обеспечить надежную связь, защищенную от преднамеренного подавления и перехвата, в режиме NLOS при наличии препятствий между передатчиком и приемником, не подверженную влиянию солнечного излучения и преднамеренных помех, создаваемых средствами радиоэлектронной борьбы.

Сведения об опубликовании этого полученного результата.

Получены охранные документы на РИД: 1. Патент на изобретение № 2752790 С1 от 05.08.2021

2. Патент на изобретение RU 2719548 С1 от 21.04.2020.

3. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2021662341 от 27.07.2021.

4. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2020660574 от 07.09.2020.

5. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2020661123 от 18.09.2020.

6. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № RU 2019661993 от 12.09.2019.

Публикации:

1. Vasilyev G.S., Kuzichkin O.R., Surzhik D.I. Modeling the dynamic properties of communication channels in uav-based networks based on spectral piecewise linear approximation method // International Journal of Engineering Research and Technology. – 2021. – Т. 13. № 12. – С. 4653-4657.

2. Васильев Г.С., Кузичкин О.Р., Суржик Д.И., Константинов И.С. Метод масштабного физического моделирования системы связи УФ-С диапазона // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2020. – № 6 (344). – С. 141-147.

3. Vasilyev G.S., Surzhik D.I., Kuzichkin O.R., Kurilov I.A. Algorithms for adapting communication protocols of fanet networks // Journal of Software. – 2020. – Т. 15, № 4. – С. 114.

4. Vasilyev G.S., Kuzichkin O.R., Konstantinov I.S., Lazarev S.A., Surzhik D.I. Application of fuzzy synchronization in the nlos uv communication system // International Journal of Engineering Research and Technology. – 2020. – Т. 13, № 11. – С. 3825-3829.

5. Vasilyev G.S., Kuzichkin O.R., Surzhik D.I. Performance analysis of mimo communication system with nlos uv channel // Photonics Letters of Poland. – 2020. –Т. 12, № 4. – С. 91-93.

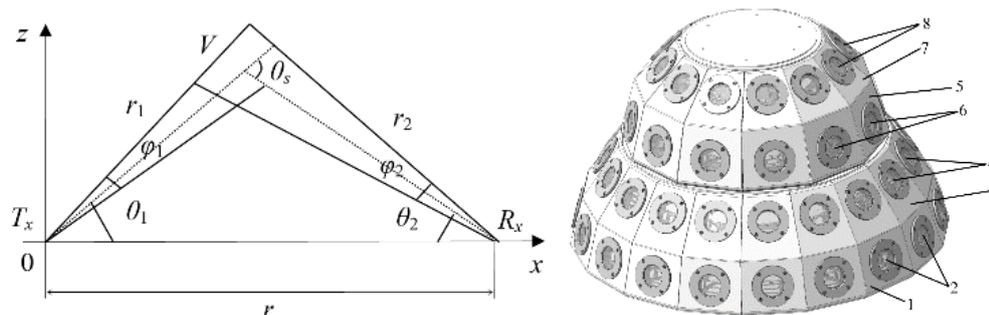


Рис. 49. Структура УФ-канала связи и практическая реализация многоканального устройства

Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева

1. Разработка новых тераностических МРТ-агентов на основе магнитных наночастиц для диагностики и терапии раковых заболеваний

Руководитель: канд. физ.-мат. наук Сухоруков Глеб Борисович

В настоящее время одним из наиболее репрезентативных методов визуализации в клинических и доклинических исследованиях является магнитно-резонансная томография (МРТ). В качестве таких агентов для МРТ обычно выступают магнитные наночастицы (МНЧ), что в значительной степени повышает эффективность традиционной МРТ-диагностики. Одним из перспективных средств для доставки МНЧ являются полиэлектролитные микрокапсулы (ПЭМК). ПЭМК могут служить универсальными контейнерами и позволяют аккумулировать самые разнообразные диагностические и лечебные агенты. С точки зрения МРТ-диагностики, ПЭМК могут выступать в роли носителей контрастного агента (МНЧ), кроме того, интересной сферой применения ПЭМК с магнитными наночастицами может быть лечебная гипертермия.

По итогам проведенных исследований при реализации НИР были получены следующие научные результаты:

- Разработаны методики синтеза МНЧ/ПЭМК с МНЧ в оболочке и исследованы их физико-химические характеристики.
- Изучена зависимость контрастирующей активности МНЧ и ПЭМК с МНЧ от их концентрации и биodeградации в организме. Была выявлено снижение контрастирующей активности ПЭМК с МНЧ от увеличения плотности упаковки МНЧ в оболочке капсул.
- Изучено биораспределение ПЭМК в организме лабораторных животных. Установлено, что микрокапсулы в первые 60 минут после инъекции накапливаются в лёгочной ткани, где постепенно разрушаются.
- В результате изучения токсических свойств разработанных микрокапсул с МНЧ на фоне воздействия переменного магнитного поля *in vitro* было установлено цитотоксическое действие на 2D клеточные культуры. Данный эффект пропал в аналогичном эксперименте на клеточных ассоциациях в виде сфероидов.
- Разработана теоретическая модель для оценки термического и механического воздействия разрабатываемых объектов на мембраны и цитоскелет клеток.
- В эксперименте *in vivo* было установлено отсутствие гепато-, кардио- и нефротоксичности у разработанных ПЭМК с МНЧ и подтверждено отсутствие их влияния на биохимические и гематологические показатели крови.
- Результаты исследования контрастирующей активности *in vivo* показали, что через 10 минут после внутривенного введения субстанции на основе магнитных наночастиц наблюдали значительное уменьшение интенсивности МР-сигнала в печени и селезенки при сканировании в режиме T2. Полученный результат можно объяснить анатомо-физиологическими особенностями сосудистой системы этих органов. В

опухолевом узле изменений МР-сигнала не выявили, что вероятно связано с меньшей васкуляризацией этой ткани. Потенциально разработанные частицы можно использовать для выявления новообразований в органах, в которых хорошо сорбируются и изменяют сигнал от этих тканей в МРТ.

- Исследована противоопухолевая активность магнитной гипертермии с МНЧ и ПЭМК с МНЧ на модели опухоли карциносаркомы Walker 256. В случае ПЭМК с МНЧ противоопухолевый эффект не наблюдался. В случае свободных МНЧ при интратуморальном введении через 12 минут достигалась целевая (терапевтическая) температура в 45°C. В результате в экспериментальной у части животных наблюдалась полная деградация опухоли, а общая выживаемость составила 85%, тогда как в контрольной группе все животные погибли.

- Был разработан лабораторный регламент изготовления наночастиц ферритов для мрт-диагностики и магнитной гипертермии опухолей. Полученный регламент соответствует всем требованиям GMP и GLP и может быть, впоследствии, использован для создания пускового регламента.

2. Разработка и внедрение энергоэффективных экологически чистых строительных материалов с высокой максимальной температурой эксплуатации, термической и химической стойкостью, полученных на основе кремнистых и карбонатных пород и добавок отечественного производства за один нагрев исходного сырья

Руководитель: к.т.н., доцент, Родин Александр Иванович

По итогам проведенных исследований при реализации НИР в 2022 г. были разработаны составы и предложены технологические решения получения энергоэффективных и экологичных строительных материалов со средней плотностью от 180 до 600 кг/м³, прочностью при сжатии от 2,1 до 15,5 МПа, теплопроводностью от 0,05 до 0,12 Вт/м·°C. Максимальная температура эксплуатации материала достигает 920 °C. Разработанные материалы показали высокую стойкость в условиях агрессивного



воздействия химических и биологических сред, повышенных температур и переменной влажности.

Технология проста и уникальна: совместный сухой помол цеолитсодержащей породы и кальцинированной соды с последующим обжигом при температуре не более 850°C.

Сырье. Материал получен полностью из отечественного сырья. В Республике Мордовия большая сырьевая база цеолитсодержащих пород для производства пористой стеклокерамики. Месторождения данных пород есть во многих регионах РФ (Республика Татарстан, Орловская

область и др.) Кальцинированная сода также отечественного производства. Если отработать технологию – масштабировать производство можно будет по всей стране.

Основные преимущества:

- **Экологичное производство** – нет выбросов вредных веществ во время производства; материал экологичен во время эксплуатации, потому что получен из природного сырья.

- **Материал более легкий.** В сравнении с газобетоном – в 2,5 раза. Таким образом, его расход в 2,5-3 раза меньше при возведении дома, что позволяет экономить ресурсы при строительстве.

- **Прочность.** По сравнению с пеностеклом, с газо- и пенобетоном, газо- и пеносиликатом и с теплой керамикой – он прочнее более, чем в 2 раза при равной плотности.

- **Высокая химическая стойкость** – наравне с пеностеклом.

· **Температура использования.** Максимальная температура использования у пеностекла – не более 550 градусов, пористая керамика позволяет увеличить этот показатель в 1,5 раза до – 900 градусов.

· Пористая керамика **не обрастает плесенью**.

· **Термическая стойкость** по сравнению с пеностеклом высокая. Пористая стеклокерамика способна выдержать более резкие перепады температур.

Рынок. По ряду показателей разработанные пористые стеклокерамические материалы на основе цеолитсодержащих пород превосходят пеностекло и могут быть использованы в качестве теплоизоляционного и конструктивно-теплоизоляционного материала при строительстве и реконструкции объектов атомной и нефтегазодобывающей промышленности, жилищно-гражданского строительства, трубопроводов, различных промышленных установок (плавильных печей, котельного оборудования) и т.п.

Уровень готовности технологии. По уровню готовности технологии разработка сейчас находится на стадии TRL5 – создания производственной технологии.

Исследования ведутся в рамках гранта Российского научного фонда «Проведение исследований научными группами под руководством молодых ученых» №21-79-10422 (2021-2024 гг.) и по программе Минобрнауки «Приоритет 2030».

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

1. Экспериментальные и поисковые научные исследования для развития научно-технических основ применения аддитивного строительного производства, обеспечивающего сокращения сроков и стоимости возведения монолитного каркаса зданий и сооружений

1. Проведен анализ особенностей применения технологии строительной 3D-печати бетоном методом послойной экструзии с точки зрения аспектов строительного материаловедения и нормативно-технического обеспечения.

2. Выполнен обзор международного опыта исследования свойств бетонных изделий и конструкций, изготовленных с применением технологий аддитивного строительного производства методом послойной экструзии.

3. Выполнен обзор, систематизация и анализ специфических факторов, способных оказывать влияние на свойства конечной продукции, изготавливаемой с применением технологий аддитивного строительного производства, по сравнению с традиционными технологиями производства бетонных изделий и конструкций.

4. Сформированы основные принципы обоснования границ применимости стандартных методов испытаний, используемых в традиционной бетонной промышленности, при исследовании свойств изделий и конструкций, полученных с использованием технологий аддитивного строительного производства методом послойной экструзии.

5. На основании экспериментального исследования определен характер изменения физико-механических свойств бетона и оценка влияния на изменение конечных свойств бетонных конструкций различных параметров печати, характера напряженно-деформированного состояния с учетом направления приложения нагрузки и других.

6. На основе обобщения результатов лабораторных испытаний и сравнительного анализа физико-механических и технологических параметров, наблюдаемых при различных испытаниях, сформированы общие принципы проектирования самонесущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений, возводимых с применением технологии аддитивного строительного производства, а также описан подход к проектированию стеновых конструкций зданий и сооружений, возводимых с использованием строительных 3D-принтеров.

В ходе проведенного исследования установлена применимость базовых подходов к расчету и проектированию бетонных конструкций, применяемых в традиционном монолитном строительстве, в случае использования для укладки бетонной смеси технологии аддитивного строительного производства. При этом установлен ряд характерных особенностей изделий, изготовленных по технологии аддитивного строительного производства, по сравнению с традиционными монолитными изделиями, которые видится целесообразным учесть при разработке нормативно-технической документации на проектирование самонесущих ограждающих бетонных конструкций, возводимых с использованием технологии аддитивного строительного производства.

Эффект от внедрения научных и научно-технических результатов в нормативную техническую базу в строительстве будет проявляться в повышении безопасности и ускорении внедрения в строительную практику технологий аддитивного строительного производства, что обеспечит снижение сроков и стоимости строительства, сокращение материалоемкости, оптимизацию объемно-планировочных решений зданий и сооружений, а также ускорит переход строительной отрасли к применению передовых цифровых, интеллектуальных производственных технологий, роботизированных систем, новых материалов и способов конструирования в соответствии с приоритетами научно-технологического развития Российской Федерации.

Публикация:

По результатам работ опубликована статья: Адамцевич А.О., Пустовгар А.П. Аддитивное строительное производство: исследование эффекта анизотропии прочностных характеристик бетона // Строительные материалы. – 2022. – № 9. – С. 18–24.

2. Исследования запредельных режимов работы стержневых элементов стальных конструкций, в том числе легких тонкостенных, зданий и сооружений с целью защиты от прогрессирующего обрушения

Результаты выполненной НИОКР обладают новизной в части учёта потери местной устойчивости при развитых пластических деформациях, определения остаточной несущей способности по прочности и устойчивости при деформациях, превышающих предельные, обоснования коэффициентов динамичности при запредельной работе балок с повреждёнными опорами и ферм с учётом времени исключения стержня и методики квазистатического расчёта устойчивости к прогрессирующему обрушению стальных ферм с локальными повреждениями.

Предложенные методы определения остаточной несущей способности могут быть использованы для разработки упрощённой инженерной методики расчёта стержневых элементов в запредельных режимах работы и рекомендуются для внедрения в существующие или новые расчётные программы и комплексы. Обоснованные коэффициенты динамичности при учёте запредельной работы стальных конструкций и методика квазистатического расчёта устойчивости к прогрессирующему обрушению стальных ферм с локальными повреждениями рекомендуются для использования в практике проектирования, включения в справочники, пособия и разрабатываемые нормативные документы. Проведены теоретические исследования предложенными численными и численно-аналитическими методами запредельных режимов работы стержневых элементов стальных конструкций по прочности и общей устойчивости при внецентренном сжатии с равными одноосными концевыми эксцентриситетами, результаты которых подтверждены численными исследованиями методом конечных элементов. Проведены теоретические и численные исследования работы балок с повреждёнными опорами и ферм с локальными повреждениями с учётом времени запредельной работы повреждаемых стержней.

Результаты НИОКР могут быть использованы при разработке изменений в СП385 «Защита зданий и сооружений от прогрессирующего обрушения», СП16 «Стальные конструкции» СП294 «Конструкции стальные. Правила проектирования», СП260

«Конструкции стальные тонкостенные из холодногнутых оцинкованных профилей и гофрированных листов. Правила проектирования», при разработке пособий, рекомендаций и проектировании стальных конструкций.

Публикации:

По результатам работы опубликована статья: Белый Г.И., Гарипов А.И. Запредельные напряженно-деформированные состояния в поперечных сечениях элементов стальных конструкций // Вестник гражданских инженеров. – 2022. – № 4(93). – С. 16-30.

Подготовлены к публикации и переданы в редакции журналов статьи:

Запредельная несущая способность стержневых элементов стальных конструкций после потери общей устойчивости // Вестник гражданских инженеров.

Зависимость коэффициента динамичности от жесткости ферм при разных видах локальных разрушений // Вестник МГСУ.

Использование коэффициентов динамичности для квазистатического расчета большепролетных ферм с локальными разрушениями // Промышленное и гражданское строительство.

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

1. Стенд для исследования процессов щелочного электролиза в условиях повышенных давлений и температур

Результат. Разработка относится к области водородной энергетики и представляет



собой уникальный экспериментальный стенд для отработки технологий производства водорода методом щелочного электролиза. Результат получен по итогам выполнения проекта «Высокоэффективный электролизер с системой хранения генерируемых газов для энергоустановок на базе возобновляемых источников с водородным циклом накопления энергии», выполненного в рамках второй очереди внутренних инициативных программ научных исследований (ПНИ), реализуемых НИУ «МЭИ» для формирования перспективных научно-технических заделов. Результаты проекта также внесли вклад в выполнение задач стратегического проекта НИУ «МЭИ» «Водородная энергетика», реализуемого в рамках программы «Приоритет-2030». Разработанный стенд позволяет проводить широкий круг исследований различных типов электролизных модулей, перспективных диафрагменных или мембранных материалов и электрокаталитических композиций, верифицировать математические модели в условиях высоких давлений и температур. Максимальное рабочее выходное давление водорода на данный момент

составляет 150 атм и значительно превышает рабочие давления существующих электролизеров, находящиеся на уровне 30-40 атм, что обеспечивается особой конструкцией электролизного модуля разработки НИУ «МЭИ».

Сущность. По своей сути стенд представляет собой полностью функционирующий прототип электролизной установки, при этом ключевые компоненты электролизного модуля, включая электроды и диафрагму, изготовлены в НИУ «МЭИ», а технологии их изготовления защищены в виде секретов производства – «ноу-хау».

Новизна. С использованием стенда также будет проводиться совершенствование периферийных устройств для щелочных электролизеров: систем выравнивания давлений,

уровней и концентраций электролита, систем разделения газо-жидкостных потоков, систем осушки и очистки газов и т.д.

Значимость. Результаты работ по данному направлению позволяют снизить высокую зависимость от зарубежных технологий и будут востребованными, т.к. на данный момент большая часть эксплуатирующихся в РФ электролизных установок является импортными, производства США или стран ЕС.

Прогноз применения. Развитием разработки станет решение задачи масштабирования созданных технологий – обеспечение увеличения производительности по водороду и преодоление связанных с этим технологических барьеров, что позволит осуществить импортозамещение в области промышленных щелочных электролизных установок.

Авторы результата: Кулешов В.Н., Курочкин С.В., Гаврилюк А.А.

Публикация:

Water alkaline electrolysis for electrochemical energy storage systems. Kuleshov N.V., Kuleshov V.N., Kurochkin S.V., Gavriilyuk A.A., Tyutrina S.V. // Modern high technologies. – 2022. – № 5 (part 1) – P. 94-99.

2. Применение диспергированного потока для интенсивного охлаждения теплозащитных конструкций при мегаваттных нагрузках

Результат. Выполнено исследование эффективности термостабилизации высокотемпературной поверхности диспергированным потоком дистиллированной воды при избыточном давлении теплоносителя $(0.2-0.6) \cdot 10^6$ Па, массовом расходе теплоносителя $(3.3-6.15) \cdot 10^{-3}$ кг/с, плотности орошения в пределах от 1.67 до 3.11 кг/(м²·с). Проведена обработка полученного массива экспериментальных данных, представлены графические зависимости плотности теплового потока и коэффициента теплоотдачи от температурного напора между охлаждаемой стенкой и диспергированным потоком теплоносителя (Рис. 50). Плотность теплового потока в экспериментальном исследовании достигала 5 МВт/м², коэффициент теплоотдачи при этом составил 110 кВт/(м²·К).

Сущность. Получены экспериментальные данные по охлаждению высокотемпературной поверхности диспергированным потоком теплоносителя в широком диапазоне режимных параметров. Показана эффективность термостабилизации поверхности разработанного рабочего участка с помощью диспергированного потока.

Новизна. Проведены систематизированные экспериментальные исследования охлаждения диспергированным потоком в зависимости от давления воды, скорости потока, характеристик факела распыла потока. Моделирования равномерного по периметру нагрева рабочего участка позволит изучить процесс теплообмена диспергированного потока с поверхностью комплексным подходом.

Значимость. Научная значимость решаемой проблемы связана как с получением детальных систематизированных экспериментальных данных о теплообмене в условиях индукционного нагрева высокотемпературных поверхностей, так и теоретическим анализом процессов, происходящих при формировании диспергированного потока и динамики его развития.

Прогноз применения. Такие исследования являются актуальной задачей для развития подходов к конструированию новых систем охлаждения и термостабилизации высокотемпературных объектов в различных отраслях промышленности, таких как авиа- и ракетостроение, металлургия, силовая электроника и теплонагруженные элементы термоядерного реактора, таких как дивертов, лимитер и бланкет.

Авторы результата: Захаренков А.В., Комов А.Т., Дедов А.В., Штелинг В.С., Щербаков П.П.

Публикации:

1) В. С. Штелинг, А. В. Дедов, А. В. Захаренков, А. Т. Комов, П. П. Щербаков Экспериментальное исследование эффективности термостабилизации стенки диспергированным потоком, ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА, 2022, № 12, с. 54–63;

2) Штелинг В.С., Комов А.Т., Захаренков А.В., Щербаков П.П., Вершинина Ю.В., Варава А.Н., Дедов А.В., Исследование теплосъёма диспергированным потоком от высокотемпературной поверхности при индукционном нагреве восьмая Российская национальная конференция по теплообмену (РНКТ – 8), Москва, 17 – 22 октября 2022.

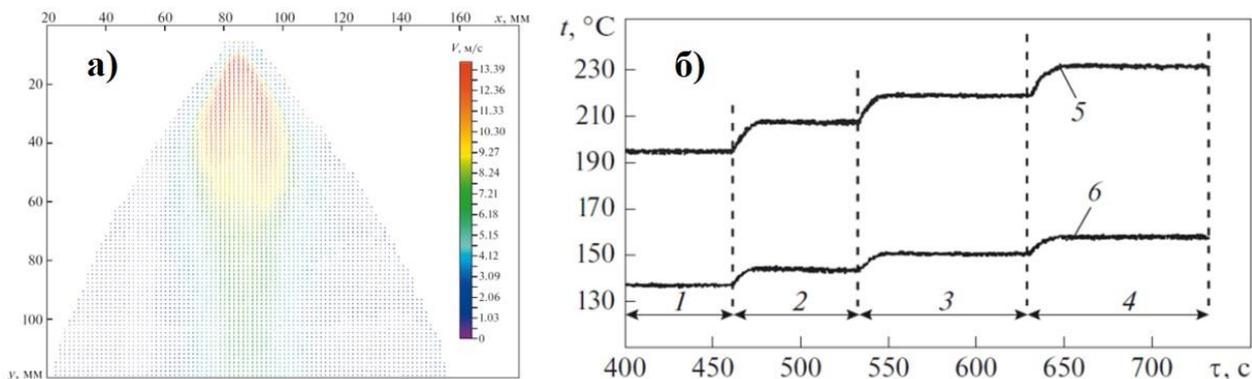


Рис. 50. Результаты оптических и экспериментальных исследований теплообмена высокотемпературной поверхности диспергированным потоком теплоносителя: а) поле модуля средней скорости; б) Зависимость температур мишени, измеренных термопарами ТП-5 (5) и ТП-2 (6), от продолжительности эксперимента

3. Специфика влияния атмосферного электричества и молнии на датчики систем управления и мониторинга объектов энергетики

Результат. Исследовано специфическое влияние вида и размеров элементов датчиков, защищаемых диэлектрическими колпаками, на характер и интенсивность воздействия на них атмосферного электричества и разрядов молнии. Определено, что параметры импульсов тока, формируемых на защищенных диэлектрическими оболочками площадных и протяженных элементов систем мониторинга при воздействии атмосферного электричества и молнии, будут зависеть от размеров и формы рабочей области этих элементов и от места и площади накопления зарядов на внутренней поверхности оболочки диэлектрического колпака.

Сущность. При физическом моделировании с использованием искусственной грозовой ячейки показано, что на протяженных и площадных модельных электродах под диэлектрическим колпаком искусственной грозовой ячейкой индуцируются импульсы тока более мощных стримерных вспышек и менее мощных реверсных разрядов, чем на сосредоточенных стержневых электродах (Рис. 51).

Новизна. Выявлена специфика формирования разрядов по поверхности диэлектрической оболочки и между диэлектрической оболочкой и защищаемым датчиком при воздействии молнии и атмосферного электричества, при различных габаритных параметрах датчика.

Значимость. Применение результатов исследования позволит оптимизировать форму датчиков систем мониторинга, расположенных на открытом воздухе с целью минимизации влияния атмосферного электричества и молнии на них и на передаваемый ими сигнал.

Прогноз применения. Результаты данного исследования предназначены для применения при построении систем мониторинга и управления энергетических объектов.

Авторы результата: Черненский Л.Л., Темников А.Г., Белова О.С., Орлов А.В., Лысов Н.Ю.

Публикации:

1) Темников А.Г., Белова О.С., Черненский Л.Л., Орлов А.В., Лысов Н.Ю. Использование искусственной грозовой ячейки для исследования воздействия

атмосферного электричества и молнии на защищенные диэлектрическими оболочками элементы систем мониторинга ВЛ // Электротехника.– 2022. – №. 4. – С. 11-14.

2) Темников А.Г., Белова О.С., Черненко Л.Л., Орлов А.В., Лысов Н.Ю. Исследование с использованием искусственной грозовой ячейки влияния параметров защищенных диэлектрическими оболочками датчиков и приемно-передающих устройств на интенсивность воздействия на них атмосферного электричества и молнии// Электротехника.– 2022. – №. 12.

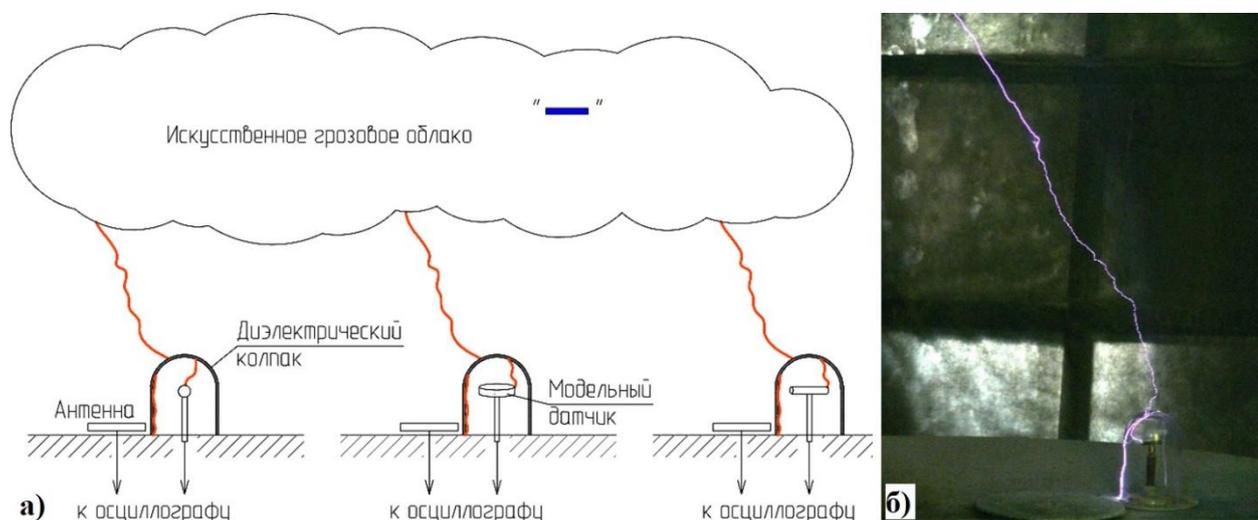


Рис. 51. Физическое моделирование воздействия разрядов молнии и атмосферного электричества на защищенные диэлектрическими оболочками датчики и приемно-передающие устройства: а) схемы экспериментов с модельными электродами различной формы и размеров; б) характерная картина формирования разрядных процессов

Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова

Вовлечение эпигенетических механизмов регуляции генной экспрессии в развитие рассеянного склероза: метилирование ДНК как маркер типов клинического течения заболевания

Рассеянный склероз (РС) – хроническое заболевание аутоиммунной природы, которое сочетает в своем патогенезе демиелинизацию аксонов центральной нервной системы (ЦНС) и нейродегенерацию и сопровождается прогрессирующей неврологической дисфункцией. Вследствие неуклонного нарастания неврологического дефицита происходит необратимая инвалидизация пациентов в молодом трудоспособном возрасте, что обуславливает высокую социальную и экономическую значимость заболевания.

Целью настоящего этапа работы является идентификация паттернов дифференциального метилирования ДНК из CD4+ Т-лимфоцитов и CD14+ моноцитов, отличающих больных ППРС от больных РС и здоровых добровольцев контрольной группы. Такие маркеры могут быть использованы для прогнозирования развития той или иной формы РС на самых ранних стадиях заболевания, когда дифференциальная диагностика ППРС и РС только по клиническим признакам сильно затруднена. Поиск специфических паттернов метилирования, характеризующих ППРС, может помочь в понимании особенностей развития этой тяжелой формы РС.

Анализ метилирования ДНК проведен с помощью ДНК-микрочипов высокой плотности Infinium HumanMethylation450 BeadChip, биоинформатический анализ – с использованием пакетов methylumi, limma и стандартных средств среды R.

Сравнение профилей метилирования ДНК в CD4+ и CD14+ клетках больных ППРС выявило значимые отличия уровней метилирования ДНК в этих субпопуляциях и от

больных РРС, и от здоровых контролей. При сравнении ППРС с контролем в CD4+ Т-лимфоцитах обнаружено 108 ДМС, в CD14+ моноцитах – 154 ДМС. При сравнении ППРС с РРС в CD4+ Т лимфоцитах обнаружено 832 ДМС, в CD14+ моноцитах – 82 ДМС. При всех сравнениях ДМС располагались преимущественно в области известных генов (60%-82%) и были у больных ППРС в подавляющем большинстве гиперметилованы (79%-94%). Во всех случаях большинство ДМС располагалось в CpG-островках и соседних с ними областях (67%-78%), что указывает на их функциональную значимость. Тот факт, что число ДМС, выявленных в CD4+ Т-лимфоцитах при сравнении ППРС и РРС, почти на порядок превышает число ДМС, выявленных при любом другом сравнении, позволяет предполагать, что именно CD4+ Т-лимфоциты могут играть решающую роль в формировании фенотипических различий между этими двумя формами РС.

Полученные результаты позволяют расширить наши знания об эпигенетических механизмах, участвующих в развитии различных форм РС, и могут послужить основой для поиска новых терапевтических мишеней при лечении различных форм РС и для разработки панелей маркеров для раннего предсказания характера течения заболевания.

Основные публикации:

1. Vasovagal Syncope Is Associated with Variants in Genes Involved in Neurohumoral Signaling Pathways Boris Titov, Natalya Matveeva, Olga Kulakova, Natalia Baulina, Elizaveta Bazyleva, Grigory Kheymets, Anatolii Rogoza, Alexander Pevzner, Olga Favorova Genes (Basel). 2022 Sep 15;13(9):1653. doi: 10.3390/genes13091653.

2. Genome-wide DNA methylation profiling identifies epigenetic changes in CD4+ and CD14+ cells of multiple sclerosis patients Kiselev I, Danilova L, Baulina N, Baturina O, Kabilov M, Boyko A, Kulakova O, Favorova O. International Journal of Molecular Sciences 2022, T60,S 103714; <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35245816>

3. Male-specific coordinated changes in expression of miRNA genes, but not other genes within the DLK1-DIO3 locus in multiple sclerosis Baulina N, Kiselev I, Kozin M, Kabaeva A, Boyko A, Favorova O. Gene. 2022. № 836.- C146676

4. Multiplex Analysis of Serum Cytokine Profiles in Systemic Lupus Erythematosus and Multiple Sclerosis International Journal of Molecular Sciences Melamud MM, Ermakov EA, Boiko AS, Kamaeva DA, Sizikov AE, Ivanova SA, Baulina NM, Favorova OO, Nevinsky GA, Buneva VN. 2022.T-23 № 22. С. 13829

Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина

Стабильные терморегулирующие композитные структуры на основе органических фазово-переходных материалов.

Авторы: Д.В. Воронин, А.Е. Пирцул, Р.И. Мендгазиев, М.И. Рубцова, К.А. Чередниченко, А.П. Семенов, Д.Г. Щукин, В.А. Винокуров.

Основные результаты. Получены образцы стабильных терморегулирующих композитных структур на основе органических фазово-переходных материалов (ФПМ): парафинов и жирных кислот. Полученные материалы позволяют запасать и высвободить тепловую энергию в виде скрытой теплоты фазового перехода «твердое тело – жидкость», при этом предотвращают утечку ФПМ при переходе в жидкое состояние. Было исследовано два способа стабилизации: адсорбция на волокна-субстраты и инкапсуляция в микроразмерные контейнеры методом полимеризации на границе раздела фаз. Полученные композитные волокна и микрокапсулы продемонстрировали способность запасать тепловую энергию в диапазоне 50–132 Дж/г в зависимости от содержания ФПМ в их составе. Показано, что полученные материалы является перспективной добавкой к строительным материалам и лакокрасочным покрытиям для создания новых энергоэффективных материалов с функцией активной терморегуляции (Рис. 52).

Публикации:

1. Voronin D.V. et al. Facile synthesis of shape-stable phase-change composites via the adsorption of stearic acid onto cellulose microfibrils // *Mater. Chem. Front.* – 2022. – Т. 6. – С. 1033-1045.
2. Pirtsul A.E. et al. Ag-Modified microfibrillar cellulose as support in composite phase change materials with enhanced thermal transfer properties // *Mater. Lett.* – 2022. – Т. 308. – № статьи 131173.
3. Pirtsul A.E. et al. Phase-change composites for bimodal solar/electromagnetic energy storage based on magnetite-modified cellulose microfibrils // *Mater. Lett.* – 2022. – Т. 327. – № статьи 132997.
4. Voronin D. et al. Phase-Change Microcapsules with a Stable Polyurethane Shell through the Direct Crosslinking of Cellulose Nanocrystals with Polyisocyanate at the Oil/Water Interface of Pickering Emulsion // *Materials* – 2023. – Т. 16. – № 1. – С. 29, DOI: 10.3390/ma16010029
5. De Castro, P.F. et al. Long-Term Autonomic Thermoregulating Fabrics Based on Microencapsulated Phase Change Materials // *ACS Appl. Energy Mater.* – 2021. – Т. 4. – № 11. – С. 12789 – 12797.

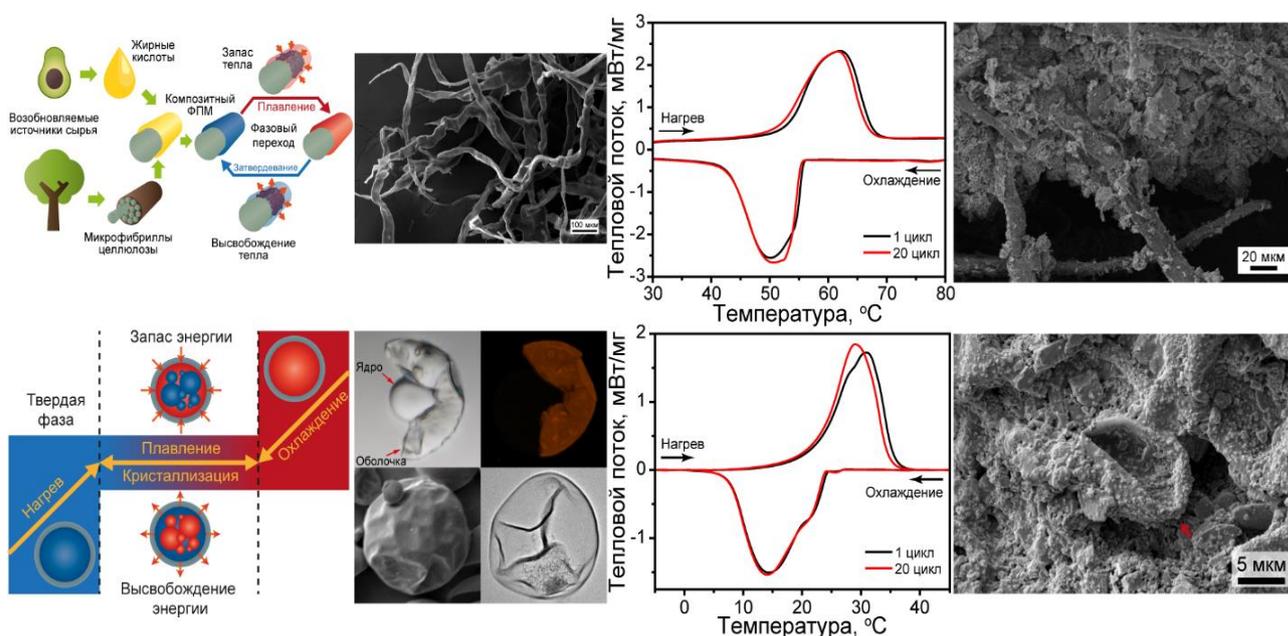


Рис. 52. Вверху слева направо: схема получения и принцип работы композитов на основе волокон целлюлозы и органического ФПМ; СЭМ-изображение композитных волокон; кривые плавления и кристаллизации композитного ФПМ; композитный ФПМ в структуре цементного покрытия.

Внизу слева направо: принцип работы ФПМ в инкапсулированной форме; изображения микрокапсул, содержащих ФПМ; кривые нагрева и охлаждения микрокапсул, содержащих ФПМ; микрокапсулы, содержащие ФПМ, в структуре лакокрасочного покрытия.

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

1. Интегрированные системы управления для энергетики и беспилотного транспорта

Разработана отечественная информационно управляющая система КиберГип и автопилот КиберПилот для управления судном, в том числе решения задач автоведения, навигации, сканирования, гидрографии на открытой воде в автономном режиме (Рис. 53). В ПО интегрирована работа с модулями полезной нагрузки: эхолокация, гидролокатор бокового обзора, батиметрия. Создан и апробирован опытный образец безэкипажного

катера (БЭК) для задач гидрографии. Комбинированная система навигации собственной разработки позволяет в отсутствии GPS сигнала получить точность привязки 200 м на длине пути 6 км.

Введен в эксплуатацию центр управления полетами и беспилотным транспортом (ЦУП и БП) с мобильным местом оператора. ЦУП и БП позволяет дистанционно управлять беспилотным транспортом и получать данные со спутников и беспилотников.

Разработана интеллектуальная система накопления энергии «Меркурий-С», предназначенная для накопления, хранения и управления энергетическими установками в беспилотном и электротранспорте, современных умных электросетях (smart grid) и электростанциях, в том числе в Арктических условиях.

Разработана автономная энергоустановка на водородных топливных элементах «Беркут-С», для построения гибридных модульных электростанций с опцией встраивания в беспилотный и электротранспорт.

Созданные программно-аппаратные комплексы являются полностью отечественными. На декабрь 2022 г. готовых подобных продуктов на рынке РФ нет. Заключены контракты на поставку двух БЭК и одного телеуправляемого подводного аппарата для ФГУП «ГосНИИПП». Разработанные программно-аппаратные комплексы будут использованы для проведения автоматических поисково-спасательных, аварийно-спасательных и других неотложных работ в чрезвычайных ситуациях, для оценки экологической обстановки и последствий деятельности человека на морском дне, для построения объёмных карт концентрации токсичных веществ, поиска радиоактивного следа.

Авторы: Майстро А.С., Булдаков П.Ю., Сидоренко Д.Д., Маркова А.А

По теме получено 6 свидетельств о регистрации программ для ЭВМ, и опубликована статья: Сыромятников А.Д., Булдаков П.Ю., Февралев Н.А., Гичев Ю.В., Майстро А.С. Разработка и вибрационный анализ спутниковой платформы (малого космического аппарата) форм-фактора CubeSat 1u с возможностью размещения полезной нагрузки. //2022, XLVI Академические чтения по космонавтике. Том 4. М., Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана.

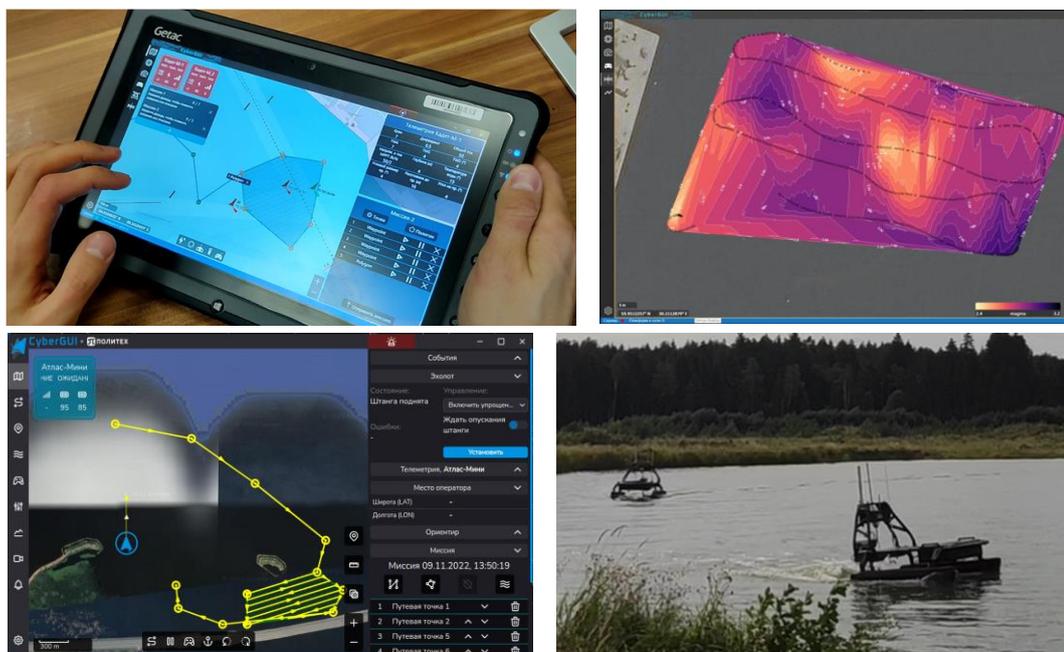


Рис. 53. Интерфейсы созданного ПО и беспилотная надводная платформа «Кадет-М»

2. Технология обнаружения мутирующих кибератак с помощью вычислительных методов биоинформатики

Разработанная технология позволяет выявлять мутирующие кибератаки в современных киберинфраструктурах: крупномасштабных компьютерных сетях, сетях мобильных устройств, в Интернете вещей, сенсорных сетях WSN, межмашинных средах VANET/FANET.

Для обнаружения кибератак обычно применяются системы обнаружения вторжений (СОВ). Однако последовательность идентифицирующих признаков (сигнатур/профилей) продвинутой кибератаки может изменяться, запутывая механизмы СОВ или подстраиваясь под изменяемые условия реализации. Классические СОВ пропускают такие атаки, поскольку даже небольшие отклонения атак от имеющихся сигнатур не позволяют распознать угрозу.

Новизна технологии заключается в выявление векторов атак путем оценки схожести цепочек с помощью методов биоинформатики. Алгоритмы секвенирования устойчивы к мутациям в генных цепочках, что позволяет решить обратную задачу – выявлять схожие блоки в последовательностях. Для обнаружения мутирующих кибератак впервые предложено использовать механизмы генного сплайсинга, множественного локального выравнивания и суффиксного поиска, которые в целом обеспечивают: линейную вычислительную сложность и ресурсопотребление; распараллеливание анализа – до 5 пар сравнения одновременно, что многократно увеличивает быстродействие детекторов; сокращение объема баз сигнатур – до 10 раз за счет нуклеотидного кодирования и сплайсинга; выявление известных, неизвестных и мутирующих атак, достаточно близких к имеющимся образцам. Технология позволяет разрабатывать новые высокоточные и ресурсоэффективные СОВ, обеспечивая точность обнаружения атак до 95% при уровне мутаций до 10% длины сигнатуры. Эффект от применения технологии состоит в повышении точности обнаружения мутирующих атак, сокращении затрат ресурсов на работу СОВ в малоресурсных киберсредах, в увеличении скорости выявления киберугроз и в повышении защищенности критически важных киберсред.

На Рис. 54 представлена систематизация вычислительных методов биоинформатики, используемых для обработки атакующих последовательностей, на Рис. 55 – оценка потребления оперативной памяти при построении биоинформационных структур на примере суффиксного поиска атакующих последовательностей.

Авторы: Зегжда Д.П., Калинин М.О.

Публикация:

Mismatch-resistant intrusion detection with bioinspired suffix tree algorithm / H. Cho, A. Andreev, M. Kalinin, D. Moskvina, D. Zegzhda // Algorithms and Solutions Based on Computer Technology; Editors: Jahn, C., Ungvári, L., Ilin, I.; Lecture Notes in Networks and Systems, vol. 387. – Springer. – 2022. – P. 1-16.



Рис. 54. Систематизация вычислительных методов биоинформатики, используемых для обработки атакующих последовательностей (красным шрифтом выделены примененные методы)

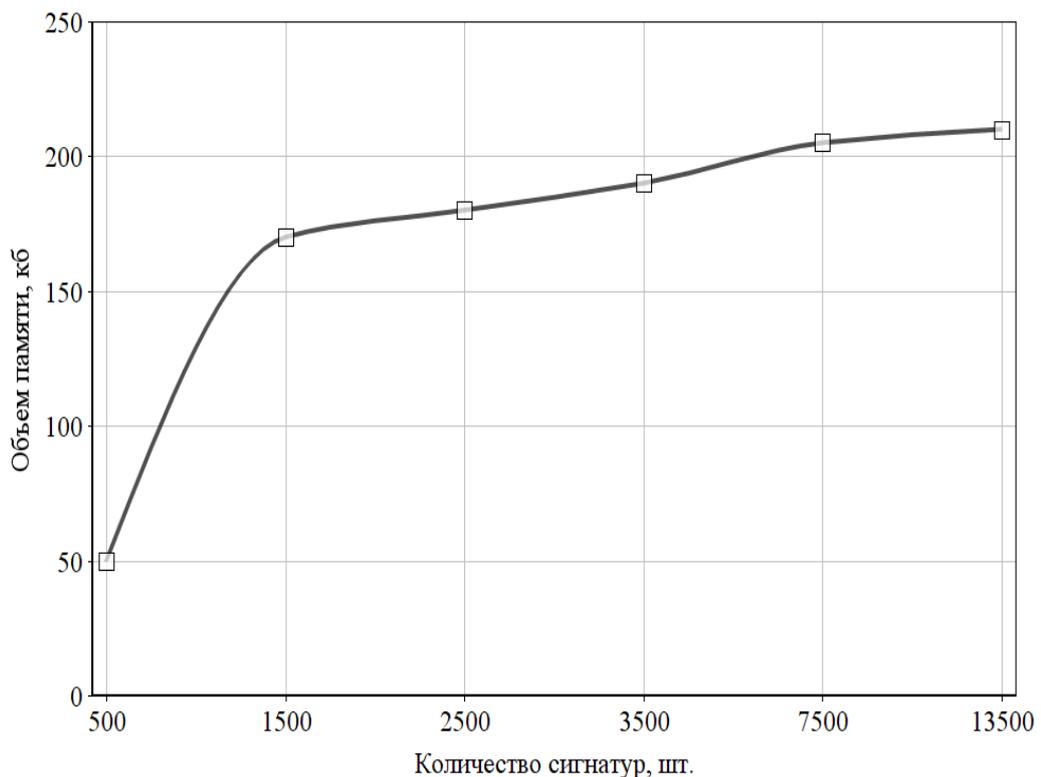


Рис. 55. Объем оперативной памяти, используемый для хранения биоинформационных структур, в зависимости от объема базы сигнатур атак (имеет линейный характер после точки построения)

Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)

Искусственная нейронная сеть, диагностирующая рак молочной железы по гистопатологическим изображениям (руководитель проекта PhD С. Кумар)

Сущность. Разработана искусственная нейронная сеть, диагностирующая по гистопатологическим изображениям рак молочной железы с точностью 98,6%, что является лучшим результатом в мире.

Новизна. Новизна подхода заключается в использовании алгоритма хаотического поиска воробья для оптимизации гиперпараметров глубокой нейронной сети. Разработанный подход позволяет сократить время обучения нейронной сети и существенно повысить точность распознавания рака.

Значимость. В настоящее время рак молочной железы входит в тройку основных причин смертности женщин в мире. Раннее выявление рака молочной железы обеспечит необходимое лечение уже на ранней стадии рака и спасение жизней пациенток. Полученные результаты направлены на повышение качества услуг в сфере здравоохранения за счет использования технологий искусственного интеллекта, что соответствует Национальной стратегии развития технологий в области искусственного интеллекта в России.

Прогноз применения. Разработанный подход может быть внедрен в государственных и частных клиниках, использующих аппаратно-программные комплексы диагностики рака молочной железы по гистопатологическим изображениям в помощь медицинским экспертам в случаях, когда визуальное определение наличия рака по изображению затруднено.

Публикация:

Shankar K., Dutta A.K., Kumar S., Joshi G.P., Doo I.C. Chaotic Sparrow Search Algorithm with Deep Transfer Learning Enabled Breast Cancer Classification on Histopathological Images. *Cancers* 2022, 14, 2770. <https://doi.org/10.3390/cancers14112770>

Иллюстрационные материалы (Рис. 56):



Рис. 56. Архитектура предложенного подхода

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)

1. Микрофокусная томография

Общие сведения. Микрофокусная рентгеновская компьютерная (далее – МРК-) томография – современный метод неразрушающего контроля изделий, материалов и веществ, позволяющий визуализировать пространственное распределение внутренней структуры объекта исследования (плотность или, что точнее – рентгенооптическую плотность) послойно. В СПбГЭТУ «ЛЭТИ» проводятся исследования и разработка технических средств, алгоритмов и программного обеспечения для реализации метода МРК-томографии.

В 2022 году в рамках выполнения исследований и разработок в области МРК-томографии получены следующие результаты:

1. С целью оптимизации физико-технических условий проведения микрофокусной рентгеновской компьютерной томографии предложена физико-математическая модель процесса сбора проекционных данных.

2. Разработан цифровой метод учета дрейфа фокусного пятна рентгеновской трубки в ходе томографического исследования, включая оригинальный алгоритм определения относительного изменения геометрических параметров съемки.

3. Теоретически и экспериментально исследовано влияние изменения энергетических параметров источника рентгеновского излучения в ходе томографического исследования и предложен метод учета изменений указанных параметров для повышения точности контроля.

4. В результате теоретических и экспериментальных исследований предложены принципы построения микрофокусных рентгеновских томографических систем с учетом особенностей объектов контроля и методов их исследования.

В рамках выполнения работ создан настольный МРК-томограф (Рис. 57) и программное обеспечение для работы с ним (Рис. 58)

Значимость и перспективы применения. Проведенные исследования и разработки позволяют создавать МРК-томографы для решения любых задач, начиная от проведения научных исследований в биологии, археологии, медицине и т.д. до входного и выходного контроля электронной компонентной базы, в аддитивных технологиях и других

Важнейшие публикации:

Бессонов, В. Б. Программно-аппаратные комплексы для микрофокусной рентгеновской компьютерной томографии [Текст] / В. Б. Бессонов. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2022. – 160 с. ISBN 978-5-7629-3066-6



Рис. 57. Настольный МРК-томограф

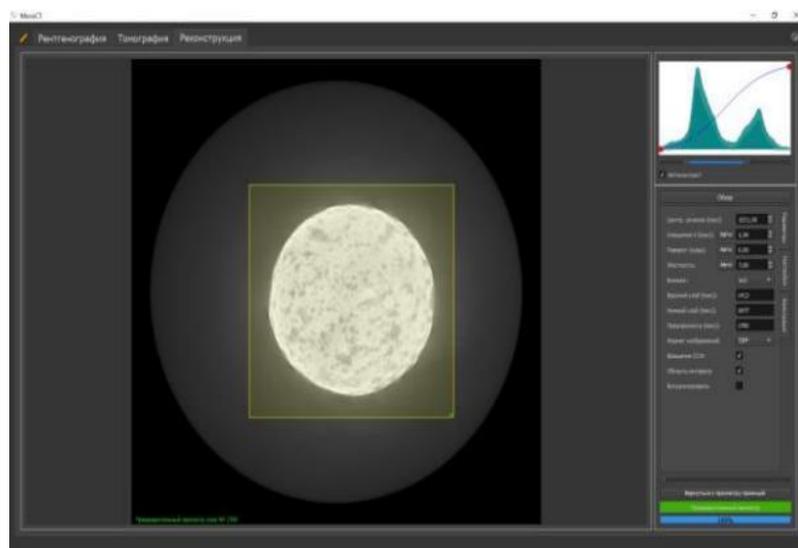


Рис. 58. Программное обеспечение для работы с настольным МРК-томографом

2. Магнитно-импульсная установка

Использование технологии магнитно-импульсной сборки является одним из способов оптимизации затрат промышленных предприятий. Применение технологии магнитно-импульсной обработки металлов для сборочных операций является одним из известных, но малораспространенных методов оптимизации технологического процесса. В числе преимуществ данной технологии можно отметить следующее:

1. Обжимающее усилие возникает непосредственно в металлической заготовке;
2. Металлическая заготовка, за счёт высокой скорости деформации, подвержена влиянию эффекта сверхпластичности и благодаря этому, с высокой точностью, повторяет контур обжимаемой неметаллической детали.

Разработан новый подход к проектированию магнитно-импульсного оборудования, основанный на применении цифровых двойников основных узлов установки. Подобный подход позволяет предсказывать результаты натурных экспериментов с высокой точностью, а также значительно сократить трудозатраты на проектирование установок промышленного уровня.

Особенность установки заключается в том, что в основе проекта и системы управления лежит цифровой двойник, который позволяет значительно оптимизировать технологический процесс, а также повысить надежность оборудования.

Технология и магнитно-импульсная установка могут быть использованы, в перспективе, в технологии импульсной сварки и технологии импульсного упрочнения металлообрабатывающих инструментов (Рис. 59).



Рис. 59. 3D модель и макет магнитно-импульсной установки для сборочных операций

Севастопольский государственный университет

1. Подкильная стереоскопическая система технического зрения для автономного необитаемого подводного аппарата (Рис. 60)

Подкильная стереоскопическая система технического зрения (СТЗ) разрабатывается в виде отсека полезной нагрузки для автономного необитаемого подводного аппарата (АНПА). В 2022 году разработан и изготовлен экспериментальный образец отсека полезной нагрузки с подкильной стереоскопической СТЗ для АНПА типа «Риф» (производитель Концерн «НПО «Аврора», г. Санкт-Петербург).

Функции СТЗ для решения ряда востребованных задач:

- съемка и запись видеоряда;
- обнаружение и классификация (формы и размера) подводных объектов, расположенных на дне при движении АНПА на расстоянии от 0,5 метров до 5 метров до дна (предельное значение определяется прозрачностью воды);
- формирование кадра с фотографией обнаруженного объекта;
- расчет дальности до обнаруженного объекта и его линейных координат;
- передача при обнаружении объекта по гидроакустическому каналу связи на рабочее место оператора АНПА фотографии с контуром вокруг обнаруженного объекта, дальности до него и линейных размеров;
- оценка траектории движения АНПА по изображениям из СТЗ.

СТЗ обеспечивает передачу следующей информации системе управления АНПА: факт наличия соединения с камерами; факт получения изображения камерами; факт обнаружения объекта; линейные координаты обнаруженного объекта в системе координат СТЗ.

Условия эксплуатации отсека СТЗ: перемещение АНПА на скорости до 2 м/с; рабочая глубина погружения – 1000 м, предельная глубина – 1200 м; соленость воды – от 0 до 36 ‰. Составные части СТЗ: стереопара из двух видеокамер; бортовой компьютер с ПО системы; светильник с регулируемой яркостью свечения; датчик затекания.

Полученные результаты являются результатами мирового уровня, их новизна заключается в создании новой модели использования АНПА с СТЗ, которая достигается за счет разработки и программной реализации на бортовом вычислителе алгоритмов обработки изображений (разряженное и плотное стерео зрение, визуальная одометрия). Материалы были представлены в 2022 году на нескольких научно-технических

конференциях, в т.ч. 15-я мультikonференция по проблемам управления, международная конференция «Автоматизация» (RusAutoCon 2022).

Значимость разработки обусловлена новыми функциями и возможностями применения, которые достигаются в соответствии с моделью использования СТЗ в составе АНПА. Прежде всего - это возможность получения данных об обнаруженных объектах по ходу выполнения миссии АНПА, что позволит существенно сократить время принятия решения (до окончания миссии и возвращения АНПА в точку базирования с последующей обработкой накопленных данных) и уменьшить эксплуатационные издержки.

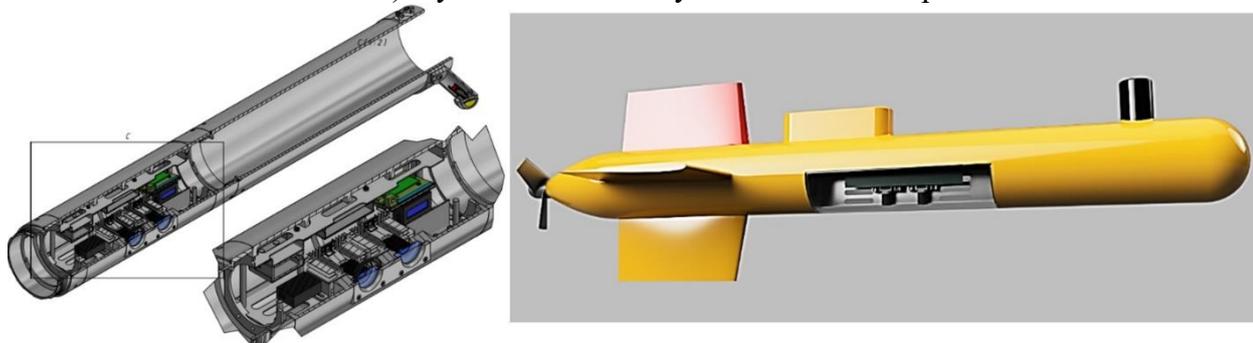


Рис. 60. Подкильная стереоскопическая система технического зрения для автономного необитаемого подводного аппарата

2. Прототип комплекса наблюдательно-коммуникационных буев платформы морского интернета вещей

Процедирование концепции «интернета вещей» на морскую отрасль обеспечивает радикальный рост перспективных морских технологических рынков. Благодаря повсеместному распространению беспроводных сетей, развитию технологий межмашинного взаимодействия, росту вычислительных мощностей и количества роботизированных платформ прогнозируется постепенное замещение человека в рутинных морских операциях «умными» роботизированными информационно-техническими системами.

Комплексирование разнородных морских роботов (надводных, подводных, воздушных) в рамках единого информационного пространства неизбежно упирается в проблему межсредной связности, что само по себе является нетривиальной технической задачей. Эффективным способом установления межсредной коммуникации является применение морских поверхностных буев. Находясь на границе раздела «морская среда – приводная атмосфера» и будучи объединенными в информационную сеть с использованием надводных и подводных каналов связи, они выполняют коммуникативные функции, обеспечивая единое безбарьерное информационное поле для роботизированных агентов, находящихся в разных физических средах. Кроме того, в парадигме морского «интернета вещей» устойчивое и эффективное взаимодействие его элементов невозможно без получения адекватной информации о состоянии окружающей среды, в которой находятся роботы. Эту информацию предоставляет наблюдательная компонента морских буев, образованная набором датчиков.

В ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет» был разработан прототип комплекса наблюдательно-коммуникационных буев платформы морского интернета вещей. Комплекс образован морскими коммуникационными буями с комбинированными средствами надводной радиосвязи и подводной гидроакустической связи (Рис. 61) и автономными наблюдательными буями, обеспечивающими освещение гидрометеорологической обстановки в морских акваториях.

Натурные испытания прототипа подтвердили, что коммуникационные буй обеспечивают эффективный информационный обмен между телеуправляемыми необитаемыми подводными аппаратами и беспилотными летательными аппаратами, а

наблюдательные буи предоставляют морским роботам адекватную оперативную информацию о таких параметрах среды как волнение, температура воды, мутность.



Рис. 61 Морские коммуникационные буи с комбинированными средствами надводной радиосвязи и подводной гидроакустической связи.

3. Прорывные исследования и разработки в области жидкостного дыхания. Разработка медицинской барокамеры с аппаратом газожидкостной искусственной вентиляции лёгких.

Технологии жидкостного дыхания могут быть использованы в медицине для ультрабыстрой декомпрессии водолазов и аквалангистов (в 50-100 раз быстрее, чем в обычной барокамере), управляемой гипотермии (снижение температуры тела при проведении операций, а также для резкого замедления метаболизма в случае остановки сердца), лечения тяжелых поражений лёгких и жизнеугрожающих состояний, таких как асфиксия новорожденных при родах, респираторный дистресс-синдром, бронхолёгочная дисплазия, поражения после COVID-19 (существующие методы лечения с помощью ИВЛ не показали эффективности, в большинстве случаев усугубляют ситуацию, причина – необратимые фиброзные перерождения легочной ткани), ожоги верхних дыхательных путей (вскрытия показывают наличие у пострадавших в лёгких полимерных плёнок, которые невозможно удалить существующими способами газовой вентиляции).

В рамках данного направления в 2022 году создан макет аппарата газожидкостной искусственной вентиляции лёгких для проведения метода жидкостной респираторной десатурации для медицинской барокамеры. Рассчитаны основные параметры аппарата газожидкостной искусственной вентиляции лёгких, спроектирован и изготовлен узел оксигенации и ультразвуковой и вакуумной десатурации (узел удаления углекислого газа и азота), система предварительной подготовки дыхательной жидкости, элементы гидравлического контура. Изготовлены элементы системы управления аппаратом газожидкостной искусственной вентиляции лёгких, корпуса датчиков расхода. Проведена работа по закупке необходимых комплектующих и сборке аппарата. Разработаны программы и методики испытаний, проведены экспериментальные исследования процессов оксигенации (насыщения дыхательной жидкости кислородом) и десатурации (удаления газов).

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А.Тимирязева

Гибрид капусты белокочанной F1 Приоритет - первый раннеспелый гибрид устойчивый к киле

Учеными Тимирязевской академии создан и передан на государственное сортоиспытание первый раннеспелый гибрид капусты белокочанной российской селекции с генетической устойчивостью к киле F1 Приоритет (Рис. 62).

Кила – опасное заболевание капустных культур, с которым невозможно бороться с помощью фунгицидов, патоген сохраняется в почве до 15 лет и поражает все капустные растения, значительно снижая урожай. Единственный способ взять ситуацию под контроль и получать хороший урожай на участках, заселенных патогеном – выращивать устойчивые к киле гибриды капустных культур. Новый F1- гибрид «Приоритет» - вклад российских ученых в борьбу с данным заболеванием и биологическое очищение почвы от спор патогена.

Гибрид «Приоритет» скороспелый – от всходов до уборки проходит всего 90 дней, имеет высокие вкусовые качества и предназначен для потребления в свежем виде. Ожидаемая урожайность до 50 тонн с гектара. Получить урожай можно на участках, заселенных килой, что выгодно отличает его от восприимчивой капусты. Подходит для выращивания, как в товарном овощеводстве, так и на приусадебных участках. Продажа семян данного гибрида планируется после включения его в Госреестр селекционных достижений, через 2 года.

Авторы: Вишнякова А.В., Монахос Г.Ф., Монахос С.Г.



Рис. 62. Гибрид раннеспелой капусты белокочанной F1 Приоритет – первый отечественный гибрид раннеспелой капусты с генетической устойчивостью к киле

Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации

1. Матрицы нейроэлектродов для стимуляции зрительного отдела коры головного мозга.



Авторы Тельшев Д.В., Марков А.Г.

Сущность разработки. Ученые из Сеченовского Университета разрабатывают технологию и устройство нейростимуляции коры головного мозга, которые помогут людям, потерявшим зрение, вернуть их способность видеть. Исследования перешли на последний этап доклинических испытаний — тестирование на приматах. Электроды для

стимуляции мозга обезьяны и крысы представлены на рисунке. <https://priority2030.ru/news/rossiyskie-uchenye-razrabotali>

Сеченовский Университет и Московский институт электронной техники (МИЭТ) в партнёрстве с Фондом поддержки слепоглухих «Со-единение», некоммерческой лабораторией «Сенсор-Тех», Агентством стратегических инициатив, Институтом высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Центром коллективного проектирования РТУ МИРЭА, ОС «Нейронет», Фондом «Сколково» и Московским инновационным кластером разработали устройство Elvis, которое позволит «подключить» его камеры к мозгу незрячего человека и передавать изображение в мозг напрямую, без помощи глаз. Устройство создано для людей, полностью потерявших зрение, но сохранивших зрительную память и опыт.

Новизна разработки. Операция по установке такого российского нейроимпланта впервые успешно прошла в НИИ Медицинской приматологии в Сочи. Для проведения испытаний в головной мозг шестилетнего самца павиана установили инновационную мультиэлектродную структуру. Операция прошла в штатном режиме, согласно специально разработанному протоколу. Нейроимплант продемонстрировал свою высокую эффективность. В данной операции была задействована профессиональная команда медиков — нейрофизиолог, анестезиологи, ветеринарные врачи. Разработки кортикальных систем имплантации зрения давно ведутся по всему миру, однако законченного решения для массового производства сегодня в мире нет.

Значимость разработки. Рынок нейротехнологий неуклонно растёт на протяжении последних десяти лет. В клиническую практику повсеместно внедряются технологии нейростимуляции головного и спинного мозга, развиваются нейротехнологии борьбы с функциональными расстройствами. Есть значительный прогресс в области замещения утраченных органов и функций — одним из ярких примеров в данной области является проект Elvis, направленный на восстановление зрения. Несмотря на существующие сложности в разработке и применении нейроимплантов, её значимость очень высока, так как дальнейшее развитие и внедрение технологий в данной области позволит повысить эффективность борьбы с социально значимыми заболеваниями.

Прогноз применения разработки. Очередной этап испытаний разработанного устройства Elvis запланирован на 2023–2026 годы. В этот период разработчики изготовят первые опытные партии прибора и проведут испытания на незрячих и слепоглухих добровольцах в количестве до 10 человек. Участники испытаний смогут получить новый способ зрения и станут первыми в нашей стране пользователями полноценного бионического кортикального импланта. Проведение таких исследований будет осуществляться в рамках регистрации нового вида медицинского изделия в РФ. На 2027 год запланирован ввод устройства Elvis в медицинскую практику в РФ. Первые операции планируется проводить при поддержке Минздрава России, а также на коммерческой основе при поддержке благотворительных фондов и спонсоров.

2. Персонализированный коллаген

Авторы: Антошин А.А., Истранова Е.В., Свистунов А.А., Тимашев П.С.

Коллектив соавторов: Бикмулина П.Ю., Файзуллин А.Л., Кошелева Н.В., Бутнару Д.В., Шпичка А.И.

Новизна. Материалы на основе коллагена наиболее широко используются в биомедицинской сфере, в частности, для клинических нужд. Коллаген применяется в форме мембран, губок и их сочетания (интерфейса) в различных хирургических областях медицины. Однако существующие способы получения этих форм коллагена имеют ряд недостатков, связанных с технологическими сложностями и ограниченностью варьирования свойств финальных продуктов.

Сущность работы. В проекте «Персонализированный коллаген» авторы разработали и применили инновационную модификацию принципа электрофоретического осаждения (ЭФО) для реконструкции коллагена. Разработанная технология является

платформенной и универсальной, и при помощи нее за счет постобработки получаемых коллагеновых матриц можно получать мембраны, губки и их интерфейс. Основной проблемой получения коллагеновых мембран при помощи ЭФО у других исследователей являлась их. Авторы данной работы за счет применения модификации метода решили проблемы механической прочности, и дефектов в структуре мембраны вследствие попадания в нее пузырей в процессе формирования на электродах. Разработанная модификация ЭФО может быть легко масштабируема до промышленного применения, и является привлекательной с коммерческой точки зрения в силу низких затрат на производство, высокой скорости производства матриц, а также стандартизуемости этого процесса. Продемонстрированы микроструктурные различия персонализированных форм, которые обусловлены разными сферами их дальнейшими хирургического применения для наиболее оптимального выполнения функций (каркасной, механической, барьерной). Были показаны различия в механических свойствах созданных персонализированных форм коллагена. Была доказана сопоставимость механических свойств персонализированных форм коллагена с золотыми стандартами, используемыми в хирургической практике (SIS – small intestinal submucosa). Полная биологическая совместимость *in vitro* была продемонстрирована в отношении двух типов клеток – фибробластов и мезенхимальных стволовых клеток, что доказывает безопасность и нетоксичность персонализированного коллагена. В дальнейшем персонализированные формы были испытаны *in vivo* на лабораторных животных в отношении следующих моделей заболеваний: повреждение связочного и суставного аппарата, восстановление слизистой полости рта, стриктура уретры, повреждение барабанной перепонки, ректовагинального свища. Мембрана продемонстрировала отличный потенциал во всех областях доклинических испытаний.

Значимость и прогноз. Использование у пациентов биологически совместимых материалов на основе коллагена позволит эффективно лечить пациентов с различными патологиями, сократить их реабилитационный период и сроки нетрудоспособности, а также снизит нагрузку на различные звенья системы здравоохранения и, как итог, приведет к общему улучшению качества жизни пациентов. По результатам доклинических испытаний подготавливается регистрационное досье для проведения клинических испытаний персонализированного коллагена на людях. Технология производства будет внедрена у индустриального партнера Сеченовского Университета - ЗАО «Зеленая Дубрава» в течение ближайших 2 лет. Наиболее коммерчески перспективная область применения разработанной технологии в данный момент – стоматология, в рамках ипортозамещения зарубежных стоматологических мембран, используемых для направленной тканевой регенерации при установке имплантатов.

По результатам работы подготовлена публикация «Semipermeable barrier-assisted electrophoretic deposition of robust collagen membranes», подана в журнал ACS Biomaterials Science & Engineering.

Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова Министерства здравоохранения Российской Федерации

1. Разработка инновационного средства для фотодинамической терапии на основе комбинации фотосенсибилизатора и активирующих наночастиц

Разработана методика экстракции, очистки и качественного и количественного анализа псораленов с фотосенсибилизирующей активностью из сока борщевика Сосновского. Получены липосомы на основе псораленов борщевика Сосновского, разработана методика их характеристики. Было доказано их фотосенсибилизирующее действие *in vitro* на клеточной культуре. Показана ее высокая эффективность, установлено, что вся клеточная популяция прекращает свой рост, в том числе на спящие (не делящиеся) клетки. Данное открытие позволит в перспективе снизить вероятность

развития рецидивов онкологических заболеваний. Доказана безопасность применения внутривенной липосомальной формы псораленов у лабораторных животных. При последующем облучении любой области кожи животного УФ-излучением фиксируется формирование ожога с последующим некрозом облучённой ткани. На основе псораленов борщевика Сосновского разработан эмульсионный препарат с фотосенсибилизирующей активностью, показавший свою высокую эффективность в доклинических исследованиях. Было установлено более выраженное угнетение опухолевого роста в сравнении с классическими методами химиотерапии и уже представленными на рынке фотосенсибилизаторами. Липосомальные псоралены обеспечивают большую продолжительность жизни и в меньшей степени влияют на сердечно-сосудистую и иммунную систему организма, не вызывают изменений в органах и тканях, не подвергшихся облучению. Данный препарат показал себя перспективной основой для включения в него, помимо фуранокумаринов, апконверсионных частиц. Это позволит в значительной мере увеличить глубину фотодинамической терапии. По результатам проведённого исследования опубликованы 3 статьи в рейтинговых журналах, в т.ч. 2 в зарубежных.

2. Разработка тест-системы (набора реагентов) для молекулярной диагностики пародонтита и коморбидных заболеваний, ассоциированных с пародонтопатогенными анаэробными бактериями *Filifactor alocis*

Проведена расшифровка молекулярно-генетических параметров генома анаэробных бактерий *Filifactor alocis* для идентификации нового возбудителя заболеваний пародонта и создана отечественная диагностическая система (набор реагентов) для проведения мультиплексной полимеразной цепной реакции (ПЦР) на основании запатентованной технологии Публикации: 2022 «Способ оценки прогрессирования хронического пародонтита и набор реагентов для его осуществления»), а также проведена отработка лабораторных условий (регламента) её применения.

В текущем году проведена апробация методики на 84 пациентах с диагнозом хронический генерализованный пародонтит, в том числе на 36 - с коморбидной патологией (сахарным диабетом, тип 2). В результате показана диагностическая значимость набора реагентов при хроническом пародонтите различной степени тяжести, в том числе, ассоциированном с коморбидной патологией на модели сахарного диабета типа 2.

Новизна исследования определяется созданием отечественной диагностической системы, которая позволяет идентифицировать бактерии *Filifactor alocis*, являющиеся новыми патогенами, вызывающими не только заболевания пародонта, но и принимающими вероятное участие в развитии различной коморбидной патологии.

Полученные результаты позволяют обосновать комплексный подход к использованию результатов микробиологических методов, включающих генодиагностику (ПЦР), 16S-секвенирование и последующий биоинформационный анализ в отношении ассоциации патогенных бактерий *Filifactor alocis* и *Porphyromonas gingivalis*.

По результатам опубликованы 7 статей, 6 из них в рейтинговых Российских журналах, 2 из них в журналах, индексируемых в Web of Science и Scopus.

На следующем этапе планируется оценка возможностей диагностического набора при коморбидной патологии сердечно-сосудистой системы.

Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова Министерства здравоохранения Российской Федерации

1. *In vivo* модель ксенотрансплантации генетически-модифицированных гемопоэтических стволовых клеток человека иммунодефицитным мышам линии NBSGW

Авторы: Кулагин А.Д., Попова М.О., Лепик К.В., Шакирова А.И., Сергеев В.С., Комарова Я.В., Осипова С.А., Шелина Е.В., Онопченко А.В., Васутина М.Л., Бреднева О.Г., Яковлев К.С., Орчанская Я.Р., Сивак К.В., Карпов Т.Е., Муслимов А.Р.

Возможность проведения экспериментов с клетками и тканями человека, в том числе трансплантации гемопоэтических стволовых клеток (ГСК) в животных моделях имеет ключевое значение для исследований в онкологии, гематологии и трансплантологии. Эти модели позволяют изучить динамику и степень восстановления гемопоэза в долгосрочном периоде, выявить наличие опухолевого и онкогенного потенциала трансплантированных клеток на доклиническом этапе. Для решения этой проблемы была предложена новая линия NOD, B6.SCID IL-2 γ ^{-/-}-Kit(W41/W41) (NBSGW), которая отличается от классической линии мышей NSG наличием мутации KitW41/W41, приводящей к потере функции рецепторной тирозинкиназы фактора роста стволовых клеток c-Kit. Данная модификация обеспечивает преимущество трансплантированных гемопоэтических клеток и возможность достижения значимого уровня химеризма после трансплантации человеческих гемопоэтических стволовых клеток мышам линии NBSGW без предварительного кондиционирования.

Исследовательской группой ПСПБГМУ проводятся исследования по оптимизации условий редактирования генома гемопоэтических стволовых клеток. Был разработан протокол редактирования генома гемопоэтических стволовых клеток с помощью нуклеазы TALEN с достижением высокой эффективности целевого редактирования и благоприятным профилем токсичности. Для валидации *in vivo* впервые в РФ была использована модель NBSGW для исследования токсичности и способности к восстановлению кроветворения ГСК человека после процедуры редактирования генома. Было показано, что у мышей NBSGW успешная гуманизация с высоким уровнем химеризма достижима после трансплантации 1×10^6 – 2×10^6 CD34⁺ ГСК. В эксперименте оценивалось приживление и биораспределение после трансплантации чГСК с нокаутом CCR5, опосредованным нуклеазой TALEN. Исследования проведены в SPF виварии Института экспериментальной медицины и Комплекса «Центр доклинических и трансляционных исследований» НМИЦ им. В.А. Алмазова.

В результате проведения эксперимента уровень химеризма, оцененный с помощью FACS, составил 3,8–38,7% в КМ с максимальными значениями у животного, получавшего более высокую дозу ГСК. В крови и селезенке уровень химеризма достигал 0,2–3,8% и 0,5–1,0% соответственно. При гистологическом исследовании внутренних органов патологии после трансплантации выявлено не было. Гистологическая структура костного мозга контрольного животного была нормальной. У животных опытной группы были очаги кроветворения, образованные невидотипичными клетками среднего и крупного размера. Гистологическое исследование не выявило признаков неоплазии.

Уникальность разработки состоит в том, что впервые в России создана *in vivo* модель трансплантации клеток человека с использованием единственной в России, самой современной модели животных – линии мышей NBSGW, которым не требуется проводить кондиционирование (облучение, химиотерапия или лекарственное иммуносупрессивное воздействие) для того, чтобы наступило приживление гемопоэтических стволовых клеток с мультилинейной дифференцировкой в клетки крови человека. Такое исследование является обязательным условием не только научных исследований и разработки продуктов, но и результаты таких экспериментов являются обязательной частью доклинической программы при подаче досье для получения разрешения на проведение клинических исследований любого продукта клеточной и генной терапии. Таким образом, результаты закладывают основу для будущих отечественных разработок генной терапии.

2. Разработан метод получения наноматериалов биомедицинского назначения на основе оксида графена с высоким содержанием кислородсодержащих функциональных групп (85 %). Показана высокая биосовместимость полученного материала, а именно гемосовместимость, низкая цито- и генотоксичность, а также выраженные антиоксидантные свойства. Разработаны методы ковалентной функционализации оксида графена цитостатическими препаратами доксорубицином и диоксидом, а также изучена их биологическая активность (Рис. 63).

Значения IC_{50} (мкМ) для GO-DOX на различных клеточных линиях. Для сравнения приведены экспериментальные данные для доксорубицина и цисплатина:

| Вещество | Клеточная линия | | | | |
|--------------|-----------------|------|------|-------|----------|
| | HEK-293 | A549 | PA-1 | T 98G | SK-HEP-1 |
| GO-DOX | 3.13 | 3.84 | 3.35 | 11.80 | 4.11 |
| Доксорубицин | 1.9 | 310 | 0.6 | 3.0 | 0.5 |
| Цисплатин | 0.01 | 19.0 | 3.6 | 34.9 | 50.3 |

Публикации:

1) A. O. E. Abdelhalim, S. V. Ageev, A. V. Petrov, A. A. Meshcheriakov, M. D. Luttsev, L. V. Vasina, Yu. A. Nashchekina, I. V. Murin, O. E. Molchanov, D. N. Maistrenko, A. A. Potanin, K. N. Semenov. Graphene oxide conjugated with doxorubicin: Synthesis, bioactivity, and biosafety // Journal of Molecular Liquids. 2022, V. 359, P. 119156 (Q1, ИФ 6.633).

2) A. O. E. Abdelhalim, K. N. Semenov, D. A. Nerukh, I. V. Murin, D. N. Maistrenko, O. E. Molchanov, V. V. Sharoyko. Functionalisation of graphene as a tool for developing nanomaterials with predefined properties // Journal of Molecular Liquids. 2022, V. 348, P. 118368 (Q1, ИФ 6.633).

3) A. O. E. Abdelhalim, A. A. Meshcheriakov, D. N. Maistrenko, O. E. Molchanov, S. V. Ageev, D. A. Ivanova, N. R. Iamalova, M. D. Luttsev, L. V. Vasina, V. V. Sharoyko, K. N. Semenov. Graphene oxide enriched with oxygen-containing groups: on the way to an increase of antioxidant activity and biocompatibility // Colloids and Surfaces B: Biointerfaces. 2022, V. 210, P. 112232 (Q1, ИФ 5.999).

4) V. V. Sharoyko, O. V. Mikolaichuk, O. S. Shemchuk, A. O. E. Abdelhalim, A. A. Potanin, M. D. Luttsev, D. R. Dadajanov, T. A. Vartanyan, A. V. Petrov, I. V. Murin, D. N. Maistrenko, O. E. Molchanov, K. N. Semenov. Novel non-covalent conjugate based on graphene oxide and alkylating agent from 1,3,5-triazine class // Journal of Molecular Liquids. 2022, *В печати* (Q1, ИФ 6.633).

5) Абделхалим А. О. Е., Агеев С. В., Семёнов К. Н., Шаройко В. В., Майстренко Д. Н., Молчанов О. Е., Станжевский А. А., Попов С. А. Способ масштабирования синтеза оксида графена. Патент РФ на изобретение № RU2783099C2. Оpubл. 08.11.2022. Бюл. № 31.

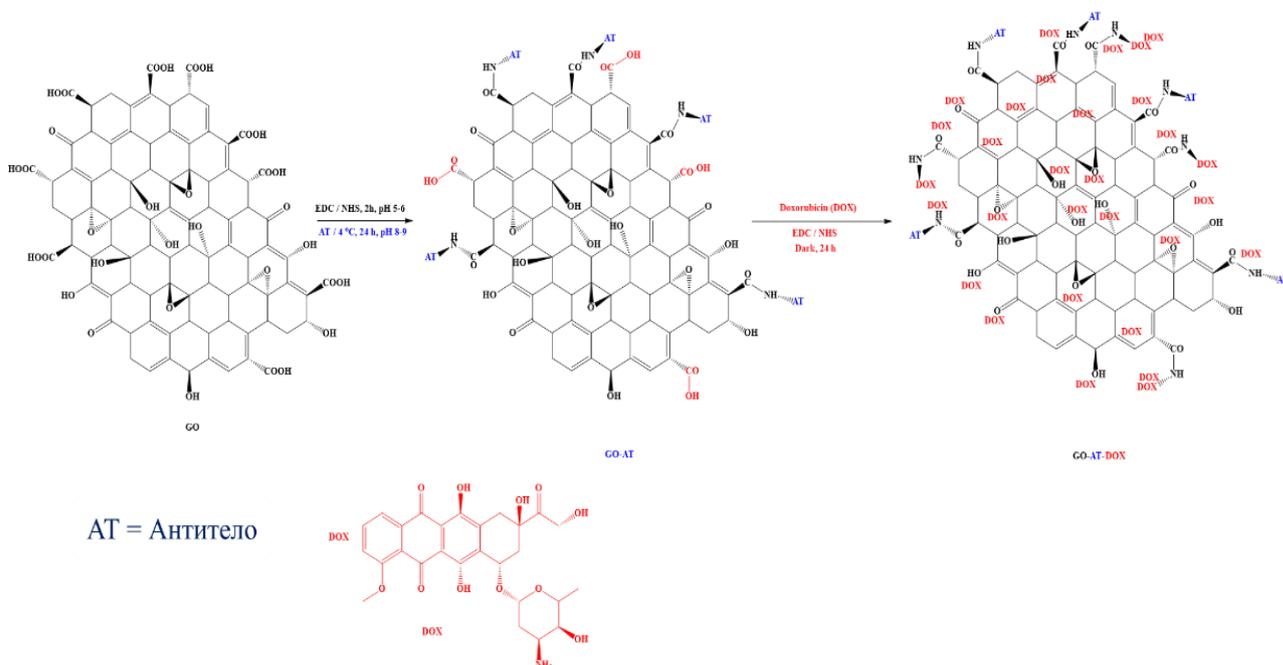


Рис. 63. Схема функционализации оксида графена цитостатическим препаратом доксорубицином

Омский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации

Ориентационная адгезивная полоска для биопсийного материала.

Руководитель работы: Мозговой С.И.

Авторы: Кононов А.В., Мозговой С.И., Шиманская А.Г., Парыгина М.Н., Рубцов В.А., Керученко М.А., Панюшкин Л.В.

Краткая характеристика основных технических параметров. Ориентационная полоска является вспомогательным решением для биопсийной (прижизненной) диагностики заболеваний и представляет собой полоску, разделенную точечными отверстиями на пять частей, состоящую из ацетата целлюлозы с диаметром пор 0,22 нм, при этом один из концов подложки заострен в виде стрелки, а противоположный фиксирован к ориентационному планшету из плотного ламинированного картона, на который нанесено число, отмечающее порядковый номер фрагмента ткани – от 1 до 5. Фрагмент помещается на адгезивную полоску при помощи fórцeпeтa эндоскопа или тонкой иглы, расправляется на ней, после чего опускается в емкость со стандартной фиксирующей жидкостью. Расположение фрагмента на адгезивной полоске позволяет сохранить нормальное взаиморасположение структур ткани и способствует полноценной прижизненной диагностике заболеваний человека.

Адгезивная полоска соответствует пункту 5. Медицинские изделия для *in vitro* диагностики (ИВД), подпункту 5.05 Реагенты/оборудование/расходные материалы общелабораторные (ИВД) Номенклатурной классификации медицинских изделий Росздравнадзора и встраивается в существующую систему здравоохранения.

Области возможного использования: медицина - эндоскопическая диагностика, онкология, патологическая анатомия, гастроэнтерология.

Степень готовности разработки к практическому применению: разработка готова к практическому применению. Проведены разработка технологии использования наборов для ориентировки биопсийного материала, исследования для оценки параметров диагностической валидности применяемого набора.

Возможный технический и (или) экономический эффект от внедрения. Разработка направлена на повышение уровня здоровьесбережения в рамках Стратегии научно-технологического развития РФ за счет повышения качества морфологической

диагностики заболеваний, в том числе – ранней диагностике предраковых процессов и злокачественных опухолей.

Сравнительные характеристики с известными разработками. В сравнении с используемыми в системе здравоохранения методиками ориентировки биопсийного материала (ручная ориентировка, фиксация материала к листам целлюлозы, специализированные ориентационные кассеты) основными конкурентными преимуществами разработки являются: формирование правильно ориентированных гистологических срезов с возможностью послойной оценки структуры слизистой оболочки, исключение искусственной деформации исследуемого тканевого фрагмента за счет отсутствия необходимости в его отделении от адгезивной подложки, возможность заливки в парафиновый блок серии биоптатов, фиксированных к одной полосе адгезивной подложки, с экономией времени лаборанта и ресурсов.

Патентная защита: Пат. 188389 Российская Федерация, МПК А 61 В 10/00. Полезная модель: №2018140444/18 : заявл. 15.11.18 :опубл. 09.04.19 / Кононов А. В., Мозговой С. И., Шиманская А. Г., Парыгина М. Н., Рубцов В. А., Керученко М. А., Панюшкин Л. В.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО ОмГМУ Минздрава России. – 3 с.

Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова

1. Разработка системы поддержки принятия врачебных решений, реализованная в виде программного продукта для ЭВМ - «CASP(ER) - Covid-19 assisted severity prediction (early reliable)»

В 2022 году в Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова с использованием данных лабораторных и инструментальных исследований, полученных в начальном периоде болезни у лиц молодого возраста с SARS-CoV-2 инфекцией, на основе многослойной полносвязной искусственной нейронной сети (Рис. 64) построена система поддержки принятия врачебных решений, реализованная в виде программного продукта для ЭВМ - «CASP(ER) - Covid-19 assisted severity prediction (early reliable)» (Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2022665747, автор: Касьяненко К.).

Впервые с применением пороговых значений предикторов тяжелого течения, выявленных в ходе обработки данных историй болезни, и при применении методов искусственного интеллекта в Российской Федерации разработана предсказательная модель тяжелого течения SARS-CoV-2 инфекции у лиц молодого возраста. Данный классификатор при переобучении на альтернативных массивах данных можно использовать для прогноза тяжести течения других инфекционных заболеваний.

Учитывая простоту интерфейса (Рис. 65) и минимальный набор требований для ее запуска на персональном компьютере (клиентская часть реализована в виде WEB-приложения и работает при отсутствии доступа к интернету), разработанная программа может быть использована для применения в практическом здравоохранении врачами различной специальности с целью улучшения качества оказания медицинской помощи.

Основные публикации по теме за 2022 г.:

1. Касьяненко, К. Клиническая характеристика новой коронавирусной инфекции у лиц молодого возраста / К. Касьяненко // Современные проблемы науки и образования. – 2022. – № 5.

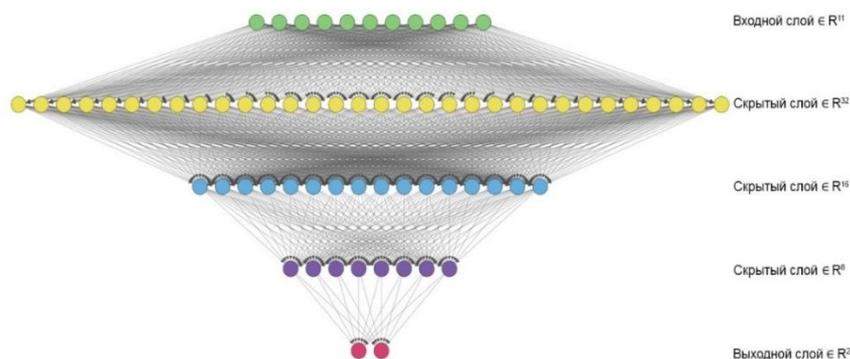


Рис. 64. Обобщенная схема многослойной полносвязной нейронной сети

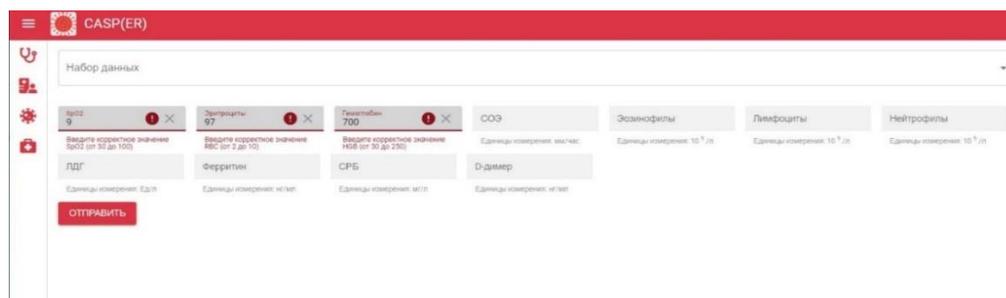


Рис. 65. Главное окно ввода данных предсказательной модели

2. Система оказания психиатрической и медико-психологической помощи военнослужащим в условиях специальной военной операции

В Военно-медицинской академии имени С.М.Кирова на основании обобщения опыта предыдущих войн сформулирована новая концепция организации психиатрической помощи в условиях боевых действий. В основу ее был положен «уровневый принцип» диагностики и сортировки пострадавших, а также расчета возможных санитарных потерь, позволяющий планировать необходимые силы и средства для оказания психиатрической помощи (Рис. 66).

Впервые предложено и реализовано оказание сокращенной специализированной психиатрической помощи на передовом этапе медицинской эвакуации.

Внедрены в практическую детальность новые подходы к терапии стресс-ассоциированных расстройств: «адыювантный» метод терапии конверсионной патологии, аппаратный способ десенсибилизации и переработки стрессовых переживаний движением глаз «посттравматических нарушений» и ряд других.

Реализация основных положений этой концепции на передовом этапе позволила в ходе специальной военной операции (СВО) вернуть в строй более 80 % военнослужащих, тем самым, сохраняя для армии наиболее опытных из них. При этом на дальнейшие этапы эвакуации направлено не более 20% военнослужащих с наиболее тяжелыми психическими расстройствами. Результаты внедрения данной системы позволили (по анализу 6 месяцев) существенно сократить санитарные потери психиатрического профиля (до 1,7%).

Результаты научной работы по оказанию психиатрической и медико-психологической помощи военнослужащим в условиях СВО могут быть использованы в ходе других вооруженных конфликтов.

Публикации:

1. Шамрей В.К., Марченко А.А., Дрига Б.В. и др. Исходы стационарного лечения посттравматического стрессового расстройства у комбатантов // Современная терапия психических расстройств. - 2022. - № 3. - С. 14-24.

2. Шамрей В.К., Марченко А.А., Юсупов В.В. и др. Особенности оказания психолого-психиатрической помощи военнослужащим в условиях современных

вооруженных конфликтов // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2022. – № 2. – С. 60-71.

3. Проект методических указаний «Оказание психиатрической помощи и проведения медицинского освидетельствования военнослужащих – участников специальной военной операции» (декабрь 2022 г.).

ОКАЗАНИЕ ПСИХИАТРИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ В УСЛОВИЯХ СПЕЦИАЛЬНОЙ ВОЕННОЙ ОПЕРАЦИИ



Рис. 66. Система оказания психиатрической и медико-психологической помощи военнослужащим в условиях специальной военной операции

3. Система оценки профессиональной надёжности военнослужащих

Концепт системы основан на новом комплексном подходе, реализованном в международном проекте «Исследовательские домены критериев» (Research Domain Criteria) и концепции «NBIC-конвергенции», совмещающей нанотехнологические, биотехнологические, информационные и когнитивные технологии (Ковальчук М.В., 2019) по разработке объективной системы описания и классификации психического функционирования (от геномного до поведенческого, с элементами «цифрового фенотипирования»). Показана эффективность оценки психического здоровья и профессиональных важных качеств военнослужащих на базе данных исследований.

В практическом плане в Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова впервые разработана модель определения степени выраженности профессионально важных качеств военнослужащих операторского класса воинских должностей на базе комплексного анализа антропометрических характеристик и глазодвигательных реакций при выполнении нейрокогнитивных тестов (Рис. 67), при этом модель обладает высокой точностью (85%).

Практическое применение методического аппарата для определения профессиональной психологической пригодности существенно повысит качество комплектования подразделений ВС РФ за счет определения соответствия уровня развития профессионально-важных качеств (ПВК) кандидата требованиям воинской специальности.

Последующий мониторинг ПВК на этапах военной службы будет способствовать определению профессиональной надёжности и выявлению нейрофизиологических мишеней для мероприятий медико-психологической коррекции.

Публикации:

1. Военная психиатрия в XXI веке : современные проблемы и перспективы развития : монография / под ред. Е. В. Крюкова и В. К. Шамрея. - СПб : СпецЛит, 2022. – 367 с.

2. Лобачев А.В., Марченко А.А., Лобачев С.А., Виноградова О.С. Определение психофизиологических и нейропсихологических коррелятов девиантного поведения у

военнослужащих // Вестник Российской Военно-медицинской академии. - 2022. - Т. 24. - № 2. - С. 323-332.

3. Гуляев Е.Е., Щелканова Е.С., Марченко А.А. Разработка методического аппарата для определения профессиональной психологической пригодности военнослужащих научных рот // Психическое здоровье военнослужащих и специалистов экстремальных видов профессиональной деятельности». – СПб.:, 2022. – С. 61-65.

Подготовлена к печати монография «Мониторинг психического здоровья и профессиональной надежности военнослужащих».

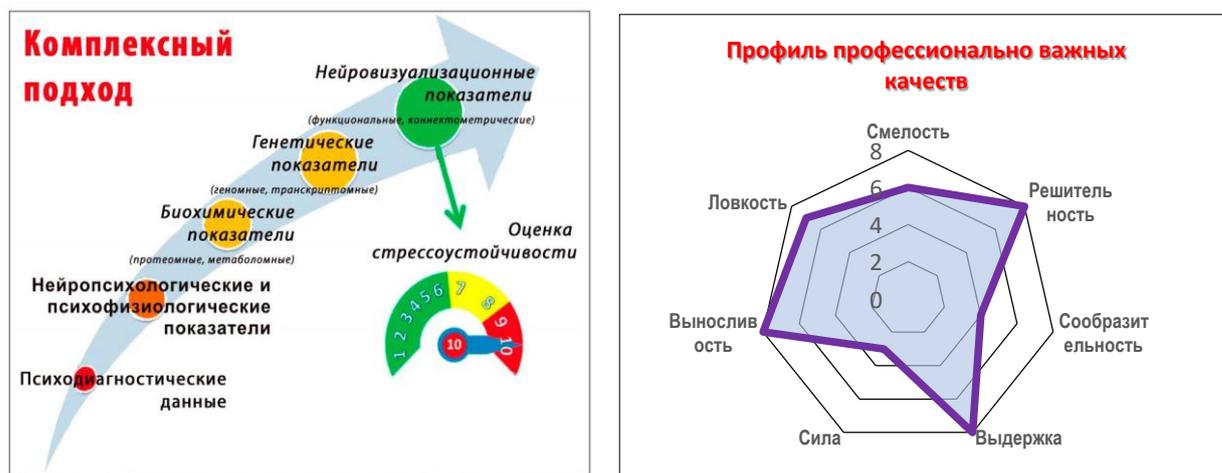


Рис. 67. Модель определения степени выраженности профессионально важных качеств военнослужащих операторского класса

4. Создание мобильной установки получения кислорода медицинского 93% в полевых условиях и его легитимация в военном и гражданском здравоохранении

В 2022 г. в Военно-медицинской академии имени С.М.Кирова завершены работы в рамках военно-научного сопровождения ОКР «Кислород» (руководитель – профессор кафедры фармации Ю. Мирошниченко, ответственный исполнитель – доцент Р. Еникеева). Цель ОКР заключалась в создании мобильной установки для получения, накопления (хранения), доставки, распределения КМ газообразного (МУПК-КБА-93). МУПК-КБА-93 обладает несомненной новизной и не имеет аналогов в России (Рис. 68). Время выхода МУПК-КБА-93 на рабочий режим не превышает 1,5 ч., производительность 208 000 л КМ93% в сутки, обеспечивает возможность подачи КМ93% как напрямую в централизованную разводку, так и создавать резерв 40-литровых транспортных баллонов с КМ в количестве 5 шт. (суммарно – 30000 л).

Установка МУПК-КБА-93 в соответствии с приказом Министра обороны Российской Федерации от 30 сентября 2021 года № 581 принята на снабжение Вооруженных Сил Российской Федерации и табулирована в медицинские отряды специального назначения, отдельные медицинские батальоны и аэромобильные отряды соединений, некоторые военные госпитали. В 2021 г. начато серийное производство и поставки в Вооруженные Силы Российской Федерации. В январе 2021 г. новое лекарственное средство «Кислород 93%» было установленным порядком зарегистрировано Минздравом РФ. Приказом Минздрава РФ № 126 от 1 марта 2022 г. утверждена фармакопейная статья ФС.2.2.0037.22 «Кислород 93%».

В 2022 г. проект Военно-медицинской академии «Исследование качества кислорода медицинского 93%, вырабатываемого мобильными установками и его легитимация для нужд военного и гражданского здравоохранения» получил премию «Проект года в области качества» в рамках IV международной конференции SCM-Pharma «Логистика лекарственных средств».

Созданная инновационная установка МУПК-КБА-93 эксплуатируется медицинской службой ВС РФ, при этом обеспечена легитимация получаемого адсорбционным методом

кислорода медицинского 93%, что является крайне значимым достижением для военного и гражданского здравоохранения.

Основные публикации:

1. Реализация в военном здравоохранении современных подходов к обеспечению медицинским кислородом / Ю.В. Мирошниченко, Р.А. Еникеева, А.В. Щеголев, Б.Д. Вертий // Военно-медицинский журнал. – 2022. – Т. 343. – № 6. – С. 68-72.

2. Организация контроля качества кислорода медицинского 93%, получаемого по технологии короткоциклового безнагревной адсорбции / Ю.В. Мирошниченко, Р.А. Еникеева, В.А. Савватеев, О.Е. Боевко // Военно-медицинский журнал. – 2022. – Т. 343. – № 9. – С. 61-67.

3. Контроль чистоты кислорода 93%, получаемого из воздуха методом короткоциклового безнагревной адсорбции / Р.А. Еникеева, Ю.В. Мирошниченко, В.Л. Багирова, О.А. Попова // Ведомости Научного центра экспертизы средств медицинского применения. Регуляторные исследования и экспертиза лекарственных средств. – 2022. – Т. 12. – № 3. – С. 310-314.

4. Приказ Минздрава РФ № 129 от 1 марта 2022 г. «Об утверждении фармакопейной статьи» (интернет ресурс: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/404341056/>). Дата обращения: 15.12.2022 г.



Рис. 68. Внешний вид установки МУПК-КБА-93

Воронежский государственный технический университет

Получение и оценка свойств изделий заданной формы из нитридной керамики Zr-U и Zr-Nb

Впервые с применением подхода окислительного конструирования получены образцы керамических и композитных (металлическое ядро – керамическая оболочка) изделий заданной формы из нитридной керамики Zr-U и Zr-Nb (Рис. 69). Исследованы нитридации твердого раствора Zr-U, Zr-Nb в твердой фазе и при наличии жидкой фазы в интервале температур 1500...2400°C. Представлена концепция газоохлаждаемого реактора с новым видом топлива на основе (Zr, U)N, включая его ориентировочные геометрическими размеры и ключевые параметры активной зоны. При сохранении допустимого значения объемного энерговыделения на выходе могут достигаться температуры ~ 1200...1500°C. Показана высокая устойчивость структурно-фазового и композиционного состояния нитрида твердого раствора Zr-Nb к воздействию облучения и накоплению ксенона. Разработанная технология получения керамических элементов любой заданной конструкции может найти эффективное применение не только в ядерной энергетике, но и, например, в медицине и электронике.

Публикации:

1. Kovalev I.A., Kochanov G.P., L'vov L.O., Shevtsov S.V., Kannikin S.V., Sitnikov A.N., Strel'nikova S.S., Chernyavskii A.S., Solntsev K.A. Compositional evolution of zirconium

and niobium in the process of high-temperature nitridation of Zr–Nb alloys // *Mendelev Commun.* 2022. V. 32. № 4. P. 498-500. DOI: 10.1016/j.mencom.2022.07.022

2. Kovalev I.A., Kannykin S.V., Konovalov A.A., Kochanov G.P., Ogarkov A.I., Tarasov B.A., Shornikov D.P., Strel'nikova S.S., Chernyavskii A.S., Solntsev K.A. Phase transformations accompanying high-temperature nitridation of Zr–Nb Alloys // *Inorg. Mater.* 2022. V. 58. № 4. P. 364-370. DOI: 10.1134/S0020168522040070

3. Kovalev I.A., Shevtsov S.V., Kochanov G.P., Fedorov S.V., Kannykin S.V., Sitnikov A.I., Ogarkov A.I., Shokod'ko A.V., Strel'nikova S.S., Chernyavskii A.S., Solntsev K.A. Structural transformations of ceramics forming during high-temperature nitridation of Zr–Nb alloys // *Inorganic Materials.* 2022. T. 58. № 5. С. 531-537.

Организации: **ВГТУ совместно с МГУ им. М.В. Ломоносова, НИЯУ МИФИ, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил "Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина" и ИМЕТ РАН**

Руководитель – академик РАН Солнцев К.А.

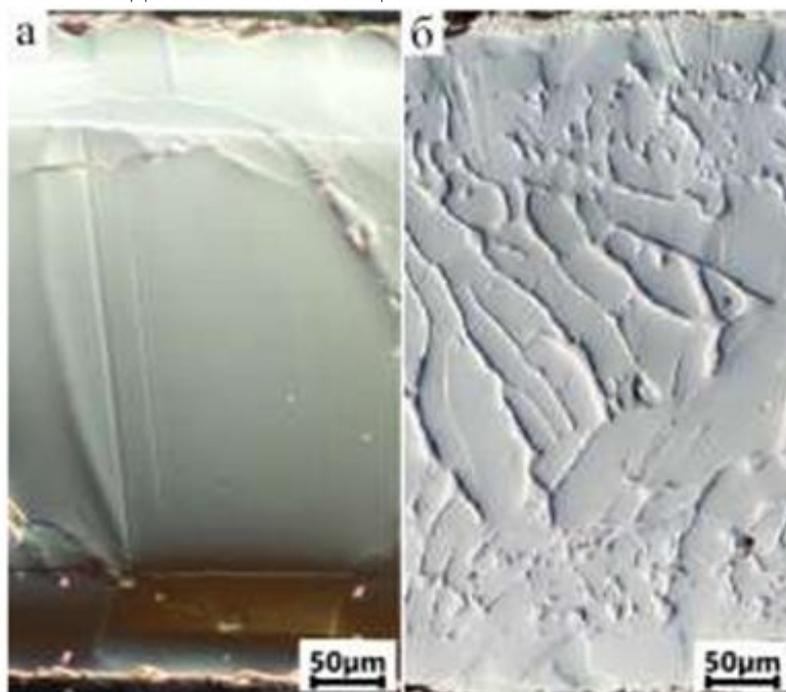


Рис. 69. Характеристические изображения структуры нитридной керамики, синтезированной из сплава Zr–Nb при температуре 1700 °С: а) 0,1 масс. % Nb, б) 10 масс. % Nb.

Фундаментальные исследования в государственных научных центрах и государственных корпорациях Российской Федерации

РАН, в соответствии с Федеральным законом № 253-ФЗ, были запрошены сведения о выполненных в 2022 году фундаментальных исследованиях в государственных корпорациях Роскосмос, Ростех и Росатом, в научных фондах и в 45 государственных научных и научно-исследовательских центрах Российской Федерации.

Материалы представили все госкорпорации и 28 государственных научных институтов и научно-исследовательских центров Российской Федерации.

Большая часть представленных результатов носит прикладной характер. Некоторые результаты фундаментально ориентированных научных исследований, выполненных в государственных корпорациях и научных центрах, приводятся ниже:

Федеральное государственное унитарное предприятие "Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е.Жуковского" (ЦАГИ)

1. Новые результаты теории струй

Авторы: А.М. Гайфуллин, В.В. Жвик

Обнаружены и исправлены два ошибочных результата теории струй. Эти результаты опубликованы в широко известных монографиях (Гольдштик М. А., Штерн В.Н., Яворский Н. И. Вязкие течения с парадоксальными свойствами. Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1989. 336 с. и Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.: Наука, 1978, 736 с.) и по прошествии лет, к сожалению, воспринимаются научным сообществом как верные результаты.

Первый результат относится к осесимметричным затопленным закрученным струям. Здесь М.А. Гольдштиком с соавторами был получен инвариант течения в закрученной струе при интегрировании уравнений движения по достаточно сложному контуру: две полусферы и кольцевое дно между ними, из которого следовало, что в дальнем поле продольная и азимутальная компонента скорости затухают по одинаковому закону. Поэтому течение в струе выходит не на струю Ландау, а на струю Лонга. Такой факт противоречил физической интуиции, что на бесконечности закрученная струя должна в главном приближении выходить на струю Ландау, а следовательно, азимутальная скорость должна затухать быстрее, чем продольная. А.М. Гайфуллиным и В.В. Жвиком обнаружена и исправлена ошибка при вычислении инварианта. Новое значение инварианта указывает на то, что течение в дальнем поле закрученной струи выходит на струю Ландау.

Второй результат относится к осесимметричным затопленным струям, которые кроме импульса приносят в поток еще и ненулевой расход. Л.Г. Лойцянский в своей известной монографии построил решение в дальнем поле струи, после чего связал неизвестный коэффициент в решении для дальнего поля с расходом через выходное сечение струи. Такая связь оказалась необоснованной. А.М. Гайфуллиным и В.В. Жвиком показано, что существует инвариант течения, который корректно связывает решение в дальнем поле струи с характеристиками течения в выходном сечении струи.

Результаты данной работы докладывались на Двадцать второй международной школе-семинаре «Модели и методы аэродинамики», Сочи, 4–9 сентября 2022 г. Полученные результаты должны коренным образом изменить взгляд на закрученные струи и на струи с расходом через начальное сечение.

2. Целостное моделирование ламинарно-турбулентного перехода

Авторы: Егоров И.В., Пальчеховская Н.В., Федоров А.В.

В условиях сверхзвукового полета источником акустического шума, взаимодействующего с пограничным слоем на крыле малой стреловидности, является

турбулентный пограничный слой на передней части фюзеляжа. Показано, что такой шум является доминирующим источником возмущений, вызывающих ламинарно-турбулентный переход в рассматриваемых условиях. Поэтому задачу восприимчивости и устойчивости пограничного слоя на крыле малой стреловидности в первую очередь следует формулировать и решать для внешних акустических возмущений. В качестве первого шага в этом направлении рассмотрено возбуждение и развитие первой моды на пластине под нулевым углом атаки при числе Маха набегающего потока $M = 3$, температуре стенки близкой к адиабатической и числе Рейнольдса $Re_\infty = 2 \times 10^7$, что типично для натурального полета сверхзвукового пассажирского самолета.

Расчеты выполнялись с помощью авторского пакета программ для решения нестационарных трехмерных уравнений Навье-Стокса. Этот пакет дает возможность проводить параллельные вычисления на супер-ЭВМ кластерного типа. Использовались вычислительные сетки с числом узлов 100+ млн. Число процессоров равно 500+.

На основе теоретических и расчетных исследований установлено, что протяженность области эффективной восприимчивости составляет несколько длин волн. В этой области фазовая скорость акустической волны сближается с фазовой скоростью первой наиболее неустойчивой моды, что приводит к резонансному режиму возбуждения. Ниже по потоку теория устойчивости хорошо предсказывает интегральный рост амплитуды возмущения вплоть до сечения $x \approx 0.3$, где максимальные пульсации продольной скорости равны $u'_{max} \approx 3.5\%$. Далее начинается слабо-нелинейное насыщение возмущения и его нелинейный распад.

Результаты исследования показали, что для реализации наиболее перспективного амплитудного метода предсказания начала перехода на аналогичных конфигурациях достаточно: вычислить или оценить начальные амплитуды неустойчивости в малой окрестности передней кромки; рассчитать развитие неустойчивости от передней кромки до пороговой амплитуды с помощью линейной теории устойчивости. Такой подход открывает возможность практической реализации амплитудного метода для предсказания перехода инициированного внешним акустическим фоном.

Результаты данной работы докладывались в 2022 году на конференциях (Модели и методы аэродинамики. Двадцать вторая международная школа-семинар. Сочи, 4–9 сентября 2022г; Вычислительный эксперимент в аэроакустике и аэродинамике: Девятая российская конференция, г. Светлогорск Калининградской области, 26 сентября - 1 октября 2022 г.), подготовлены и отправлены в печать.

3. Экспериментальное определение нестационарных аэродинамических характеристик турбовинтового двухдвигательного самолета с работающими воздушными винтами в аэродинамической трубе (Рис. 70)

Авторы: С.В. Свергун, Т.И. Трифонова, Д.В. Шуховцов

Перспективность и актуальность тематики объясняется большим интересом, проявляемым со стороны отечественных конструкторских бюро - производителей самолетов с ТВД (Ил, УЗГА и др.), а также разработчиков беспилотных летательных аппаратов с винтовыми двигателями к аэродинамическим характеристикам самолетов с турбовинтовыми двигателями, полученными с учетом влияния работы воздушных винтов.

Разработаны технология и методика проведения динамического эксперимента в аэродинамической трубе, позволяющие выявить особенности воздействия воздушных винтов на нестационарные аэродинамические характеристики летательных аппаратов, которые практически невозможно определить с использованием методов вычислительной аэродинамики и существующих полуэмпирических расчетных методов.

Разработанные технология и методика позволили впервые в России экспериментально получить нестационарные аэродинамические характеристики модели турбовинтового самолета с работающими воздушными винтами при коэффициентах

интенсивности обдувки модели самолета потоком воздуха от винта, соответствующих режимам полета реального самолета.

Определение нестационарных аэродинамических характеристик для моделей с работающей винтомоторной группой позволит успешно решить задачи, стоящие при создании винтомоторных самолетов:

- повышение безопасности полетов;
- обеспечение устойчивости и управляемости на больших углах атаки;
- разработка систем управления;
- создание авиационных тренажеров.



Рис. 70. Фотография модели двухдвигательного самолета с работающими воздушными винтами в аэродинамической трубе

4. Развитие концепции активной аэроупругости

Авторы: Г.А. Амирьянц, А.В. Григорьев

На основе концепции модели адаптивного бесщелевого управления формой крыла, разработан и испытан в аэродинамической трубе демонстратор, включающий два инновационных элемента механизации: бесщелевой многозвенный носок крыла и активная законцовка крыла с возможностью дистанционного отклонения с помощью электромеханического привода (Рис. 71).

Эти элементы механизации базируются на целесообразно деформируемых конструкциях. Каркас элементов состоит из цепочки легко растяжимых, но относительно жестких на изгиб и сдвиг «умных» ячеек, заполняемых эластомером. Характерная особенность предложенных «умных» конструкций состоит в возможности плавного бесщелевого отклонения органов управления на большие углы. Отсутствие щелей у органов управления позволяет снизить уровень шума на взлетно-посадочных режимах, а их расположение впереди оси жесткости крыла повышает эффективность управления на высоких скоростях полета.

Проведено сопоставление расчетных данных с результатами эксперимента. Зависимости от скоростного напора эффективностей управления по крену $M\alpha/\delta$ для отклоняемого носка и законцовки обратной стреловидности, полученные при испытаниях (на рисунке показаны пунктирными линиями), согласуются с данными расчетов (сплошные линии). Подтверждено, что эффективность используемых инновационных адаптивных элементов механизации крыла увеличивается с ростом скоростного напора. При увеличении скорости потока от 15 до 35 м/с у отклоняемого бесщелевого

многозвенного носка крыла эффективность управления по крену увеличивается на 230%, а у активной (отклоняемой) бесщелевой законцовки крыла на 156%. По результатам расчета у элерона традиционной конструкции эффективность управления по крену на таком же диапазоне скоростного напора падает на 17%.

Таким образом, расчетами и экспериментально подтверждено, что использование предложенных органов управления позволяет обеспечить повышение эффективности управления по крену при увеличении скоростного напора, а не его снижение, характерное для традиционных элементов механизации.

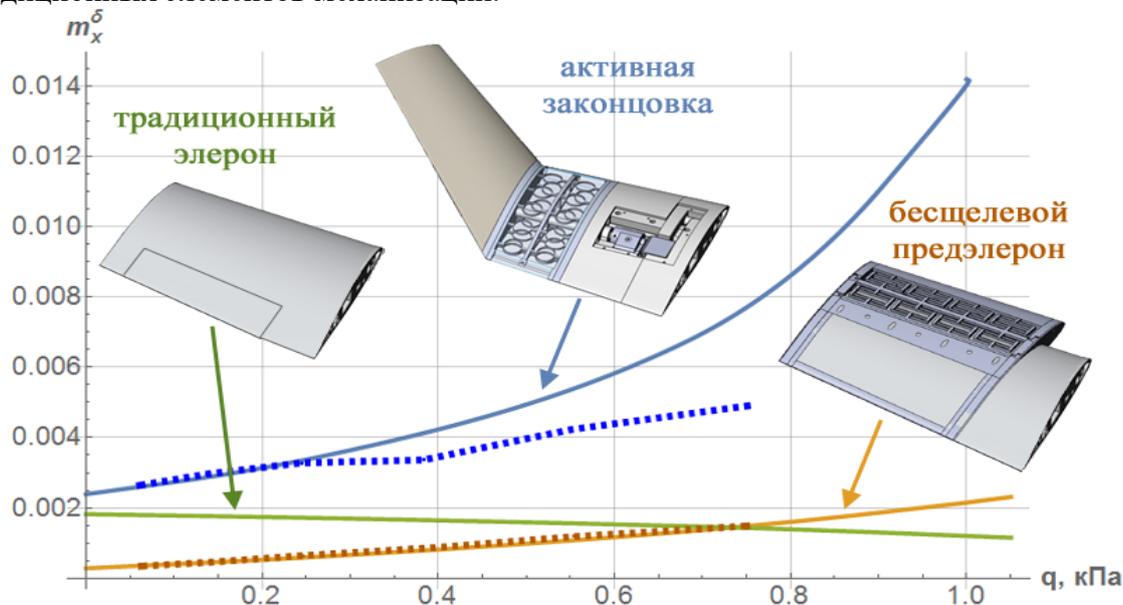


Рис. 71. Два инновационных элемента механизации: бесщелевой многозвенный носок крыла и активная законцовка крыла

5. Эжекторный актуатор для управления обтеканием летательного аппарата на режиме взлета и посадки

Авторы: А.С. Петров, Г.Г. Судаков, А.В. Воеводин, А.А. Корняков, В.Г. Судаков

Эжекторные актуаторы предназначены для управления обтеканием тел с целью его перестройки в благоприятном направлении – ликвидации отрыва потока и увеличения подъемной силы, создания управляющих моментов и т.п. В работе создана технология управления отрывом потока на поверхности крыла для улучшения аэродинамических характеристик самолетов транспортной категории следующих поколений на взлетно-посадочных режимах. С этой целью проведены расчетные и экспериментальные (в АДТ Т-101 ЦАГИ) исследования аэродинамических характеристик крупномасштабной модели отсека крыла с обдувом места стыка пилона с крылом с помощью выдува струи из узкой щели на поверхности крыла (Рис. 72). Струя формируется с помощью эжекторных актуаторов, расположенных внутри модели из 8-ми элементов (Рис. 73). На Рис. 73 показан общий вид изготовленной системы из восьми эжекторов. Использование эжекторного устройства для организации выдува струи в стационарном режиме работы позволило в ~ 2 раза снизить расход высоконапорного газа по сравнению со случаем выдува струи без использования эжектора. Дополнительно повысить эффективность работы актуаторов удалось с помощью использования импульсного резонансного режима работы.

Измеренные аэродинамические характеристики крупномасштабной модели крыла без управления обтеканием и при наличии управления обтеканием показали, что рассмотренная концепция позволяет увеличить подъемную силу на $\sim 1.5\%$ при скорости набегающего потока 40 м/с, на $\sim 3\%$ при 30 м/с и на 4.1% при 20 м/с, что говорит о высокой эффективности разработанных актуаторов.

Данные актуаторы можно применять для улучшения аэродинамических характеристик самолетов транспортной категории на взлетно-посадочных режимах, а также других типов летательных аппаратов, включая беспилотные аппараты.



Рис. 72. Крупномасштабная модель отсека крыла



Рис. 73. Изготовленный демонстратор из восьми эжекторов

6. Применение стереофотограмметрической системы для определения локальных и распределённых деформационных характеристик авиационных конструкций

Авторы: А.В. Агарков, В.А. Малютин, А.А. Чижов

Созданный в ЦАГИ научно-технический задел позволяет оперативно и с высокой точностью проводить экспериментальные исследования жесткостных характеристик летательных аппаратов (ЛА) и их аэроупругих моделей. По результатам жесткостных испытаний верифицируются расчётные схемы упругости ЛА (включая расчётные схемы для метода конечного элемента), на основе которых решаются вопросы статической и динамической аэроупругости, в том числе, флаттера. Наряду с массово-инерционными характеристиками, характеристики жёсткости являются главными, базовыми исходными параметрами для многих расчётных методов аэропрочностного проектирования, например, для многодисциплинарного комплекса программ АРГОН, который используется ЦАГИ при расчетном сопровождении проектирования самолётов.

В 2022 году проведены исследования по отработке технологии применения стереофотограмметрической (ФГМ) системы для определения локальных и распределённых прочностных характеристик авиационных конструкций (перемещений и деформаций). На примере прототипа композитного кессона крыла малой авиации, а также тестового воздушного винта самолёта показана достоверность и эффективность применения ФГМ технологии. Было установлено, что погрешность определения линейных деформаций фотограмметрической системой не превышает погрешности их измерения аттестованной тензометрической системой; при этом картина распределения деформаций соответствует расчётному распределению, вычисленному методом конечного элемента. Кроме того, показано, что податливости характерных точек исследуемых конструкций, определённых ФГМ, укладываются в доверительный интервал податливостей, измеренных поверенными триангуляционными датчиками линейных перемещений.

Применение фотограмметрической системы при испытаниях позволяет более детально (по сравнению с «точечными» датчиками) проводить исследования локальных и распределённых прочностных (в том числе жесткостных) характеристик авиационных конструкций.

7. Разработка высокочастотного генератора звука

Авторы: А.Я. Стерлин, А.В. Фурман, В.И. Быков

Современные летательные аппараты подвергаются воздействию интенсивных пульсаций звукового давления. Как показывает опыт эксплуатации, необходимо

учитывать акустическую усталость от нагрузок начиная с 130–135 дБ. При нагрузках свыше 160 дБ акустическая усталость становится одним из основных факторов, определяющих прочность авиационных конструкций. В соответствии с требованиями Авиационных правил АП-25 при оценке усталостной прочности должно быть показано отсутствие усталостных трещин от акустических нагрузок в любой детали конструкции самолета.

В ЦАГИ был разработан ряд низкочастотных и среднечастотных генераторов звука. Данные генераторы стали основными средствами нагружения в реверберационной камере РК-1500. Воспроизведение звука на более высоких частотах (до 1200 Гц) было обеспечено за счет использования зарубежных устройств.

Разработана конструктивная концепция и создан демонстратор высокочастотного генератора звука. Оригинальные схемные решения и их конструктивная реализация вдвое увеличивает движущую электромагнитную силу и существенно улучшает теплообмен в теплонапряженных элементах конструкции. На Рис. 74 для сравнения приведены два графика. Один иллюстрирует работу базового генератора, а другой - усовершенствованного. Из графика видно, что реализованные технические решения существенно расширяют частотный диапазон генератора, а именно с 550 Гц до 900 Гц при амплитуде 0,4 мм. Эксперимент проводился без охлаждения катушек возбуждения.

В настоящее время изготовлены магнитная система и клапанный узел более мощного генератора звука с индукцией в магнитном зазоре электромагнитных движителей 1,8–1,9 Тл, что позволит увеличить частоту колебаний до 1000–1100 Гц.

Создание такого генератора позволит обеспечить независимость от применения импортных изделий.

В последние годы отмечается рост востребованности акустических испытаний. Ряд отечественных предприятий (в частности, АО «РКЦ «Прогресс», АО «ГКНПЦ имени М.В. Хруничева», АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва») планирующие создание и/или модернизацию собственной экспериментальной базы акустических испытаний, проявили заинтересованность в приобретении отечественных высокочастотных генераторов звука.

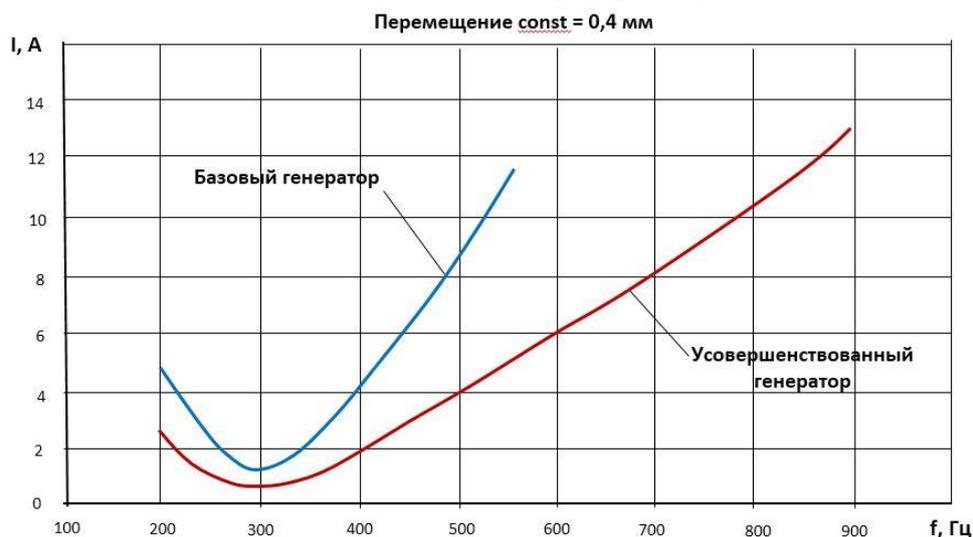


Рис. 74. Графики работы базового и усовершенствованного генераторов

8. Система обеспечения прослеживаемости измерений характеристик геометрии масс

Авторы: Довыденко О.В., Самойленко А.И., Петроневич В.В., Бугров А.Ю., Лютов В.В., Куликов А.А.

Разработана система обеспечения прослеживаемости измерений характеристик геометрии масс: массы, координат центра масс (далее – ЦМ) и моментов инерции (далее –

МИ), точная информация о которых необходима для управления траекторией движения летательных аппаратов (спутников, ракет). ЦАГИ и другие отечественные и зарубежные предприятия создают автоматизированные стенды для измерений этих характеристик (Рис. 75). Однако отсутствие эталонов единиц координат ЦМ и МИ исключает возможность их поверки, приводит к ряду трудностей в обеспечении прослеживаемости измерений и выполнении законодательных и нормативных требований к ним.

Предложенная система основана на поверке стендов модульными эталонами, характеристики которых определяют косвенными измерениями. Созданы эталоны (Рис. 76), представляющие собой наборы многозначных мер и воспроизводящие одновременно единицы трех величин – массы, длины в области измерений координат ЦМ и МИ. Исследована инструментальная погрешность эталонов и погрешность косвенных измерений их характеристик. Разработаны и обоснованы требования к конструкции эталонов, качеству их поверхности и допускам на размеры. Для расчета характеристик эталонов разработано универсальное программное обеспечение «MS_NKM».

Разработан и научно обоснован на базе системного подхода новый принцип решения задачи обеспечения прослеживаемости измерений характеристик геометрии масс, позволяющий повысить достоверность подтверждения метрологической исправности стендов. Впервые разработана многофакторная математическая модель модульных эталонов, унифицированная для построения алгоритма программной обработки данных при их поверке. Впервые установлены взаимосвязи между конструктивными и эксплуатационными требованиями к модульным эталонам и их инструментальными погрешностями с учетом норм государственных стандартов, на основе которых сформулированы научно обоснованные рекомендации по выбору допусков на их размеры. Предложена новая методика определения характеристик геометрии масс модульных эталонов косвенными измерениями, основанная на измерениях массы и геометрических размеров.

Созданы и утверждены Росстандартом эталоны с наибольшими пределами воспроизведения массы 57 и 1193 кг ($\delta = 0,005 \dots 0,5 \%$), вертикальной координаты центра масс 555 и 1232 мм ($\Delta = 0,2 \dots 1,0$ мм), центрального момента инерции 7,4 и 552,8 кг·м² ($\delta = (0,3 \dots 0,5) \%$), регистрационные номера 3.1.АЗО.0252.2015, 81928-21, 86973-22. Разработаны и утверждены приказами Росстандарта методики поверки эталонов МП 4.28.013-2020, МП 4.28-026-2022 и методики поверки стендов МП 4.28.001-2015, МП 4.28-027-2022. Разработана и согласована с ВНИИМС локальная поверочная схема для средств измерений массы, координат центра масс и моментов инерции, которая позволяет передавать единицы величин от государственных первичных эталонов единицы массы ГЭТ 3-2020 и единицы длины ГЭТ 2-2021 посредством предложенных модульных эталонов. Три стенда прошли процедуру утверждения типа с применением предложенной системы (регистрационные номера 62420-15, 72575-18, 87444-22).

Прогноз применения - испытания в целях утверждения типа и поверка отечественных и зарубежных стендов для измерений характеристик геометрии масс, использующихся в авиационно-космической промышленности (ФГУП «ВНИИА», АО «НПО Лавочкина», АО «Корпорация Комета» и др.).



Рис. 75. Стенд, созданный ЦАГИ



Рис. 76. Эталон НКМ-50, ЦАГИ

**НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского
Федеральное автономное учреждение "Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем"»**

Сертифицируемая операционная система реального времени JetOS бортового применения со средой разработки функционального программного обеспечения

Авторы: Солоделов Ю.А., Альбицкий Д.В., Козлов Д.С., Боровой А.В., Черняев В.В., Фокин М.Б.

Сущность:

JetOS – перспективная отечественная бортовая операционная система реального времени (ОСРВ), обеспечивающая возможность исполнения нескольких функциональных программных приложений на одном вычислителе путем разделения приложений по времени исполнения и контроля доступа к памяти.

JetOS является альтернативой зарубежным ОСРВ, например, VxWorks 653 или Thales MACS2. ОСРВ JetOS разработана в соответствии с квалификационными требованиями КТ-178С/Р-330, что позволяет сертифицировать ее в составе комплектующего изделия или воздушного судна.

Новизна:

Создана новая версия ядра ОСРВ JetOS, которая поддерживает многоядерность и протоколирование. Создана первая версия сертифицируемого пакета поддержки платформы. Обеспечена модульность, микроядерность, портируемость на различные аппаратные платформы (поддерживаются PowerPC, ARM). Расширена функциональность

ядра ОСРВ и создана интегрированная среда разработки функциональных приложений для ОСРВ, а также компонентов, необходимых для отладки, мониторинга и трассировки разрабатываемых приложений.

Значимость:

Разработанная ОСРВ характеризуется следующим ключевыми особенностями:

– обладает возможностью легкой адаптации к конкретной конфигурации бортового оборудования;

– ядро ОСРВ поддерживает работу в режимах симметричной и асимметричной многоядерности;

– ядро ОСРВ является платформонезависимым;

– обеспечивается возможность работы с графической библиотекой OpenGL;

– ОСРВ сертифицируема для гражданской авиации по КТ-178С.

Прогноз применения:

Использование ОСРВ JetOS, разработанной в соответствии с КТ-178С, на предприятиях авиационной отрасли позволит создавать и модернизировать конкурентоспособное отечественное бортовое оборудование гражданских воздушных судов.

Публикации:

Программа для ЭВМ «Программное обеспечение библиотечных компонентов ОСРВ». Автор: Солоделов Ю.А. Уведомление ФАУ «ГосНИИАС» в Минпромторг России от 13.07.2022 № 0062/4458 о создании результата интеллектуальной деятельности.

Программа для ЭВМ «Программное обеспечение системы конфигурирования ОСРВ». Автор: Солоделов Ю.А. Уведомление ФАУ «ГосНИИАС» в Минпромторг России от 14.07.2022 № 0062/4486 о создании результата интеллектуальной деятельности.

Программа для ЭВМ «Верификационное ПО автоматизации анализа покрытия связей по данным. Версия 2021 г. (COVERest-DCC Версия 2021 г.)». Авторы: Солоделов Ю.А., Козырев В.П., Петров М.Е., Ермилов С.В., Кузьмичев А.В. Уведомление ФАУ «ГосНИИАС» в Минпромторг России от 27.07.2022 № 0062/4756 о создании результата интеллектуальной деятельности.

Программа для ЭВМ «Верификационное ПО сбора и анализа структурного покрытия элементов. Версия 2021 г. (COVERest Версия 2021 г.)». Авторы: Солоделов Ю.А.,

Козырев В.П., Петров М.Е., Ермилов С.В., Кузьмичев А.В. Уведомление ФАУ «ГосНИИАС» в Минпромторг России от 27.07.2022 № 0062/4757 о создании результата интеллектуальной деятельности.

Эффективная визуализация для системы отображения в кабине самолета по стандарту ARINC 661 / Барладян Б.Х., Шапиро Л.З., Дерябин Н.Б., Солоделов Ю.А., Волобой А.Г., Галактионов В.А. // Программирование. 2022. № 3. С. 3-10.

Акционерное общество «Летно-исследовательский институт имени М.М. Громова»

1. Создание летающей лаборатории для испытаний экспериментального двигателя ПД-8

В обеспечение выполнения Государственного контракта между Министерством промышленности и торговли Российской Федерации (Государственный Заказчик) и Акционерным обществом «Объединенная двигателестроительная корпорация» (Головной исполнитель ОКР) по опытно-конструкторской работе «Разработка перспективного авиационного двигателя тягой 8 тонн для применения в маршевой силовой установке самолетов Бе-200ЧС и SSJ», шифр «ПД-8» и согласно требованиям ГОСТ Р 58849-2020 «Авиационная техника гражданского назначения. Порядок создания. Основные положения» предусмотрены предварительные и сертификационные испытания двигателя

ПД-8 в составе летающей лаборатории (ЛЛ).

Для этого в АО «ЛИИ им. М.М. Громова» в 2022 году была доработана летающая лаборатория на базе самолета Ил-76.

Она представляет собой самолет Ил-76 с усиленными левым полукрылом и узлами навески пилона, а также оборудованный экспериментальными (дополнительными) системами, необходимыми для проведения летных испытаний опытного двигателя ПД-8 в диапазоне высот и скоростей, указанных в РЛЭ самолета Ил-76.

Для проведения предварительных и сертификационных испытаний двигателя ПД-8 летающая лаборатория оборудована следующими экспериментальными системами:

- топливная система;
- система воздушного запуска опытного двигателя;
- система отбора воздуха от опытного двигателя;
- система электрической загрузки генераторов переменной частоты;
- средства пожарной защиты;
- система электроснабжения изделия и экспериментальных систем;
- система управления и контроля в кабине лётчиков и на рабочих местах операторов с пультами управления и контроля работы экспериментальных (дополнительных) систем ЛЛ;
- система жизнеобеспечения, связи и аварийного покидания ЛЛ;
- система видеонаблюдения;
- информационно-измерительная система.

В результате выполненных доработок и работ на ЛЛ в рамках указанной ОКР в 2022г. планируется первый вылет ЛЛ, а в 2023г- проведение следующих испытаний:

- определение дроссельных, высотно-скоростных характеристик и параметров проточной части двигателя;
- исследования динамического нагружения двигателя;
- исследования пусковых характеристик двигателя;
- исследование газодинамической устойчивости двигателя;
- исследования динамических характеристик двигателя и особенности его работы на неустановившихся режимах;
- исследования функциональных характеристик систем автоматического регулирования двигателя и систем его контроля;
- исследования топливной системы;
- исследования средств пожарной защиты;
- исследование работоспособности двигателя и его систем в экстремальных условиях по величинам температуры атмосферного воздуха и его влажности;
- исследования систем защиты двигателя от попадания посторонних предметов.

Автор: Кулаков А.Д.

2. Разработка комплексной системы алгоритмического обеспечения обработки и анализа материалов летных испытаний, математического и стендового моделирования с целью выдачи рекомендаций по использованию ее при проведении испытаний систем навигации опытных ЛА

Авторы: д.т.н. И.А. Копылов, В.А. Копелович, к.т.н. А.Ф. Якушев, д.т.н. Е.Г. Харин, д.т.н. С.Г. Пушкин, А.Ю. Макарова, Е.Б. Горский, В.Б. Ильин, Л.Л. Ловицкий, к.т.н. В.А. Якушев

Существующие технологии летных испытаний пилотажно-навигационного оборудования воздушных судов требует больших материальных затрат. В АО «ЛИИ им. М.М. Громова» разработана комплексная система алгоритмического обеспечения обработки и анализа материалов летных испытаний, математического и стендового моделирования. На основе цифрового метода с комплексным использованием результатов математического моделирования, стендовых испытаний, летных испытаний

на летающих лабораториях и опытных самолетах система позволяет получить наиболее эффективную и полную оценку характеристик навигационного оборудования при минимальных временных и стоимостных затратах. Система позволяет автоматизировать процесс послеполетного анализа характеристик систем навигации опытных воздушных судов

Отработка комплексной системы алгоритмического обеспечения выполнена при анализе и оценке материалов испытаний систем навигации самолета МС-21: бесплатформенной инерциальной навигационной системы БИНС HG2100BB04, интегрированной системы резервных приборов ИСПП-21, спутниковой навигационной системы GPS и радиотехнического оборудования посадки ILS и МРП в составе интегрированной навигационной системы IMMR, системы воздушных сигналов, автоматического радиоконпаса DFA-75B, радиовысотомера ALA-52B, при статистическом оценивании точностных характеристик систем навигации воздушного судна методом последовательного анализа. Результаты отработки системы показали возможность сокращения числа полетов на всех этапах испытаний опытных воздушных судов в 1,3-1,5 раза.

Разработанная комплексная система позволяет осуществлять эффективную оценку систем пилотажно-навигационного оборудования при проведении летных испытаний перспективных воздушных судов.

По результатам исследований и испытаний в 2022 г. выпущен научно-технический отчет № 147 – 2022 – IXАО «ЛИИ им. М.М. Громова» по Государственному контракту №20411.1770290019.18.021 от 03.06.2020 (шифр «Аттестация-2020»).

3. Разработка рекомендаций по применению технологий компьютерного моделирования при обеспечении эксплуатационно-технических характеристик и сертификации перспективных воздушных судов гражданского назначения

Авторы: Петров А.Н., Оглоблин С.П., Каплина Е.А., Яковлева А.Д.

В связи с реализацией национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» актуальным направлением работ является внедрение технологий компьютерного моделирования при управлении процессами жизненного цикла (ЖЦ) авиатехники. На стадиях ЖЦ воздушных судов (ВС) решаются задачи обеспечения и контроля его надежности и последствий отказов (отказобезопасность), контролепригодности и эксплуатационной технологичности, а также сопутствующих затрат. Эти свойства измеряют эксплуатационно-техническими характеристиками (ЭТХ) ВС. При их обеспечении компьютерное моделирование весьма актуально в силу ресурсоемкости указанных видов работ, которые связаны как с обеспечением собственно ЭТХ ВС, так и с выбором параметров системы технической эксплуатации (СТЭ) ВС, как важнейшей части общей системы эксплуатации, которая обеспечивает также летную эксплуатацию (ЛЭ) ВС (приведены на Рис. 77). Для этого используют технологии интегрированной логистической поддержки (ИЛП) согласно разработанному с участием института ГОСТ Р 53392-2017.

Применение автоматизированных технологий работы с конструктивными данными и компьютерного моделирования при обеспечении ЭТХ может существенно ускорить работы и повысить качество создания и сертификации ВС, что предусмотрено новым порядком создания гражданских ВС по ГОСТ Р 58849-2020.

Для повышения эффективности указанных работ проведен анализ применяемых на практике программных средств (технологий) компьютерного моделирования сложных технических систем с целью разработки рекомендаций по их применению при обеспечении ЭТХ и сертификации перспективных ВС гражданского назначения. Определен состав задач, решаемых при обеспечении ЭТХ, и совокупность необходимых функций программных средств, реализующих автоматизированные технологии компьютерного моделирования и ИЛП. Собраны и классифицированы сведения о

технологиях и программных средствах. Выполнен анализ наиболее распространенных программных средств ведущих разработчиков в области машиностроения, в том числе, в авиастроении, с учетом аспектов импортозамещения. Приведено сравнение программных средств по назначению, функциональным возможностям, достоинствам и недостаткам.

Новизна работы заключается в разработке практических рекомендаций по применению рассмотренных технологий компьютерного моделирования при обеспечении ЭТХ и формировании СТЭ ВС в условиях цифрового проектирования и осуществления ИЛП. В составе СТЭ формируются ЭТХ собственно ВС, характеристики средств технической эксплуатации (ТЭ), включая средства наземного обслуживания (СНО) и инструмент, численность и квалификация авиационного персонала и содержания эксплуатационной документации (ЭД), содержащей указания по ЛЭ и ТЭ.

Разработанные рекомендации по своему научно-техническому уровню не уступают зарубежным научно-практическим разработкам аналогичного назначения. Достигнут второй уровень готовности технологии. Рассматриваемые результаты могут быть использованы в авиационной промышленности и в гражданской авиации.

Кроме того, результаты работы могут быть использованы при совершенствовании нормативной правовой базы, национальных стандартов и методик в области управления ЖЦ ВС гражданского назначения, при формировании государственных и иных контрактов на их создание. Внедрение полученных результатов актуально для обеспечения высокой эффективности и конкурентоспособности перспективных гражданских ВС отечественной разработки.

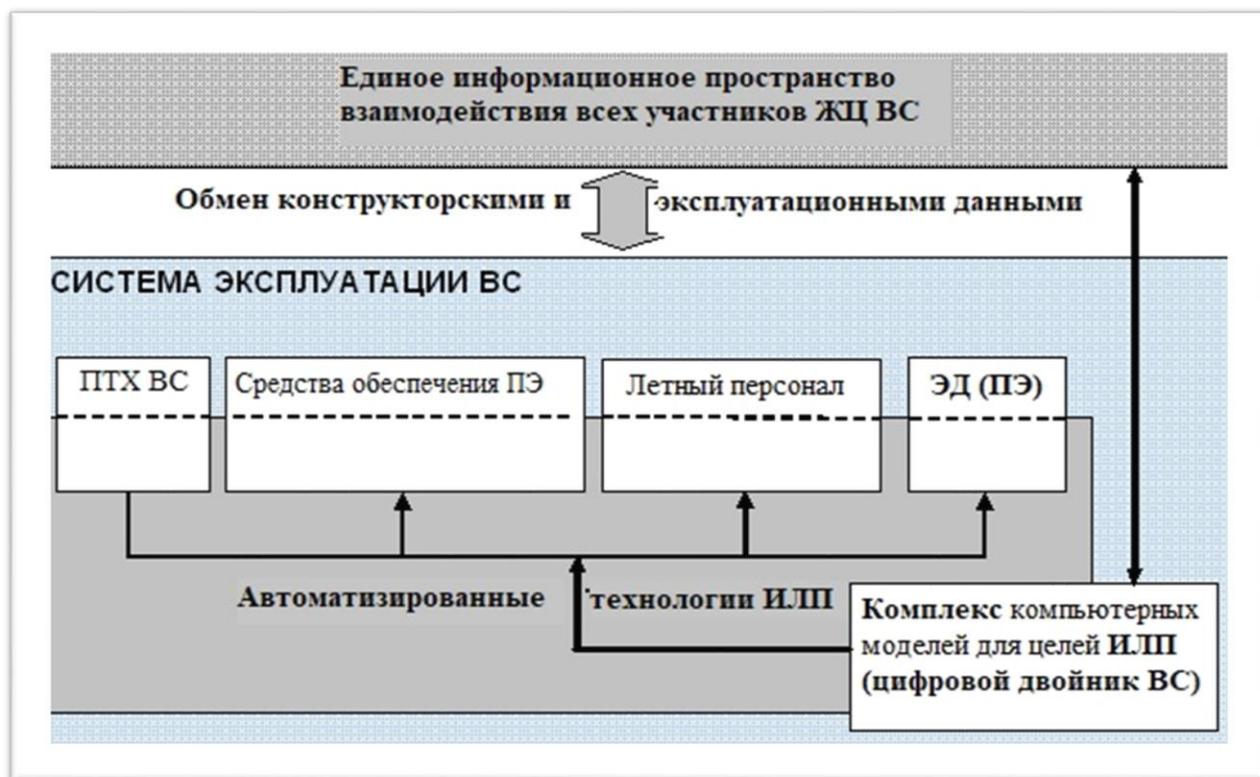


Рис. 77. Место работ по ЭТХ в процессах ИЛП для ВС гражданского назначения

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»

Модель E-слоя авроральной ионосферы Земли АИМ-Е

Научный руководитель: к.ф.-м.н. Николаева В.Д.,

E-слой ионосферы Земли в авроральной зоне является одним из основных индикаторов солнечного воздействия на нашу планету. Для определения химического

состава и концентрации электронов на высотах от 90 до 150 км была создана диагностическая модель **Е-слоя** авроральной ионосферы Земли AIM-E. Модель позволяет производить расчеты в режиме реального времени для дневных и ночных условий при различных уровнях солнечной и геомагнитной активности и применима для описания геомагнитных бурь и суббурь.

В качестве входных параметров модели возможно использовать как данные спутниковых наблюдений спектров высыпающихся электронов и солнечного излучения, так и индексы солнечной и геомагнитной активности, измеряемые на поверхности Земли. Так, например, мерой геомагнитной возмущенности в модели AIM-E является индекс PC, рассчитываемый по данным магнитных наблюдений на станциях в полярных шапках: Восток (Антарктида) и Туле (Дания). Проведено тестирование модели и сопоставление результатов расчетов с данными ионозондов в Российском секторе Арктики в различных геофизических условиях (Рис. 78).

Публикации:

Nikolaeva, Vera, Evgeny Gordeev, Tima Sergienko, Ludmila Makarova, and Andrey Kotikov. 2021. "AIM-E: E-Region Auroral Ionosphere Model" *Atmosphere* 12, no. 6: 748. <https://doi.org/10.3390/atmos12060748>

Nikolaeva, V.D., Gordeev, E.I., Rogov, D.D. et al. Calibration of Empirical EUV Spectra for the Regular E-Region Modeling. *Bull. Russ. Acad. Sci. Phys.* 86, 329–334 (2022). <https://doi.org/10.3103/S1062873822030194>

Nikolaeva, Vera, Evgeny Gordeev, Alexander Nikolaev, Denis Rogov, and Oleg Troshichev. 2022. "Auroral Ionosphere Model with PC Index as an Input" *Atmosphere* 13, no. 3: 402. <https://doi.org/10.3390/atmos13030402>

Николаева, В.Д. Диагностическая модель Е-слоя авроральной ионосферы: дис.канд.физ.-мат. наук: 01.03.03: дата защиты 27.05.2022.

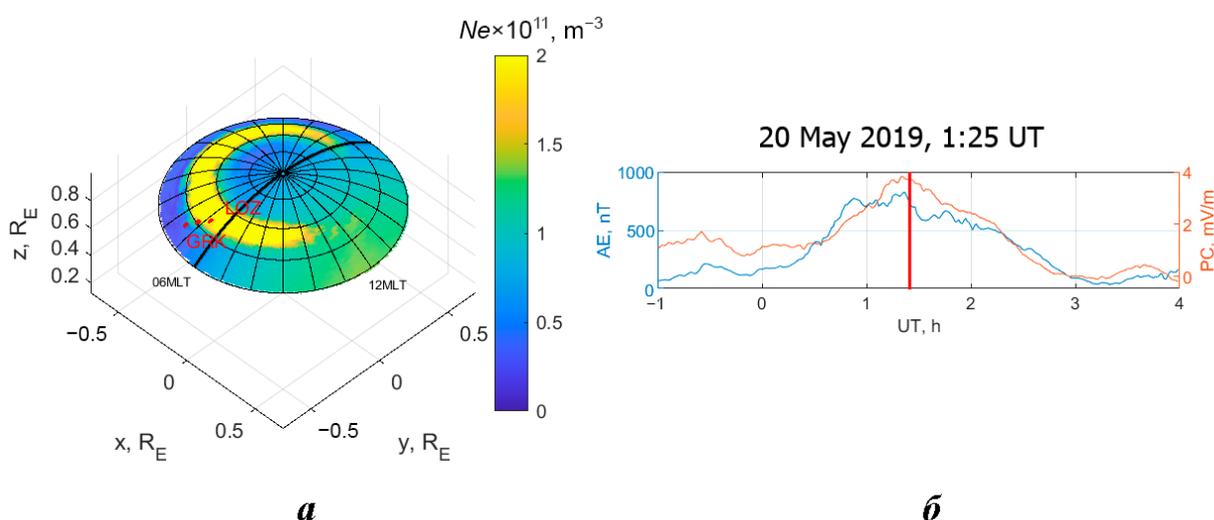


Рис. 78. (а) Карта распределения электронной концентрации, рассчитанной по модели AIM-E в Е слое для максимума суббури (1:25 UTC). Красными точками отмечены пункты наблюдения Горьковская (GRK) И Ловозеро (LOZ); (б) вариации индексов геомагнитной активности AE и PC с 23:00 UT 19 мая 2019 г. до 4:00 UT 20 мая 2019. Красная вертикальная линия соответствует моменту времени, для которого приведена карта

**Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Государственный научный центр Российской Федерации - Институт
медико-биологических проблем Российской академии наук**

Влияние 21-суточной «сухой» иммерсии на иммуномодуляторную чувствительность клеток врождённого и адаптивного иммунитета человека

Авторы: Горностаева А.Н., Пономарев С.А., Кутько О.В., Буравкова Л.Б.

Выявлено, что при воздействии гипокинезии и других эффектов условий **21-суточной «сухой» иммерсии (СИ)**, имитирующей невесомость космического полета, у активированных клеток (Т-лимфоцитов) адаптивного иммунитета наблюдалось повышение активации и секреции растворимых факторов, в том числе провоспалительных, а врожденного иммунитета у естественных киллеров (ЕК) – снижение к МСК-опосредованной регуляции *in vitro*. Пролиферативная активность Т-клеток уменьшалась. МСК в фоновом периоде подавляли пролиферацию и активацию стимулированных Т-клеток и сдвигали их цитокиновый профиль в сторону противовоспалительного. Активация ЕК (HLA-DR) уменьшалась при взаимодействии с Мультипотентными мезенхимальными стромальными клетками (МСК), а паракринная активность – увеличивалась. При снижении чувствительности иммуноцитов к активационным стимулам в условиях СИ также уменьшалась их чувствительность к воздействию МСК, с сохранением иммуносупрессивных эффектов в отношении Т-клеток, и значительным ослаблением для ЕК. Таким образом, проявление регуляторных свойств МСК зависело от функционального состояния иммунных клеток. Полученные данные могут быть использованы при разработке протоколов клеточной терапии иммунной дисрегуляции у космонавтов.

Работа выполнена в рамках темы 65.3 ФНИ РАН и гранта РФФИ №18-75-10086-П.

Публикация:

Горностаева А.Н., Ратушный А.Ю., Буравкова Л.Б. Физиология человека 2022, Т 48, №. 2, С. 51–60; Gornostaeva A.N., Andreeva E.R., Buravkova L.B. BIOCELL. 2022., Т. 46. №. 9, С. 2049-2052.

Федеральное государственное автономное научное учреждение "Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики" (ЦНИИ РТК)

1. Разработка технологий роботизированной сборки в космосе

Работы ЦНИИ РТК в области технологий роботизированной сборки в космосе (во время орбитального полета или на поверхности Луны) различных конструкций посредством унифицированных соединительных элементов с обеспечением высокой жесткости и точности собираемой конструкции развивались по следующим актуальным направлениям:

- предложена технология формирования сборочного соединения и его конструкция;
- технология формирования соединения отработана на лабораторных образцах, получены экспериментальные данные по прочности, жесткости, термостойкости соединения;
- разработана модель совместной динамики КА, собираемой конструкции и робота,
- предложен состав и алгоритмы работы стенда имитации КА для проверки системы сборки в космосе.

Значимость: предлагаемая технология может применяться не только для сборки, но и для ремонта (орбитального обслуживания), а также в наземных приложениях как компактное и прочное быстроразъемное соединение (Рис. 79, Рис. 80, Рис. 81).

Применимость: сборка в космосе позволяет значительно увеличить размеры ферменных конструкций в составе КА, что имеет непосредственное влияние на основные коммерческие показатели КА: доступная мощность, число транспондеров, разрешающая способность, скорость ретрансляции данных .

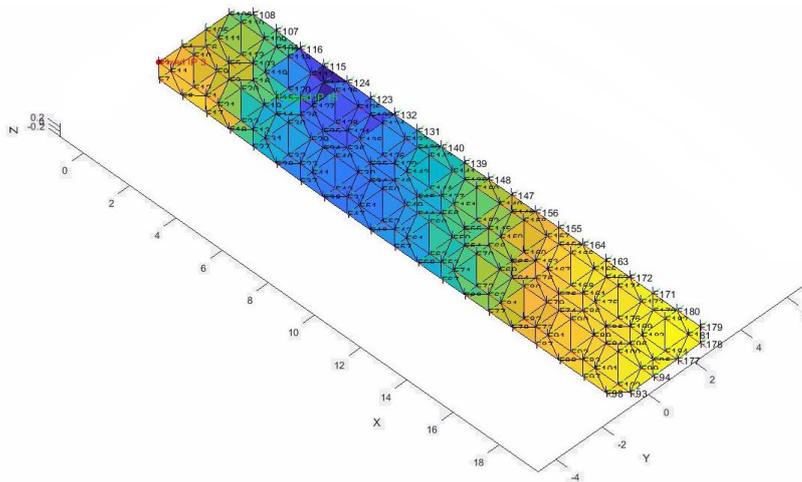


Рис. 79. Пример расчета динамики на периодической конструкции вида «солнечная панель» с редукцией до 8 интерфейсных точек на один элемент

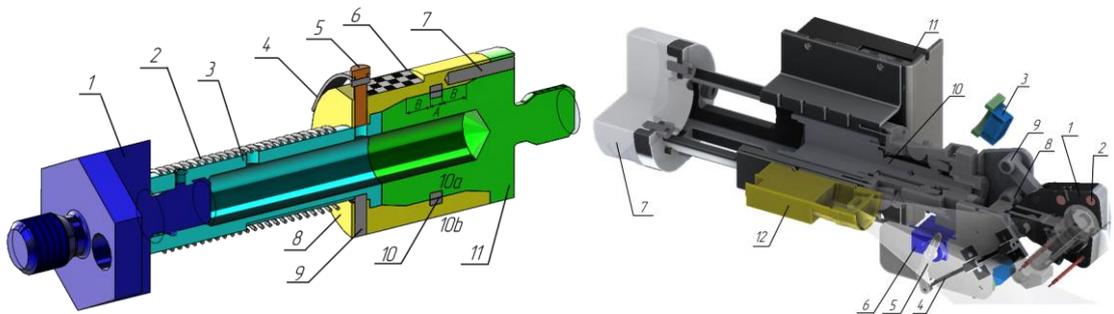


Рис. 80. Базовая конструкция соединения ферменных конструкций и захват для сборки

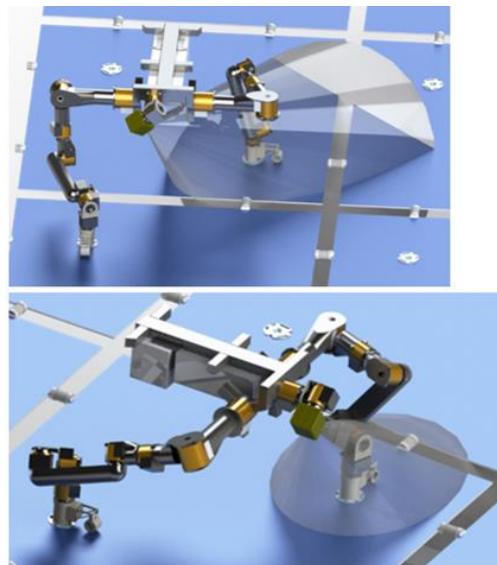


Рис. 81. Проектный облик робота-сборщика солнечных панелей при орбитальном полете

2. Роботизация атомной промышленности

Актуальность: выполнение работ в рамках технологических операций замкнутого ядерного топливного цикла (ЗЯТЦ) промышленного энергокомплекса неизбежно сопряжено с воздействиями ряда внешних факторов, которые оказывают существенное влияние на технологический процесс. Так, участие человека необходимо минимизировать, включать в техпроцесс механизированные и электромеханические системы, в частности, средства роботизации. При создании безлюдной технологии на первый план выходит

вопрос автоматизации процесса переработки, в том числе с применением робототехнических систем, решающих транспортные, сервисные, инспекционные задачи и задачи, непосредственно связанные с техпроцессом. Особые требования предъявляются и к применяемым материалам.

В основу технологии индукционной плавки в холодном тигле (ИПХТ) положен процесс бесконтактного нагрева электропроводящих материалов токами высокой частоты и большой величины в водоохлаждаемом тигле. Элементами ИПХТ, требующими обслуживания в процессе эксплуатации, являются тигель, колокольная камера и индуктор. Кроме того, существует необходимость обеспечения возможности периодической замены бесконтактных пирометров. Применение робототехники позволяет сократить время выполнения операций, снижает влияние «человеческого фактора» на качество выполняемых операций, повышает точность и воспроизводимость технологического процесса обслуживания установки.

Значимость: работа с пирохимическим оборудованием подразумевает выполнение технологических, транспортных и сервисных операций внутри инертных камер под высокими полями ионизирующего излучения. Традиционно в инертных камерах используются копирующие манипуляторы, управляемые операторами. Основным ограничением в использовании таких манипуляторов является их грузоподъемность, как правило не превосходящая 10 кг. Для обслуживания и ремонта технологических аппаратов желательно иметь манипулятор с грузоподъемностью порядка 100 кг. Для работы с пирохимическим оборудованием в инертных камерах в ЦНИИ РТК был разработан и создан специализированный внутрикамерный манипулятор, грузоподъемность которого составляет 150 кг. Манипулятор обеспечивает работу оборудования, выполняя технологические (грузовые) и сервисные функции. Управлять манипулятором предполагается из среды виртуальной реальности, для чего был разработан интерфейс оператора и производится дальнейшая отработка подходов по управлению на моделях.

Для решения актуальной задачи сортировки ТРО в ЦНИИ РТК создан демонстрационный макет установки на базе манипуляционной системы, оборудованной магазином сменного инструмента для захвата фрагментов РАО. Объединяя робототехническую часть с СТЗ, способную определять морфологический состав фрагментов РАО и их положение, и передавая эту информацию в общую систему управления возможно создать автоматизированную установку по сортировке РАО. Дополнив установку необходимым сенсорным оборудованием на базе сцинтилляционных детекторов или детекторов на базе кристаллов особо чистого германия (ОЧГ-детекторов), впоследствии возможна сортировка по уровню активности РАО и их радионуклидному составу, а также потенциально – последующая паспортизация.

Применимость: роботизация технологических процессов радиохимических производств позволяет исключить человека из непосредственного ручного труда и оставить его на позиции «супервизора» или наблюдателя за выполнением задачи. Все необходимые действия будут проходить в автоматическом режиме в соответствии с регламентом технологического процесса.

3. Методики синтеза систем оптимального управления для НПА

В ЦНИИ РТК в 2022 году продолжают работу по созданию и синтезу систем оптимального управления для классических, гиперизбыточных и биоморфных подводных роботов. В ходе работ получены следующие результаты:

- усовершенствованы технологии суперкомпьютерного моделирования расхождения и движения подводных объектов на базе тесно интегрированных моделей движения объектов с учетом гидродинамики и моделей систем управления реального времени;

- проработаны варианты создания биоморфных подводных роботов, способных к целенаправленному поведению и био-инспирированных сенсоров.

Значимость: решена задача синтеза базовых гидродинамических и кибернетических моделей, в том числе, на базе биомеханического подхода (Рис. 82, Рис. 83), проведены предварительные расчеты по оценке движущей силы и КПД различных биомеханических и классических конструкций, в том числе с использованием отечественного пакета программ инженерного анализа и суперкомпьютерного моделирования «Логос» разработки РФЯЦ-ВНИИЭФ. Определен технический облик био-инспирированной системы подводного зрения для повышения контраста изображения при реконструкции поляризации излучения.

Применимость: результаты работы используются при создании перспективных и сопровождении ранее созданных автономных и телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов, в том числе комплекса сверхглубоководного погружения «Витязь-Д».

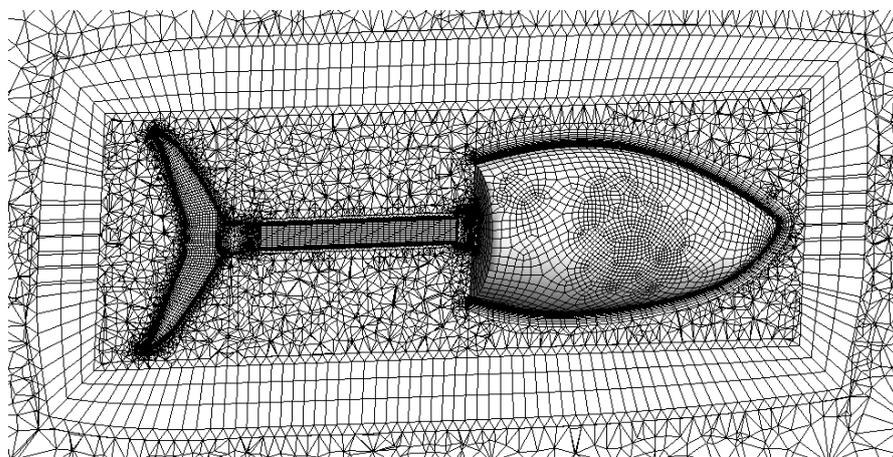


Рис. 82. Сетка для гидродинамического расчета вблизи модели робота-тунца

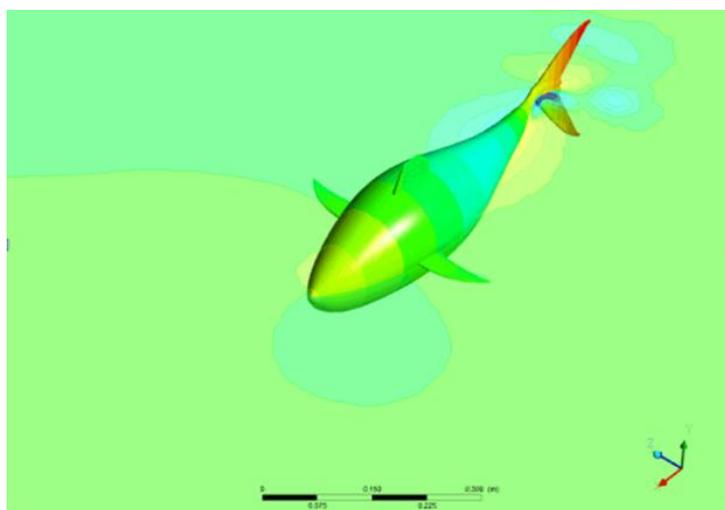


Рис. 83. Расчёт движения модели робота-тунца, вызванного колебаниями хвостового плавника

4. Нейроморфные технологии

Работы ЦНИИ РТК в области технологий искусственного интеллекта в 2022 году развивались по следующим актуальным направлениям:

- исследование методов и синтез алгоритмов биоподобной нейросетевой и нейроморфной обработки информации и обучения;
- исследование методов создания самообучающихся систем видеонаблюдения и видеоаналитики;

- исследование методов и синтез алгоритмов инкрементального обучения нейронных сетей.

Значимость и применимость:

Целью этих исследований является создание реализуемых компьютерных технологий, которые позволят радикально сократить время обучения и объем обучающих выборок при решении задач:

- ситуационного анализа при комплексной оценке обстановки в задачах охраны, контроля периметров/границ и проведения разведки автономными РТК;
- оперативной автоматической диагностики сложных промышленных комплексов для раннего предотвращения аварийных ситуаций и повышения обоснованности решений об их остановке на ремонт и профилактику (предиктивная аналитика);
- оперативного прогноза изменения качества продукции путем анализа параметров сырья и технологических процессов (предиктивная аналитика и машинное зрение).

Указанные исследования развивают научный задел, полученный в 2019-2021 гг. В 2022 году:

- разработаны программные средства формирования внутренней структуры, обучения и тестирования сегментной спайковой модели нейрона (Рис. 84);
- сформирован базис поведенческих функций, выполняемых робототехнической системой с биоподобной системой управления поведением;
- обоснованы перспективные алгоритмы синтеза самообучающихся сетей.

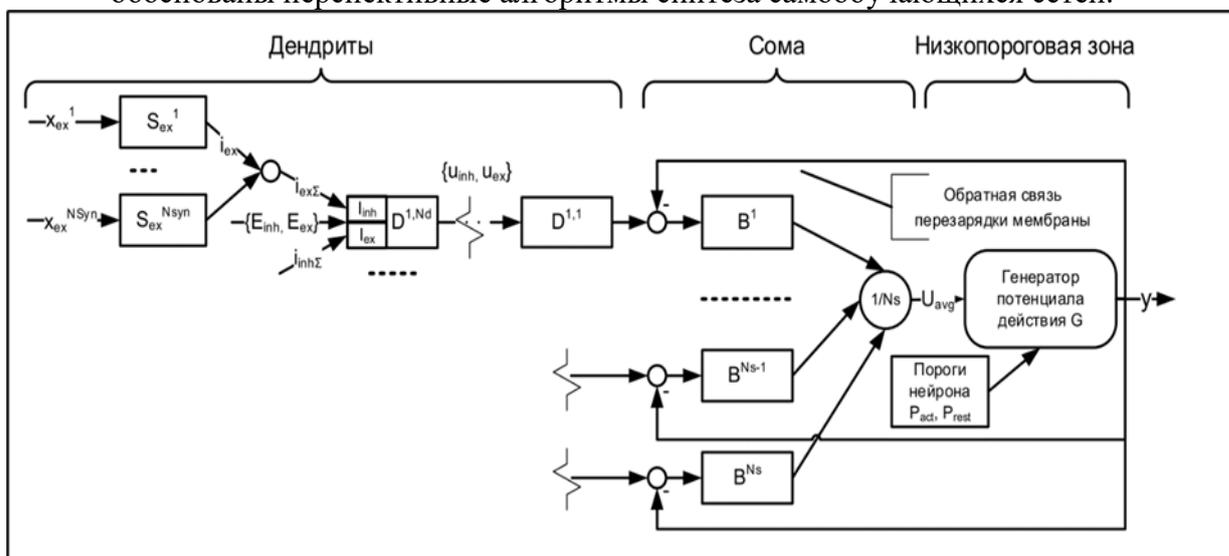


Рис. 84. Схема сегментной спайковой модели нейрона

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-производственный комплекс «Технологический центр»

Разработка схемы генерации и усиления солитонных импульсов в неоднородных активных волокнах

Авторы: Фотиади А.А., Золотовский И.О, Светухин В.В.

Предложено перспективное использование неоднородных оптических активных волокон с определенным профилем дисперсии как для усиления, так и для генерации сверхкоротких ВЧ-импульсов. С одним сегментом волокна продемонстрировано усиление пиковой мощности одиночного ВЧ-импульса на шесть порядков, тогда как каскадная конфигурация волокна, состоящая из двух неоднородных активных волокон с разными профилями дисперсии, позволяет генерировать последовательность импульсов с пиковой мощностью 700 Вт и частотой повторения ниже терагерца от 10 мВт. Частотой следования генерируемых импульсов можно управлять, изменяя частоту модуляции входного

сигнала, а точнее, регулировкой мощности накачки во втором отрезке волокна. Дальнейшее масштабирование пиковой мощности последовательности импульсов до 10 кВт, а также частот повторения до 0,5 ТГц может быть достигнуто с помощью конфигураций волокна, состоящих из трех и более одинаковых сегментов волокна.

В нашем случае, в волокнах с неоднородными по длине нелинейными и дисперсионными параметрам отличном от стандартного сценария развития интегральной фотоники, генерируемая последовательность импульсов является непериодической. Излучение непрерывного излучения эволюционирует в цепочку ультракоротких импульсов, что сопровождается устойчивым уменьшением длительности импульсов и увеличением их пиковой мощности. В результате формируются ВЧ-солитоноподобные импульсы, амплитуда которых может на порядки превышать пиковые мощности, формирующихся в результате развития нестабильности модуляции в однородных волокнах (Рис. 85).

Точное управление частотой повторения импульсов регулировкой подводимой мощности открывает перспективы для реализации предложенных методов в радиофотонике и оптической метрологии, а также в терагерцовых часах, востребованных для оптических вычислений. Кроме того, рассматриваемые системы с пиковой мощностью более 10 кВт востребованы для применения в обработке материалов.

Публикация:

Amplification and Generation of Frequency-Modulated Soliton Pulses in Nonuniform Active Fiber Configurations. A Abramov, I Zolotovskii, V Lapin, P Mironov, Vyacheslav Svetukhin, Andrei Fotiadi - *Photonics*, 2022.

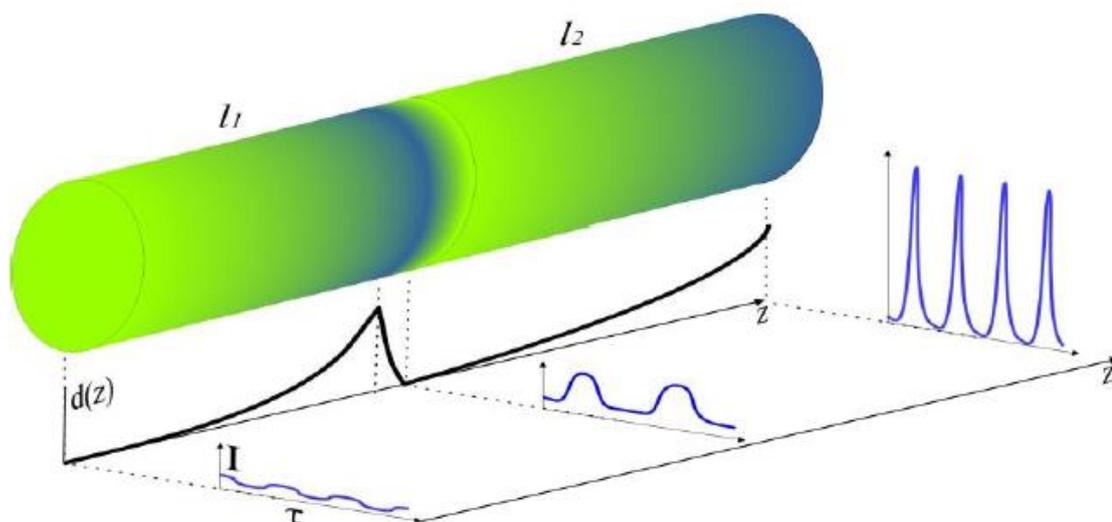


Рис. 85. Схема генерации ультракоротких импульсов в конфигурации волокна, состоящей из двух неоднородных активных участков волокна, и преобразования входного ВЧ-сигнала в ультракороткий импульс. Черная кривая - профиль дисперсии групповой скорости. Оптические сигналы, проходящие через конфигурацию, показаны синими кривыми

Федеральное государственное унитарное предприятие «Крыловский государственный научный центр»

1. Разработка модуля одновального гребного электропривода мощностью 30 МВт в обеспечение создания многовальных систем электродвижения ледоколов большой мощности

Автор: К.С. Ляпидов, С.И. Осыпа, М.В. Третьяк, Б.В. Бруслиновский

Разработан комплект РКД на модуль одновального гребного электропривода и его составные части. Вся РКД одобрена Российским морским регистром судоходства.

Изготовлен опытный образец модуля одновального гребного электропривода. Все составные части опытного образца модуля одновального гребного электропривода прошли освидетельствование Российским морским регистром судоходства.

Проведены сборочные и пуско-наладочные работы опытного образца модуля одновального гребного электропривода на электротехническом стенде, стендовые испытания опытного образца модуля одновального гребного электропривода. По результатам стендовых испытаний подтверждено соответствие опытного образца модуля одновального гребного электропривода требованиям ТЗ.

Полученные результаты могут быть использованы при создании систем электродвижения для ледоколов большой мощности, включая ледокол пр. 10510 («Лидер») мощностью 120 МВт, УАЛ пр. 22220 (22220М) мощностью 60 МВт и ледокол пр.10570 мощностью 40 МВт.

Технология создания гребного электропривода мощностью 15 МВт на базе вентильно-индукторного электродвигателя может быть адаптирована к системам средней мощности и применяться в различных отраслях (автомобилестроение, авиастроение, станкостроение, железнодорожный транспорт и др.)

Публикация:

Новые возможности развития судовых систем электродвижения: монография / О.В. Савченко, К.С. Ляпидов, В.Н. Половинкин и др. – Санкт-Петербург : Крыловский государственный научный центр, 2022. – 100 с.: ил.

2. Разработка принципов и методов физического масштабного моделирования и обоснование необходимости создания крупномасштабных моделей подводной лодки

Авторы: Н.М. Лисенков, К.И. Валянтинас, Е.А. Завгородний

Разработка принципов и методов, систематизация научных подходов к вопросам физического масштабного моделирования перспективных подводных лодок (ПЛ), отдельных узлов и компонентов, их изготовление и экспериментальные исследования, позволяют проектировать ПЛ, обладающие повышенными тактико-техническими характеристиками, что подтверждается многолетним опытом предыдущих исследований.

Разработаны и дополнены физико-математические модели ПЛ, определен необходимый набор параметров и характеристик корпусов моделей ПЛ для оценки уровней первичного и вторичного гидроакустических полей.

Разработаны предложения по созданию масштабных и физических моделей блоков и сборочных единиц энергетического и вспомогательного оборудования; предложения по моделированию испытаний валов и опорных узлов валопроводных систем; облик стендов для проведения испытаний лабораторных и крупномасштабных моделей; принципы и методы моделирования и конструктивного исполнения крупномасштабных моделей ПЛ и движителей.

В результате исследований показана целесообразность физического моделирования и сформулированы основные требования для создания крупномасштабных моделей (М 1:7-1:3) (Рис. 86). Разработана проектная конструкторская документация для создания крупномасштабной модели ПЛ (Рис. 87), изготовление которой позволит осуществить отработку различных архитектурных и конструкторских решений для перспективных ПЛ будущего поколения.

Разработана «Технология изготовления масштабных моделей подводных лодок», позволяющая создавать модели ПЛ от моделирования до изготовления, а также выпущен целый ряд результатов интеллектуальной деятельности, направленных на решение задач моделирования и испытания масштабных моделей, отдельных блоков и элементов ПЛ.

Результат: технические предложения и решения, применение которых на этапах проектирования перспективных ПЛ нового поколения путем теоретического моделирования, создания модели ПЛ (М 1:3), ее отдельных элементов и проведения

испытаний существенно улучшит акустическую скрытность по первичному и вторичному акустическим полям.

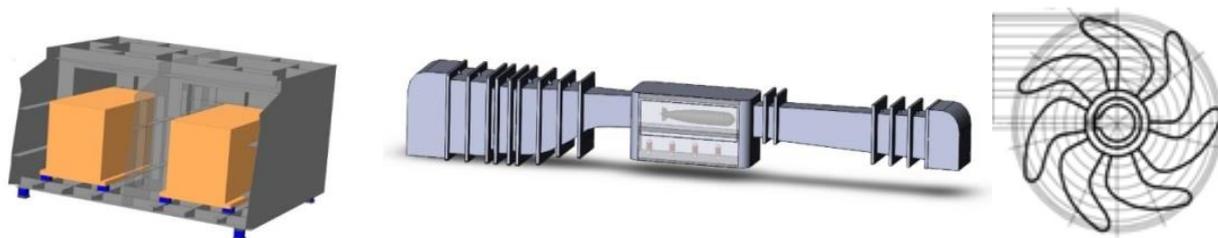


Рис. 86. Моделирование лабораторных, стендовых и натурных испытаний

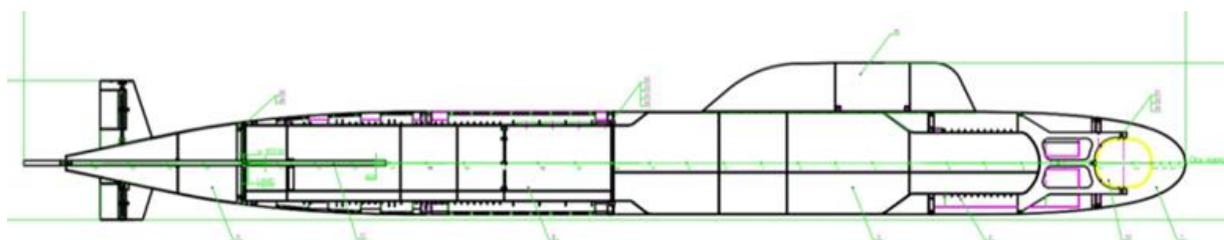


Рис. 87. Проектирование крупномасштабной модели

Акционерное общество "НПО "Орион"

Разработка нового фоточувствительного материала на основе коллоидных квантовых точек для нового типа твердотельных приборов ночного видения

ГНЦ РФ АО «НПО «Орион» впервые в РФ получен тонкопленочный фоточувствительный материал на основе коллоидных квантовых точек (ККТ), а также фоточувствительный элемент барьерного типа с чувствительностью вплоть до 2,0 мкм. В ходе проведенного комплекса работ предложена новая архитектура фоточувствительных элементов, чувствительных одновременно в ближней (0.7-1.4 мкм) и коротковолновой (1.4-3.0 мкм) инфракрасных областях спектра. Предложенная архитектура на основе гибридных наноструктур, состоит из коллоидных квантовых точек PbS, функциональных слоев из ZnO и серебряных нанонитей AgNW обеспечивает повышение характеристик создаваемых фотоприемников на основе ККТ.

Исследованы малоразмерные (12×12 мкм) фоточувствительные элементы с энергетическим барьером на контакте слоев ККТ *n*- и *p*-типов проводимости. Исследованы вольт-амперные характеристики, спектральные зависимости оптического поглощения и относительной спектральной фоточувствительности $S_i(\lambda)/S_i(\lambda_{\max})$ барьерных структур при комнатной температуре. Показано, что предложенная архитектура барьерных структур обеспечивает фоточувствительность в широком спектральном диапазоне от 0.4 мкм до 2.0 мкм (Рис. 88).

Обнаружено, что в фоточувствительных элементах на основе разработанной архитектуры наблюдается превышение среднего значения относительной спектральной чувствительности $S_i(\lambda)/S_i(\lambda_{\max})$ в 1,5 раза по сравнению с ранее описанными в литературе в интервале длин волн 0.9-1.85 мкм для барьерных наноструктур из ККТ PbS.

Активно развивающееся направление создания фотоприемников на коллоидных квантовых точках (ККТ) позволит существенно снизить стоимость матричных фотоприемников инфракрасного диапазона и сделать их доступными для более широкого

спектра применений, в том числе для массового применения в беспилотных транспортных средствах.

Исследования проведены АО «НПО «Орион» совместно с МФТИ при финансовой поддержке Фонда перспективных исследований в рамках аванпроекта «Гранулит - А», посвященного созданию одно- и двухплощадочных фоточувствительных элементов на основе коллоидных квантовых точек (ККТ).

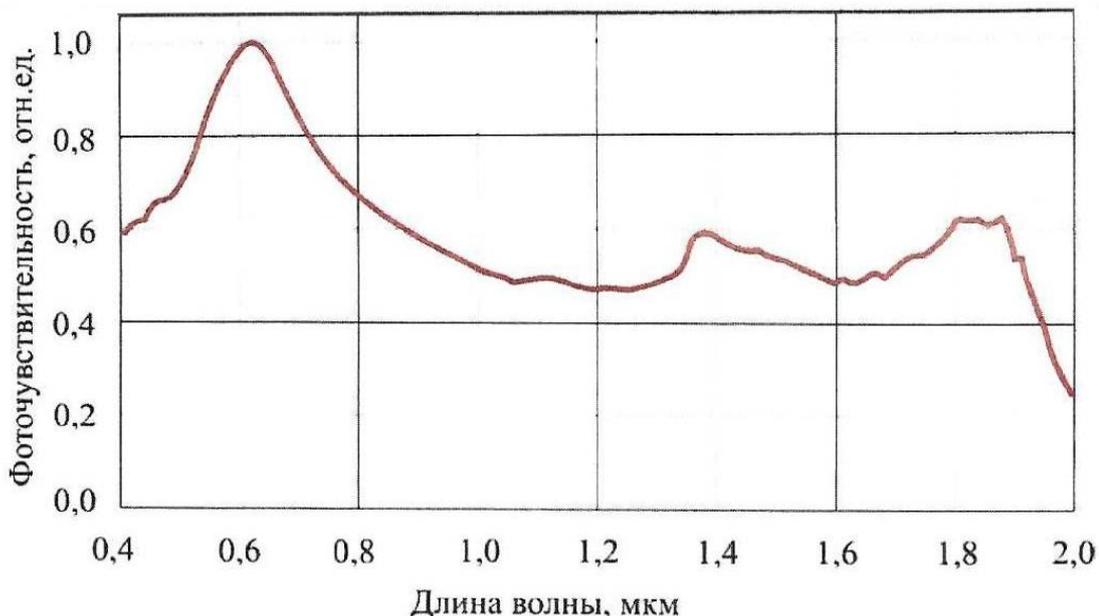


Рис. 88. Относительная спектральная характеристика фоточувствительности изготовленной барьерной структуры на основе ККТ из PbS

Федеральное государственное унитарное предприятие Центральный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт "НАМИ"

1. Ходовой макет автомобиля на водородных топливных элементах (Рис. 89)

Авторы: Кондрашкин В.В., Малышев А.Н., Киселев М.А., Бахтин Д.О., Симоненков Д.В.

Цели проекта:

– Проектирование и разработка полноприводного автомобиля с тяговым электроприводом, использующего в качестве источника энергии электрохимический генератор тока на базе водородных топливных элементов. Отличия от автомобиля, выпускаемого серийно: низкий уровень выброса вредных веществ, энергосбережение, снижение уровня шума от работы силового агрегата.

– Разработка конкурентоспособного транспорта конструкции, приближенной к серийной применяемой единой модульной платформы.

– Разработка рабочей конструкторской документации для опытно-промышленного производства.

– Освоение технологии применения водородных топливных элементов.

Назначение:

– Исследование эффективности распределения запасаемой энергии в виде сжатого (70 МПа) водородного топлива, а также электрической энергии в аккумуляторных накопителях.

– Оценка пробеговых и динамических свойств автомобиля.

– Оценка экономических аспектов, выявленных в результате производства и эксплуатации АТС на водородных топливных элементах.

– Определение исходных данных для выработки концепции создания необходимой инфраструктуры для эксплуатации АТС на водородных топливных элементах.

Новизна

– Реализация системы распределения электрической мощности, получаемой в результате электрохимической реакции в водородном топливном элементе и электрической энергии в буферной аккумуляторной батарее, что позволяет максимально-эффективно использовать водородное топливо и способствует увеличению срока службы аккумуляторных накопителей.

– Развитая система термостатирования позволяет снизить расход энергии, запасенной в виде сжатого водорода, а именно, использовать тепло, получаемое в результате электрохимической реакции в топливном элементе, для:

- важных функциональных компонентов, требующих подогрев, что позволяет повысить их ресурс;
- отопления салона.

Сравнение с зарубежными аналогами:

– Использование тягового электропривода (электромашин на передней и задней осях автомобиля) позволяет обеспечить разгон автомобиля до 100 км/ч менее, чем за 6 с. Данный показатель является высоким для автомобиля массой порядка 2,0 - 2,5 тонны.

– Аналога автомобиля представительского класса (полноприводный автомобиль, использующих в качестве источника энергии электрохимический генератор тока) не существует.

– Значительный запас хода: 600-800 км.

– Высокий КПД использования энергоресурсов: до 63% (без учета использования тепловой энергии).

Практическая значимость:

– Пополнение действующего перспективного автопарка РФ и новых автомобилей отечественными высокотехнологичными средствами, позволяющими:

- сократить эмиссию вредных веществ;
- повысить энергоэффективность автомобилей за счет использования экологичных видов топлива;
- снизить уровень шумов, выделяемых силовыми агрегатами автомобилей.

– Производители автомобильной техники находятся на этапе разработки и внедрения ТС с электроприводом.

Создание ходового макета позволяет реализовать модернизацию автомобилей, разрабатываемых во ФГУП «НАМИ» в рамках проекта ЕМП, и ускорить разработку:

- алгоритмов управления;
- конструкций автомобилей с гибридной силовой установкой, а также электромобилей.



Рис. 89. Ходовой макет автомобиля на водородных топливных элементах

2. Интеллектуальная система активной безопасности (ИУСАБ), предназначенная для эксплуатации в дорожно-климатических условиях РФ.

Авторы: Бузников С. Е., Сайкин А. М., Струков В. О., Елкин Д. С., Логинов И. Д.

Цель: Разработка отечественной интеллектуальной системы активной безопасности автомобиля для эксплуатации в дорожно-климатических условиях РФ.

Назначение: ИУСАБ предназначена для повышения безопасности дорожного движения и предотвращения столкновений с препятствиями путем реализации функций автоматического торможения, включая экстренного, и адаптивного круиз-контроля.

Новизна: Отечественные ИУСАБ в РФ не производятся. Разработана впервые. Импортозамещающая ИУСАБ выполнена в минимальной конфигурации технических средств, включает датчики частот вращения колес, 2 радара, видеокамеру, вычислительный блок, монитор, средства коммуникации. ИУСАБ с помощью радаров распознает препятствия спереди и сзади автомобиля, определяет дистанции до них и осуществляет косвенную оценку коэффициента сцепления каждого борта с опорной поверхностью. Все функции автоматического торможения и адаптивного круиз-контроля реализует за счет специального программного обеспечения собственной разработки.

По сравнению с зарубежными аналогами экспериментальный образец ИУСАБ в более широких скоростных диапазонах движения обеспечивает стабилизацию заданной скорости, в т.ч. на спусках и подъёмах, соблюдение безопасной дистанции и траектории движения за автомобилем, гарантированную экстренную остановку перед движущимся и неподвижными препятствиями (автомобиль, пешеход, животное). Выполнение перечисленных функций, по сравнению с аналогами, производится с исключением сносов, заносов, опрокидываний автомобиля, в условиях движения по гололеду, снегу, при плохой видимости, дожде, снегопаде, тумане, дыме, с учетом едущего сзади автомобиля. По сравнению с зарубежными, отечественная ИУСАБ обеспечивает наиболее эффективную работу в дорожно-климатических условиях РФ.

Практическая значимость: Реализована задача импортозамещения. Оснащение действующего автопарка РФ и новых автомобилей отечественной ИУСАБ, по сравнению с аналогами, позволит дополнительно повысить безопасность дорожного движения, комфорт управления автомобилем, снизить смертность и травматизм в результате ДТП.

Патенты, специальное программное обеспечение:

1. Патент РФ №2779539. Способ идентификации максимальных значений коэффициентов трения скольжения колес транспортного средства. Авторы: Сайкин А. М., Бузников С. Е., Елкин Д. С., Струков В. О., Логинов И. Д.

2. Патент РФ №2779538. Система идентификации максимальных значений коэффициентов трения скольжения колес транспортного средства. Авторы: Сайкин А. М., Бузников С. Е., Елкин Д. С., Струков В. О., Логинов И. Д. 3. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ №2022614780. Программа прогнозирования столкновений с препятствиями на пересекающихся курсах. Авторы: Бузников С. Е., Логинов И. Д., Струков В. О.

Акционерное общество «Научно-производственное объединение «Центральный научно-исследовательский институт технологии машиностроения»

Разработка производственно-технической документации по производству заготовок, сварке, термообработке, механической обработке, неразрушающему/разрушающему контролю сварных соединений и основного металла оборудования и трубопроводов АЭС с ВВЭР. Материаловедческое и технологическое обоснование уровня и стабильности характеристик хрупкой

прочности сварных соединений корпусной стали, определяемых по международным требованиям

Руководитель работы: к.т.н. Скоробогатых В. Н.

Суть исследования – разработан новый керамический флюс марки ФЦК-15, который в сочетании с проволокой марки Св-12Х2Н2МАН, будет применяться для сварки корпуса реактора типа ВВЭР. В рамках работ 2022 года в промышленных масштабах были изготовлены партии нового керамического флюса марки ФЦК-15, а также партии проволоки марки Св-12Х2Н2МАН. Оработана технология применения нового сочетания сварочных материалов – флюса марки ФЦК-15 и проволоки марки Св-12Х2Н2МАН, исследованы металлургические характеристики флюса. На предприятии Филиал АО «АЭМ-технологии» «Ижора» с использованием партий сварочных материалов, изготовленных в промышленных условиях, а также архивного металла обечайки корпуса реактора из стали марки 15Х2НМФА класс 1, изготовлены промышленные контрольные сварные соединения с использованием референтной технологии сварки кольцевых швов корпуса реактора.

Новизна разработки: Целью проекта является разработка технических решений для обеспечения повышения уровня характеристик сопротивления хрупкому разрушению сварных швов корпуса реактора ВВЭР, определяемых по международным требованиям и отечественным требованиям и проведения комплекса аттестационных испытаний нового сочетания сварочных материалов. Целевой параметр для металла шва, изготовленного с применением нового сочетания сварочных материалов, – гарантированный уровень критической температуры в исходном состоянии $T_{ко}$ не выше минус 20 °С, с перспективой снижения гарантированного значения температуры $T_{ко}$ до уровня не выше минус 30 °С. Достижение температуры хрупко-вязкого перехода металла швов на 15-20°С ниже существующего уровня приближает решение задачи создания равнопрочности корпуса реактора и даёт ресурсную прибавку в условиях эквивалентного радиационного и термического воздействия в 10-15 лет.

Научная и практическая значимость:

- Изготовлены промышленные партии нового керамического флюса марки ФЦК-15 для выполнения промышленных сварных соединений, оработана технология их применения, исследованы металлургические характеристики флюса.
- Проведено исследование проб сварных соединений по оптимизации металлургических и технологических характеристик металла шва на основе сочетания нового керамического флюса и сварочной проволоки оптимизированного состава
- Изготовлены четыре промышленных сварных соединений с использованием нового керамического флюса на предприятии Филиал АО «АЭМ-технологии» «Ижора».

Перспектива применения – сварка оборудования и трубопроводов АЭС и ТЭС, работающих под давлением.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр «Институт иммунологии» Федерального медико-биологического агентства

1. Новая рекомбинантная вакцина для профилактики и лечения аллергии к пыльце березы и перекрестной пищевой аллергии

Организации: ФГБУ «ГНЦ «Институт иммунологии» ФМБА России, Венский медицинский университет

Авторы: Хаитов М.Р., Валента Р., Вебер М., Кампана Р., Шиловский И.П., Смирнов В.В., Юдин С.М., Трухин В.П., Скворцова В.И.

При выполнении мегагранта Правительства РФ (руководитель проекта – профессор аллергологии Венского Медицинского Университета Рудольф Валента) создана

принципиально новая аллерговакцина для профилактики и лечения поллинозов, основанная на уникальной рекомбинантной молекулярной конструкции. Поллиноз (аллергия к пыльце растений), в особенности поллиноз, вызванный пылью березы – один из самых распространенных видов аллергических заболеваний в средней полосе России, Европе, Северной Америке и других странах. Аллергены пыльцы берёзы часто вызывают перекрёстную IgE-реактивность с гомологичными белками с аллергенами, содержащимися в пыльце других деревьев, а также в различных пищевых продуктах. В состав вакцины включены наиболее распространенные молекулы аэроаллергенов и пищевых аллергенов, что позволит использовать ее для профилактики и лечения аллергии к пыльце березы и ассоциированной пищевой аллергии. Защитное действие антител, индуцируемых рекомбинантной аллерговакциной АВ-PreS, превышало эффект аллерговакцин на основе экстрактов аллергенов. Курс аллерген-специфической иммунотерапии этой вакциной приводил к индукции у экспериментальных животных антител, подавляющих IgE-связывание с пищевыми аллергенами персика и сои. Рекомбинантная вакцина АВ-PreS не обладает IgE-реактивностью и не активирует базофилы крови, что свидетельствует об отсутствии у нее аллергенных свойств. В единый вакцинный белок включены участки, необходимые для активации защитных антител против Bet v 1 (аллергена березы) и Mal d 1 (аллергена яблока), что позволяет получить однокомпонентную вакцину. Показано, что вакцина от аллергии на пыльцу березы на основе разработанного рекомбинантного полипептида индуцирует более высокий уровень проактивных антител, блокирующих IgE-связывание с Bet v 1 и Mal d 1 по сравнению с другими протестированными коммерческими вакцинами. По возможностям производства, безопасности и удобству применения разрабатываемая отечественная молекулярная аллерговакцина превосходит традиционные препараты на основе экстрактов аллергенов. Доклинические испытания вакцины продолжаются.

Публикации:

Alla O. Litovkina, Maria G. Byazrova, Evgenii V. Smolnikov, Alexandra A. Nikonova, Olga G. Elisyutina, Elena S. Fedenko, Nataliya I. Ilina, Oluwatoyin Akinfenwa, Raffaella Campana, Dmitry A. Kudlay, Rudolf Valenta, Musa R. Khaitov. "Allergic sensitization without detectable specific serum IgE" Authorea. July 27, 2022. Принята в печать 09.11.2022.

Патент РФ 2761431 «Рекомбинантный полипептид на основе аллергена пыльцы березы и аллергена яблока в качестве вакцины от аллергии» от 08.12.2021

Международная заявка PCT: WO2022/093065 A1, дата международной публикации-05.05.2022

2. Лабораторная технология создания противоопухолевой мультиантигенной персонализированной вакцинации

Авторы: Атауллаханов Р.И., Пичугин А.В.

Одним из перспективных направлений борьбы с онкологическими заболеваниями является создание вакцин против рака. Ожидается, что благодаря вакцинации удастся стимулировать иммунную систему пациента на уничтожение раковых клеток, сформировав иммунный ответ против их белков-антигенов.

Авторы создали лабораторную технологию противоопухолевой мультиантигенной персонализированной вакцинации. Вакцина создается из ткани злокачественной опухоли или злокачественных клеток опухоли, содержит все уникальные антигены данной опухоли. Для обеспечения высокой иммуногенности в состав вакцины включаются молекулярные иммуноадьюванты, точно нацеленные на известные рецепторы антиген-презентирующих клеток. Используются молекулярные иммуноадьюванты, синергически повышающие иммунные реакции на целевой (таргетный) антиген.

Технология мультиантигенной персонализированной вакцины апробирована в экспериментах на инбредных мышах, в моделях метастатической 4T1-карциномы молочной железы у мышей BALB/c и неметастазирующей B16-меланомы у мышей

C57BL/6J. Иммунизация мультиантигенной вакциной индуцировала в обеих экспериментальных моделях высокий уровень адаптивных иммунных реакций против соответствующей опухоли. Т-клеточные иммунные реакции сопровождались интенсивным системным ответом в виде эффекторных CD4⁺ Т клеток и CD8⁺ Т клеток, секретирующих интерферон-гамма, а также антиген-реактивных CD4⁺ Т клеток и CD8⁺ Т клеток «иммунной памяти» (Рис. 90).

Наряду с интенсивными Т-клеточными реакциями вакцинация мультиантигенной персонализированной вакциной индуцировала продукцию противоопухолевых антител, связывающихся с поверхностными и внутриклеточными антигенами злокачественных клеток. Т-клеточные и иммунные реакции успешно индуцировались, независимо от МНС-гаплотипа иммунизируемых мышей, а также независимо от тканевой природы злокачественной опухоли (карцинома или меланома), использованной для изготовления персонализированной вакцины.

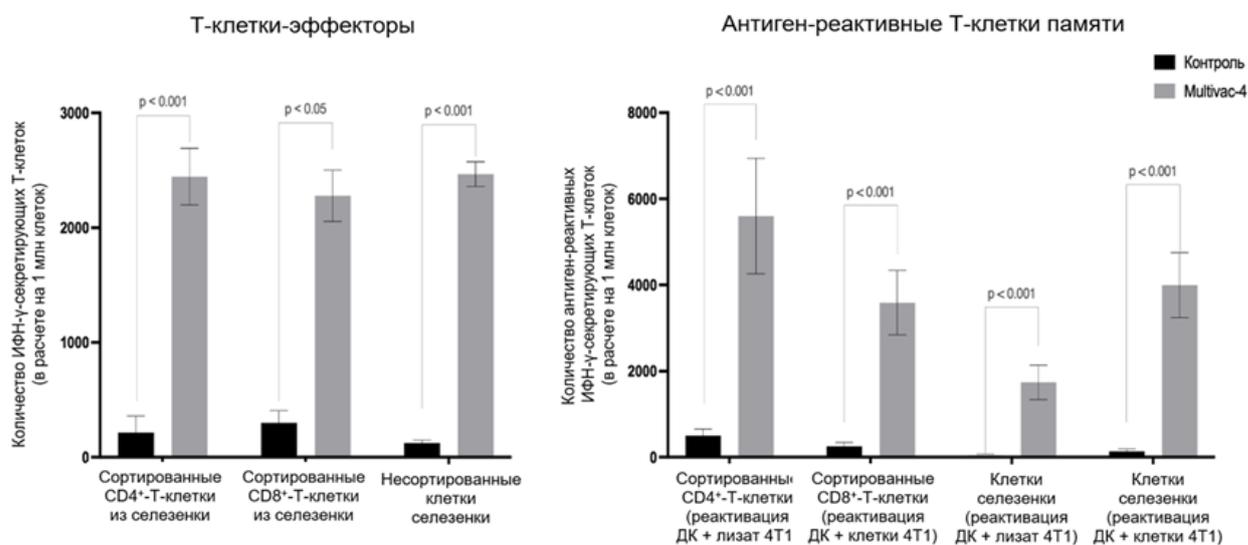


Рис. 90. Т-клеточные реакции, специфичные к антигенам карциномы 4Т1, после иммунизации мышей BALB/c мультиантигенной вакциной Multivac-4, приготовленной из лизата чистой культуры злокачественных клеток 4Т1 с добавлением молекулярных иммуноадаьювантов

**Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Гидрометеорологический научно-исследовательский центр
Российской Федерации»**

Российская система авиационных прогнозов на основе глобальной модели атмосферы ПЛАВ

Авторы: Толстых М.А., Фадеев Р.Ю., Шашкин В.В, Иванова А.Р., Скриптунова Е.Н., Шакина Н.П., Комасько Н.И., Завьялова А.А., Мизяк В.Г., Зарипов Р.Б., Травова С.В., Гойман Г.С., Рогутов В.С., Алипова К.А.

На основе разработанной совместно Гидрометцентром России и ИВМ им. Г.И. Марчука РАН глобальной модели атмосферы ПЛАВ [1], российских алгоритмов постпроцессинга данных и отечественных данных о состоянии атмосферы, в рамках импортозамещения переставшей поступать в Россию продукции Всемирной системы зональных прогнозов ИКАО, создана и внедрена отечественная система зональных прогнозов (Рис. 91). По отзыву авиакомпании «Россия» от 05.05.2022г., «по докладам экипажей воздушных судов расхождения данных с мировыми центрами зональных прогнозов не отмечено. Предоставляемая графическая метеорологическая информация может использоваться при планировании и выполнении полетов».

Новая версия модели атмосферы, ПЛАВ10, имеющая характеристики пространственного разрешения, соответствующие мировому уровню (около 10 км по горизонтали, 104 уровней по вертикали) проходит оперативные испытания в Гидрометцентре России.

Публикация:

[1] Толстых М.А., Шашкин В.В., Фадеев Р.Ю., Шляева А.В., Мизяк В.Г., Рогутов В.С., Богословский Н.Н., Гойман Г.С., Махнорылова С.В., Юрова А.Ю. Система моделирования атмосферы для бесшовного прогноза. Рец. д.ф-м.н. А.В.Старченко. М.: Триада лтд., 166стр. ISBN 978-5-9908623-3-3



Рис. 91. Блок-схема Российской системы зональных прогнозов (РСЗП) для метеорологического обеспечения авиации

Акционерное общество «Южное научно-производственное объединение по морским геологоразведочным работам»

1. В 2022 году в результате комплексных геолого-геофизических и экологических исследований, проведенных в Тихом океане на Российских лицензионных участках, расположенных в зоне Кларифон-Клиппертон (Российский разведочный район железомарганцевых конкреций, РРР-ЖМК) и на Магеллановых горах (Российский разведочный район кобальтоносных железомарганцевых корок, РРР-КМК), получены **новые данные о строении месторождений минерального сырья нового типа (ЖМК и КМК) и горно-геологических условиях их эксплуатации**, а также о фоновых экологических характеристиках морской среды в изученных районах (Рис. 92, Рис. 93).

Полученные результаты будут использованы:

- по направлению ЖМК – для выделения эксплуатабельных участков (блоков) на оконтуренных залежах конкреций с подсчетом запасов руды и полезных металлов (марганец, никель, кобальт, медь) и разработки рекомендаций по направлению дальнейших разведочных работ на месторождении с целью его эксплуатации.

- по направлению КМК – для оценки прогнозных ресурсов руды и металлов в пределах изученных участков РРР-КМК и выделения промышленно-значимых блоков для проведения в их пределах геологоразведочных работ следующей (разведочной) стадии.

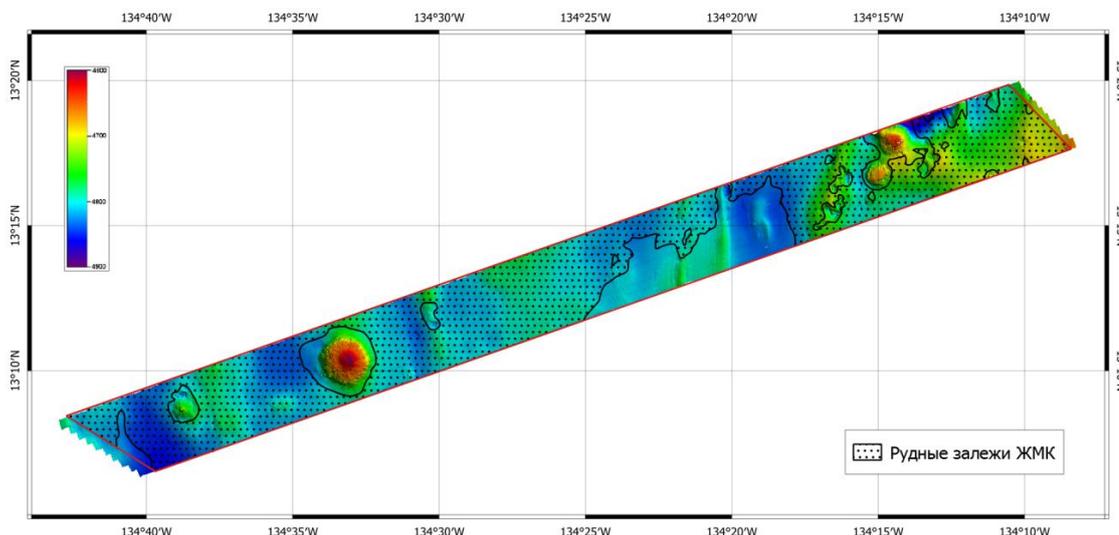


Рис. 92. Модель рельефа дна участка месторождения ЖМК, по данным батиметрической съемки придонным многолучевым эхолотом, с оконтуренными рудными залежами ЖМК

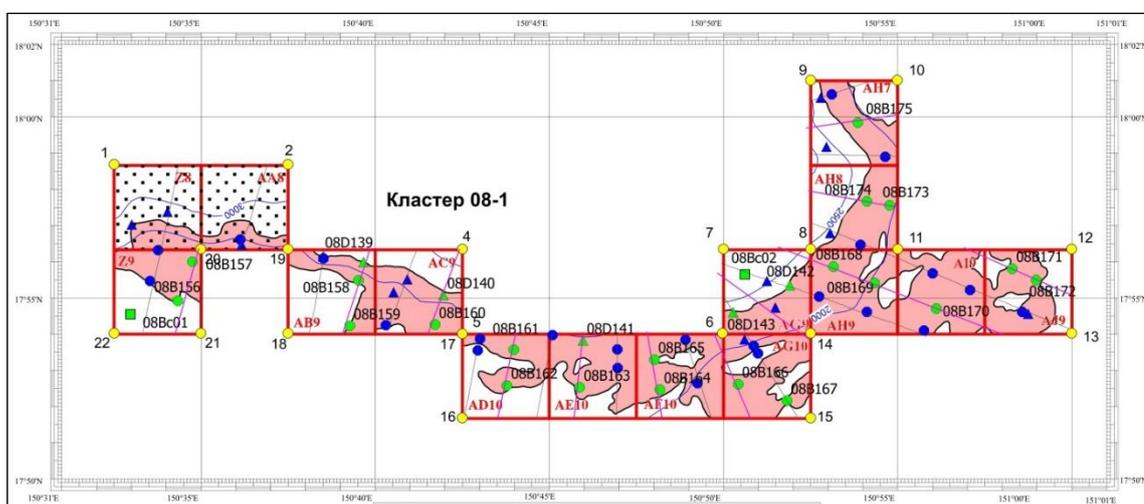


Рис. 93. Оконтуренные рудные залежи КМК на одном из изученных участков с положением профилей дистанционных исследований и станций опробования

2. В результате выполнения работ по геологической съемке шельфа масштаба 1:200 000 на листах L-35-XXXV и L-35-XXXVI, получения в 2020 – 2021 гг новых материалов геофизических исследований, включавших выполнение сейморазведки ОГТ высокого разрешения, сейсмоакустического и акустического профилирования, гидролокации бокового обзора с глубоководным акустическим комплексом МАК (разработка ГНЦ «Южморгеология»), материалов донного опробования и комплекса лабораторных работ, завершено формирование авторского комплектов государственных геологических карт масштаба 1:200 000 для зон шельфа, материкового склона и глубоководной котловины Черного моря у южного побережья Крыма.

Полученные данные позволили пересмотреть основные представления о геологическом строении Крымского шельфа и материкового склона. Проведена ревизия существующих моделей геологического строения прогиба Сорокина и поднятия Тетяева, точек зрения о природе складчатости и грязевого вулканизма этого района. Установлена гравитационная природа части диапировой складчатости в прогибе.

Результаты выполненных работ открывают новые возможности для существенной оптимизации моделей геологического строения, геодинамики и истории геологического развития Черноморской впадины в целом и ее северной окраины с целью оценки ресурсов

углеводородного сырья, ресурсов пресных вод Черноморского побережья Крыма и изучения геоэкологических условий региона.

Акционерное общество Акционерная холдинговая Компания "Всероссийский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт металлургического машиностроения имени академика Целикова"

Проведение исследовательской работы по определению характеристик контакта в зубчатых муфтах и зубчатых шпинделях, применяемых в главных приводах прокатных станов

Автор: А.А. Филатов

Сущность: Для привода прокатных валков станов горячей и холодной прокатки широко применяются зубчатые шпиндели. Зубчатые шпиндели обеспечивают передачу крутящего момента от шестеренной клетки к прокатным валкам и при этом обеспечивают возможность регулирования раствора прокатных валков. При регулировании раствора прокатных валков угол перекоса зубчатых шпинделей может достигать $1,5^\circ$. В зубчатых шпинделях применяется эвольвентное зацепление аналогичное зацеплению, применяемому в зубчатых муфтах (Рис. 94). Зубчатые муфты также входят в состав главных приводов прокатных клетей. Для исключения кромочного контакта и повышенного износа зацепления внешние зубья зубчатых втулок выполняются бочкообразными. При этом внутренние зубья обоймы выполняются прямыми. Бочкообразность зубьев зубчатых втулок обеспечивается за счет переменной по ширине зуба коррекции. Переменная коррекция по ширине зуба втулки определяется радиусом смещения исходного контура. Однако при существующем зацеплении не удастся исключить кромочный контакт между боковой поверхностью зуба втулки и внутренней кромкой зуба зубчатой обоймы, что приводит к повышенному износу зацепления.

Новизна: разработана методика расчета контакта в зацеплении зубчатого шпинделя и зубчатой муфты. Для исключения кромочного контакта в зацеплении предложен новый (отличный от эвольвентного) профиль боковой поверхности зубьев втулки.

Значимость: предлагаемое изменение геометрии боковых поверхностей зубьев втулки, входящей в состав конструкции зубчатого шпинделя, позволяет существенно уменьшить контактные напряжения, формирующиеся при передаче крутящего момента и значительно повысить долговечность зубчатого шпинделя

Прогноз применения: зубчатые шпиндели предлагаемой конструкции можно применить для передачи вращения прокатным валкам в главных приводах трубных и сортовых прокатных станов, а также в главных приводах листовых станов горячей и холодной прокатки.

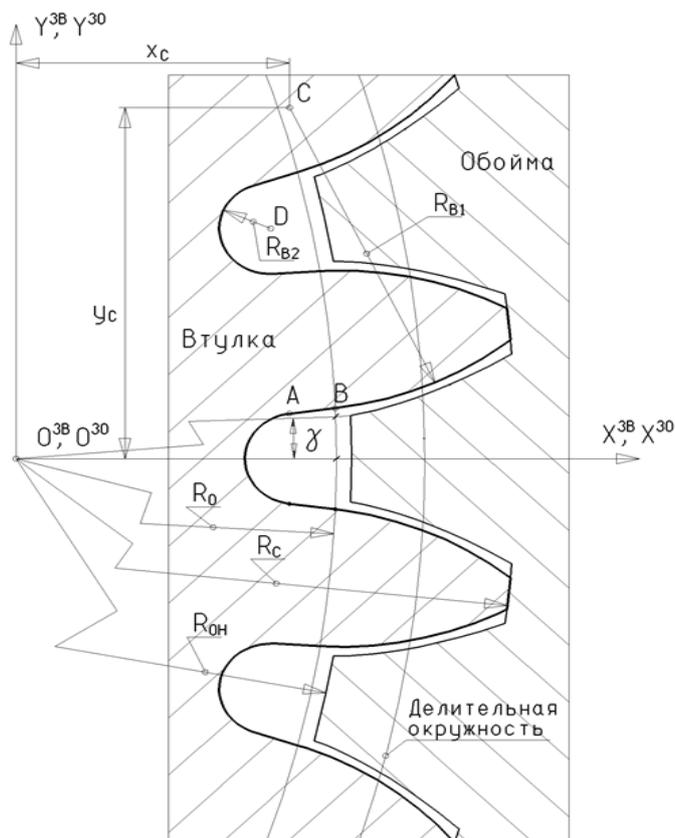


Рис. 94. Геометрическая схема определения координат поверхностей и кромок зуба обоймы, и также предлагаемых поверхностей и кромок зуба втулки

Акционерное общество Государственный научный центр Российской Федерации "Исследовательский центр имени М.В. Келдыша"

1. Результаты испытаний экспериментальных образцов составных частей системы преобразования энергии ЯЭБ с турбомашинным преобразованием энергии по циклу Брайтона.

Авторы: Коротеев А.С., Кошлаков В.В., Готовцев К.В., Захаренков Л.Э., Каревский А.В., Кирюшин Е.Н., Семенкин А.В., Солодухин А.Е., Цветков А.Г.

В 2022 году специалисты АО ГНЦ «Центр Келдыша» в рамках выполнения аванпроекта космического комплекса с транспортно-энергетическим модулем на основе ядерной энергетической установки провели цикл испытаний экспериментальных образцов составных частей системы преобразования энергии (СПЭ) ядерного энергоблока (ЯЭБ) с турбомашинным преобразованием энергии по циклу Брайтона с целью определения и проверки технических решений по повышению эффективности преобразования тепловой энергии в электрическую.

На стенде АО ГНЦ «Центр Келдыша» воспроизводилась работа системы преобразования энергии ядерного энергоблока по однопетлевой схеме, то есть с одним турбокомпрессором-генератором (см. Рис. 95). Для имитации работы реакторной установки использовался электрический тепловой имитатор мощностью до 1000 кВт (см. Рис. 96). В соответствии с планом успешно проведены испытания газотурбинного преобразователя ГТП С5.159.1000АД1-0. Достигнута температура рабочего газа перед турбиной 1200 К, устойчивый режим генерации электрической энергии, получены регулировочные характеристики для последующей валидации компьютерной модели СПЭ. Определены предельные режимы работы испытывавшийся материальной части.

На основании полученных экспериментальных данных были разработаны рекомендации по совершенствованию газотурбинного преобразователя. Специалистами АО ГНЦ «Центр Келдыша» совместно с кооперацией выполнены проектные и расчетные работ, на основании которых разработана конструкторская документация и изготовлено усовершенствованное колесо турбины, собрана и смонтирована в составе стенда «Машзал» АО ГНЦ «Центр Келдыша» следующая модификация газотурбинного преобразователя – ГТП С5.159.1000АД2-0, в соответствии с планом ведется его испытания.

Полученные результаты будут использованы для оценки возможности создания лётного образца СПЭ для ЯЭБ с заданными техническими характеристиками.

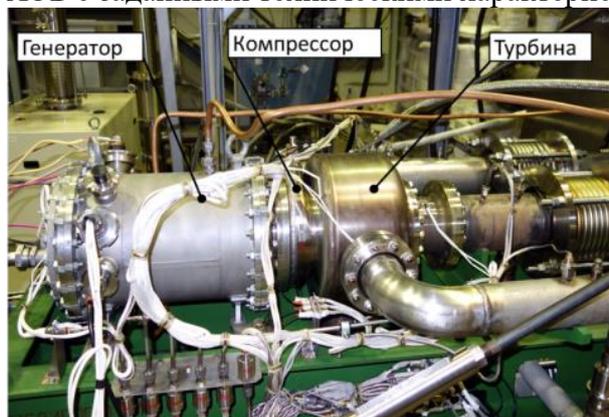


Рис. 95. Турбокомпрессор-генератор на бесконтактных подшипниках



Рис. 96. Тепловой имитатор реакторной установки

2. Создание ракетных двигателей и двигательных установок малой тяги космических аппаратов нового поколения в части работ 2019-2022 годов

Авторы: Ловцов А.С., Селиванов М.Ю., Лобастов И.А., Шагайда А.А., Федянин Н.К., Муравлев В.А.

Сущность. Проведены автономные испытания составных частей электроракетной двигательной установки на базе ионного двигателя мощностью 2-3 кВт (Рис. 97, Рис. 98).

Новизна. В предлагаемой двигательной установке реализуется ряд технологий, которые до настоящего времени не применялись в отечественной практике, в частности конструкция ионного двигателя включает ионно-оптическую систему электроды которой полностью выполнены из углерод-углеродного композиционного материала. По результатам проведения испытаний показано, что существующая конструкция

двигательного блока электроракетной двигательной установки обеспечивает функционирование в течение 10000 ч со средней тягой 85,9 мН, средним импульсом 4630 с и средней суммарной по всем цепям мощности 2,9 кВт.

Значимость. Выполненные исследования являются вкладом в создание научно-технического задела применительно к электроракетным двигателям и двигательным установкам малой тяги на базе ионного двигателя для космических аппаратов нового поколения.

Прогноз применения. Полученные результаты могут быть использованы при разработке систем коррекции космических аппаратов нового поколения. Полученные результаты предполагается опубликовать в открытых рецензируемых и научно-технических журналах после согласования с заказчиком.



Рис. 97. Внешний вид ионного двигателя ИД-200КР мощностью от 2 до 3 кВт со скоростью истечения не менее 45 км/с

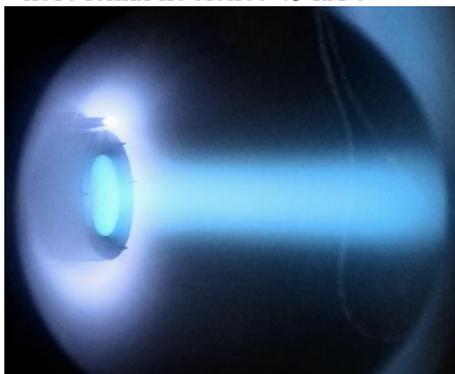


Рис. 98. Функционирование ионного двигателя ИД-200КР

3. Создание ракетных двигателей и двигательных установок малой тяги космических аппаратов нового поколения в части работ 2019-2022 годов

Авторы: Воронцов В.В., Гоца Д.А., Грачев М.В., Ловцов А.С., Муравлев В.А., Селиванов М.Ю., Шагайда А.А.

Сущность. Проведено эскизное проектирование составных частей электроракетной двигательной установки на базе ионного двигателя с мощностью (30 – 40) кВт

Новизна. В рамках эскизного проектирования основной акцент был сделан на разработке составных частей перспективной двигательной установки, использующей альтернативные рабочие тела – газообразный аргон или криптон. Было выполнено проектирование ионного двигателя мощностью (30 – 40) кВт, у которого электроды ионной оптической системы выполнены в виде отдельных секторов. Также было выполнено проектирование блока управления расходом на криптоне и аргоне, блока подачи рабочего тела, системы преобразования и управления на 40 кВт и композитных баллонов высокого давления объёмами от 350 до 1000 л (Рис. 99, Рис. 100). Экспериментально апробирована концепция секторной ионно-оптической системы при работе на ксеноне, криптоне и аргоне при достижении удельного импульса тяги более 7000

с при номинальной мощности 30 кВт, а также возможность изготовления малогабаритного редуктора при функционировании с номинальным входным давлением 39,2 МПа.

Значимость. Выполненные исследования являются вкладом в создание научно-технического задела для применения в составе двигательной установки перспективного транспортного буксира с повышенной эффективностью в части снижения финансовых затрат за счет использования альтернативных рабочих тел.

Прогноз применения. Полученные результаты могут быть использованы при разработке двигательной установки транспортного буксира с ядерной энергетической установкой. Полученные результаты предполагается опубликовать в открытых рецензируемых и научно-технических журналах после согласования с заказчиком.

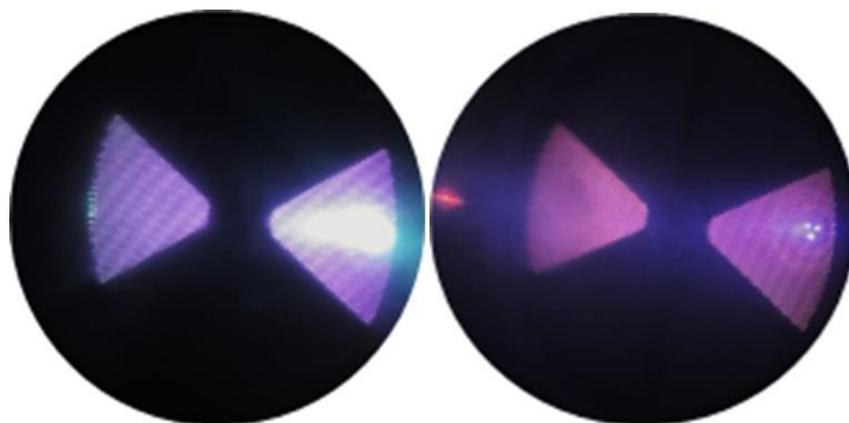


Рис. 99. Внешний вид работы экспериментального образца ионного двигателя с секторной ионно-оптической системой на криптоне и аргоне

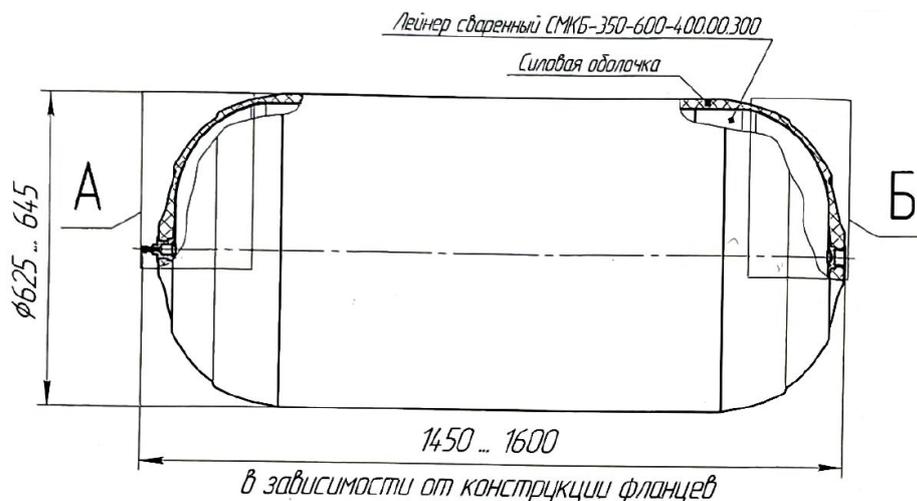


Рис. 100. Вид баллона высокого давления объёмом 350 л при заправке рабочего тела под давлением 39,2 МПа

4. Концептуальный облик и характеристики взлетного модуля космического аппарата «Венера-В», предназначенного для возврата на Землю образцов грунта, атмосферы и аэрозолей Венеры

Авторы: Борисов Д.М., Дегтярев С.А., Елисеев И.О., Левин А.К., Мионов В.В., Тимаров А.Г., Фролов О.В.

В обеспечение реализации перспективного космического проекта, целью которого является доставка на Землю образцов грунта, атмосферы и аэрозолей Венеры, обоснована реализуемость взлетного модуля, обеспечивающего доставку космического аппарата «Венера-В» на опорную около венерианскую орбиту при старте с аэростата. Разработан и обоснован рациональный состав и основные характеристики взлетного модуля. Двухступенчатый твердотопливный взлетный модуль со стартовой массой примерно

равной 2550 кг обеспечивает выведение космического аппарата требуемой массы (8 кг). Общий вид взлетного модуля и его характеристики представлены на Рис. 101.

Работа выполнена в рамках технического проекта (аванпроекта) по созданию космического комплекса нового поколения для фундаментальных космических исследований «Венера-Д» по заказу АО «НПО Лавочкина» в обеспечение ОКР на «Создание космических комплексов нового поколения для фундаментальных космических исследований в части разработки технического предложения на космический комплекс», шифр ОКР «Перспектива» («Венера-Д» (ТП)).

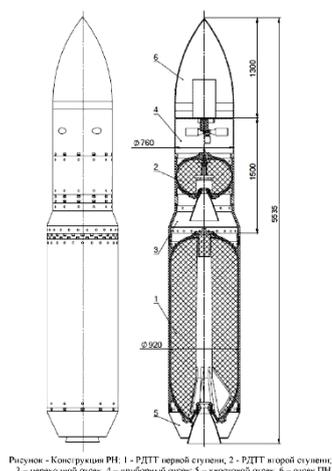


Рисунок - Конструкция РН: 1 - РДТТ первой ступени, 2 - РДТТ второй ступени, 3 - переходный отсек, 4 - аррирный отсек, 5 - хвостовой отсек, 6 - отсек ГИ

| РДТТ | ДУ I ступени | ДУ II ступени |
|---|--------------|---------------|
| Тяга в пустоте, кгс | 11227 | 1485 |
| Удельный импульс тяги в пустоте, кгс·с/кг | 284 | 294,6 |
| Давление в КС, кгс/см ² | 80 | 40 |
| Снаряжённая масса, кг: | | |
| - масса заряда | 2209 | 256 |
| - масса конструкции | 2006 | 213 |
| Время работы, кг | 203 | 43 |
| | 51 | 43 |

Рис. 101. Общий вид взлетного модуля и его характеристики

5. Прогнозирование запасов работоспособности и ресурса работы ракетных двигателей и двигательных установок в части работ 2019-2022 годов

Авторы: Кошлаков В.В., Губертов А.М., Сидлеров Д.А., Мосолов С.В., Позвонков Д.М., Петрунин С.В., Кукольников А.Л., Ишаев Р.О.

Сущность. Результаты трехмерного математического моделирования процессов горения в камере сгорания и газогенераторе жидкостного ракетного двигателя с учетом двухфазных потоков для различных моделей турбулентности, различных компонентов топлива и схем смесеобразования в нестационарной постановке с целью прогнозирования энергетических характеристик двигателя, его теплового состояния, склонности к возникновению неустойчивого горения (Рис. 102).

Оценка работоспособности подшипников при теплосиловом воздействии со стороны окислительной и восстановительной сред с учетом их теплового состояния в процессе работы двигателя с целью оценки надежности турбонасосного агрегата и определения запасов его работоспособности, которые необходимо учитывать при выборе диапазонов регулирования двигателя и прогнозирования ресурса его работы (Рис. 103).

Результаты расчетно-экспериментальных исследований взаимодействия конструкционных материалов с различными средами для определения запасов работоспособности узлов и агрегатов двигателя и оценки степени надёжности его элементов и изделия в целом.

Новизна. Моделирование процессов горения в нестационарной постановке задачи. Использование собственных экспериментальных данных для разработки теории взаимодействия конструкционных материалов с окислительной и восстановительными средами с целью определения запасов работоспособности.

Значимость. Выполненные исследования являются вкладом в создание научно-технического задела для создания цифрового двойника двигателя, в том числе многократного использования, с учетом деградации свойств конструкционных материалов в процессе эксплуатации.

Прогноз применения. Полученные результаты могут быть использованы при прогнозировании запасов работоспособности ЖРД нового поколения и двигательных установок на их основе, а также оценки их надёжности и определения диапазонов по регулированию.

Результаты исследований были представлены на XV Всероссийском симпозиуме по горению и взрыву.

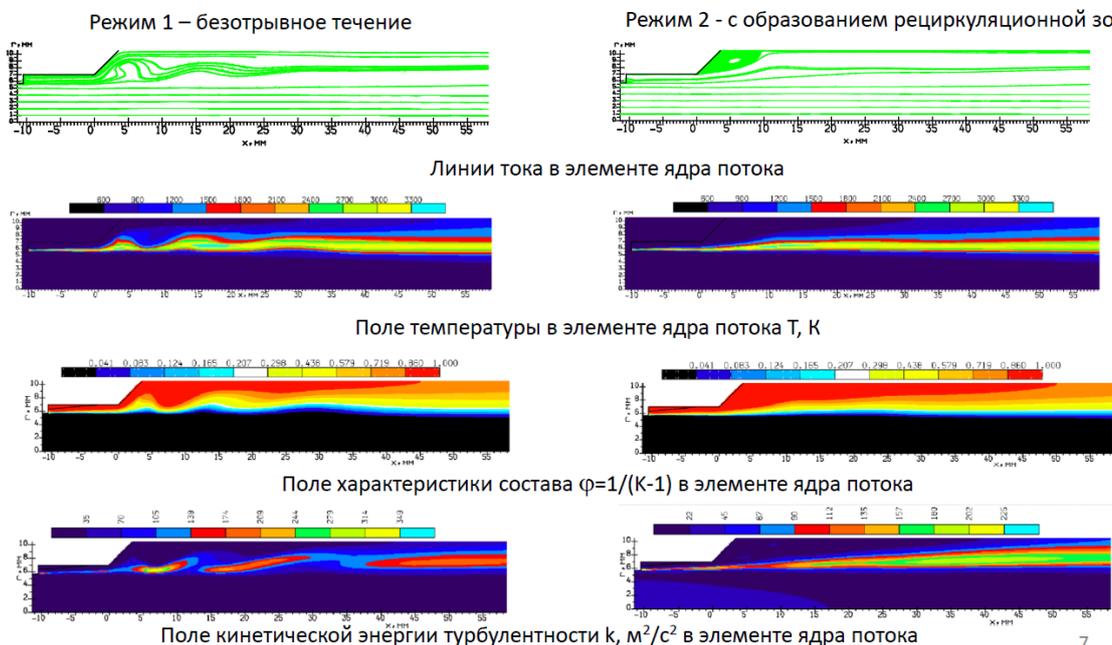
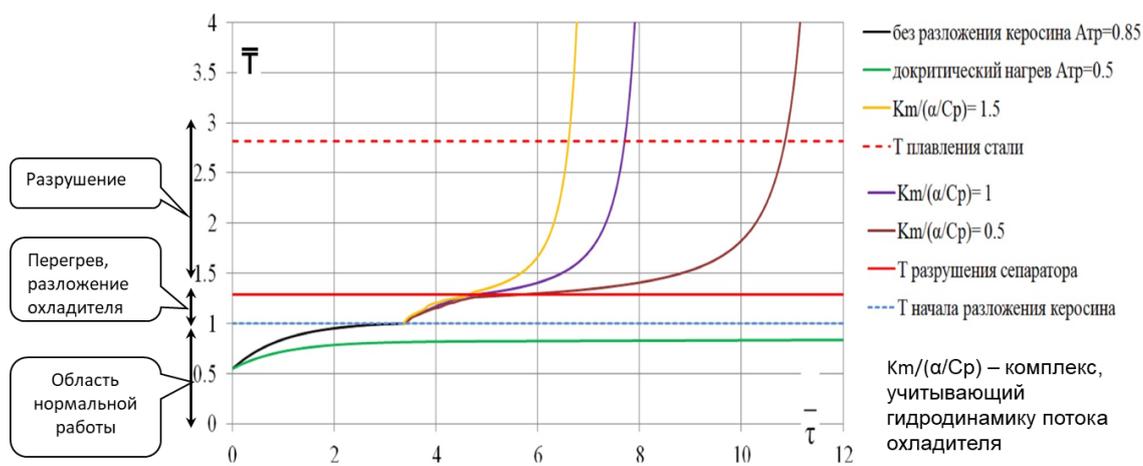


Рис. 102. Реализация двух режимов течения в КС кислородно-керосинового двигателя при дросселировании тяги до 60%



$$T = \frac{T}{T_{кр}} \quad T_{кр} = \frac{1}{4} \frac{E}{R} \quad - \text{температура резкого роста скорости разложения охладителя} \quad \bar{\tau} = \frac{\tau}{\tau_*} \quad \tau_* = \frac{G_{п}}{(\alpha/Cp_{охл})_0 F_{охл}}$$

Рис. 103. Тепловое состояние подшипника насоса горючего при различном значении работы трения

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского"

1. Актуальность изучения взаимосвязей когнитивно-поведенческих паттернов и особенностей использования подростками цифровых устройств и сопряженных с ними технологий послужила основанием проведения уникального фундаментального

исследования воздействия современных информационно-коммуникационных технологий на состояние здоровья и когнитивный профиль детей с анализом широкого спектра познавательных, психоневрологических и социализирующих факторов, детальной оценкой структуры и периодов цифровой активности и мультирегиональным охватом целевой популяции.

Авторы: руководитель академик РАНЛ.С.Намазова-Баранова; со-исполнители – академик РАН Баранов А.А., к.м.н. Карашадзе Г.А., д.м.н. Вишнева Е.А., к.м.н. Кайтукова Е.В., к.псих.н. Гогберашвили Т.Ю., к.м.н. Нестерова Ю.В., Сергеева Н.Е. и др.).

В результате проведенного исследования впервые установлен целый ряд взаимосвязанных характеристик цифровой активности (ЦА) и когнитивного профиля подростков. Так, у подростков обоих полов, избыточно увлекающихся просмотром фильмов, выявлен слабый когнитивный контроль и меньший объем кратковременного запоминания; а у девушек – дополнительно низкая успеваемость по литературе и арифметике. Высокая игровая компьютерная активность у подростков обоих полов более 3 часов в будние дни сопряжена со снижением успеваемости по основным дисциплинам, трудностями чтения и понимания смысла прочитанного текста, а у девушек – с принятием решений в условиях неопределенности и на основании хаотичной стратегии. Определены когнитивные профили игровых форматов: например, негативные характеристики памяти у юношей связаны с предпочтением экшн-игр, а больший объем первичного запечатления информации и долговременной памяти – с играми-стратегиями. Поиск информации в интернете, сопряженный с учебными потребностями, снижается в выходные дни, уступая всем другим видам ЦА. Между тем, именно высокая активность поиска информации в сети характерна для юношей с высокими показателями развития вербально-логического мышления.

Таким образом, с высокой ЦА связаны как позитивные, так негативные или нейтральные (стилевые) когнитивные характеристики, что свидетельствует о том, что рассмотрение цифровой активности, являющейся данностью современного образования, исключительно в негативном или позитивном контексте лишено научных обоснований.

Выявлен метасиндром нарушения нервно-психического здоровья подростков, прямо коррелирующий с большим временем, уделяемым ЦА, который состоит из расстройств сна (сложность засыпания и поверхностный сон), изменений дневной активности (дневная сонливость, повышенная утомляемость) и самочувствия (головные боли, головокружения). Установлено, что более 70% подростков спят менее 8 часов в сутки; в большинстве случаев это связано с поздним засыпанием.

Полученные данные позволяют сформировать фундаментальные основы гендерных различий когнитивного фенотипа и цифрового поведения подростков, демонстрирующие сложные многоуровневые механизмы взаимовлияния. Отдельные особенности объёмов, профилей и контентов цифровой активности подростков обладают потенциалом маркирования когнитивно-личностных фенотипов, жизненных стилей, нервно-психического здоровья и риска психиатрической патологии.

Результаты работы позволяют выделить отдельные реперные точки и взаимосвязи для разработки превентивных или реактивных вмешательств на уровне семьи, общества и государства для адекватной организации цифровизации быта, образования и досуга подрастающего поколения россиян. В частности, предметом особого внимания должны быть: компьютерная игровая активность более 1 часа в будние дни, высокая компьютерная игровая активность у девушек, высокая приверженность подростков просмотру видеоклипов и роликов, сильная увлеченность отдельными форматами видеоконтента и игр.

Научно обоснованные выводы проведенной работы высокоперспективны для принятия ответственных решений законодательными и управляющими органами и институтами в области охраны здоровья, молодежной и семейной политики, - по

профилактике агрессивных форм поведения, поддержанию здорового функционирования, жизнеспасающих стилей и цифровой гигиены российских подростков.

Публикации:

1. Каркашадзе Г.А., Намазова-Баранова Л.С., Вишнева Е.А., Сергеева Н.Е., и др. Цифровые устройства и когнитивные функции у детей. Вопросы современной педиатрии. 2021;20(6):506-520.

2. Каркашадзе Г.А., Намазова-Баранова Л.С., Вишнева Е.А., Сергеева Н.Е., и др. Цифровая активность подростков и её связь с когнитивно-эмоциональными характеристиками, школьной успеваемостью и социально-демографическими факторами: одномоментное исследование. Вопросы современной педиатрии. 2022;21(6). Статья в печати.

3. T. Gogberashvili, G. Karkashadze, T. Konstantinidi [et al.] Patterns of internet use by Russian schoolchildren. Russian Pediatric Journal. 2021. 2(3)13.

2. Патогенетический механизм женского бесплодия при эндометриозе яичников. Эндометриоз – как индуктор фиброгенеза и нарушения фолликулогенеза.

Актуальность. Эндометриоз является второй по частоте причиной бесплодия после воспалительных заболеваний малого таза, которым страдают около 190 миллионов женщин репродуктивного возраста. Эндометриоз диагностируют у 10% фертильных женщин и у 50% пациенток с бесплодием. Мы изучали две формы эндометриоза: эндометриоз яичников (в том числе рецидивирующий) и наружный генитальный эндометриоз.

Авторы: руководитель: член-корреспондент РАН Михалева Л.М.; соисполнители - член – корреспондент РАН. Радзинский В.Е., д.м.н. Хамошина М.Б., д.м.н. Оразов М.Р.

Результаты. Нарушение рецепторного статуса в стенке эндометриозной кисты приводит к запуску эстроген-индуцированного воспаления, с развитием фиброза в прилегающей ткани яичника (Рис. 104), обусловленного снижением уровня витамина D, запускающего каскад генетических реакций, что приводит к редукции пула фолликулов, нарушению их созревания, повышению числа дегенеративных форм (Рис. 105) и снижению уровня АМГ. Результатом снижения уровня мРНК VDR становится усиленный фиброгенный ответ не только в стенке самой кисты, но и перикапсулярно, с разрастанием волокнистого компонента, что ведет к трудностям во время вылуцивания псевдокапсулы, что повышает риск интраоперационной потери овариальной ткани. В основе эндометриальной дисфункции при бесплодии и наружном генитальном эндометриозе лежит десинхронизация рецепторного аппарата эндометрия за счет гиперэкспрессии транскрипционных факторов GATA6 и SF-1 в железистом компартменте, которые отвечают за синергизм механизмов регуляции ключевых генов, участвующих в метаболизме половых стероидов. У женщин с рецидивирующим эндометриозом яичников и наличием бесплодия в эндометрии в период окна имплантации было выявлено, что цитоплазматическая экспрессия *sucln E* в железах снижена в 1,8 раз и в строме – в 6 раз, а ядерная экспрессия *sucln E* в строме – в 7,5 раз. Это ведет к нарушению созревания эндометрия и, следовательно, неудачам имплантации.

Вышеизложенное позволяет предположить, что у пациенток с разными формами эндометриоза к бесплодию приводят как морфофункциональные нарушения эндометрия, а именно изменяется стадийность и дифференцировка эндометрия, но и нарушается секреторная трансформация и рецептивность, что приводит к снижению его имплантационных свойств, а также яичниковый фактор – с нарушением созревания фолликулов и повышением дегенеративных форм.

Публикации:

1. Naumov A, Ushakov E, Ivanov A, Midiber K, Khovanskaya T, Konyukova A, Vishnyakova P, Nora S, Mikhaleva L, Fatkhudinov T, Karpulevich E. EndoNuke: Nuclei

Detection Dataset for Estrogen and Progesterone Stained IHC Endometrium Scans. Data. 2022; 7(6):75. <https://doi.org/10.3390/data7060075>

2. Тумасян Е.А., Бирюков А.Е., Грачева Н.А., Гашимова А.И., Исмаилова П.Д., Соломатина А.А., Михалева Л.М. Рецептивный статус эндометрия при доброкачественных опухолях яичников до и после органосохраняющих операций. Архив патологии. 2022;84(4):29-37.

3. Соломатина А.А., Михалёва Л.М., Тюменцева М.Ю., Братчикова О.В., Хамзин И.З., Тумасян Е.А., Гашимова А.И., Исмаилова П.Д. Морфофункциональное состояние эндометрия у пациенток до и после органосохраняющих операций по поводу доброкачественных опухолей яичников. Вопросы гинекологии, акушерства и перинатологии. 2022; 21(3): 45–52. DOI: 10.20953/1726-1678-2022-3-45-52

4. М. З. Абитова, М. Б. Хамошина, Л. М. Михалева, М.Р. Оразов, Ю.В. Ковпий, Д.С. Новгинов. Генетические аспекты эндометриоз-ассоциированного бесплодия. – М. : Редакция журнала StatusPraesens, 2022. — 4 с

5. Михалёва Л.М., Оразов М.Р., Силантьева Е.С., Камилова Д.П., Мидибер К.Ю., Орехов Р.Е. Повторные неудачи имплантации. Патогенез иммунологических нарушений в эндометрии. Доктор.Ру. 2022; 21(1): 21–26. DOI: 10.31550/1727-2378-2022-21-1-21-26 //

6. Оразов М.Р., Михалева Л.М., Исмаилзаде С.Я., Безуглова Т.В., Лагутина Е.В. Внутриматочные синехии и хронический эндометрит – есть ли причинно-следственная связь? Гинекология. 2022;24(2):144–149. DOI: 10.26442/20795696.2022.2.201417 //

7. Оразов М.Р., Михалева Л.М., Орехов Р.Е., Муллина И.А., Грибова М.Р. Профилактика гиперплазий эндометрия в репродуктивном периоде. Вопросы гинекологии, акушерства и перинатологии. 2022; 21(1): 101–106. DOI: 10.20953/1726-1678-2022-1-101-106 //



Рис. 104. Фрагменты стенки ЭКЯ с признаками фиброза; сканирующая микрофотография; окраска по Маллори

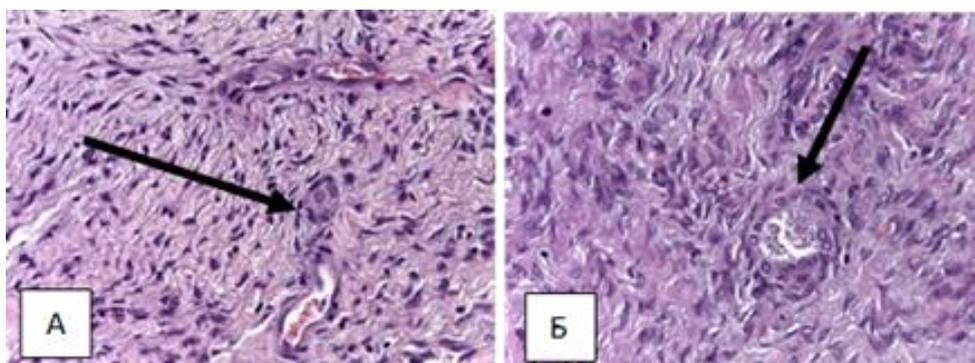


Рис. 105. Фрагмент ткани яичников с низким числом фолликулов (а) и наличием деструктивных форм (б). Окраска гематоксилином и эозином микрофотография

**Федеральное государственное бюджетное учреждение
"Национальный медицинский исследовательский центр
эндокринологии" Министерства здравоохранения Российской
Федерации**

1. Оценка риска вторичной облитерации слезоотводящих путей у пациентов после проведения радиойодтерапии

Авторы: Н.Г. Мокрышева, Г.А. Мельниченко, М.С. Шеремета, А.А. Трухин, Д.В. Юдаков

Разработан новый способ прогноза развития вторичной облитерации слезоотводящих путей на основе комплекса персональных параметров пациентов и индивидуального плана лечения. Разработка относится к медицине, а именно к ядерной медицине, эндокринологии, офтальмологии и радиологии, и может быть использовано для определения группы риска возникновения вторичной облитерации слезоотводящих путей среди пациентов после проведения радиойодтерапии рака щитовидной железы (ЩЖ).

Техническим результатом является возможность однозначного определения локализации слезоотводящих путей на диагностическом сцинтиграфическом изображении головы и шеи, и, как следствие, корректного определения индекса накопления РФЛП, который может быть использован для определения пациентов группы риска возникновения осложнений на слезную систему в виде облитерации слезоотводящих путей после радиойодтерапии (¹³¹йод) по поводу дифференцированного рака ЩЖ.

Исходя из анатомического строения человека и фармакокинетики ¹³¹йода на изображении визуализировали контур головы, шеи, подчелюстных слюнных желез, околоушных слюнных желез, областей, соответствующих ротовой и носовой полостям, а также области слезоотводящих путей (Рис. 106).

Экономическая целесообразность: профилактическая направленность способа оценки риска вторичной облитерации слезоотводящих путей у пациентов после проведения радиойодтерапии позволит повысить качество жизни и трудоспособность пациентов. В год лечение проходят более 15000 пациентов.

Публикации:

Способ обработки сцинтиграфических изображений головы и шеи для прогнозирования риска возникновения вторичной облитерации слезоотводящих путей у пациентов после проведения радиойодтерапии / А.А. Трухин, В.Д. Ярцев, М.С. Шеремета [и др.] // Заявка на изобретение № 2022121072 от 02.08.2022.

А.А. Трухин, В.Д. Ярцев, М.С. Шеремета, Д.В. Юдаков, М.О. Корчагина, Р.Х. Салимханов, С.В. Гришков Вторичная облитерация слезоотводящих путей при проведении радиойодтерапии ¹³¹И дифференцированного рака щитовидной железы / Регуляторные исследования и экспертиза лекарственных средств. – 2022. Т. 12. № 4. С. 351-367 <https://doi.org/10.30895/1991-2919-2022-12-4-351-367>

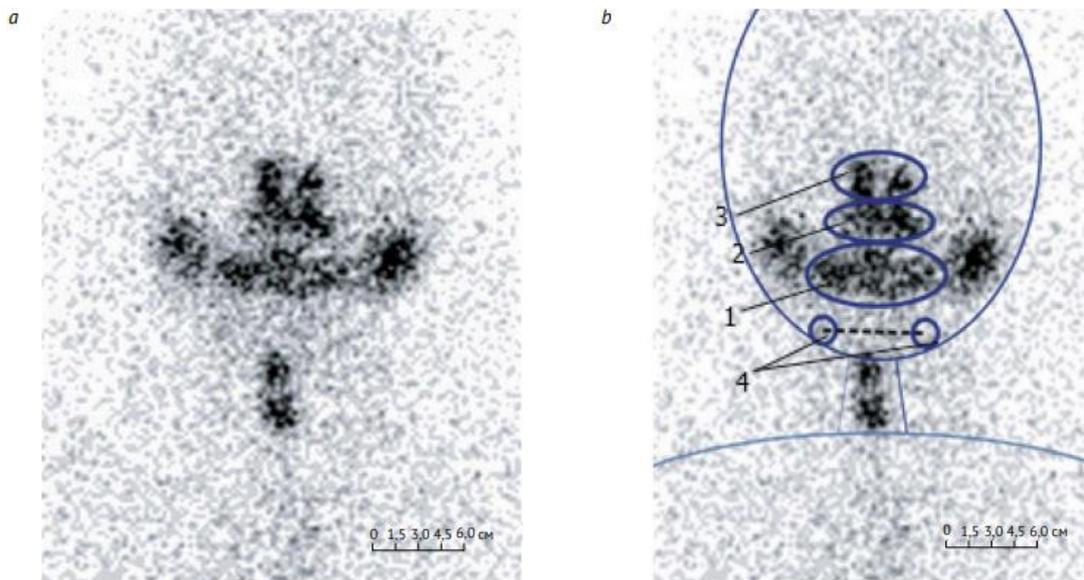


Рис. 106. Результаты скintiграфического исследования: а — нативные данные; б — результат обработки изображения: 1 — зона ротовой полости, 2 — зона носовой полости, 3 — зона слезоотводящих путей, 4 — подчелюстные слюнные железы, пунктиром обозначено расстояние между правой и левой подчелюстными слюнными железами

2. Прогнозирование развития сахарного диабета *de novo* у людей без сахарного диабета в анамнезе, перенесших инфекцию COVID-19

Авторы: Шестакова М.В., Калмыкова З.А., Кононенко И.В., Мокрышева Н.Г.

Вирус SARS-Cov-2, вызывающий новую коронавирусную инфекцию COVID-19, имеет рецепторы в том числе на бета-клетках поджелудочной железы (ПЖ), секретирующих инсулин. В связи с этим ожидается увеличение частоты развития сахарного диабета после перенесенной инфекции. У пациентов, госпитализированных в острой фазе COVID-19 в НМИЦ эндокринологии (май-июнь 2020 г), ранее не имеющих сахарного диабета (СД) (n=194), были изучены показатели состояния углеводного обмена, маркеры функции бета-клеток ПЖ, гормоны ПЖ (инсулин, проинсулин) и маркеры воспалительной реакции в динамике (в острой фазе, через 6-8 недель и через год после выздоровления). Выявлено, что в течение 1 года после вирусной инфекции новые случаи любого нарушения углеводного обмена (предиабет, диабет) развились у 16% пациентов, из них сахарный диабет – у 4%. Прогностическим фактором отсутствия развития СД в течение 1 года явился уровень проинсулина менее 1.1 мЕд/л в острую фазу заболевания (чувствительность 69,2%, специфичность -88,9%, прогностическая ценность – 93,8%). Развившийся сахарный диабет был классифицирован как СД 2 типа (Рис. 107).

Предположительно вирус нарушает конвертацию инсулина в проинсулин в бета-клетках ПЖ, поэтому накопление проинсулина более 1,1 мЕд/л сопровождается развитием СД, а его уровень менее 1.1 мЕд/л свидетельствует нормальной секреции инсулина из проинсулина.



В течение года после COVID-19 впервые развивается:

- Любое нарушение углеводного обмена – у 16%
- Новые случаи сахарного диабета (СД) – у 4%

Прогностический фактор отсутствия развития СД через год после инфекции:

- Уровень проинсулина < 1,10 мЕд/л в острую фазу COVID-19

Рис. 107. Частота развития сахарного диабета de novo через 1 год после COVID-19

3. Алгоритм персонализированного прогнозирования на основании искусственной нейронной сети моногенного диабета типа MODY у детей

Аиторы: Д.Н. Лаптев, О.Б. Безлепкина, В.А. Петеркова, Н.Г. Мокрышева

В российской популяции проведено изучение иммуногенетических причин фенотипической гетерогенности аутоиммунного сахарного диабета у детей. Установлены возрастные особенности резервной функции β -клеток у детей при различной длительности заболевания. Показано, что дебют аутоиммунного сахарного диабета в подростковом возрасте ассоциирован с более высоким уровнем С-пептида в начальном периоде заболевания, а также, с более медленным истощением β -клеток по сравнению с манифестацией заболевания в допубертатном возрасте. При длительности заболевания более 5 лет у 23% детей отмечалась определяемая секреция С-пептида.

Проведен сравнительный анализ частоты выявления специфических островковых аутоантител в различных возрастных группах, а также при различной длительности аутоиммунного сахарного диабета у детей. Установлено, что при увеличении длительности аутоиммунного сахарного диабета частота серопозитивных пациентов снижается. При длительности заболевания более 5 лет 49% пациентов с манифестацией аутоиммунного сахарного диабета в допубертатном и 54% пациентов в пубертатном возрасте остаются серопозитивными по одному и более типу аутоантител. Для манифестации аутоиммунного сахарного диабета в допубертатном возрасте характерно большая частота аутоантител к инсулину и меньшая частота аутоантител к тирозинфосфатазе.

Впервые на большой выборке изучены клинические, лабораторные, иммунологические предикторы развития длительной ремиссии аутоиммунного сахарного диабета в детском возрасте, изучены генетические основы гетерогенности сахарного диабета 1 типа при классическом течении заболевания и длительной ремиссии, выявлены HLA-генотипы, являющиеся возможными генетическими предикторами развития ремиссии аутоиммунного сахарного диабета у детей. Установлено, что ремиссия аутоиммунного сахарного диабета у детей ассоциирована с более старшим возрастом дебюта, доклинической диагностикой, меньшей частотой аутоантител к инсулину, большей частотой протекторных и меньшей частотой предрасполагающих HLA-гаплотипов.

Впервые проведено молекулярно-генетическое исследование, в том числе полноэкзомное секвенирование, пациентам с неклассическим течением аутоиммунного сахарного диабета, выявлены варианты в генах, ответственных за секрецию, действие

инсулина, а также за развитие поджелудочной железы. У 46,95% детей с ремиссией аутоиммунного сахарного диабета выявлены варианты в генах, ассоциированных с секрецией и/или действием инсулина, закладкой и развитием поджелудочной железы, предрасположенностью к аутоиммунным процессам. Проведена сравнительная характеристика пациентов с полной ремиссией дебют аутоиммунного сахарного диабета и моногенного диабета типа MODY.

Впервые разработана модель клинического прогнозирования сахарного диабета моногенного диабета типа MODY на педиатрической выборке пациентов. Островковые аутоантител являются специфическим маркером аутоиммунного сахарного диабета, однако их наличие не исключает моногенного диабета типа MODY, так как 11,4% пациентов серопозитивны по одному из типов аутоантител. Разработанный алгоритм персонализированного прогнозирования на основании искусственной нейронной сети позволяет на догенетическом этапе диагностировать моногенного диабета типа MODY с чувствительностью и специфичностью тестирования составляющей 96 и 92%, соответственно.

Федеральное автономное учреждение «Сибирский научно-исследовательский институт авиации имени С. А. Чаплыгина» (предприятие НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского»)

1. Установка и проведение испытаний образца демонстратора технологий ГСУ с полностью сверхпроводящим электроэнергетическим комплексом на ЛА

Перед авиацией в ближайшие десятилетия стоит глобальный вызов – многократное снижение вредного воздействия на окружающую среду. Традиционными способами - повышением эффективности газотурбинных двигателей и аэродинамического совершенства планера – этого практически не добиться. Помочь здесь должны принципиально новые технологии. Одна из них - применение гибридных силовых установок. Применение гибридных и полностью электрических силовых установок позволит существенно (на порядок) снизить топливные затраты летательных аппаратов и повысить их экологичность.

Понимая это, в 2017 году при координации Национального исследовательского центра «Институт имени Жуковского» и финансировании со стороны Фонда перспективных исследований и Министерства промышленности и торговли Российской Федерации Центральный институт авиационного моторостроения имени Баранова, Сибирский научно-исследовательский институт авиации имени Чаплыгина (СибНИА), ЗАО «СуперОкс» и другие организации инициировали амбициозный проект создания демонстратора технологий гибридной силовой установки авиационного назначения.

В рамках данного проекта СибНИА в 2021 году создана летающая лаборатория Як-40ЛЛ на базе самолета Як-40 для летных испытаний и отработки демонстратора этой гибридной силовой установки (ГСУ) (Рис. 108). Инновационная ГСУ дополняет два маршевых турбореактивных двигателя Honeywell TFE731-5BR установленных на этом самолете. Демонстратор технологий состоит из электрического двигателя мощностью 500кВт, установленного в носовой части Як-40ЛЛ. Использование технологий высокотемпературной сверхпроводимости (ВТСП) помогает увеличить коэффициент полезного действия электрических машин до 98% - при тех же массе и габаритах, что и у традиционных.

В рамках выполнения работ в 2022 году проведены наземные испытания образца демонстратора технологий ГСУ с полностью сверхпроводящим электроэнергетическим комплексом (ПСПЭК) в составе ЛА с целью получения подтверждения заявленных характеристик и отсутствия помех для систем ЛА.



Комплекс (ПСПЭК) на борту ЛЛ

Испытания включали запуск турбогенератора с подключенной наземной нагрузкой с подачей энергии на систему ГСУ с заправкой жидким азотом системы охлаждения ВТСП двигателя и с заправкой системы ВТСП кабеля азотом и запуском основных двигателей ЛЛ Як-40. При этом производилось проведение измерений электромагнитных помех. В результате проведенных измерений выявлено, что эти помехи не влияют на работу самолетного

радиооборудования, допустимые нормы СанПиН не превышены.

Результаты данной работы предназначены для использования в интересах создания и испытаний новых образцов АТ с новыми видами силовых установок для МВЛ и внутренних региональных перевозок, в т.ч. для внедрения в авиационной отрасли; организации разработки и производства авиатехники, предназначенной для решения задач перевозок на МВЛ пассажиров и грузов, обучения пилотов гражданской авиации, геологоразведки, аэрофотосъемки, государственной авиации специального назначения.



Рис. 108. Летаящая лаборатория Як-40ЛЛ с ГСУ

2. Исследования и разработка новых методов испытаний скоростных самолетов МВЛ с целью повышения безопасности эксплуатации и снижения стоимости разработки

Летательный аппарат является сложной конструкцией, требующей значительного объема проверок всех систем и агрегатов в процессе технического обслуживания, что требует значительных затрат и увеличивает стоимость их жизненного цикла.

Создание комплексной системы раннего обнаружения повреждений критических элементов конструкции ЛА находится в общем комплексе современных представлений о необходимости повышения безопасности полетов.

Для обнаружения и устранения возникающих повреждений применение обычных методов визуального осмотра и неразрушающего контроля (NDE) в течение срока службы самолета приводит к значительным затратам на техническое обслуживание и увеличению времени простоя самолета и снижению эффективности его эксплуатации. Кроме того, по мере старения конструкций частота и затраты на техническое обслуживание

увеличиваются. Таким образом, новые методы испытаний авиационной техники остаются актуальными.

В 2022 году ФАУ «СибНИА им. С.А. Чаплыгина» выполнялись работы по совершенствованию методов испытаний скоростных самолетов МВЛ с целью повышения безопасности эксплуатации и снижения стоимости разработки в рамках государственной программы Российской Федерации «Развитие авиационной промышленности на 2013-2025 годы», утвержденной Постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 303.

Для этого был создан демонстратор универсального многоканального стенда комплексного нагружения для исследования прочности самолетов МВЛ из ПКМ, а также выполнены следующие работы по его отработке:

1. Отработана система нагружения избыточным давлением воздуха гермоотсеков и кабин ЛА в составе штатного программного обеспечения автоматической системы управления нагружением испытательных стендов. При отработке созданной системы нагружения избыточным давлением получено:

- пульт ручного управления прост в управлении и работает без нареканий;
- аварийная ситуация «грубый допуск» отрабатывается штатно;
- аварийная ситуация «макс. нагрузка» отрабатывается штатно;
- аварийная ситуация «кнопка ведущего» отрабатывается штатно;
- погрешности отработки заданных режимов нагружения избыточным давлением ниже допускаемых на всех этапах нагружения.

2. Отработана система каталогизации дефектов объекта испытаний, базирующаяся на решениях с использованием метаданных.

3. Отработан модифицированный алгоритм регулирования процесса нагружения.

4. Отработана система гидравлического нагружения на 2 канала.

Компоненты испытаны в окружении условиях, близким к реальным, что соответствует УГТ=5. Результаты данной работы предназначены для использования в интересах создания и испытаний новых образцов авиационной техники для МВЛ и внутренних региональных перевозок, в том числе для внедрения в ОКБ и НИИ авиационной отрасли; организации разработки и производства авиатехники, предназначенной для решения задач перевозок на МВЛ пассажиров и грузов, обучения пилотов гражданской авиации, геологоразведки, аэрофотосъемки, государственной авиации специального назначения и пр.

Национальный центр физики и математики

1. Датчик измерения волнового фронта оптического излучения с рекордным в мире быстродействием для исследований в области физики высоких плотностей энергии

Создан датчик измерения волнового фронта оптического излучения с рекордным в мире быстродействием (4 кГц) на основе ПЛИС-технологий, который позволяет с высоким временным разрешением регистрировать и накапливать большой объем информации для обнаружения особенностей атмосферной турбулентности, в том числе неколмогоровского характера. Использование быстродействующего датчика волнового фронта в составе адаптивной оптической системы уже позволило в ~5 раз уменьшить размер изображения астрономических объектов (звезд) при наблюдениях с Земли на апертуре 1000 мм. Данный результат будет использован для быстрого внедрения в сложную лазерную систему двойного назначения с ПЛИС в качестве основного элемента управления для построения прецизионных изображений космических объектов (с кратным увеличением обнаружительной способности) и компенсации турбулентности при распространении лазерного излучения в атмосфере (Рис. 109).

Руководители направления: академик РАН Сергеев А.М., академик РАН Гаранин С.Г.

По результатам исследований опубликовано 8 статей, сделано 10 докладов на конференциях.

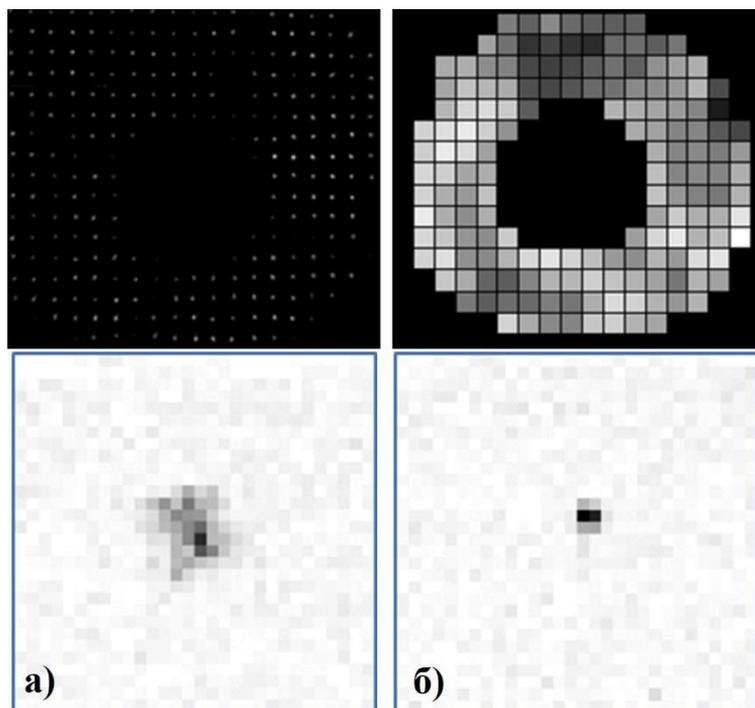


Рис. 109. Изображение звезды Капелла: а) без коррекции; б) с адаптивной коррекцией

2. Лабораторное и численное моделирование истечений из молодых звезд – астрофизических джетов

На лабораторных установках исследована структура истечений из молодых звезд – астрофизических джетов. На петаваттном лазерном стенде PEARL исследованы механизмы коллимации астрофизических джетов. Продемонстрирована возможность формирования джета в конфигурации с расходящимися силовыми линиями поля. На плазмо-фокусной установке ПФ-3 в условиях внешнего полоидального магнитного поля обнаружено образование спиральной конфигурации магнитного поля плазменного джета. В большом объеме плазменного стенда «Крот» с использованием коаксиального генератора плазмы сформирован крупномасштабный – длиной более 1 м – струйный выброс плазмы (джет) поперек магнитного поля с филаментированной структурой (Рис. 110). Проведено численное моделирование коллимации джета в тороидальном и полоидальном магнитных полях, показана зависимость коллимации джета от интенсивности и конфигурации магнитного поля (Рис. 111).

Руководители направления: академик РАН Зеленый Л.М., академик РАН Мареев Е.А., д.ф.-м.н. Терехин В.А.

Публикации:

1. В.С.Бескин. Моделирование "центральной машины" астрофизических струйных выбросов на установке плазменного фокуса» *Астрономический журнал* 2023,100,1 (в печати)

2. О.Д.Торопина, Г.С.Бисноватый-Коган, С.Г.Моисеенко «Численное МГД моделирование лабораторных джетов в тороидальном магнитном поле» *Астрономический журнал* 2023,100,1 (в печати)

3. В.И. Крауз, В.П. Виноградов, А.М. Харрасов, В.В. Мялтон, К.Н. Митрофанов, В.С. Бескин, Ю.В. Виноградова, И.В. Ильичев «Влияние полоидального магнитного поля на параметры и динамику плазменного потока, генерируемого в плазмофокусном разряде,

при лабораторном моделировании струйных выбросов молодых звездных объектов»
Астрономический журнал 2023,100,1 (в печати)

4.С.В. Коробков, А.С. Николенко, М.Е. Гуцин, А.В. Стриковский, И.Ю. Зудин,
Н.А. Айдакина, И.Ф. Шайхисламов, М.С. Руменских, Р.С. Земсков, М.В. Стародубцев.
Особенности динамики и неустойчивости плазменных струй, расширяющихся во внешнее
магнитное поле, в лабораторных экспериментах с компактными коаксиальными
генераторами плазмы на крупномасштабном стенде «крот». Астрономический журнал
2023,100,1 (в печати)



Рис. 110. Плазменная камера стенда «Крот»: вакуумный объем: 180 м^3
предельный вакуум: 10^{-6} Торр, объем плазмы: до 80 м^3 , рабочий газ: Ar, Ne, He, H_2 , концентрация
плазмы: 10^{13} см^{-3} , магнитное поле: до 1 кГс

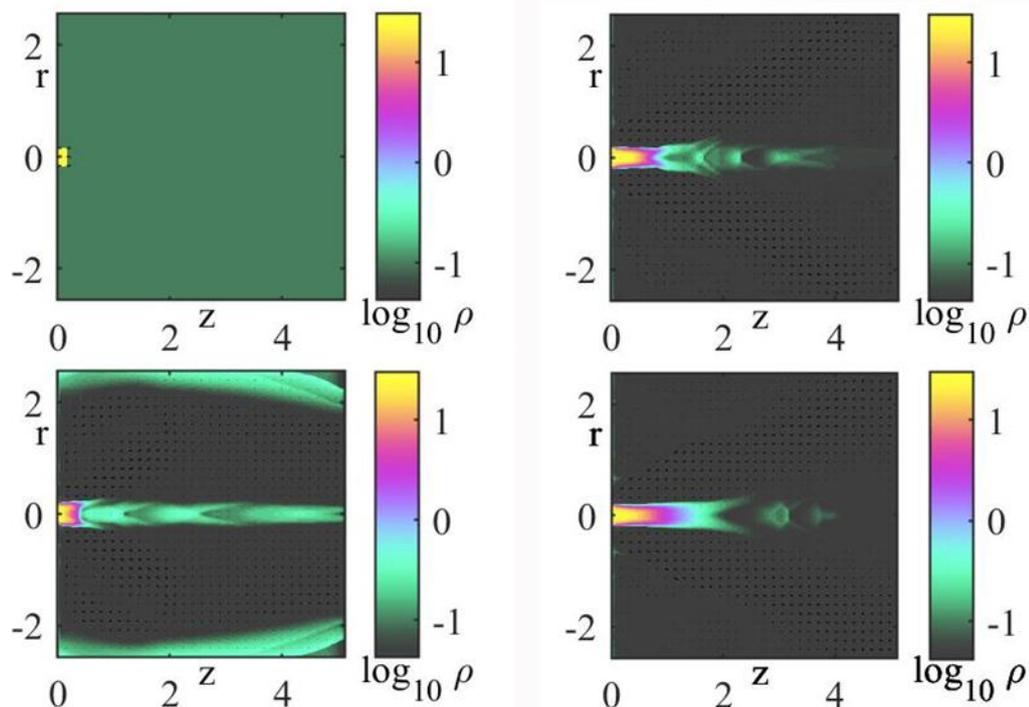


Рис. 111. Пример коллимации замагниченного джета в различные моменты времени. Заливкой показан логарифм плотности