



Российская Академия Наук

ДОКЛАД
О важнейших научных достижениях
российских ученых
в 2024 году

Том 2

Материалы вузов, ГНЦ и НИЦ РФ

МОСКВА
2025

СОДЕРЖАНИЕ

Важнейшие научные достижения, полученные в вузовском секторе науки	5
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова	5
Санкт-Петербургский государственный университет	5
Сибирский федеральный университет	8
Дальневосточный федеральный университет	9
Казанский (Приволжский) федеральный университет	10
Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова	14
Северо-Кавказский федеральный университет	15
Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина	17
Южный федеральный университет	19
Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»	20
Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)	24
Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)	25
Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского	26
Пермский национальный исследовательский политехнический университет	27
Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева	29
Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II	34
Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»	40
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»	43
Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева	44
Национальный исследовательский университет «МИЭТ»	45
Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет	47
Национальный исследовательский университет «МЭИ»	51
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого	55
Санкт-Петербургский национальный исследовательский Академический университет имени Ж.И. Алфёрова Российской академии наук	57
Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)	59
Севастопольский государственный университет	61
Российский университет медицины Министерства здравоохранения Российской Федерации	66

Омский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации	69
Уральский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации	71
Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова	73
Алтайский государственный университет	75
Фундаментальные исследования в государственных научных центрах и государственных корпорациях Российской Федерации	78
ФГУП «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е.Жуковского» (ЦАГИ)	78
ФАУ «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова»	82
ФАУ «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем»	84
АО «Летно-исследовательский институт имени М.М. Громова»	86
ФГБУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»	88
ФГБУН Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем Российской академии наук	90
Федеральное государственное автономное научное учреждение «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК)	91
ФГУП «Крыловский государственный научный центр»	93
АО «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор»	95
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-производственный комплекс «Технологический центр»	96
Акционерное общество «Центр технологии судостроения и судоремонта»	97
Акционерное общество «НПО «Орион»	98
ФГУП Центральный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт «НАМИ»	99
АО «Научно-производственное объединение «Центральный научно-исследовательский институт технологии машиностроения»	103
ФГБУ «Государственный научный центр «Институт иммунологии» Федерального медико-биологического агентства	104
ФГБУ «Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации»	105
ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений»	106
АО «Южное научно-производственное объединение по морским геологоразведочным работам»	107
АО АХК «ВНИИМЕТМАШ им. А.И. Целикова»	108
ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского»	110

ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России	113
Национальный исследовательский центр «Институт имени Н.Е. Жуковского	114
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ	115

Важнейшие научные достижения, полученные в вузовском секторе науки

Российской академией наук, в соответствии с Федеральным законом от 27.09.2013 № 253-ФЗ были запрошены у 53-х ведущих вузов страны сведения о выполненных в 2024 году фундаментальных исследованиях.

Свои результаты исследований представил 51 вуз. Всего вузами было представлено 270 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 имени М.В. Ломоносова

Разработана серия гибридных фотокатализаторов, сочетающих в своей структуре фотоактивный комплекс рутения (II) и металлокомплексный катализатор на основе переходного металла, связанные мостиковым лигандом. Показано преимущество данного типа систем в реакции никель-фоторедокс-катализируемого арилирования арилсульфенатов. Реакция протекает в мягких условиях под действием видимого света и позволяет получать диарилсульфоны, в том числе биологически активные соединения и их предшественники, с высокими выходами. Предложенные каталитические системы позволяют снизить загрузку фотокатализатора до 0.1 мольн.% и увеличить скорость реакции в 3 раза.

Руководитель работы: ак. РАН Белецкая Ирина Петровна

Авторы: Белецкая И.П., Ионова В.А., Абель А.С., Аверин А.Д.

Публикации:

V.A. Ionova, A.S. Abel, A.D. Averin, I.P. Beletskaya, *Advanced Synthesis and Catalysis*, 2024, 366, 14, 3173. <http://dx.doi.org/10.1002/adsc.202400350>.

Санкт-Петербургский государственный университет

1. Инертность процесса динамического разрушения и дискретные модели динамического разрушения

Впервые обнаружена аналогия между динамическим разрушением хрупких материалов и разрушением в системе «масса на пружине»: показано, что процессу динамического разрушения возможно приписать инерцию. Данная аналогия позволила построить упрощенную модель разрушения среды, способную описывать ключевые эффекты динамического разрушения: задержку разрушения и рост прочности системы при увеличении скорости нагружения. Построенная модель была использована для моделирования экспериментов по динамическому разрушению, в частности, тестов на откольную прочность (рис. 1).

Организация–соисполнитель: Институт проблем машиноведения Российской академии наук.

Руководитель работы: чл.-корр. РАН Петров Ю.В. (СПбГУ, ИПМаш РАН).

Авторы: Н.А. Казаринов (СПбГУ, ИПМаш РАН), А.А. Уткин (СПбГУ, ИПМаш РАН)

Публикации:

N.A. Kazarinov, S.A. Smirnov, Y.V. Petrov, *Revisiting mass-on-spring model to address key dynamic fracture effects*, *Theoretical and Applied Fracture Mechanics*, 132, 2024, 104470, <https://doi.org/10.1016/j.tafmec.2024.104470>

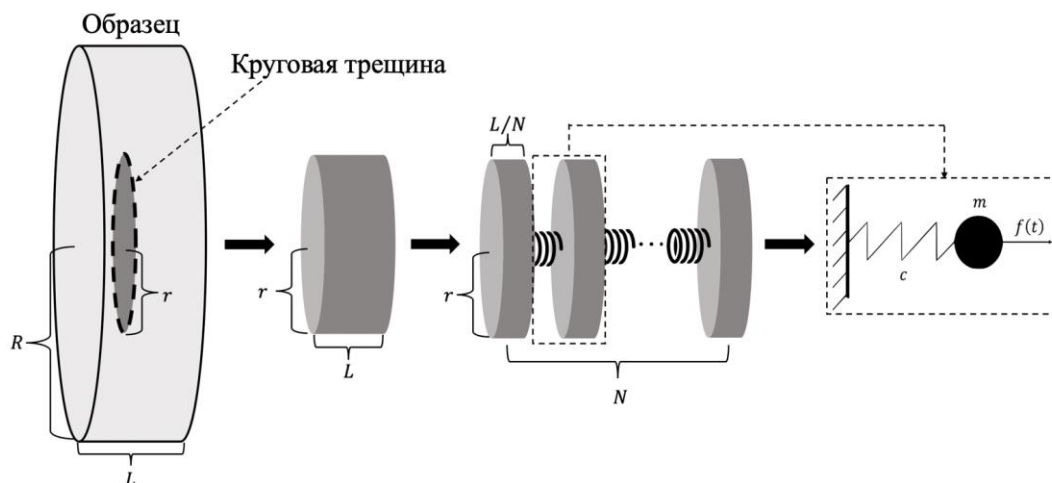


Рис. 1. Схема применения модели разрушения на основе осциллятора для анализа откольного разрушения в стержнях

2. Первый перевод на русский язык первой европейской биографии Ивана Грозного (Пауль Одерборн, «Жизнь Ивана Васильевича», 1585)

Иван IV Грозный (1533–1584), первый русский царь и первый русский правитель, которому в Европе посвятили специальную биографию – книгу, опубликованную в Германии в 1585 году. Её автором был немецкий пастор Пауль Одерборн. На русский язык этот 200-страничный труд до сих пор не переводился. В результате коллективной работы был сделан и опубликован первый полный перевод сочинения Одерборна – первой западной биографии правителя России. Перевод, снабжённый аналитическими очерками и научным комментарием, вышел в престижной академической серии «Литературные памятники» (рис. 2). Это новый ценный источник по истории политической пропаганды, истории русофобии, истории восприятия России в Европе.

Организации-соисполнители: Санкт-Петербургский государственный университет, Российский государственный гуманитарный университет.

Руководитель работы: заведующий кафедрой истории славянских и балканских стран, профессор СПбГУ, д.и.н. Филюшкин А.И.

Авторы: Рыбаков В.В. (РГГУ), Хрусталева Д.Г. (УК МИР).

Публикации:

Одерборн Пауль. Жизнь Ивана Васильевича, великого князя Московии / Издание подготовили В.В. Рыбаков, А.И. Филюшкин, Д.Г. Хрусталева; отв. ред. А.В. Сиренов. Санкт-Петербург: Наука, 2024. 439 с.: ил. (Сер. «Литературные памятники»).

Филюшкин А.И. Антигерой Европы: как создавалась "Ioannis Basilidis Magni Moscoviae Ducis Vita" Пауля Одерборна // Древняя Русь: вопросы медиевистики. 2023. № 2. С. 109-125. DOI 10.25986/IRI.2023.92.2.010

Филюшкин А.И. Сведения об опричнине в сочинениях европейцев: к вопросу о соотношении текстов // Российская история. 2024. № 5. С. 3-17.

Filyushkin A. Debate on Russian Saints in European Narratives about Sixteenth-Century Muscovy // RussianStudiesHu. 2024. Vol. 6. No. 1. P.11-27. DOI: 10.38210/RUSTUDH.2024.6.1



Рис. 2. Издание труда Пауля Одерборна «Жизнь Ивана Васильевича, Великого князя Московии»

3. Искусственный интеллект в кардиохирургии для диагностики пациентов с патологией магистральных сосудов и сердца

Учеными СПбГУ совместно с кардиохирургами и учеными Клиники высоких технологий им. Н.И. Пирогова СПбГУ разработан проект Expert Opinion AI – первый в России искусственный интеллект в кардиохирургии, направленный на автоматизацию и ускорение процесса диагностики пациентов с патологией магистральных сосудов и сердца (в частности, аорты и аортального клапана).

Созданная технология основана на разработанных авторами методах компьютерного зрения и ансамбля нейронных сетей для анализа снимков компьютерной томографии (КТ) с аортой. Сложность задачи обуславливается сложностью строения и формы аорты, а, кроме того, отсутствием качественных размеченных наборов данных для построения и обучения нейросетевых моделей.

Первая часть задачи решалась с помощью построения новой нейросетевой модели на основе архитектуры трансформер (transformer) и двумерного подхода для сегментации аорты на снимках КТ, а также графовых подходов и алгоритмов компьютерного зрения для поиска точек семантических срезов аорты и вычисления их характеристик (таких как площадь, длина, диаметры срезов).

Вторая часть – с помощью создания специализированной краудсорсинговой системы для качественной разметки медицинских данных, с помощью которой были построены авторские наборы данных для обучения методов глубокого и машинного обучения по анализу и автоматизированной диагностике аорты и аортального клапана.

В 2024 году проект попал в Топ-100 премии «Россия – страна возможностей» и был признан одним из наиболее перспективных в области «Медицины и здравоохранения», стал победителем стартап СПбГУ, а также принял участие в статусе университетского проекта в международном инвестиционном конгрессе AIM Congress 2024. Победитель Международной университетской премии в области искусственного интеллекта и больших данных «Гравитация 2024» (организованный Российской академией народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации) как перспективный проект в номинации «Высокий социальный эффект».

Руководитель работы: к.т.н. Блеканов Иван Станиславович.

Авторы: Ким Г.И., Коваленко Л.А., Ежов Ф.В., Ларин Е.С., Разумилов Е.С., Пугин К.В.

Публикации:

Блеканов И.С., Ким Г.И., Ежов, Ф.В., Коваленко Л.А., Ларин Е.С., Разумилов Е.С., Пугин, К. В., Дадашов М. С., Пягай, В. А., Шматов, Д. В. Методы искусственного интеллекта в сердечно-сосудистой хирургии и диагностика патологии аорты и

Сибирский федеральный университет

Разработка плазмонных светоконцентраторов для улучшенной рамановской микроскопии

Сильно несферические плазмонные наночастицы с острыми кромками (плазмонные иглы – светоконцентраторы), с минимально возможным радиусом кривизны, обладают уникальными светоконцентрирующими свойствами и используются для исследования вещества, создания новых материалов и устройств. Радиус кривизны плазмонных игл, применяемых, в частности, в атомно-силовой сканирующей микроскопии и сверхвысокочувствительной рамановской спектроскопии, составляет на сегодняшний день около 50 нм. Недостатком таких игл является быстрая деградация формы (острых кромок) с последующей утратой светоконцентрирующих свойств.

В нашей работе с помощью развиваемой нами в последние годы многомасштабной теории, включающей атомистическое моделирование, молекулярную динамику и классическую электродинамику, сделан первый шаг на пути создания устойчивого к деградации плазмонного светоконцентрирующего элемента, выполняющего функцию плазмонной иглы с радиусом кривизны светоконцентрирующего острия от 5 нм (рис. 3). Нами показано, что нестабильность формы иглы объясняется миграцией поверхностных атомов из области вершины иглы, что является основным фактором изменчивости формы в сильно несферических плазмонных наночастицах.

В работе предложены стабильные кристаллографические конфигурации возможных плазмонных игл, которые могут противостоять внешнему воздействию, сохранять первоначальную форму и сохранять способность усиливать локальные оптические поля, что обеспечивает увеличение срока службы плазмонного кантилевера при сохранении его светоконцентрирующих свойств. Возможное применение результатов исследований данного проекта охватывает, в том числе, такие прикладные направления, как TERS, SERS, фотовольтаику, наносенсорику, атомно-силовую и туннельную микроскопию.

Руководитель: Полютков С.П.

Авторы: Хренников Д.Е., Костюков А.С., Высотин М.А., Герасимов В.С., Ершов А.Е., Карпов С.В.

Публикации:

Sergey P. Polyutov, Daniil E. Khrennikov, Artem S. Kostyukov, Maxim A. Visotin, Lasse K. Sørensen, Valeriy S. Gerasimov, Alexander E. Ershov, Sergey V. Karpov, and Hans Ågren. Temperature Evolution of Plasmonic Probes for Tip-Enhanced Raman Scattering. The Journal of Physical Chemistry C, 2024, <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.4c05812> (IF=3.5).

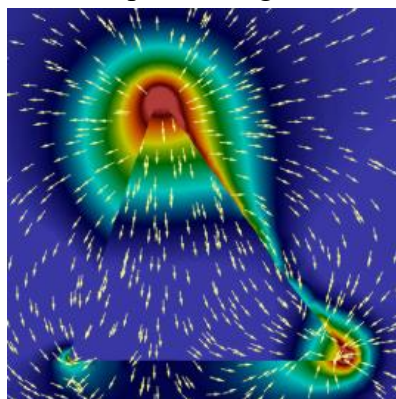


Рис. 3. Распределение локального поля вокруг золотого нанотетраэдра, состоящего из 26231 атома, при резонансном облучении

Разработка резонатора для белого лазера на основе чирпированного фотонного кристалла

В последние годы большой интерес представляет одновременная генерация частотно структурированных мод в лазерном резонаторе. Их высшей формой являются белые лазеры, высокая направленность, яркость и возможность модуляции интенсивности которых имеют большое значение, позволяя повысить отношение сигнал/шум в спектроскопических системах, чувствительность устройств обнаружения, скорость передачи данных и цветопередачу в осветительных элементах. Белые лазеры находят применение в современной науке и технике, в лазерном освещении, в полноцветной лазерной визуализации и отображении, в биологическом и химическом зондировании, сканировании и мониторинге, в сверхбыстрой передаче данных, в спектроскопии, в качестве миниатюрного источника когерентного света. Нами теоретически исследованы возможности одновременной лазерной генерации во всех, близко расположенных модах слоя чирпированных фотонных кристаллов (ФК) во всей видимой области спектра (рис. 4). Рассчитаны и сравнены спектры отражения, локализации поля, а также относительной фотонной плотности состояний и поглощения для градиентных и слоистых фотонных кристаллов с различными параметрами чирпирования (рис. 5). Показано, что управляя контрастом чирпа становится возможным получить белый лазер с простой системой на чипе из ФК.

Руководитель: д.ф.-м.н. Геворгян А.А.

Авторы: Геворгян А.А., Ванюшкин Н.А., Ефимов И.М.

Публикации:

Gevorgyan A. H., Vanyushkin N. A., Efimov I. M. A white laser resonator with chirped photonic crystals //Optical Materials. – 2024. – Т. 148. – С. 114839.

$$\varepsilon(z) = \varepsilon + \Delta\varepsilon \sin\left(\frac{2\pi}{\Lambda(z)}z\right)$$

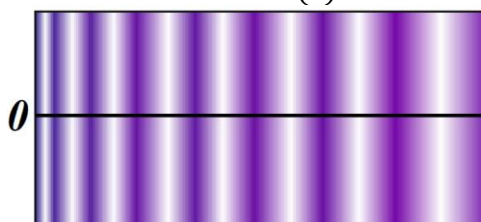


Рис. 4. Геометрия задачи. Слой планарного одномерного чирпированного гармонического ФК. L - толщина слоя ФК,

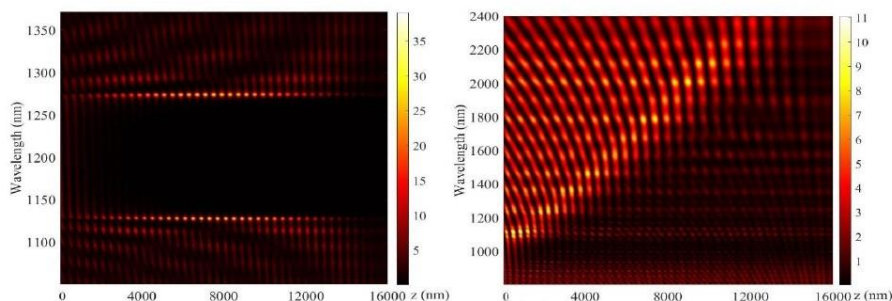


Рис. 5. Эволюция интенсивности света внутри слоя ФК при изменении координаты z в случае отсутствия и присутствия чирпирования

1. Программно-аппаратный комплекс для проектирования и контроля структурных и физико-механических изменений изготовленных с помощью аддитивных технологий неоднородных изделий при эксплуатационных нагрузках

Сущность достижения заключается в разработке новых методов проектирования и контроля структурных и физико-механических изменений неоднородных изделий. Программная часть комплекса позволяет проектировать неоднородные изделия, а также проводить моделирование механического поведения реального образца на основе данных цифрового двойника (данные рентгеновской компьютерной томографии), в том числе с учетом внесенных изменений в реальный объект. Аппаратная часть обеспечивает проведение нагружения реального объекта совместно со сканированием рентгеновским компьютерным томографом.

Разработанный оригинальный вычислительный метод обеспечивает большую скорость вычислений и требует меньших затрат на подготовку численной модели, позволяет учитывать многофазность исследуемого объекта. Новизна аппаратной части подтверждается патентом на изобретение.

Значимость продиктована технологическим развитием, в частности применением аддитивных технологий в медицинской, аэрокосмической и архитектурно-строительной сферах. Изготовление аддитивным методом позволяет оптимизировать распределение материала в изделии, тем самым уменьшая массу конструкции, сохраняя при этом прочностные и жесткостные свойства. Однако единого оптимального метода проектирования неоднородных изделий не существует. Различие топологии неоднородных структур может как положительно, так и негативно влиять на эксплуатационные свойства. Кроме того, существуют и технологические проблемы, связанные с микротрещинами и расслоением изделия при 3D печати на макро-, мезо- и микроуровнях. Большинство экспериментов контроля качества структур, в отличие от авторского метода, проводится до или после натурных экспериментов, что не дает полной картины изменения структурных параметров и физико-механических свойств в ходе нагружения. Так, проведенные исследования с помощью разработанного комплекса уже позволили дать оценку влияния мезопористости при изготовлении образцов методом послойного наплавления. Также разработанный комплекс нашел применение в медицинской сфере. В частности, по методике был спроектирован сетчатый эндопротез длинных костей, который сейчас исследуется в экспериментах *in vivo*. Метод планируется расширить для автоматизированного проектирования индивидуализированных эндопротезов (рис. 6).

Руководитель: к.ф.-м.н. Саченков О.А.

Авторы: Большаков П.В., Харин Н.В., Акифьев К.Н., Спиридонова К.О., Герасимов О.В.

Публикации:

1. Bolshakov P., Kuchumov A., Kharin N., Akifyev K., Statsenko E., Silberschmidt V. Method of computational design for additive manufacturing of hip endoprosthesis based on basic-cell concept // Int. J. Numer. Method Biomed. Eng. 2024, 40, e3802.

2. Bolshakov P., Kharin N., Agathonov A., Kalinin E., Sachenkov O. Extension of the voronoi diagram algorithm to orthotropic space for material structural design // Biomimetics 2024, 9, 185.

3. Пат. 2813454 Российская Федерация, МПК G01N23/046 (2018.01) Устройство для определения структуры образцов при автоматизированном одноосном сжатии и способ его использования / Саченков О.А., Большаков П.В., Харин Н.В., Акифьев К.Н., Спиридонова К.О., Смирнова В.В. - № 2023126459; заявл. 16.10.2023; опубл. 12.02.2024.



Рис. 6. Программно-аппаратный комплекс для проектирования и контроля структурных и физико-механических изменений изготовленных с помощью аддитивных технологий неоднородных изделий при эксплуатационных нагрузках

2. Первый метод исследования микроструктуры ячеек перинейрональных сетей с применением искусственного интеллекта для существенного ускорения процесса выявления механизмов патогенеза заболеваний головного и спинного мозга с целью выявления новых биомаркеров для получения решений в области фармацевтики при лечении психотических заболеваний

Внедрение методов искусственного интеллекта становится важным фактором научного и технологического лидерства в биологии и медицине. Эта тенденция определяет необходимость как экспериментальных исследований с использованием искусственного интеллекта, так и теоретических работ, формулирующих стратегические направления развития.

Пластичность головного и спинного мозга является одним из важнейших свойств человеческого организма и находится в фокусе внимания современных наук о мозге, в том числе неврологии. В аспекте молекулярно-клеточных механизмов пластичности большое внимание уделяется изучению перинейрональных сетей – особого высококонденсированного типа внеклеточного матрикса, играющего важную роль в патологических механизмах эпилепсии, шизофрении, болезни Альцгеймера и ряда других социально значимых заболеваний. Ранее наша группа опубликовала ряд исследований по микроструктуре перинейрональных сетей, в том числе в экспериментальных моделях шизофрении и травмы спинного мозга.

В данной работе мы предлагаем первый в мире метод исследования микроструктуры ячеек перинейрональных сетей с применением искусственного интеллекта, а также теоретический анализ, в котором формулируем две тенденции, которые, будут важны для дальнейшего развития нейробиологических и биомедицинских исследований перинейрональных сетей.

Во-первых, это внедрение методов искусственного интеллекта для анализа данных микроскопии. Нами разработаны нейросетевые алгоритмы для поиска, локализации и обведения контуров ячеек перинейрональных сетей на общем микроскопических снимках

на базе технологий генеративно-состязательных нейронных сетей (рис. 7). Наши результаты и литературные данные демонстрируют важную роль для методов искусственного интеллекта в создании экспериментально обоснованных количественных моделей синаптических сетей вплоть до интегральных моделей коннектома человеческого мозга, в том числе с использованием данных изучения перинейрональных сетей. Это может иметь важное значение в неврологии и психиатрии.

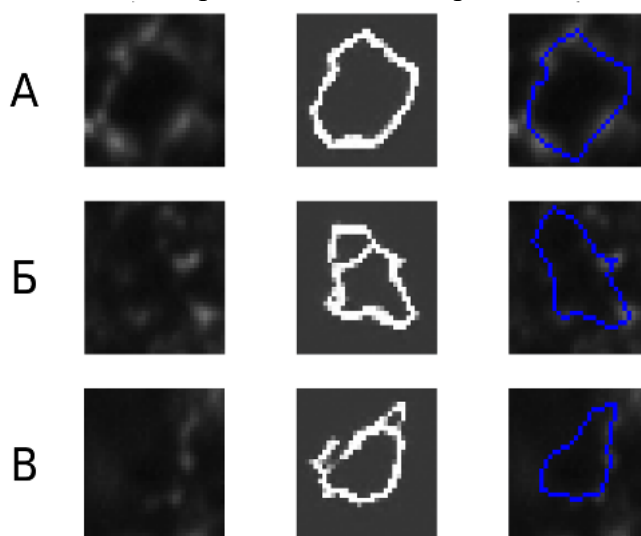


Рис. 7. Результаты работы нейросети для выделения контуров ячеек перинейрональных сетей

Во-вторых, это переход от микроскопии низкого разрешения к высокому разрешению, в том числе к микроскопии сверхразрешения и исследованиям по электронной томографии. Это позволит количественно исследовать ряд параметров, интересных с точки зрения патологий ЦНС, в том числе площадь ячеек перинейрональных сетей и трехмерную структуру вещества перинейрональных сетей на границе раздела между соседними синапсами как важным детерминантам структуры и функции синаптических контактов (рис. 8).

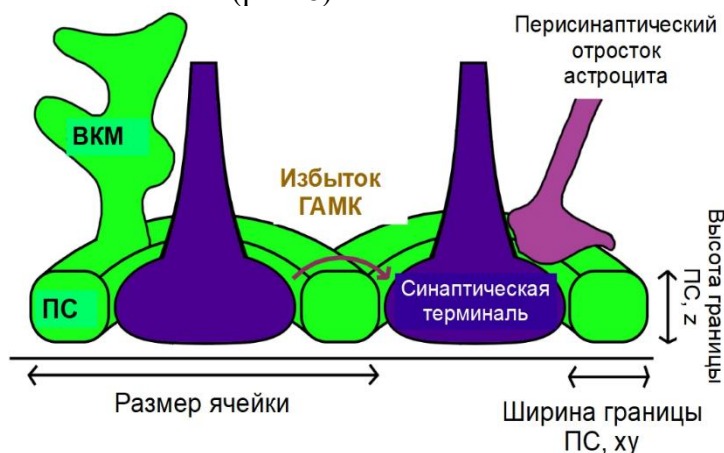


Рис. 8. Схема микроструктуры ячеек перинейрональных сетей (ПС)

Руководители: Павельев М.Н., д.х.н., Аганов А.В., к.т.н., Егорчев А.А.

Авторы: Павельев М.Н., Аганов А.В., Егорчев А.А., Мусин Ф.М., Липачев Н.С., Мельникова А.А., Гимадудинов Р.М., Кашипов А.Р., Молотков Д.А., Державин Д.В., Чикрин Д.Е.

Публикации:

1. Paveliev M, Egorchev AA, Musin F, Lipachev N, Melnikova A, Gimadutdinov RM, Kashipov AR, Molotkov D, Chickrin DE, Aganov AV. Perineuronal Net Microscopy: From Brain Pathology to Artificial Intelligence. Int J Mol Sci. 2024 Apr 11;25(8):4227. <https://www.mdpi.com/1422-0067/25/8/4227> (Q1).

2. Egorchev A, Kashipov A, Lipachev N, Derzhavin D, Chikrin D, Aganov A, Paveliev M, Application of Machine Learning Methods for Annotating Boundaries of Meshes of Perineuronal Nets//Communications in Computer and Information Science. - 2024. - Vol.2112, Is.. - P.164-177. (Q3)

3. Разработка инновационных отечественных клеточных препаратов для терапии онкологических заболеваний

На сегодняшний день в мире одобрено десять препаратов клеточной терапии, все они направлены на лечение онкологических заболеваний. В Российской Федерации в 2024 году инициированы клинические исследования первого CAR-T клеточного препарата.

Проведены первые лабораторные исследования препарата аутологичных CAR-T клеток, которые продемонстрировали высокую противоопухолевую активность *in vitro*. Разработан дизайн уникальной последовательности химерного рецептора для отечественного CAR-T препарата, инициирован синтез генетических конструкций. Анти-CD19 CAR-T клеточный препарат, созданный в рамках проекта, будет представлять собой инновационное средство для терапии В-клеточных злокачественных новообразований, таких как лимфомы и лейкозы.

Разработана концепция аллогенного CAR-T препарата для терапии В-клеточных злокачественных новообразований, которая позволяет увеличить доступность препаратов клеточной терапии, масштабировать их производство, стандартизировать технологию и снизить стоимость финального продукта.

Разработана концепция аллогенного препарата для адаптивной клеточной терапии онкологических заболеваний различной этиологии на основе модификации естественных киллеров пуповинной крови (CAR-ucNK) человека, обладающих высоким профилем безопасности и отсутствием иммунотоксичного, нейротоксичного и нефротоксического действия. CAR-ucNK, в отличие от CAR-T клеток, могут быть использованы для терапии солидных опухолей, включая онкологические заболевания с ограниченными терапевтическими подходами, такие как рак поджелудочной железы, печени и легкого.

Разработан подход оценки иммунной токсичности клеточных препаратов *in vitro* с использованием гетероклеточных трехмерных сфероидов (рис. 9). *In vitro* тестирование токсичности позволяет значительно снизить стоимость доклинических и клинических исследований препаратов, повысить шансы получения более безопасных терапевтических соединений. Результаты представлены в статье Q1.

Руководители: Булатов Э.Р.; д.б.н. Мифтахова Р.Р.; Ph.D., Ризванов А.А.

Авторы: Змиевская Е.А., Ганеева И.А., Абрамов С.Н., Скибо Ю.В., Тихомирова М.В., Давлетшин Д.Р., Гилязова Э.М., Мухаметшин С.А., Столярова Е.А., Каныгина О.А., Мингалеева Р.Н., Сагдеева А.Р., Золотых М.А., Мингазова Л.А., Габдлухакова А.Г., Хайруллин Р.Ф., Филина Ю.В., Ромозанова А.М., Рахматуллина А.Р., Ахунзянов А.А.

Публикации:

Rakhmatullina, A.R.; Zolotikh, M.A.; Filina, Y.V.; Valiullina, A.K.; Zmievskaya, E.A.; Gafurbaeva, D.U.; Sagdeeva, A.R.; Bulatov, E.R.; Rizvanov, A.A.; Miftakhova, R.R. Multicellular Cancer-Stroma Spheres (CSS) for In Vitro Assessment of CAR-T Cell-Associated Toxicity. Cells 2024, 13, 1892. <https://doi.org/10.3390/cells13221892>. WoS/Scopus, IF= 5.1, Q1.

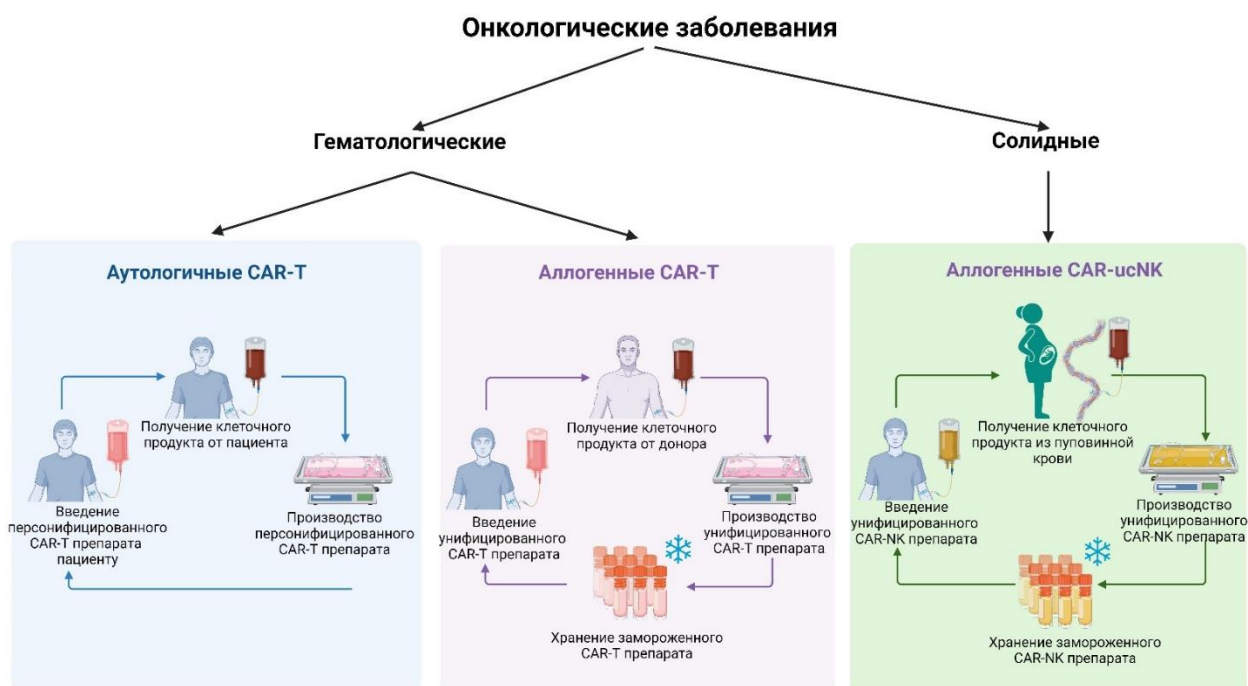


Рис. 9. Виды разрабатываемых клеточных препаратов

Северо-Восточный федеральный университет имени М.К. Аммосова

Разработка сценария передвижений и контактов якутов (на материале лексики растительного мира)

Получено достаточно полное описание функционирования и происхождения лексики живой природы в якутском языке, включающее ономастические, типологические, контактологические, этимологические и палеолингвистические аспекты. В работе удалось предложить решение ряда вопросов, стоявших перед якутской и тюркской лингвистикой; кроме того, по-видимому, удалось поставить ряд новых вопросов, в том числе перед типологией семантических изменений и этнолингвистикой. Принят ряд новых этимологических решений для слов якутского языка, относящихся к исследуемой группе лексики. На основании этимологизации и осмысления лингвогеографических данных по лексике природного окружения (как наиболее релевантной для определения биоценозов среды обитания якутов и их предков) предпринята попытка выдвижения гипотезы о путях расселения носителей якутского языка по занимаемой территории и о направлении семантического развития фитонимов в условиях языковых контактов и смены природного окружения (рис. 10):

- ранний период: локализация в гористой лесной зоне умеренного климата, контакты с монгольскими народами, заимствование через смешанные браки лексики, связанной с традиционно женскими областями хозяйства; возможно, контакты с тюрками саянской группы (в рисунке территория выделена синим);
- затем перемещение компактной группы предков якутов на Север умеренной зоны ~ в субарктическую зону; общек якутские контакты с эвенками (в рисунке территория выделена голубым);
- далее разделение единой группы и перемещение отдельных групп в разные районы северной Сибири, продолжение локальных контактов с отдельными эвенкийскими группами и на северо-востоке нынешней Якутии с эвенками и юкагирами (в рисунке территория выделена зелёным).

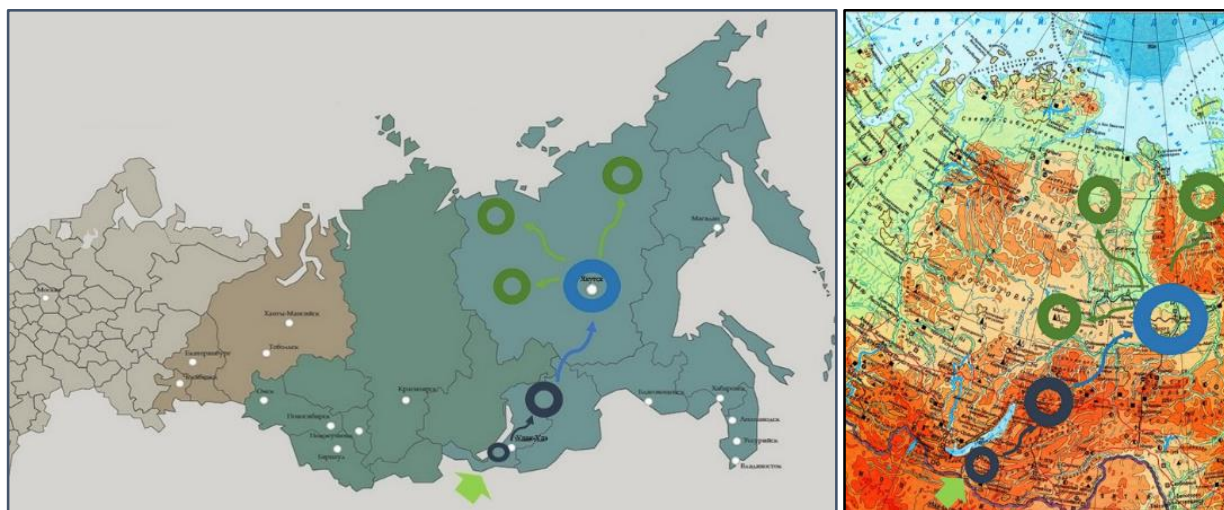


Рис. 10. Территориальный сценарий передвижений и контактов якутов

Руководитель: к.ф.н. Малышева Н.В.

Авторы: Малышева Н.В., Осорова М.А., Тимофеева А.В. и др.

Публикации:

Малышева Н.В. Народные названия животных и растений в якутском языке, образованные по признаку «связь с мифологическими образами, поверьями и тотемизмом» // Эпосоведение, 2024. № 1 (33). С. 93-102.

Malysheva N., Grenoble L., Osorova m., Rakhleeva A. Plants in the sakha culture: names, knowledge, and habitat // JOURNAL OF ETHNOBIOLOGY, 2022, 42(4), с. 461-476.

Osorova M.A., Malysheva, N.V., Timofeeva, A.V. Comparing Etymological Characteristics of Plant Naming in Yakut, Even, and Evenk Languages // Arctic, 2022, 75(4), с. 491–496.

Северо-Кавказский федеральный университет

Обоснование технических решений по внедрению технологии синхронизированных измерений в распределительных электрических сетях

Настоящая работа посвящена разработке устройств и методик для внедрения концепции интеллектуальной энергетической системы (Smart Grid). Для этого предлагается оснащение распределительных сетей интеллектуальными приборами учета энергии, интеллектуальными электронными устройствами, оптическими трансформаторами тока и передвижными лабораториями для их обследования, а также интеграция SCADA/AMI/DMS/OEM/FM систем. Значимость результатов проекта для электроэнергетики России определяется оптимизацией затрат на внедрение Smart Grid и повышением эффективности функционирования распределительных сетей благодаря снижению потерь и улучшению качества электроэнергии, минимизации перерывов в электроснабжении потребителей, а для экономики страны в целом – увеличением конкурентоспособности продукции предприятий за счет сдерживания темпов роста тарифов на электроэнергию, обеспечения требуемого уровня надежности и качества электроснабжения.

В настоящее время разработан экспериментальный образец передвижной лаборатории (рис. 11 и рис. 12) для идентификации топологии и параметров распределительных электрических сетей на базе технологии синхронизированных измерений. Ожидаемыми результатами проекта являются: технические решения по реализации технологии синхронизированных измерений в распределительных электрических сетях (включая ОСТ), обеспечивающие повышение наблюдаемости и управляемости этими сетями.

Проведены патентные исследования; зарегистрирована программа для ЭВМ; разработан прототип передвижной лаборатории; смонтирован прототип цифровой подстанции; разработан макет оптического трансформатора тока; по тематике проекта выиграны и выполнены 3 студенческих стартапа объемом 3 млн рублей; заключен договор на выполнение НИОКР с АО «Энергомера» на 2023–2024 гг. (3 млн рублей).

Руководитель: д. т. н. Кононов Ю. Г.

Авторы: Костюков Д.А., Зеленский Е.Г., Бондаренко Е.А., Звада П.А.

Публикации:

1. Makarova, A. V., Stepanova, E. P., Toporkova, E. V., Kalmykov, I. A. «Method for Determining the Coordinates of the Points of Intersection and Transition of the Abscissa Axis with the Trajectory of a Single-Variable Function and Some Features of its Application», 2023 6th International Scientific and Technical Conference on Relay Protection and Automation (RPA), 2023 г., DOI : 10.1109/RPA59835.2023.10319849.

2. Petrov A.V.; Kostiukov D. A.; Zvada P.A. «The Study of Error of Determining the Phase Shift», 2023 International Russian Smart Industry Conference (SmartIndustryCon), 2023 г., DOI : 10.1109/SmartIndustryCon57312.2023.10110737.

3. Маевский В.В., Звада П.А., Шагимарданов П.Д., «Разработка метода применения резервного сигнала в релейных защитах при насыщении трансформаторов тока», Международная научно-техническая конференция Релейная защита и автоматика энергосистем – 2023. Сборник докладов. ISBN: 978-5-6050319-0-1.

4. Гордиенко К.С., Минаев Д.Е., Звада П.А., «Coordination of Real-Time Models with the Physical Level of Relay Protection Devices of Electrical Networks», 2023 6th International Scientific and Technical Conference on Relay Protection and Automation (RPA), 2023, DOI: 10.1109/RPA59835.2023.10319875.

5. Zelenskii E.G.; Tuchina D.S.; Kononov Yu. G.; Kozhevnikov V.M. «Mobile Laboratory for Identification of Radial Distribution Network Topology», 2022 IEEE International Multi-Conference on Engineering, Computer and Information Sciences (SIBIRCON), Yekaterinburg, Russian Federation, 2022, pp. 2110-2115. DOI: 10.1109/SIBIRCON56155.2022.10016979.

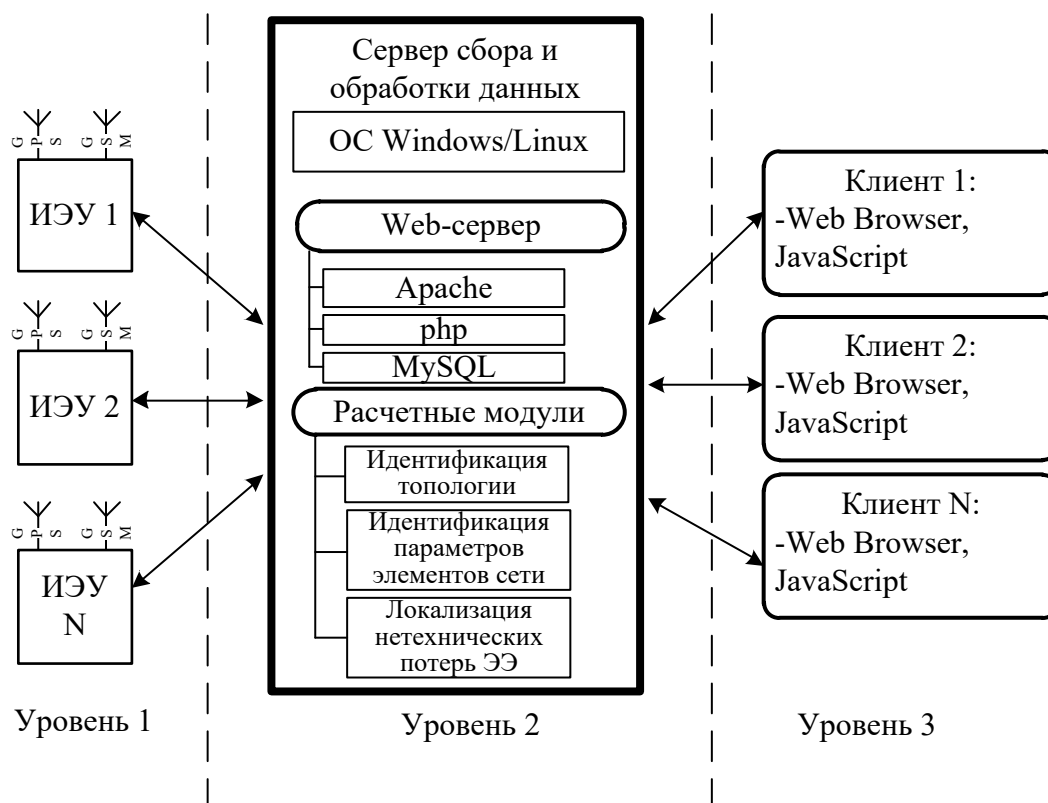


Рис. 11. Программно-аппаратная архитектура построения передвижной лаборатории



Рис. 12. Экспериментальный образец передвижной лаборатории

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина

Инфракрасные спектры конденсированного HCN в различных молекулярных окружениях для интерпретации наблюдений межзвездных льдов

Уникальная для России сверхвысоковакуумная криогенная установка для инфракрасной спектроскопии аналогов межзвездных льдов собрана и откалибрована в молодежной Научной лаборатории астрохимических исследований ИЕНиМ УрФУ.

Установка позволяет выращивать аналоги межзвездных льдов контролируемого состава в условиях, приближенных к космическим ($P < 7 \times 10^{-13}$ атм., $T = 6.7 - 305$ K).

С помощью установки впервые получены инфракрасные спектры астробиологически значимой молекулы HCN, вероятного прекурсора аминокислот, в

окружении основных компонентов межзвёздных льдов (H_2O , CO_2 , CO , CH_3OH , NH_3) и в окружении молекул, имитирующих межзвёздные полиароматические пылевые частицы (C_6H_6 , $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$, $\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$) (рис. 13). Полученные спектры находятся в публичном доступе (DOI:10.5281/zenodo.12711013). Лабораторные спектры и извлечённые из них интенсивности полос поглощения необходимы для определения содержания и распределения молекулы HCN в межзвёздных льдах по результатам интерпретации наблюдений областей звездообразования в инфракрасном диапазоне.

При помощи полученных данных были интерпретированы результаты наблюдений межзвёздных льдов в молекулярном облаке Chameleon 1 в направлении на звезду фона J110621, полученные при помощи телескопа имени Джеймса Уэбба (JWST). Получена оценка содержания HCN в межзвёздном льде в количестве $\sim 1\%$ от содержания водяного льда, что согласуется с теоретическими представлениями.

Организация-соисполнитель: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Руководитель: к.ф.-м.н. Васюнин А.И.

Авторы: Ожиганов М.Э., Медведев М.Г., Картеева В.М., Накибов Р.С., Сапунова У.А., Крушинский В.В., Степанова К.А., Трясцина А.С., Горьковенко А.Н., Федосеев Г.С., Васюнин А.И.

Публикации:

По результатам работы опубликована статья в The Astrophysical Journal Letters Ozhiganov et. al. 2024 ApJL 972 L10 (IF = 8.8).

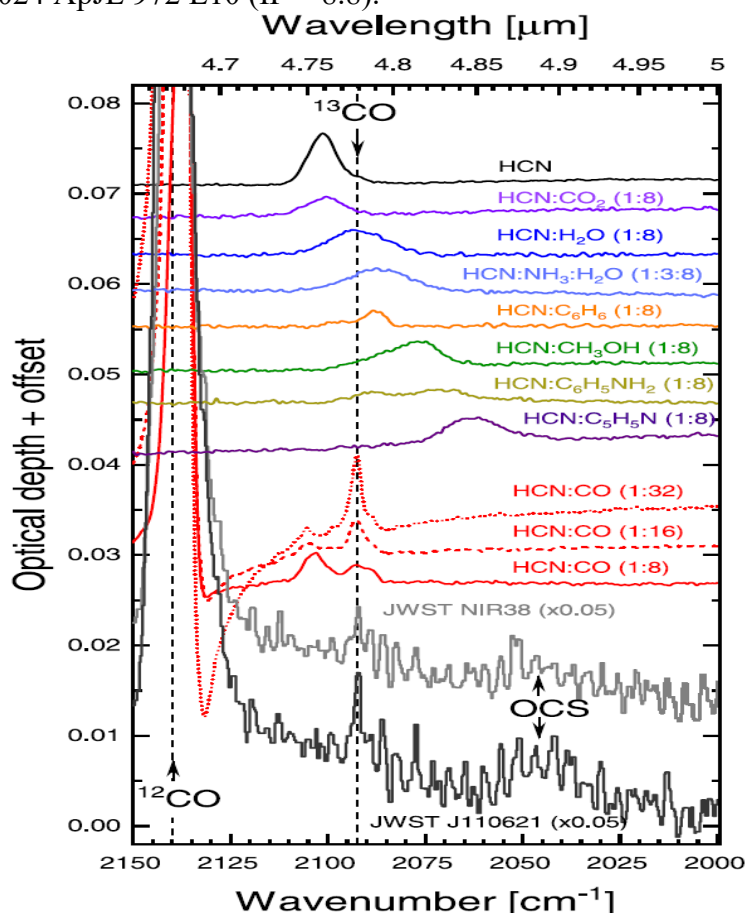


Рис. 13. Лабораторные спектры твердого HCN в астрофизически значимых окружениях, полученные на сверхвысоковакуумной криогенной установке ИЕНиМ УрФУ, а также участок ИК-спектра молекулярного облака Chameleon-1 в направлении на звезду фона J110621

Технологии использования роботизированных микрофлюидных систем под управлением искусственного интеллекта для ускоренной разработки новых стратегически важных материалов и их диагностики

Разработаны, изготовлены и протестированы на двух станциях синхротронного комплекса КИСИ (СТМ и Биомур) в НИЦ Курчатовский институт роботизированные микрофлюидные системы под управлением технологий искусственного интеллекта для ускоренной разработки новых перспективных и реинжиниринга стратегически важных материалов и их диагностики в режиме реального времени. В настоящее время в мире не существует ни одной подобной действующей роботизированной микрофлюидной системы для ускоренной разработки материалов на инфраструктуре мега-сайенс (синхротронных центрах или лазерах на свободных электронах). При внедрении ожидаемая экономия исходных химических реагентов при проведении скрининга и оптимизации параметров реакций синтеза составит более чем в 100 раз по сравнению с классическими методом объёмного синтеза в колбе.

В ходе оптимизации реакции гидроформилирования в микрофлюидных условиях на станции СТМ КИСИ НИЦ Курчатовский институт получено увеличение выхода альдегидов и спиртов более чем на 20% из альфа-олефинов, а наблюдаемое сокращение объёма исходных реагентов для синтеза белковых структур более чем на порядок при экспериментах, проводимых методами мало-углового рентгеновского рассеяния (МУРР), крайне существенно при разработке и исследованиях дорогостоящих белковых фармпрепаратов (рис. 14).

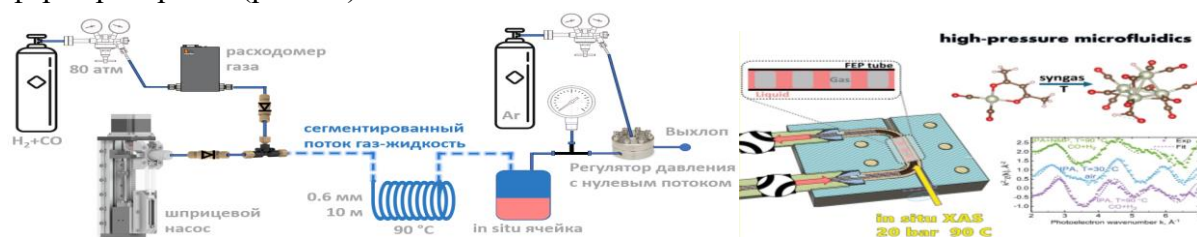


Рис. 14. Микрофлюидная система для in-situ диагностики реакций гидроформилирования на источниках синхротронного излучения

Портативные аналоги данных роботизированных систем, использующие оптические методы диагностики, могут применяться в лабораторных условиях, существенно расширяя количество организаций, в которых будет использоваться настоящая технология ресурсо-эффективной разработки новых материалов с требуемыми характеристиками.

Организация–соисполнитель: НИЦ «Курчатовский институт».

Руководитель: д.ф-м.н. Солдатов А.В.

Авторы: Гуда А.А., Солдатов М.А., Гуда С.А., Муханова Е.А., Панкин И.А., Загребав А.Д., Терещенко А.А., Александров А.А., Медведев П.В.

Публикации:

1. Tereshchenko, A.A., et al., Heterophase Pt/EG-catalyzed hydrosilylation in droplet microfluidics: Spectral monitoring and efficient 3D-printed reactors. Chemical Engineering Journal, 2024, 498: p. 155016;

2. Rud, P., et al., 3D printed cell for the in situ dynamic light scattering monitoring of nanoparticle size distribution in microfluidics. Microchemical Journal, 2024, 196: p. 109659;

3. Gorbunov, D., et al., Transferring hydroformylation reaction into high-pressure gas–liquid microfluidic systems: Key achievements and perspectives. Journal of Industrial and Engineering Chemistry, Journal of Industrial and Engineering Chemistry Volume 136, 25 August 2024, Pages 46-72;

4.Eid, M.E.A., et al., In Situ XAS Diagnostics of Reductive Hydroformylation Reaction in Segmented Flow Under Elevated Pressure and Temperature. Industrial & Engineering Chemistry Research, 2024 63(35): p. 15397-15403.

**Национальный исследовательский университет
«Высшая школа экономики»**

1. Кросскультурное исследование особенностей принятия рискованных решений в зависимости от природы контекста – с использованием описания или основанного на обучении с подкреплением

Кодирование ценности вознаграждения у людей носит контекстно-зависимый характер, что нередко приводит к субоптимальным с точки зрения экономической теории решениям. Субоптимальность решений объясняется Теорией перспектив, предложенной Даниелем Канеманом (Kahneman, 2003). До сих пор открытым оставался вопрос, является ли нейровычислительное ограничение ценности общим для жителей стран с различным уровнем экономического развития. Чтобы ответить на этот вопрос, в консорциуме из ученых 11 стран, мы провели online исследование отношения к риску в зависимости от типа контекста с различным социально-экономическим и культурным составом.

Результаты показывают, что чувствительность к контексту являлась универсальной характеристикой принятия решений во всех 11 странах (рис. 15). Неоптимальные решения, принятые в результате манипуляции контекстом, не объяснялись неприятием риска. Напротив, неприятие риска значительно различалось в разных странах. В целом наши результаты показывают, что кодирование ценности вознаграждения, зависящее от контекста, является особенностью человеческого познания, которая остается неизменной у участников из разных стран (рис. 16).

Результаты показывают, что чувствительность к контексту при принятии неоптимальных решений в ситуации риска является универсальной характеристикой принятия решений вне зависимости от уровня экономического развития страны.

Проведено сравнительное исследование на российских испытуемых и испытуемых из 10 стран с разным уровнем социо-экономического развития по изучению предпочтений в сфере риска и принятию решений в ситуации неопределенности с использованием методов моделирования в сфере нейроэкономики. Результаты, полученные в данном кросскультурном исследовании, могут быть полезными при планировании кампаний по подталкиванию к оптимальным решениям с точки зрения укрепления здоровья и повышения уровня благополучия, как, например, вакцинация, энергосбережение, охрана окружающей среды и многое другое.

Руководитель работы: Шестакова А.Н.

Авторы: Anlló H., Bavard S., Benmarrakchi F., Bonagura D., Cerrotti F., Kadieva D., Zinchenko O., Shestakova A., Palminteri S.

Публикации:

Anlló, H., Bavard, S., Benmarrakchi, F. et al. Comparing experience- and description-based economic preferences across 11 countries. Nat Hum Behav (2024). <https://doi.org/10.1038/s41562-024-01894-9>.

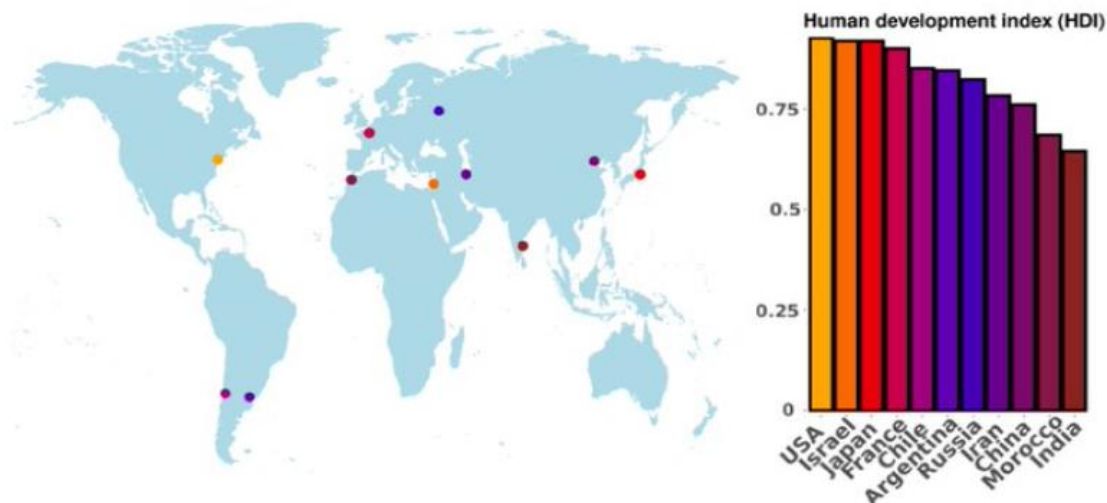


Рис. 15. География и Индекс человеческого развития стран-участников исследования

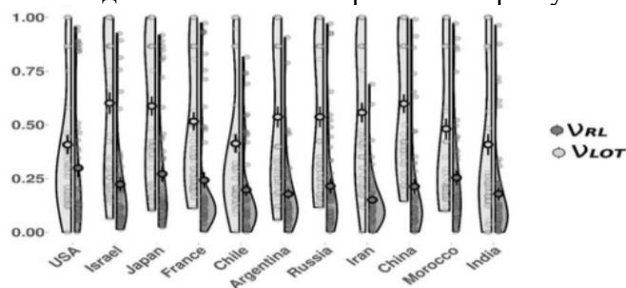


Рис. 16. Иллюстрация минимальных различий между странами в контекстно-зависимом принятии рискованных решений, что показано как распределение масштабируемого параметра для двух моделей: в задании на обучение с подкреплением (V_{RL}) и лотереи с использованием явных указаний на вероятности и величину выигрышей (V_{Lot})

2. Оценка перспектив, возможных параметров и эффектов развития свободной торговли России с ключевыми торговыми партнерами

Сформулированы концептуальные подходы и инструменты, направленные на заключение торговых и инвестиционных партнерств с учетом российских внешнеэкономических интересов в новых условиях. У России сохраняется значительный потенциал по подписанию не только временных и полноценных товарных зон свободной торговли (ЗСТ) в рамках ЕАЭС, но и соглашений, регулирующих торговлю услугами, упрощение инвестиций. В условиях сложностей подписания товарных ЗСТ «ЕАЭС+» с рассматриваемыми странами важны дополнительные форматы торгово-инвестиционных соглашений («торговые договоры¹»), матрица которых представлена на рисунке (Рис. 17. Матрица моделей торгово-инвестиционных соглашений. В торговле товарами необходимы договоренности для устранения нетарифных барьеров: смягчение требований по лицензированию, сертификации, маркировке товаров и разрешений; снижение размеров акцизных сборов, налогов на потребление. В торговле услугами важно снижение требований к поставщикам услуг, соглашения о взаимном признании.

Руководитель: к.полит.н. Лихачева А.Б.

Авторы: Королев А.С., Зайцев А.А., Бирюкова О.В.

¹ Печатается с учетом замечаний экспертов ОГПМО РАН.

Публикации:

Бирюкова О.В. Трансформация парадигмы торговой политики: теоретический и институциональный аспекты. Вопросы экономики. 2024; (10):142-155. <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2024-10-142-155>

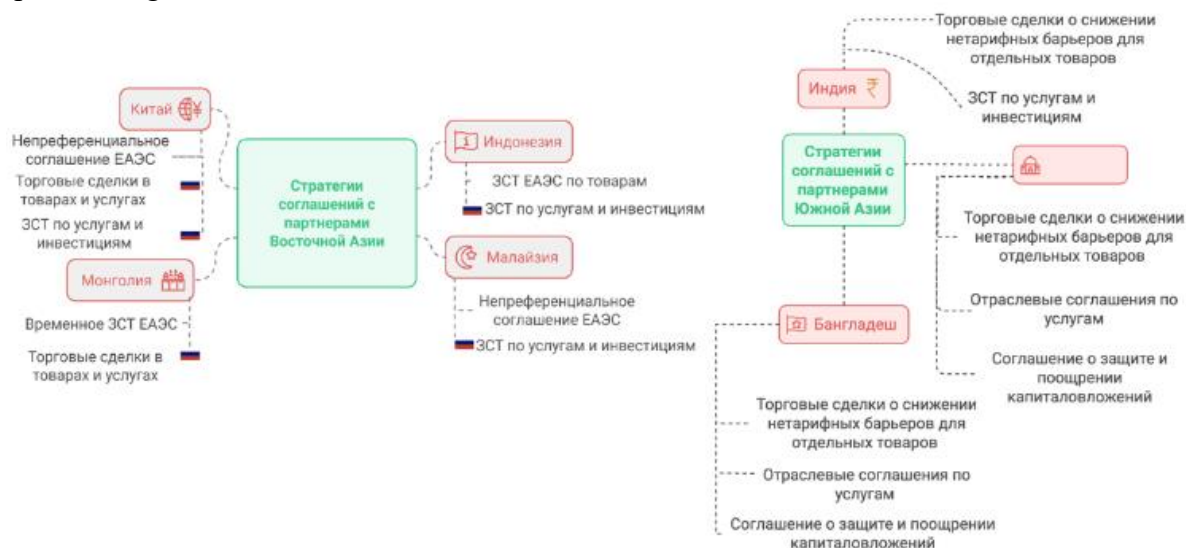


Рис. 17. Матрица моделей торгово-инвестиционных соглашений

3. Создание цифрового словаря сокотрийского языка

Создан общедоступный пополняемый онлайн словарь сокотрийского языка (о. Сокотра, Йемен) с переводом на английский, русский и арабский языки (рис. 18). Впервые в истории семитской лексикографии создан обширный (более 7 тысяч лексических единиц) словарь современного южноаравийского языка сокотри (о. Сокотра, Йемен), обобщающий многолетние усилия российских специалистов по изучению языка, культуры и традиционных бытовых и хозяйственных практик жителей Сокотры. В основе лексического фонда словаря лежат полевые материалы, полученные российскими этнолингвистическими экспедициями под руководством академика РАН В.В. Наумкина (это направление деятельности, инициированное им еще в 1970-е годы, в настоящее время развивается в рамках созданного на факультете гуманитарных наук НИУ ВШЭ центра южноаравийских исследований). Создатели словаря в полной мере использовали преимущества цифровой эпохи: лексические вхождения сопровождаются как аудиофайлами, так и обильным фотографическим материалом, а также видеороликами, иллюстрирующими наиболее примечательные элементы ландшафта и традиционного хозяйственного уклада Сокотры. В неразрывной связи со словарем находятся другие инициативы российской этнолингвистической миссии на острове, прежде всего, создание «Корпуса сокотрийского фольклора» (третий выпуск этого серийного издания объемом около 1000 страниц был сдан в печать в конце 2024 года). Как сокотрийский словарь, так и другие достижения исследовательской группы имеют значительное практическое применение на острове, способствуя распространению грамотности на родном языке среди сокотрийцев, становлению изобретенной участниками проекта сокотрийской письменности на арабской графической основе.

Руководитель: академик РАН Наумкин В.В.

Авторы: Булах М.С., Коган Л.Е.

Публикации:

M. Bulakh. The T-Stems in Soqotri. A Contribution to Semitic Detransitivising Derivation. Leiden (Brill), 2024;

V. Naumkin, L. Kogan, M. Bulakh et al. Corpus of Soqotri Oral Literature. Volume Three. Leiden (Brill), 2025 (принято к публикации);

Сокотрийский словарь онлайн. URL: <http://soqotri-lexicon.ru/>.

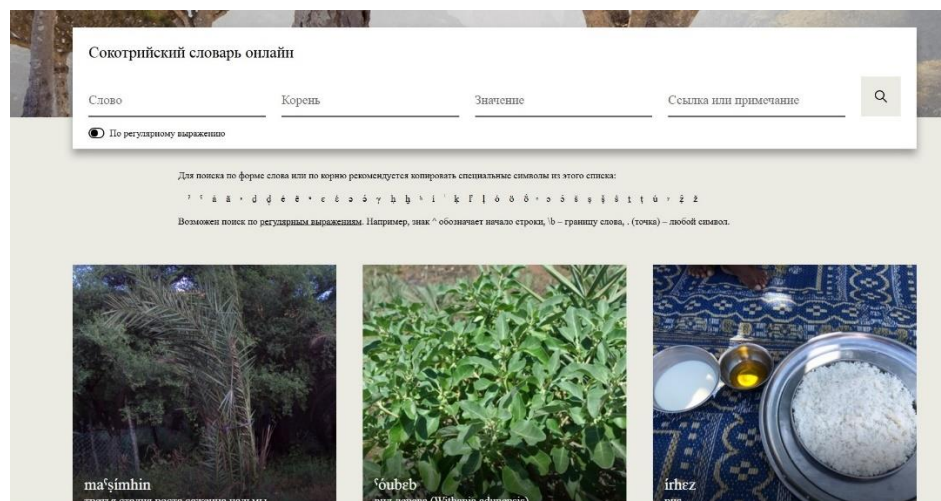


Рис. 18. Интернет-страница сокотрийского словаря онлайн

4. Поиск полногеномных ассоциаций ишемического инсульта на основе интерпретируемого машинного обучения

Несмотря на идентификацию нескольких десятков генетических локусов, связанных с ишемическим инсультом, генетические предпосылки этого заболевания остаются в значительной степени неизученными. В этом исследовании мы представляем результаты исследований ассоциаций по всему геному (Genome-Wide Association Studies, GWAS), основанных на классических статистических тестах и алгоритмах машинного обучения (логистическая регрессия, градиентный бустинг на деревьях решений и «табличная» модель глубокого обучения TabNet). Для достижения консенсуса по результатам, полученным с помощью различных методов, было предложено и применено Парето-оптимальное решение. Эти методы были применены к реальным генотипическим данным больных и здоровых индивидов европейского происхождения, полученным из Базы данных генотипов и фенотипов (Database of Genotypes and Phenotypes) – 5581 человек, 883749 однонуклеотидных полиморфизмов). В результате 131 ген был идентифицирован как кандидат на связь с возникновением ишемического инсульта. UBQLN1, TRPS1 и MUSK ранее были описаны как связанные с течением ишемического инсульта у модельных животных. Впервые было показано, что ACOT11, принимающий участие в метаболизме жирных кислот, связан с ишемическим инсультом. Идентифицированные гены были сравнены с генами из проекта Illuminating Druggable Genome. Продукт GPR26, представляющий собой рецептор G-связанного белка, может рассматриваться как терапевтическая цель для профилактики инсульта. Подходы, представленные в этом исследовании, могут быть использованы для повторной обработки наборов данных GWAS по другим заболеваниям.

Данный результат достигнут впервые.

Организация–соисполнитель: Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт».

Руководитель: Игнатов Д.И.; руководитель от НИЦ «Курчатовский институт» Хрунин А.В.

Авторы: Николич С., Хворых Г.В., Лимборская С.А.

Публикации:

Nikolić S, Ignatov DI, Khvorykh GV, Limborska SA, Khrunin AV. 2024. Genome-wide association studies of ischemic stroke based on interpretable machine learning. PeerJ Computer Science 10:e2454 <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.2454>.

**Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)**

**Концепция солнечного самолета вертикального взлета и посадки
для исследования Марса**

Аппарат представляет собой электрический самолет вертикального взлета и посадки с коробчатой схемой крыла, с солнечными батареями на одном крыле. Самолет не имеет управляющих поверхностей и фюзеляжа, что при условии оптимизации аэродинамической компоновки позволяет минимизировать аэродинамическое сопротивление и максимизировать дальность полета и/или массу полезной нагрузки вертикально взлетающего компактного самолета при полете в разреженной атмосфере.

На всех режимах полета управление самолетом осуществляется за счет дифференциальной тяги шести винтов, расположенных на передних кромках несущих поверхностей. Оборудование, полезная нагрузка, аккумуляторные батареи располагаются в центральных приборных отсеках в крыльях. Внешний облик марсианского самолета, а также его летающие модели показаны на рисунках (рис. 19 – рис. 21).

Предполагается, что самолёт, летящий на высоте 10–100 метров над поверхностью Марса, будет проводить научные исследования, картографируя область на несколько порядков больше, чем марсоходы, с разрешением, превышающим разрешение, доступное орбитальным космическим аппаратам. Самолет сможет решать задачи, в данный момент недоступные для других видов космических роботов – например, измерять градиенты параметров планетарного пограничного слоя или исследовать глубины кратеров, внося вклад в поиск признаков жизни на Марсе. Также концепция солнечного компактного самолета вертикального взлета может быть использована при разработке аппаратов для полета в разреженной атмосфере на Земле и других планетах.

Руководитель: и.о. директора Дирекции института, к.т.н. Стрелец Д.Ю.

Автор: к.т.н. Карпович Е.А.

Публикации:

Karpovich, E., Kombaev, T. Enhancing the airfoil performance for a fixed-wing Martian aircraft. AS (2024). <https://doi.org/10.1007/s42401-024-00329-7>

Elena Karpovich; Timur Kombaev; Djahid Gueraiche; Dmitriy Strelets. Rocket-based versus solar wing-tail Martian UAVs: design, analysis, and trade studies. Aerospace Systems 2024, <https://doi.org/10.1007/s42401-023-00267-w>

Karpovich, E.; Kombaev, T.; Gueraiche, D.; Evdokimova, D.; Alexandrov, K. Long-Endurance Mars Exploration Flying Vehicle: A Project Brief. Aerospace 2023, 10, 965. <https://doi.org/10.3390/aerospace10110965>

Карпович Е.А., Гуереш Д. Беспилотный самолет нормальной схемы на солнечных батареях для исследования Марса: параметрические исследования // Изв. вузов. Авиационная техника. – 2023. – №1. DOI: 10.15593/2224-9982/2019.56.03

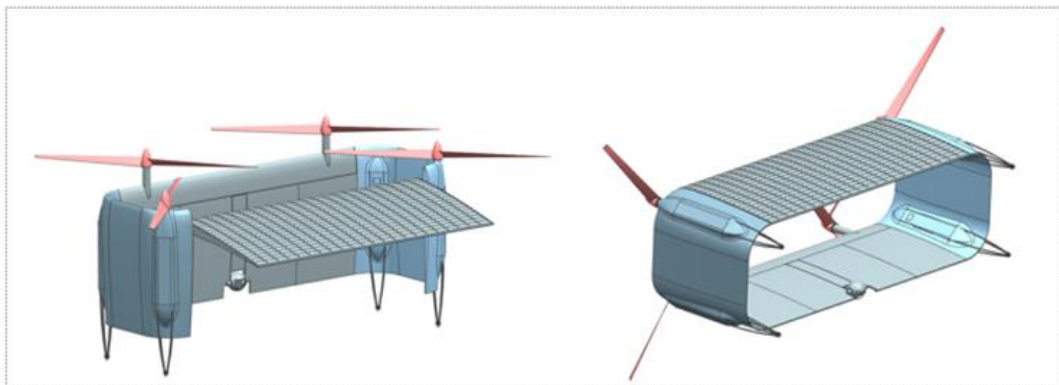


Рис. 19. Общий вид марсианского самолета при зарядке солнечных батарей на поверхности Марса(слева) и в горизонтальном полете



Рис. 20. Полноразмерная летающая модель – демонстратор технологий (размер крыла 1 м 10 см)



Рис. 21. Уменьшенная летающая модель для настройки автопилота (размер крыла 60 см)

Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)

Сухой аэрозольный принтер для формирования микро-размерных элементов на различных подложках

В МФТИ создан опытный образец сухого аэрозольного принтера (рис. 22), не имеющего мировых аналогов, обеспечивающего автоматическую печать наночастицами металлов по заданному чертежу микро-размерных металлических элементов на различных подложках, с минимальной шириной печатаемых дорожек до 30 мкм на поле с размерами до 100 x 100 мм². Отличительной особенностью принтера является совмещение в одном устройстве четырех одновременно протекающих процессов: газоразрядного получения, лазерной модификации размеров, печати и лазерного спекания наночастиц на подложке. Принтер предназначен для формирования проводящих элементов электроники из металлических материалов на различных подложках (межсоединения, электродные структуры, индуктивные и резистивные элементы) (рис. 23), для изготовления плазмонных наноструктур с заданными размерами наночастиц, что способно обеспечивать многократное усиление оптического отклика в оптоэлектронных устройствах (матрицах фотоприемных устройств, дисплеях, источниках света). Разработана рабочая конструкторская документация на принтер с литерой «О».

Руководитель: чл.-корр. РАН Иванов В.В.

Авторы: Борисов В.И., к.т.н. Лизунова А.А., к.ф.-м.н. Токунов Ю.М., Уразов М.Н., Корнюшин Д.В., Ворошилова В.А., Долгов В.А., Иванов М.С.

Публикации:

Olesya Vershinina, Anna Lizunova, Victor Ivanov, et al. Plasmon Properties of Polydisperse Aluminum Nanoparticles Produced in Spark Discharge. Nano Materials Science, 2024, NMS-2024-0023, <https://mc03.manuscriptcentral.com/nmsci>

Патент РФ RU 2828069 C1, Опубликовано 07.10.2024, Бюл. № 28.

Khabarov, K.; Filalova, E.; Ivanov, V. et al. Effect of Au Nanoparticle Agglomeration on SERS Signal Amplification. Nanomaterials, 2023, 13(5), 812, 12p. <https://doi.org/10.3390/nano13050812>

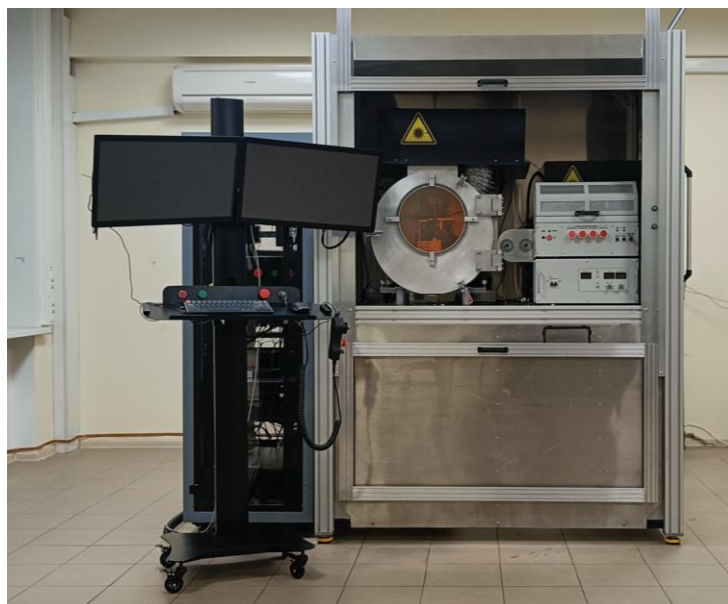


Рис. 22. Опытный образец сухого аэрозольного принтера

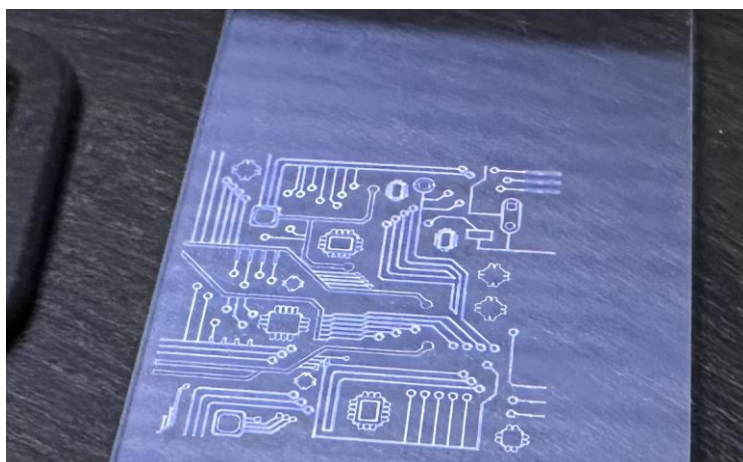


Рис. 23. Разводка межсоединений электронной платы по ПЭТ подложке линиями Ag

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Разработка multifункциональных фотосенсибилизирующих агентов нового поколения для фотодинамической терапии онкологических заболеваний

Создание современных и селективных агентов фотодинамической терапии (ФДТ) представляет интерес для всего медицинского и научного сообщества, способствуя широкому внедрению ФДТ в клиническую практику. Полученные терапевтические агенты содержат в своем составе фотосенсибилизирующий блок на основе природных или синтетических порфириноидов. Для увеличения избирательности и эффективности действия выбранных порфириноидов была осуществлена их конъюгация с опухоль-специфичными фрагментами на основе таргетных цитостатиков или классических антимитотических агентов. В качестве связующего звена для фотосенсибилизирующего и цитотоксического блока были выбраны специфические связующие фрагменты (линкеры), высвобождающие фрагменты препаратов непосредственно в опухолевых тканях. Таким образом, была реализована стратегия двойного таргетирования опухолей, в ходе которой препарат сначала избирательно накапливался в опухолевых клетках и последовательно активировался микроокружением опухоли или действием света. Противоопухолевое действие синтезированных комбинированных агентов было исследовано на опухолевых клеточных культурах и животных с привитыми опухолями человека. Были получены

результаты, свидетельствующие о том, что новые препараты ФДТ обладают селективным накоплением в опухолевых клетках, а также в животных с привитыми опухолями. Кроме этого, они обладают синергетическим фотодинамическим и химиотерапевтическим действием *in vivo* и *in vitro*. Такие эксперименты точно моделируют развитие опухолей в человеческом организме и поэтому считаются надежным подтверждением работоспособности новых терапевтических агентов.

Руководитель: чл.-корр. РАН Федоров А.Ю.

Авторы: Федоров А.Ю., Отвагин В.Ф., Кузьмина Н.С.

Публикации:

1. Kuzmina N.S., Fedotova E.A., Jankovic P., Gribova G.P., Nyuchev A.V., Fedorov A.Yu., Otvagin V.F. Enhancing Precision in Photodynamic Therapy: Innovations in Light-Driven and Bioorthogonal Activation. *Pharmaceutics*. 2024 V. 4 P. 479

2. Otvagin V.F., Krylova L.V., Peskova N.N., Kuzymina N.S., Fedotova E.A., Nyuchev A.V., Romanenko Yu.V., Koifman O.I., Vatsadze S.Z., Schmalz H.-G., Balalaeva I.V., Fedorov A.Yu. A first-in-class β -glucuronidase responsive conjugate for selective dual targeted and photodynamic therapy of bladder cancer. *European Journal of Medicinal Chemistry*. 2024 V. 269 P. 116283

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

1. Процессы накопления повреждений, закритическое деформирование и разрушение конструкционных материалов при сложных термомеханических воздействиях: экспериментальные исследования, моделирование, вопросы техногенной безопасности

На основе полученных экспериментальных и расчетных данных о закономерностях механического поведения и кинетике процессов разрушения современных конструкционных материалов (сталей и полимерных композиционных материалов) при различных видах нагружения и условиях эксплуатации созданы и уточнены модели неупругого деформирования и структурного разрушения. Показана перспективность использования подходов механики закритического деформирования, развиваемых при выполнении проекта, для решения задач механики разрушения, прогнозирования конструкционной прочности и оценки живучести технических объектов при наступлении гипотетических аварийных ситуаций.

Применение и внедрение указанных подходов в практику дает возможность прогнозирования наступления критических состояний и развития процесса разрушения на основе информации о равновесности протекания процессов накопления повреждений. Развиваемые в проекте подходы направлены на обеспечение безопасной эксплуатации ответственных технических объектов и элементов конструкций.

Руководитель работы: д.ф.-м.н. Вильдеман В.Э.

Авторы: Вильдеман В.Э., Третьяков М.П., Староверов О.А., Струнгарь Е.М., Мугатаров А.И., Феклистова Е.В., Чеботарева Е.А.

Публикации:

E.A. Strungar, D.S. Lobanov, A.I. Mugatarov, E.A. Chebotareva Deformation processes of polymer composites with stress concentrators under different reinforcement schemes / *Journal of Reinforced Plastics and Composites* 2024, Vol. 0(0) 1–16

Wildemann, V.; Staroverov, O.; Strungar, E.; Lunegova, E.; Mugatarov, A. Stability of Postcritical Deformation of CFRP under Static $\pm 45^\circ$ Tension with Vibrations. *Polymers* 2022, 14, 4502. <https://doi.org/10.3390/polym14214502>

Феклистова Е.В., Мугатаров А.И., Вильдеман В.Э. Численное исследование процессов разрушения деформируемых тел с концентраторами напряжений с учетом статистического распределения прочности структурных элементов / *Вестник ПНИПУ. Механика* - 2024. №4, С.70-83.

2. Механика биосовместимых материалов и устройств

Разработаны математические модели для рационального проектирования полимерных решетчатых структур скаффолдов для использования в задачах тканевой инженерии костей.

Изучены механические свойства и характеристики биорезорбции полимерных биосовместимых материалов, используемых для производства имплантатов, скаффолдов и других биомедицинских изделий.

Разработаны модели и подходы для проектирования структуры гибридных аддитивно изготовленных композитов, используемых для создания элементов экзопротезов и ортезов; проведены экспериментальные исследования по изучению свойств таких материалов в зависимости от комбинаций армирующих элементов (рис. 24).

Разработана концепция проектирования ауксетичных метаматериалов для реализации нестандартных механических свойств в объектах сложной формы.

Руководитель: к.ф.-м.н. Ташкинов М.А.

Авторы: Еленская Н.В., Виндокуров И.В., Лобов Е.С., Пирогова Ю.В., Шалимов А.С., Тарасова А.С., Долгих Д.А.

Публикации:

Shalimov A., Tashkinov M., Silberschmidt V. V. Failure of trabecular bone: XFEM modelling of multiple crack growth // Theor. Appl. Fract. Mech. – 2024. – Vol. 130. – pp. 104338. doi: 10.1016/j.tafmec.2024.104338.

Elenskaya N. et al. Effect of degradation in polymer scaffolds on mechanical properties: Surface vs. bulk erosion // Comput. Biol. Med. – 2024. – Vol. 174, № March. – pp. 108402. doi: 10.1016/j.combiomed.2024.108402.

Vindokurov I. et al. Compression of additively manufactured PLA for biomedical applications: Effects of test conditions on properties of solid samples // Polym. Test. – 2024. – Vol. 130. – pp. 108320. doi: 10.1016/j.polymertesting.2023.108320.

Pirogova Y. et al. Elastic properties and compressive mechanical behaviour of closed-cell porous materials: Effect of microstructural morphology // Int. J. Solids Struct. – 2024. – Vol. 295. – pp. 112791. doi: 10.1016/j.ijsolstr.2024.112791.

Lobov E., Vindokurov I., Tashkinov M. Mechanical Properties and Performance of 3D-Printed Acrylonitrile Butadiene Styrene Reinforced with Carbon, Glass and Basalt Short Fibers // Polymers (Basel). – 2024. – Vol. 16, № 8. – pp. 1106. doi: 10.3390/polym16081106.

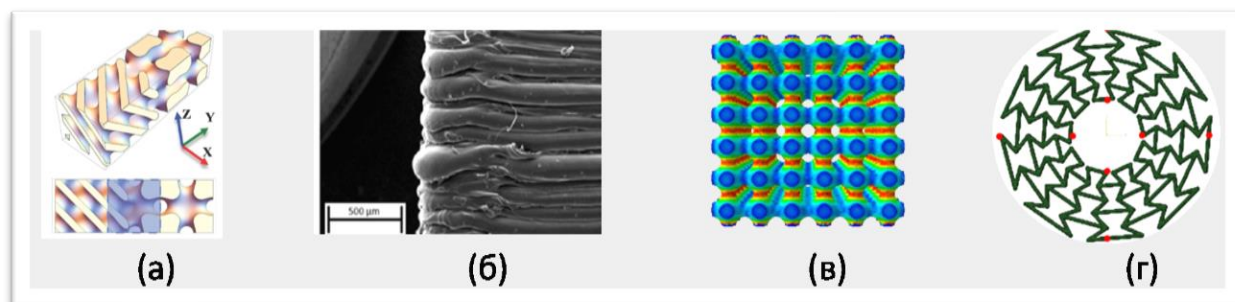


Рис. 24. (а) Модель скаффолда с градиентом структуры; (б) увеличенное изображение 3Д-печатного образца скаффолда; (в) распределение напряжений в скаффолде; (г) образец цилиндрической решетки метаматериала

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева

1. Создание дополнения к проекту российской федеральной космической программы «Ионозонд» на базе малых КА нанокласса семейства СамСат: лётно-конструкторские испытания МКА «СамСат-Ионосфера»

В 2024 году в Самарском университете был создан и 5 ноября 2024 года запущен на орбиту в качестве попутной нагрузки МКА СамСат-Ионосфера (рис. 25), предназначенный для тестирования и лётной квалификации комплекта научной аппаратуры для изучения ионосферы и магнитосферы Земли. В состав научной аппаратуры входят навигационный двухчастотный приёмник научного назначения, высокочувствительный магнитометр, размещённый на выносной штанге, датчик параметров плазмы, созданный совместно с учёными Института прикладной физики РАН. МКА СамСат-Ионосфера может расширить функционал группировки научных спутников «Ионосфера-М»: первые два КА были запущены в качестве основной полезной нагрузки 5 ноября 2024 года, остальные два КА планируется запустить в первой половине 2025 года.

В рамках прошедшего первого этапа лётно-космического эксперимента осуществлен перевод МКА СамСат-Ионосфера в рабочее состояние, успешно выполнен комплекс технологических экспериментов, проведено пробное включение научной аппаратуры (рис. 26). Все системы МКА работают штатно, поддерживается устойчивая радиосвязь. МКА готов к выполнению научной программы, которая будет согласовываться с государственными заказчиками – Институтом прикладной геофизики Росгидромета и Институтом космических исследований РАН.

Руководитель: д.т.н. Белоконов И. В.

Авторы: Болтов Е.А., Елисов Н.А., Кумарин А.А., Ломака И.А., Николаев П.Н., Синицын Л.И., Шафран С.В., Щербаков М.С.

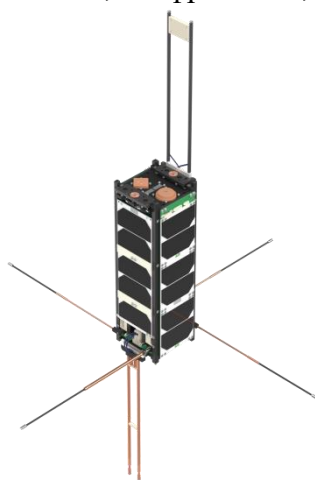


Рис. 25. Вид МКА «СамСат-Ионосфера»

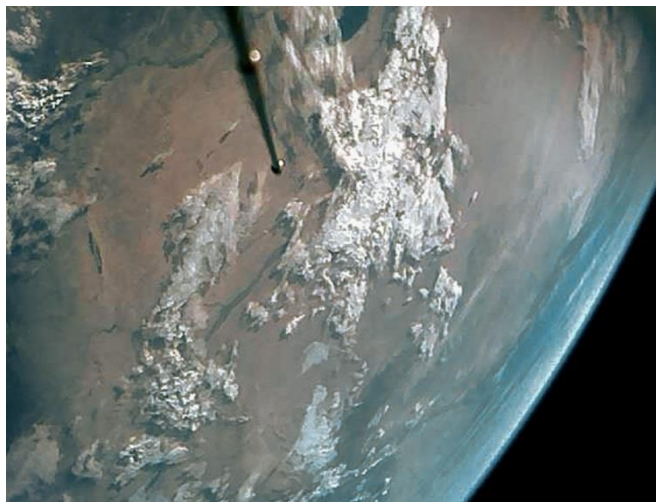


Рис. 26. Первое фото с МКА «СамСат-Ионосфера»: результат технологического эксперимента

Публикации:

Белоконов И.В., Елисов Н.А. К вопросу о проведении эксперимента с воздушным электрореактивным двигателем на базе космического аппарата класса CubeSat 12U. Часть 1// Космонавтика и ракетостроение. — 2024. — № 1 (134). — С. 9-20.

Белоконов И.В., Елисов Н.А. К вопросу о проведении эксперимента с воздушным электрореактивным двигателем на базе космического аппарата класса CubeSat 12U. Часть 2// Космонавтика и ракетостроение. — 2024. — № 2 (135). — С. 14-25.

Барина Е.В., Белоконов И.В., Тимбай И.А. Выбор проектных параметров наноспутников формата CubeSat 6U для обеспечения пассивной трёхосной стабилизации // Космическая техника и технологии. — 2024. — № 2 (45). — С. 20-36.

2. Разработка суррогатов углеводородных топлив с учетом физико-химических свойств, влияющих на процессы распыла, нагрева, испарения и горения

Описан подход к формированию моделей углеводородных топлив, учитывающих комплекс параметров, связанных с их распылом, нагревом, испарением и горением в двигателях и энергоустановках. С помощью данного подхода разработан комплекс моделей для описания авиационного керосина и дизельного топлива. На основе разработанных моделей сформирован универсальный алгоритм формирования модели (суррогата) топлива произвольного состава (рис. 27). Разработанные модели позволяют существенно повысить точность моделирования характеристик двигателей и энергетических установок, повысить их эффективность и экологичность при снижении времени проектирования. Данная модель является неотъемлемой частью цифрового двойника двигателя. Разработанные модели прошли подробную валидацию на уникальных экспериментальных данных, полученных как на простых фундаментальных пламях, так и на установках, имитирующих процесс в реальном двигателе (рис. 28). Во время испытаний определялись такие характеристики как скорость ламинарного пламени, условия срыва пламени и состав продуктов сгорания (рис. 29). Перспектива дальнейшего развития полученных результатов заключается в разработке подходов к моделированию характеристик двигателей и энергоустановок, работающих на перспективных композитных топливах, синтетических топливах, а также устойчивых видах топлив, полученных из биосырья или вторичного сырья.

Руководитель: к.т.н. Зубрилин И.А.

Авторы: Эрнандэс Моралес М., Цапенков К.Д., Якушкин Д.В., Семенихин А.С., Сажин С.С., Матвеев С.С.

Публикации:

Morales M. H. et al. Formulation of Surrogates of Hydrocarbon Fuels Using Selected Physico-Chemical Properties Related to Atomization, Heating, Evaporation and Combustion Behaviours //Combustion Science and Technology. – 2024. – Т. 196. – №. 16. – С. 4269-4291.

К. Д. Цапенков, Ю. Г. Кураева, Е. И. Сидорова, А. Е. Штырлов, И. А. Зубрилин, «Обзор математических моделей расчета физико-химических свойств оксигенированного углеводородного топлива», Физика горения и взрыва, 60:4 (2024), 3–11.

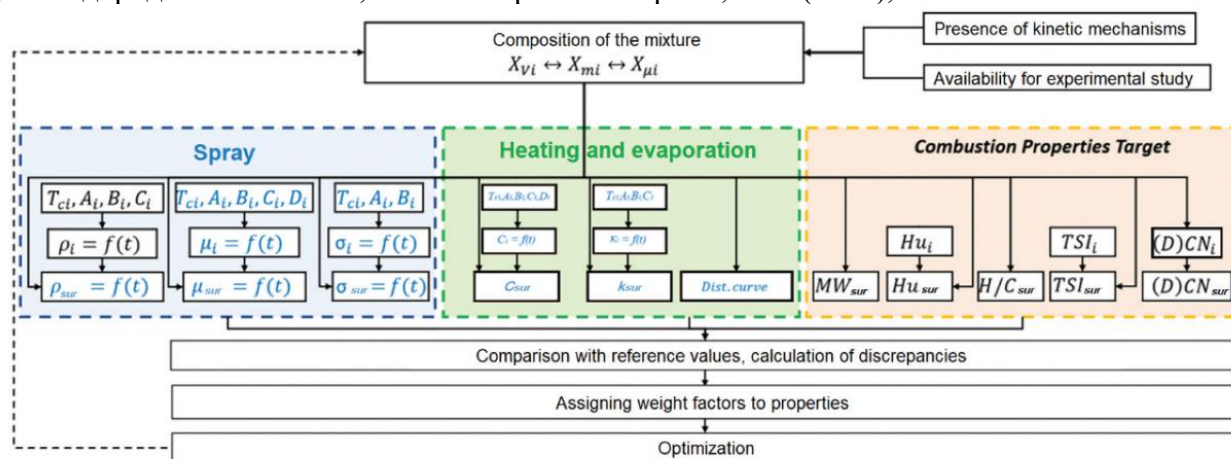


Рис. 27. Алгоритм формирования суррогата



Рис. 28. Модельная камера сгорания:

1 – основной высокотемпературный (до 900 °С) подогреватель воздуха N=15 кВт; 2 – участок подвода газообразного топлива; 3 – участок подвода жидкого топлива; 4 – выравнивающий участок; 5 – измерительный участок; 6 – экспериментальная модель; 7 – коллектор системы охлаждения

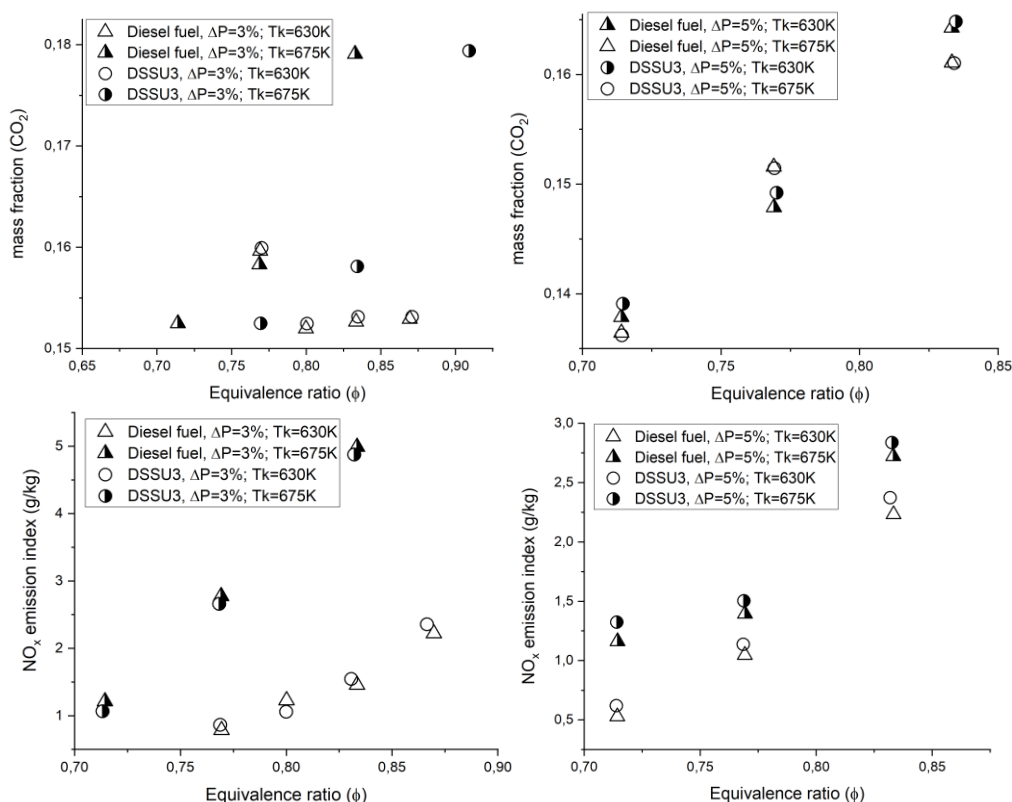


Рис. 29. Результаты измерения эмиссии CO₂ и NO_x для дизельного топлива и разработанного суррогата

3. Разработка и изготовление агрегата заправки ксенона для двигателей космических аппаратов

Агрегат заправки предназначен для заправки ксеноном двигательных установок космических аппаратов (рис. 30). На рисунке представлена пневмогидравлическая схема агрегата (рис. 31).

Новизна заключается в применении технологий, позволяющих производить заправку шар-баллонов без их демонтажа из состава космического аппарата, что снижает затраты материальных средств и времени, а также упрощает технологический процесс изготовления космического аппарата.

Полученные результаты позволят повысить конкурентоспособность государства в космической сфере, что является одним из главных направлений научно-технологического развития Российской Федерации. Кроме того, разработанные методики проектирования позволят повысить эффективность передачи, хранения и использования энергоресурсов, произвести переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике.

Организация – соисполнитель: Научно-производственный центр «Самара».

Руководитель: д.т.н. Угланов Д.А.

Авторы: Горшкалев А.А., Корнеев С.С., Шиманов А.А., Шиманова А.Б., Малов Д.В., Саланов П.Е., Казаков В.Е.

Публикации:

Горшкалев А.А., Корнеев С.С., Марахова Е.А. и др. Агрегаты заправки ксенона на основе термокомпримирования // Всероссийский научно-технический форум по двигателям и энергетическим установкам имени Н.Д. Кузнецова. — 2024. — С. 173-175

Горшкалев А.А., Корнеев С.С., Боровик В.М. Программа и методика предварительных испытаний устройства заправки рабочим телом бортовых систем летательных аппаратов // Всероссийский научно-технический форум по двигателям и энергетическим установкам имени Н.Д. Кузнецова. — 2024. — С. 176-178.

Патент на полезную модель № 227804. Агрегат заправки ксенона. Угланов Д.А., Горшкалев А.А., Корнеев С.С., Шиманов А.А. и др.



Рис. 30. Агрегат заправки ксенона

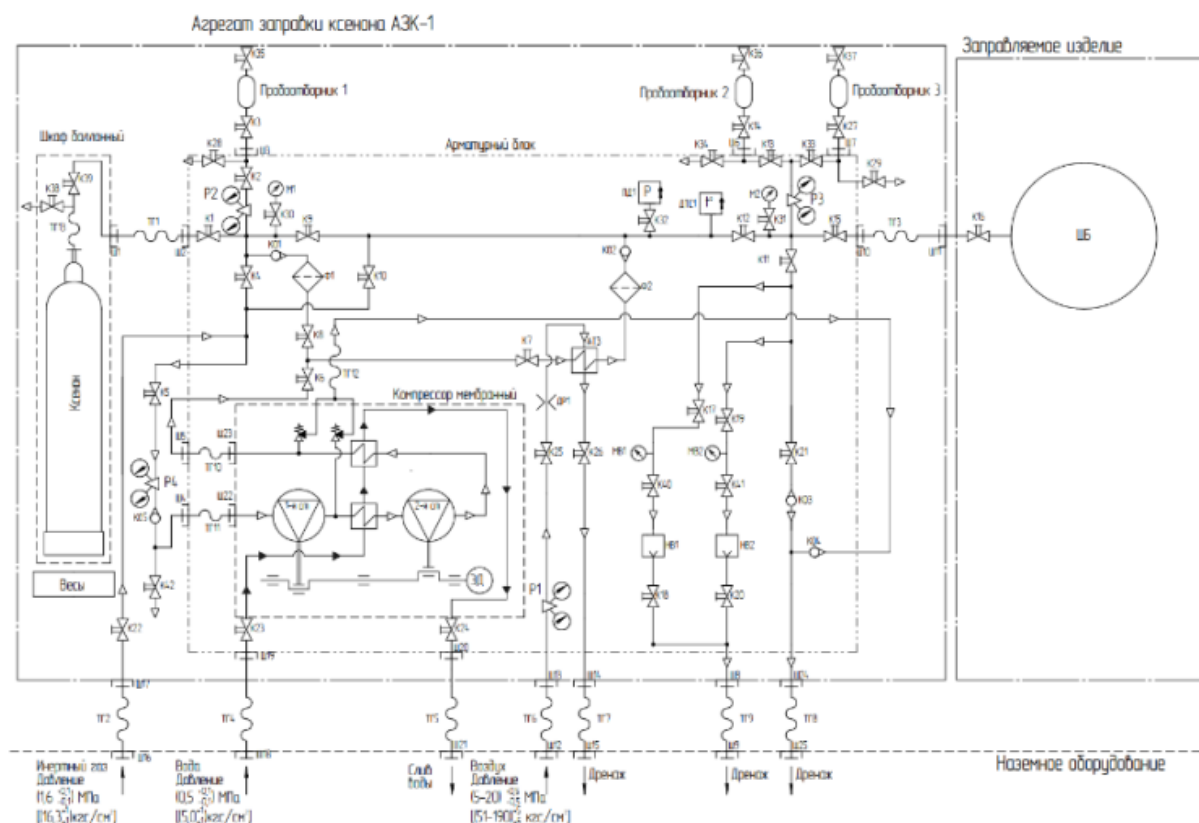


Рис. 31. Схема агрегата заправки ксенона

4. Методики диагностики процесса нагрева солнечной короны

Разработаны и приложены к наблюдательным спутниковым данным различные методики диагностики неизвестного процесса нагрева солнечной короны до сверхвысоких температур порядка миллионов градусов Кельвина. Впервые предложено использовать для диагностики плазмы наблюдаемый высотный профиль температуры и плотности плазмы (рис. 32), а не наблюдаемые в короне волновые процессы. Предложенная методика позволила сузить область возможных параметров функции нагрева. Кроме того, впервые выдвинута гипотеза о возникновении «незатухающих» изгибных колебаний как следствия термической активности среды. В рамках разработанного подхода считается, что корональная плазма проявляет схожие свойства с активной средой лазеров. Также проведены мультиканальные исследования природы солнечных нановспышек.

Организации – соисполнители: СФ ФИАН, ИКИ РАН, ГАИШ МГУ.

Руководитель: к.ф.-м.н. Завершинский Д.И.

Авторы: Молевич Н.Е., Богачев С.А., Леденцов Л.С., Рящиков Д.С., Белов С.А., Агапова Д.В., Скопцова Е.В.

Публикации:

Agapova, D.V. Effect of magnetically dependent heating on the behaviour of magnetoacoustic waves in coronal plasma with thermal misbalance / D.V. Agapova, S.A. Belov, D.I. Zavershinskii // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. – 2024 – Vol. 528– I. 4 – P. 6751-6760 <https://doi.org/10.1093/mnras/stae315>.

Riashchikov, D., Scoptsova, E. & Zavershinskii, D. Diagnostics of Solar Corona Heating Parameters Using the Observed Gravitational Stratification of the Medium // Solar Physics // Vol. 299, P. 136 (2024). <https://doi.org/10.1007/s11207-024-02383-y>.

Belov S.A. Solar nanoflares in different spectral ranges / S.A. Belov, S.A. Bogachev, L.S. Ledentsov, D.I. Zavershinskii // Astronomy & Astrophysics. – 2024 – Vol. 648– id.A60 – 10 pp <https://doi.org/10.1051/0004-6361/202348199>.

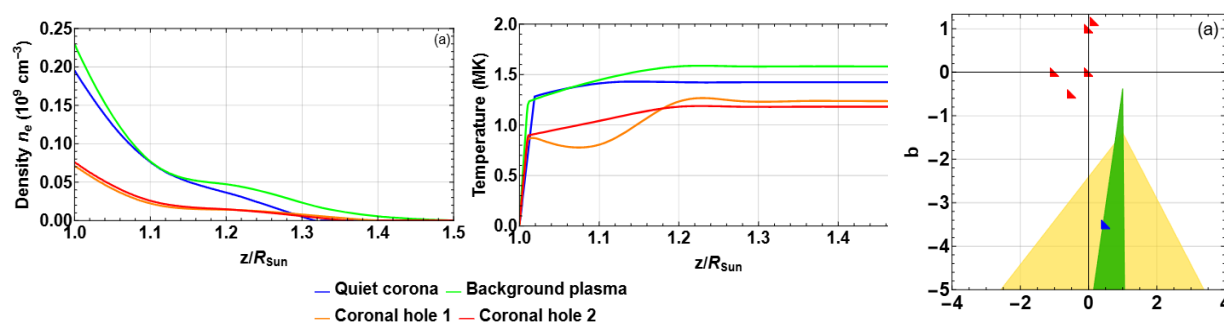


Рис. 32. Слева: Высотные профили плотности и температуры, полученные на основе данных прибора SDO/AIA. Справа: Определенная область параметров показателей степеней функции нагрева (зеленая область), желтым показана ранее предложенная область, требующая тепловой устойчивости среды

Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II

1. Концептуальная модель цифрового двойника процесса управления техническими воздействиями, ориентированного на учёт взаимного влияния фактического состояния и энергетических потоков структурных элементов электротехнических комплексов, учитывающего сценарные условия их функционирования

Сформирована концепция перехода к управлению жизненным циклом эксплуатации электромеханического оборудования (ЭМО) на основе цифровых технологий и определены этапы перехода технического обслуживания и ремонта (ТОиР) (рис. 33). Предлагаемая структура этапов ориентирована на постоянное совершенствование и динамическую адаптацию управляющих воздействий. Структура различает три уровня управления: нормативный, стратегический и оперативное управление. Ориентация на динамическую стратегию фокусируется на предотвращении отказов за счет ранней идентификации дефектов (повышение ремонтпригодности), предсказательного технического обслуживания и ремонта (ПСТОиР), а также анализа энергетической и экологической эффективности.



Рис. 33. Этапы перехода к управлению жизненным циклом эксплуатации на основе цифровых технологий

Система энергообеспечения, электрический привод и связанный с ним исполнительный механизм на объектах горных и нефтегазовых предприятий (ГиНГП) являются ключевым звеном для формирования архитектуры и методологических

подходов создания цифрового двойника (ЦД) для управления безопасной и эффективной эксплуатацией (рис. 34). Учитывая предложенную структуру, внимание уделяется построению архитектур и алгоритмов, которые реализуются в форме сервисов, образующих ЦД в части технологической цепочки жизненного цикла энергии: первичная энергия – генерация – система электроснабжения – ЭМО – технологический процесс или объект воздействия. Для реализации ЦД разработана классификация структур сетей сбора и обработки первичной информации при реализации распределенной системы управления жизненным циклом эксплуатации ЭМО, отличающаяся учетом ранжирования сценариев обмена данными, уровня тяжести последствий аварий и уровня цифровизации электротехнических комплексов.

ЦД реализует оценку энергетической составляющей и определение непродуктивных затрат при эксплуатации ЭМО в электротехническом комплексе (ЭТК) ГиНГП на основе данных, полученных информационными сервисами. Данная оценка позволяет определить уровень энергоэффективности эксплуатируемого ЭМО и ЭТК в целом для управления энергоэффективностью на этапе эксплуатации. Прогнозирование уровня энергоэффективности позволяет управлять мероприятиями по энергосбережению, формированию планов и программ по повышению энергетической эффективности ЭМО на основе обобщающей модели потребления, привязанной к схеме электроснабжения.

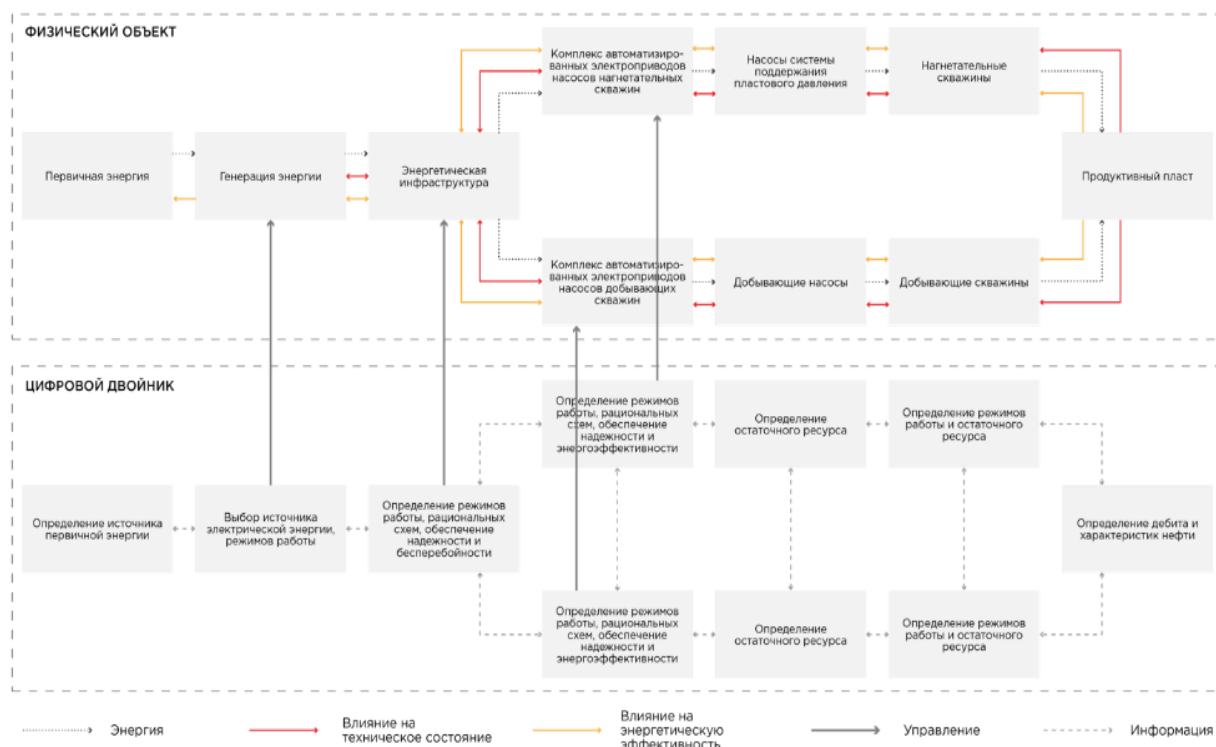


Рис. 34. Архитектура цифрового двойника процесса управления безопасной и эффективной эксплуатацией объекта добычи нефти

Разработана методика оценки рисков безопасной и эффективной эксплуатации, базирующаяся на количестве неблагоприятных событий, обусловленных превышением или выходом наблюдаемых параметров за сформированные коридоры допустимых, критических и предельных значений.

Предложена модель оценки стоимости жизненного цикла эксплуатации (СЖЦЭ) на основе учёта режимов работы, потерь, обусловленных нагрузкой и конструкционными особенностями, стоимости потребляемой электроэнергии, ставки дисконтирования, стоимости ТОиР ЭМО, отличающаяся использованием при оценке установленного уровня дополнительных потерь, обусловленных наличием дефектов, а также стоимости и количества эквивалентных выбросов CO_2 , на протяжении жизненного цикла с учётом диапазона сдвига плана ТОиР, что позволяет снизить потери электроэнергии и

эквивалентные выбросы, обусловленные наличием дефектов на этапе эксплуатации ЭМО. С учетом моделирования влияния компонентного состава ЭМО повышение энергетической эффективности в цикле эксплуатации на 3% способствует снижению эквивалентных выбросов до 10%.

Разработана методология сценарного моделирования воздействия рисков на развитие ЭТК потребителей, позволяющая оценивать изменение спроса на энергетические ресурсы и отличающаяся учётом влияния конкурентного распределения энергетических ресурсов и оценки изменения свойств ЭТК на жизненном цикле эксплуатации при влиянии технологических изменений. Методология включает в себя следующие этапы: первоначально проводится обзор региона – текущее состояние энергосистемы и энергетической инфраструктуры, исследование ресурсной базы, топливно-энергетического баланса, климатических особенностей региона. Затем исследование делится на последовательное технологическое моделирование спроса и сценарное моделирование. В технологическом разделе определяется состав ключевых потребителей и выделяются текущие и перспективные центры энергетических нагрузок (рис. 35).



Рис. 35. Методика построения математической модели сценарного прогнозирования развития ЭТК ГиНГП

Предложена сценарная модель, позволяющая оценить необходимые технологические изменения, которые могут повлиять на свойства инфраструктуры, а также, учитывая коэффициенты влияния свойств инфраструктуры на риски эксплуатации ЭМО в составе ЭТК ГиНГП, обобщенно прогнозировать риски на этапе эксплуатации ЭМО с учетом развития технологических блоков и глобальных вызовов (рис. 36).

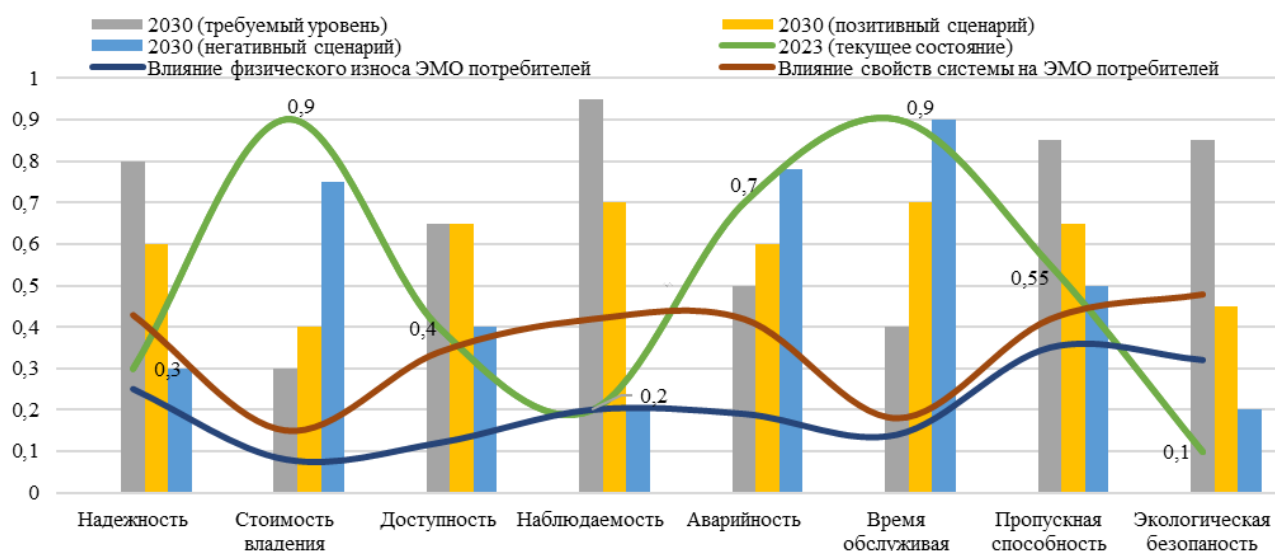


Рис. 36. Результаты сценарного моделирования изменения свойств энергетической инфраструктуры с учетом технологических изменений и их влияние на риски эксплуатации ЭМО потребителей

Авторы: д.т.н. Жуковский Ю.Л.; к.т.н. Королёв Н.А.; к.т.н., доцент Котелева Н.И.

Публикации:

Zhukovskiy, Y., Buldysko, A., Revin, I. Induction Motor Bearing Fault Diagnosis Based on Singular Value Decomposition of the Stator Current. (2023) *Energies*, 16 (8), статья № 3303, DOI: 10.3390/en16083303.

Zhukovskiy, Y.L., Vasilev, B.Y., Korolev, N.A., Malkova, Y.M. Analysis of the behavior of asynchronous electric drive with a closed scalar control system when changing the inductance of the magnetizing circuit.

(2023) *Indonesian Journal of Science and Technology*, 8 (1), pp. 65-78. DOI: 10.17509/ijost.v8i1.51983.

Zhukovskiy, Y.L., Korolev, N.A., Malkova, Y.M. Monitoring of grinding condition in drum mills based on resulting shaft torque (2022) *Journal of Mining Institute*, 256, pp. 686-700. DOI: 10.31897/PMI.2022.91.

Zhukovskiy, Y., Tsvetkov, P., Buldysko, A., Malkova, Y., Stoianova, A., Koshenkova, A. Scenario modeling of sustainable development of energy supply in the arctic (2021) *Resources*, 10 (12), статья № 124, DOI: 10.3390/resources10120124.

Shabalov, M.Y., Zhukovskiy, Y.L., Buldysko, A.D., Gil, B., Starshaia, V.V.

The influence of technological changes in energy efficiency on the infrastructure deterioration in the energy sector (2021) *Energy Reports*, 7, pp. 2664-2680. DOI: 10.1016/j.egyr.2021.05.001.

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023660650 Российская Федерация. Программа распознавания наличия дефекта подшипника асинхронного двигателя: № 2023660650; заявл. 19.04.2023; опубл. 23.05.2023 / Жуковский Ю.Л., Булдыско А.Д.; заявитель «Санкт-Петербургский горный университет». – 1 с

Патент № 2727386 С1 Российская Федерация, МПК G01R 31/34 (2006.01). Устройство диагностики и оценки остаточного ресурса электродвигателей: № 2019134080; заявл. 23.10.2019; опубл. 21.07.2020 / Королёв Н.А., Васильев Б.Ю., Жуковский Ю.Л., Желтиков Н.О.; заявитель «Санкт-Петербургский горный университет». – 9 с.

2. Критерий оценки сейсмозрывного воздействия на приконтурный массив при разработке месторождений открытым способом на основе амплитудно-частотных характеристик сейсмозрывной волны

Анализ существующих методов оценки сейсмозрывного воздействия на приконтурный массив горных пород в настоящее время не учитываются частотные характеристики взрыва. При распространении сейсмозрывной волны в горном массиве с частотами равными или близкими к собственным частотам колебаний горного массива приводит к значительному усилению амплитуды скорости колебаний – резонансу. Основными параметрами, характеристиками резонанса являются: частота сейсмозрывной волны, собственная частота колебаний массива и добротность.

При проведении научно-исследовательской работы были рассмотрены взрывные блоки на различных месторождениях Российской Федерации. Для записи сейсмозрывного воздействия и последующей обработки экспериментальных данных использовалась сейсмостанция Zetlab 048С фирмы Zetlab, которая входит в перечень средств измерения. Расчет и анализ частот колебаний был осуществлен в программном обеспечении Zetlab, который содержит положения ГОСТа 34081-2017. Для расчета параметров резонанса использовался метод комплексных амплитуд, а для расчета собственной частоты колебаний, добротности, логарифмического декремента затухания – метод спектра мощности записанных сигналов.

При обработке и анализе экспериментальных данных было установлено, что после взрывов возникали частотные резонансы по нескольким компонентам одновременно. Оценку несущей частоты сейсмозрывной волны можно получить по формуле:

$$f = \frac{Q * V_p}{\pi * R} * \ln \left(\frac{R^{\beta-1/3}}{K * M^{\beta/3}} \right),$$

где: V_p – скорость поперечной волны, м/с; Q – добротность; K – коэффициент сейсмичности; R – расстояние от места взрыва до точки наблюдения, м; β – коэффициент затухания; M – масса заряда, взрываема за ступень, кг. Установлено, что резонанс возникает в основном на частотах от 15 Гц до 18 Гц и 30–35 Гц соответственно. Были построены зависимости несущей частоты скорости колебаний от массы взрывчатого вещества (ВВ) за ступень замедления и расстояния (рис. 37), в результате были рассчитаны массы ВВ за ступень при которых, возникает частотный резонанс. Далее была получена зависимость несущей частоты от приведенного расстояния, которая позволяет для различных масс ВВ определить в приконтурном массиве участки с резонансом (рис. 38).

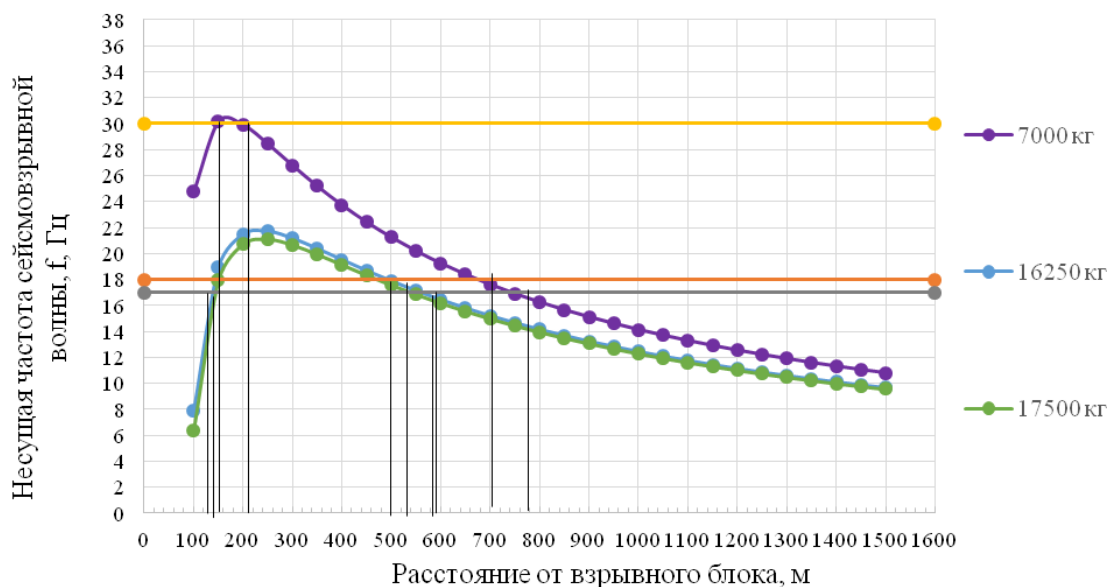


Рис. 11. Зависимость несущей частоты сейсмозрывной волны от расстояния при фиксированной массе взрывчатого вещества

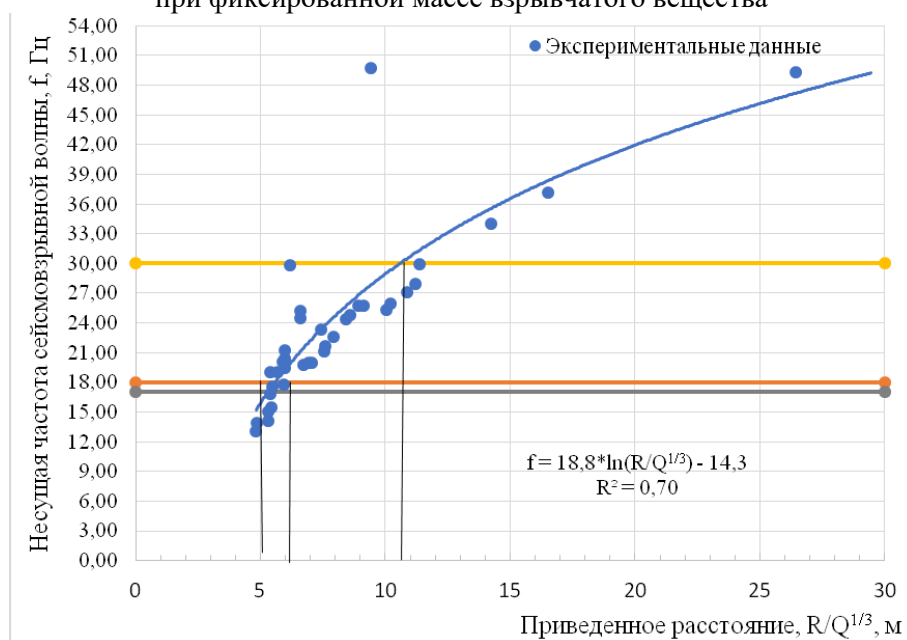


Рис. 12. Зависимость несущей частоты сейсмозрывной волны от приведенного расстояния

В настоящее время критерием оценки сейсмозрывного воздействия является предельно допустимая скорость колебаний, которая позволяет установить сейсмобезопасное расстояние от места взрыва.

При введении нового критерия оценки по частотным характеристикам взрыва, было выявлено еще три зоны сейсмозрывного воздействия, показанных зеленым на рисунке (рис. 39). В данных зонах возникает частотный резонанс, который снижает прочность массива за счет произрастания имеющихся трещин и образованию новых, что в свою очередь приводит к снижению устойчивости приконтурного массива.

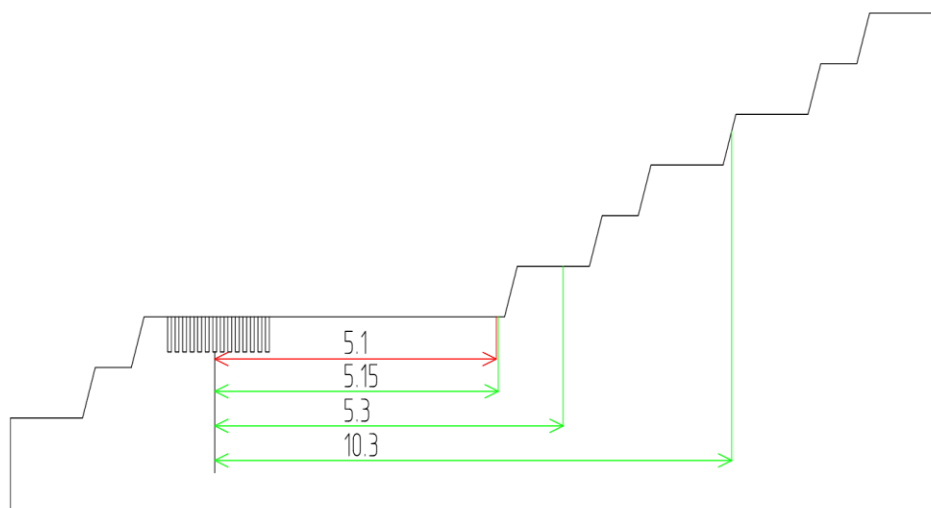


Рис. 13. Схематическое изображение сейсмозрывного воздействия на приконтурный массив

Авторы: к.т.н., доцент Афанасьев П.И.; Белов А.А.

Публикации:

1. Афанасьев П. И., Павлович А. А., Василец В. Н. Обеспечение условий безопасной эксплуатации горнотранспортного комплекса при воздействии сейсмозрывных волн / Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал), № 1, 2020. С 26 – 35.

2. Afanasev P. I., Makhmudov K. F. Assessment of the Parameters of a Shock Wave on the Wall of an Explosion Cavity with the Refraction of a Detonation Wave of Emulsion Explosives / Applied Sciences, № 11, Т 9, 2021. С 1 – 11.

3. Афанасьев П. И. Анализ параметров ударных волн на стенке взрывной полости при преломлении детонационных волн через воздушную и водную среду / Устойчивое развитие горных территорий, № 3, Т 15, 2023. С 505 – 515.

4. Афанасьев П. И., Медина Я. С. Анализ устойчивости откосов горной дороги месторождения Camarioca Este компании Comandante Ernesto Che Guevara / Безопасность труда в промышленности, № 4, 2024. С 78 – 84.

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

1. Автоматизированный и роботизированный гамма-спектрометрический комплекс для экологического мониторинга

Разработан автоматизированный роботизированный гамма-спектрометрический комплекс (АРГСК), который позволяет решать задачи поиска радиоактивных гамма-источников на основе анализа спектров ксенонового гамма-детектора. Комплекс (рис. 40) состоит из ксенонового гамма-спектрометра, мобильной платформы и электроники для контроля передвижения комплекса и управления гамма-спектрометрической аппаратурой.

Ценностью данного комплекса является снижение риска для персонала предприятий атомной промышленности при работе и мониторинге радиационно-загрязненных территорий.

Проведены исследования разрабатываемого комплекса, изготовлен лабораторный образец на основе ксенонового гамма-спектрометра и мобильной платформы. Разработана методология тестирования, на физическом опыте подтверждены аналитические предсказания ключевых характеристик. Проведены испытания АРГСК на территории ФГУП «РАДОН» совместно с ИБРАЭ РАН. Были отмечены положительные результаты проведенных исследований.

Потенциальными потребителями разработки является: Госкорпорация «Росатом», Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН (ИБРАЭ РАН).

Руководитель: д.ф.-м.н. Дмитренко В.В.

Авторы: С.Е. Улин, В.В. Дмитренко, К.Ф. Власик, В.М. Грачев, К.В. Кривова, А.И. Маджидов, З.М. Утешев, И.В., Шустов А.И

Публикации:

Использование роботизированного гамма-комплекса для обнаружения и идентификации радиоактивных источников // Extreme Robotics, 2024г. Вып. 1 Стр. 178-187. doi: 10.31776/ConfER.34.2023.

An automated and robotic complex based on a xenon gamma-ray spectrometer for performing tasks for decommissioning nuclear and radiation hazardous facilities and monitoring the development of radioactive waste // Journal of Physics: Conference Series, 2023 Vol. 2642., doi: 10.1088/1742-6596/2642/1/012011.

Перспективы использования ксенонового гамма-спектрометра в качестве регистрирующего устройства на борту автоматизированного и роботизированного гамма-спектрометрического комплекса для вывода из эксплуатации ядерно-физических установок // Радиоактивные отходы, 2022г. Вып. 2 Стр. 56-67 doi: 10.25283/2587-9707-2022-2-56-67.



Рис. 40. Автоматизированный и роботизированный гамма-спектрометрический комплекс

2. Радиационно-стойкие датчики магнитного поля на основе нанопленок n-InAs на сапфире и методика исследования радиационной стойкости наноструктур под воздействием нейтронного облучения

Созданы и испытаны опытные образцы радиационно-стойких датчиков магнитного поля на основе нанопленок n-InAs на сапфире (рис. 41), разработана уникальная методика исследования радиационной стойкости наноструктур под воздействием нейтронного облучения. Пример полученной зависимости электронных свойств от накопленного флюенса нейтронов показан на рисунке (рис. 42).

Изготовленные датчики имеют размер менее 1 мм² и чувствительность от 6 мВ/Тл до 50 мВ/Тл, низкие температурные коэффициенты сопротивления и чувствительности.

Новизна заключается в преимуществах нового наноматериала – повышенной радиационной стойкости наноструктурированных поликристаллических пленок сильнолегированного арсенида индия на диэлектрической подложке сапфира.

Значимость полученных результатов состоит в увеличении достигнутой радиационной стойкости датчиков магнитного поля до уровня нейтронного облучения с флюенсом до 10¹⁹ см⁻², пригодного для применения в аппаратуре контроля плазмы генерирующих токамаков для получения энергии термоядерного синтеза.

Возможная сфера применения: сенсорные системы измерения и управления магнитным полем в ускорителях заряженных частиц и токамаках, иных установках с повышенной радиационной нагрузкой. Разработанная методика позволяет исследовать электронные свойства перспективных полупроводниковых и металлических материалов в условиях мощного нейтронного облучения с флюенсом до 10^{19} см^{-2} .

Руководитель: д.ф.-м.н. Васильевский И.С.

Авторы: Васильевский И.С., Виниченко А.Н., Ключков А.Н., Каргин Н.И., Сафонов Д.А., Рындя С.М., Булавин М.В., Галушко А.В., Ыскаков А.

Публикации:

A.N. Klochkov, A.N. Vinichenko, A.A. Samolyga, S.M. Ryndya, M.V. Poliakov, N.I. Kargin, I.S. Vasil'evskii; *Applied Surface Science*, Volume 619, 156722 (2023).

A.N. Klochkov, A. Yskakov, A.N. Vinichenko, D.A. Safonov, N.I. Kargin, M.V. Bulavin, A.V. Galushko, V.R. Yamurzin and I.S. Vasil'evskii; *Materials*, Volume 16, 6750 (2023).

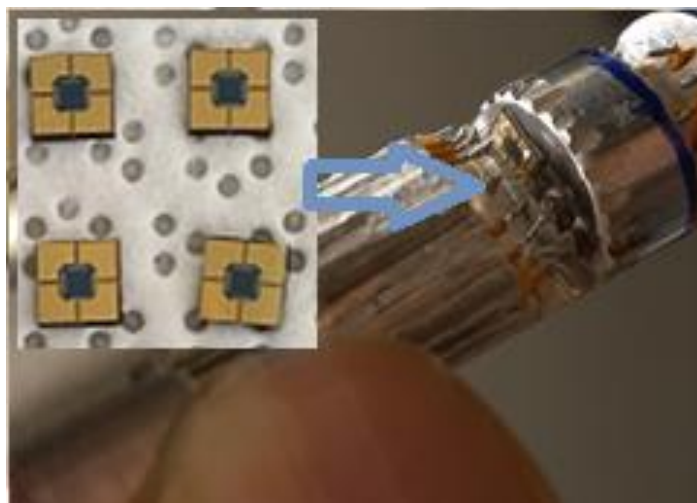


Рис. 41. Разработанные датчики магнитного поля в оснастке для проведения реакторных радиационных исследований

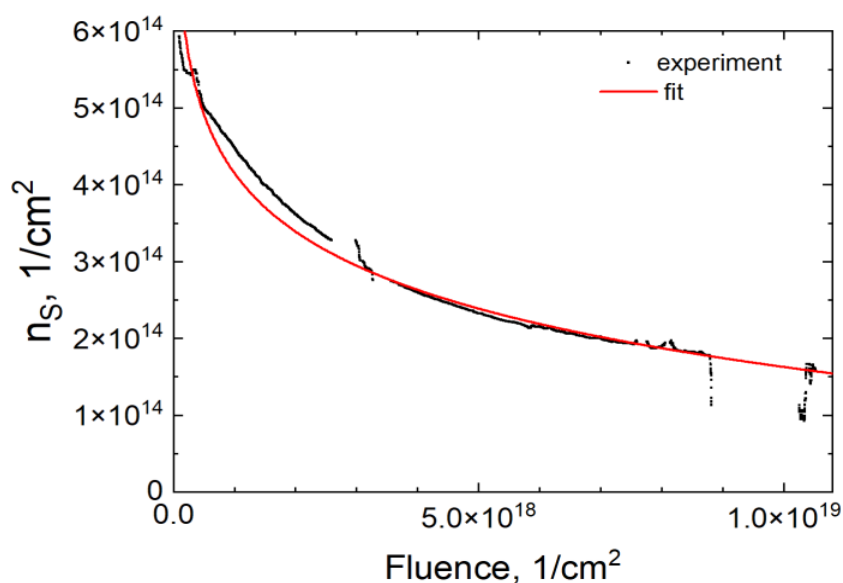


Рис. 42. Результаты изменения концентрации электронов в зависимости от нейтронного флюенса

Интегрально-оптический микрофлюидный сенсор для анализа комплексного показателя преломления жидкостей и газов на чипе

Разработана фотонная интегральная схема с микрофлюидными каналами для прецизионного измерения комплексного показателя преломления жидкостей и газов со следующими характеристиками: рабочая длина волны $1,55 \pm 0,06$ мкм, минимальная концентрация жидкости в анализе < 100 млн⁻¹, требуемый объем анализа < 50 мкл, точность измерения 10^{-4} RIU (рис. 43). Научная новизна обусловлена способом измерения оптических характеристик жидкостного и газового окружения сенсора в ближнем поле кольцевого микрорезонатора. За счет точного измерения сдвига резонансных пиков и изменения добротности пиков находится действительная и мнимая части показателя преломления. Значимость результата связана с полученными знаниями о механизме взаимодействия волноводной моды с жидкостями и газами, а также с возможностью конструирования на этой основе ультракомпактных сенсоров для реального сектора экономики. Сфера применения: энергетика (определение хлорорганических соединений в нефти), новая энергетика, в том числе водородная (определение концентрации водорода в воздухе), персональная медицина (определение вирусных и онкомаркеров в биологических жидкостях).

Организации – соисполнители: Сколковский институт науки и технологий, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики», Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии им. В. И. Кулакова, Московский педагогический государственный университет, Российский квантовый центр

Руководитель: к.ф.-м.н. Ковалюк В.В.

Авторы: Ковалюк В.В., Кузин А. Ю., Флоря И.Н., Васильев С.Н., Гольцман Г.Н.

Публикации:

Kuzin A. et al. Microfluidic–nanophotonic sensor for on-chip analysis of complex refractive index // Applied Physics Letters. – 2024. – Т. 124. – №. 6.

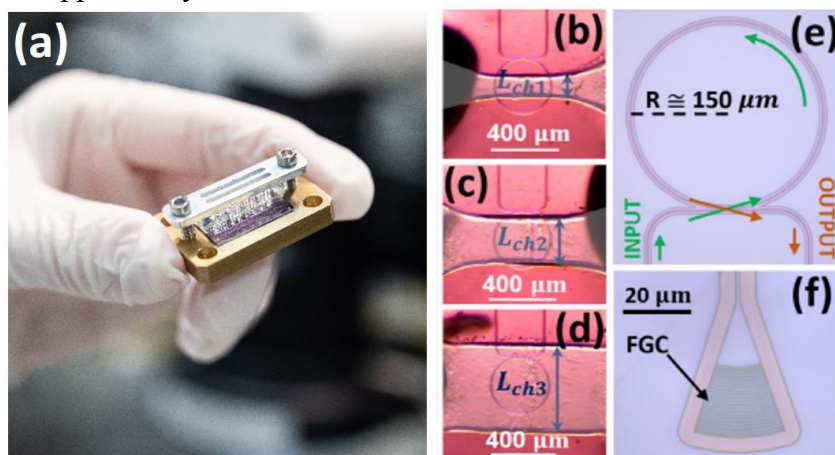


Рис. 43. Интегрально-оптический микрофлюидный сенсор для анализа комплексного показателя преломления жидкостей и газов на чипе, (а) фотография сенсора, (b)-(d) фотографии центральной части чипа сенсора: кольцевые микрорезонаторы из нитрида кремния с микрофлюидными каналами различной ширины: $L_{ch1} = 113$ мкм, $L_{ch2} = 232$ мкм, $L_{ch3} = 400$ мкм), (е) микрофотография кольцевого резонатора радиусом $R = 150$ мкм, стрелками обозначены вход (input) и выход (output) света, (f) изображение фокусирующей дифракционной решетки для ввода/вывода света в сенсор (FGC)

Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева

Создание параллельных корпусов мордовских языков (русско-мокшанского, русско-эрзянского)

В настоящее время по языкам народов Российской Федерации онлайн-переводчики разработаны только для 6 языков: татарского, башкирского, чувашского, марийского, якутского и удмуртского.

В рамках НИР проведены работы, направленные на подготовку русско-эрзянского и русско-мокшанского параллельного корпуса с целью разработки цифрового сервиса по переводу с русского языка на мордовские (мокшанский и эрзянский).



Для создания бета-версии онлайн-сервиса организована работа по переводу с русского на эрзянский и мокшанский языки 100 000 пар параллельных предложений. С этой целью выполнена следующая работа:

1. Проведена оцифровка текстов (преобразование в компьютерную форму), подлежащих переводу на эрзянский и мокшанский языки.

2. Проведена филологическая корректировка оцифрованных текстов.

3. Подготовлен русско-эрзянский и русско-мокшанский параллельный корпус, в котором собраны выравненные тексты, содержащие более 100 тысяч предложений.

4. Проведена верификация данных: проверка орфографии и пунктуации эрзянского и мокшанского языков; проверка перевода терминов, заимствованных слов в соответствии с правилами эрзянского и

мокшанского языков.

Состав и содержание предложений имеет самый разнообразный характер, часто применяется не употребляемая в мордовских языках терминология. Предложения собраны из различных источников: художественные тексты, тексты официальных новостей, фразы из разговорников, учебников, научная и техническая терминология.

На основе параллельного корпуса созданы наборы обучающих данных (датасетов) вычислительных моделей мордовских языков. Процесс перевода осуществляется с использованием моделей нейронного машинного перевода (на основе глубоких нейросетей).

В целях тестирования и корректировки создан чат-бот в мессенджере Телеграм для направления перевода русский-эрзянский. Также в режиме бета-тестирования отрабатываются наиболее распространенные ошибки и неточности, вносятся правки и корректировки в модель. Открыть чат-бот можно по QR-коду.

Разработанный цифровой сервис найдет широкое применение в системе образования, в органах государственной службы при делопроизводстве, в судебной практике, в национальных СМИ как в Республике Мордовия, так и за ее пределами в местах компактного проживания мордовского населения.

Руководитель: к.ф.н. Рябов И.Н.

1. Интегральные устройства нанофотоники на основе изменяющих фазовое состояние халькогенидных полупроводниковых материалов

Разработан и изготовлен ряд элементов фотоники и интегральной оптики, обеспечивающих возможность оптической записи, перезаписи, считывания и энергонезависимого хранения информации за счет управления структурой фазопеременных халькогенидных материалов (рис. 44а) [1]. Изготовленные элементы (рис. 44б) обеспечивают: реверсивное переключение за время менее 200 нс; энергонезависимое поддержание состояний; малое энергопотребление (мДж/см^2); функционирование на телекоммуникационной длине волны 1550 нм; возможность записи в каждую ячейку по 3 бита информации (рис. 44в); совместимость с процессами кремниевой микроэлектроники [2].

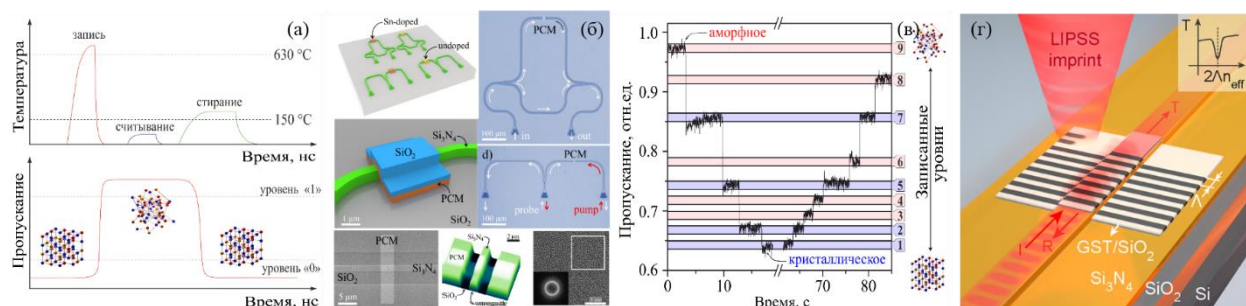


Рис. 44. Принцип переключения свойств фазопеременных материалов (а); изготовленные интегральные устройства нанофотоники на их основе (б); переключение между 9 логическими состояниями (в); применение разработанного способа формирования LIPSS для создания перестраиваемого интегрально-оптического брэгговского фильтра (г)

Разработан способ формирования периодического рисунка в виде двухфазных лазерно-индуцированных периодических структур (LIPSS) на поверхности аморфных тонких пленок фазопеременных халькогенидных материалов и получен патент [3], который был отмечен золотой медалью на XXVII Московском международном Салоне «Архимед». Впервые продемонстрирована возможность применения модификации слоев $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ с помощью LIPSS для создания фотонных интегральных элементов, работающих в телекоммуникационном диапазоне длин волн, в том числе интегрально-оптических брэгговских фильтров (рис. 44г) [4].

Разработка имеет как фундаментальное, так и большое практическое значение, поскольку может не только изменить концепции конструирования элементов фотоники, но и обеспечить создание полностью оптических энергонезависимых запоминающих устройств в интегральном исполнении, в том числе элементов энергонезависимой памяти, увеличив тем самым скорость передачи, хранения и обработки данных в волоконно-оптических системах, центрах обработки данных, а также в оптических вычислительных системах, разрабатываемых в настоящий момент.

Организации-соисполнители: МИСИС, НПК «Технологический центр», ИОНХ РАН, ИТМО, ФИАН

Авторы: Лазаренко П.И., Ковалюк В.В., Синев И.С., Кицюк Е.П., Мешышиков Е.В., Проходцов А., Глухенькая В.Б., Смаев М.П., Козюхин С.А., Гольцман Г.Н., Светухин В.В.

Публикации:

1. Козюхин С.А. и др. Материалы фазовой памяти и их применение // Успехи химии, 2022. – Вып. 91, RCR5033. – С. 1-38.

2. Lazarenko P. et al. Low Power Reconfigurable Multilevel Nanophotonic Devices Based on Sn-Doped $\text{Ge}_2\text{Sb}_2\text{Te}_5$ Thin Films // Acta Materialia, 2022. – Vol. 234. – P. 117994.

3. Патент на изобретение № 2023133923, дата поступления - 19.12.2023.

2. Технологическая платформа для монолитной интеграции кубитов на ионных ловушках и управляющих элементов опто- и криоэлектроники

Метод удерживаемых в ловушках ионов успешно использовался в последние два десятилетия для развития таких технических направлений, как квантовые вычисления, квантовое моделирование, атомные часы, масс-спектрометры и квантовые датчики. Проведение многокубитовых квантовых вычислений требует интеграции периферийных компонентов (цифро-аналоговых преобразователей, фотодетекторов, оптических модуляторов) в едином квантовом чипе вместе с массивами ионных ловушек. Особо следует отметить, что чип должен работать в условиях сверхвысокого вакуума при температурах вблизи абсолютного нуля.

Для решения сложной инженерной задачи создания квантового чипа на ионных ловушках научными коллективами НИУ МИЭТ и Российского квантового центра разработана конструкция гетерогенной ионной ловушки с проводящими полупроводниковыми слоями и технология её изготовления (рис. 45). Нитридные наногетероструктуры оптически прозрачны и обладают большим пьезоэлектрическим коэффициентом, что позволяет изготавливать на единой пластине вместе с ловушкой транзисторы и активные оптические модуляторы амплитуды, частоты и фазы. В качестве связующих волноводов предлагается использовать диэлектрические слои. Между лазерными источниками, детекторами и ионами существует беспрепятственный оптический доступ для ультрафиолетового излучения.

Для изготовления электродов со средней шероховатостью менее 1,5 нм и повышения допустимых рабочих напряжений до 300 В используется специальная технология осаждения металлических покрытий. В результате ловушка способна удерживать как лёгкие, так и тяжелые ионы, в т.ч. $^{171}\text{Yb}^+$. Относительно большая атомная масса иона приводит к меньшим доплеровским сдвигам при данной температуре, а также к увеличению времени жизни возбужденных квантовых состояний. Более высокое напряжение позволяет захватывать тяжелые ионы дальше от поверхности чипа и тем самым уменьшить влияние шума электрического поля и лазерного рассеяния от поверхности.

Авторы: Егоркин В.И., Журавлёв М.Н., Зайцев А.А., Гуминов Н.В.

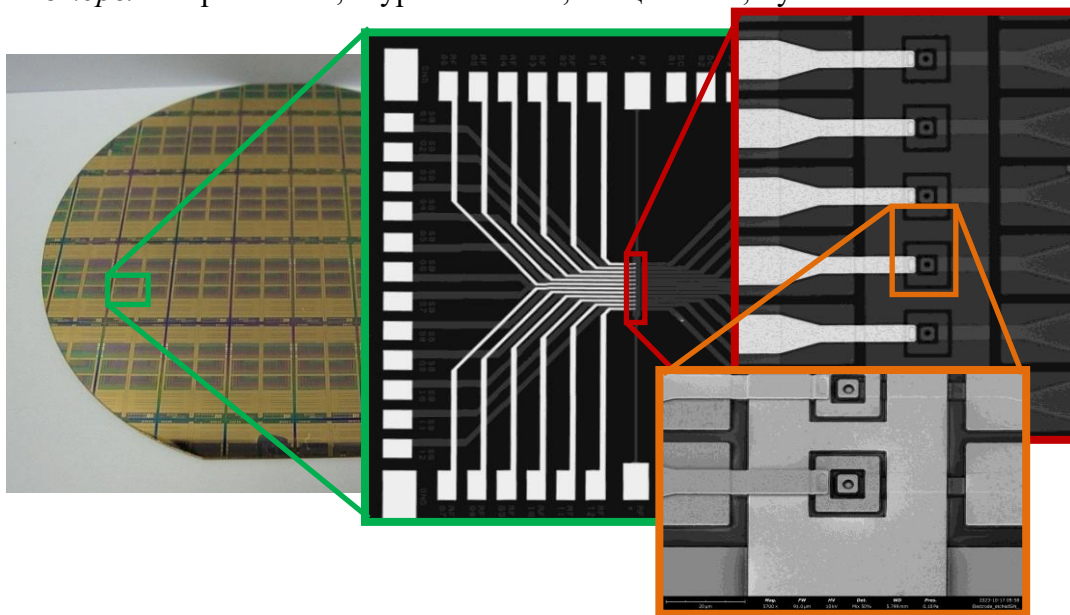


Рис. 45. Пластина с поверхностными ионными ловушками

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

1. Разработка концепции построения нового поколения норм сейсмостойкого строительства

Цели работы:

1. Внедрение новейших достижений науки и техники, отечественного и мирового опыта в сфере строительства.
2. Распространение передового опыта в сфере строительства.
3. Выполнение аналитического обзора лучших мировых практик нормирования сейсмобезопасности в строительстве.

В рамках данной работы рассмотрены и проанализированы нормативные документы сейсмобезопасности в строительстве различных стран, включая США, страны Евросоюза, Казахстан, Армению, Узбекистан и другие. По результатам изучения этих документов подготовлены подробные отчеты, в которых представлены заложенные в данные документы концепции проектирования сейсмостойких зданий из различных конструкционных материалов (сталь, алюминий, бетон, железобетон, дерево, каменная кладка, кирпичная кладка и др.), нормирования сейсмических воздействий, методик расчета несущих конструкций и ненесущих конструктивных элементов на сейсмические воздействия, концепции особых предельных состояний конструкций сейсмостойких зданий в условиях двухуровневого сейсмического воздействия, концепции конструктивных решений сейсмостойких зданий, концепции проектирования оснований, фундаментов, подпорных стен в сейсмических районах, концепции проектирования зданий с сейсмоизоляцией.

По результатам выполненного аналитического обзора лучших мировых практик нормирования сейсмобезопасности в строительстве были сформированы предложения по методологии развития нормирования сейсмостойкого строительства на территории Российской Федерации. Предложения по методологии развития нормирования сейсмостойкого строительства на территории Российской Федерации состоят из двух разделов: 1) концепции нормирования сейсмических воздействий и 2) концепции нормирования сейсмостойкости зданий. Использование предложенных концепций в качестве основы норм Российской Федерации по сейсмостойкому строительству нового поколения позволит реализовать подход к проектированию сейсмостойких зданий и сооружений, целью которого будет обеспечение не только безопасности людей, но и эксплуатации объектов строительства с минимальными перерывами, используя при этом современные достижения в области механики деформируемого твёрдого тела, вычислительной математики и кибернетики, строительных материалов и технологий, строительного проектирования.

Руководитель: ак. РААСН Травуш В.И.

Соруководитель: д.т.н. Кабанцев О.В.

Авторы: Павленко О.В., Павленко В.А., Бугаевский А.Г., Белостоцкий А.М., Туснин А.Р., Мкртычев О.В., Трекин Н.Н., Тер-Мартirosян А.З., Тамразян А.Г., Белый Г.И., Уздин А.М., Вершинин В.В., Анжело Г.О.

2. Модель определения совместной волно-ледовой нагрузки, действующей на сооружения

Сущность результата заключается в работающей верифицированной численной модели, достаточно точно определяющей волно-ледовую нагрузку, действующую на сооружение, с учетом динамических эффектов разрушения льда (рис. 46). Новизна результата заключается в создании уникальной интегрированной модели, обеспечивающей детализированную симуляцию взаимодействия волн и льда с учетом

динамических эффектов, которые не берутся во внимание при традиционных методах раздельного расчета волновых и ледовых нагрузок, действующих на сооружения.

Результат обогащает теоретическую базу в области динамики взаимодействия волн, льда и сооружений, особенно в вопросах влияния на волно-ледовую нагрузку эффекта «всплытия-погружения льдины» (рис. 47) и динамических эффектов разрушения льда; вносит вклад в реализацию стратегических национальных задач в области обеспечения технологического суверенитета Российской Федерации за счет создания отечественной модели взаимодействия волн, льда и сооружений. Разработанную численную модель можно применять для анализа волновых и ледовых нагрузок, имеющих наиболее актуальную значимость для гидротехнических сооружений в арктической части России, особенно при наличии припайного льда.

Руководитель: Кантаржи И.Г.

Авторы: Козлов Д.В., Аншаков А.С., Афонюшкин М.С.

Публикации:

1. Kantarzhi I. G., Afonyushkin M. S. Numerical modeling of wave-ice interaction with a single support // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. 2024. 20 (4). Принята к публикации.

2. Кантаржи И.Г., Афонюшкин М.С. Совместное воздействие волн и льда на сооружение при разрушении льда // Известия ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева. 2024. 314. Принята к публикации.

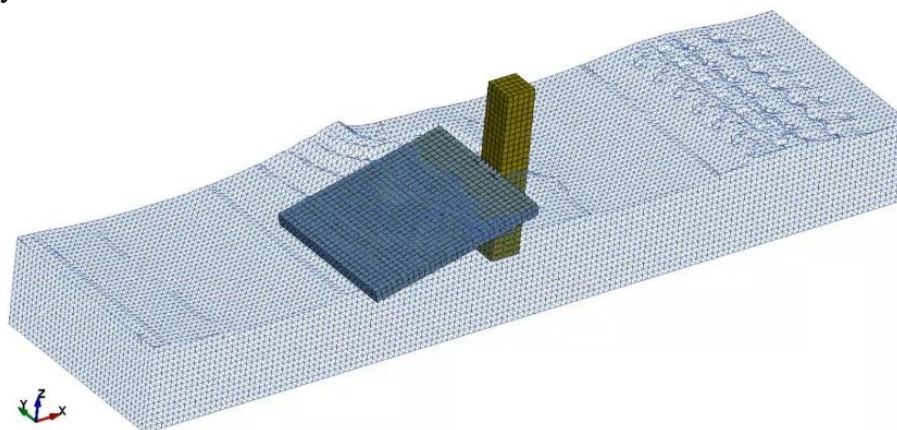


Рис. 46. Модель взаимодействия волн, льда и гидротехнических сооружений

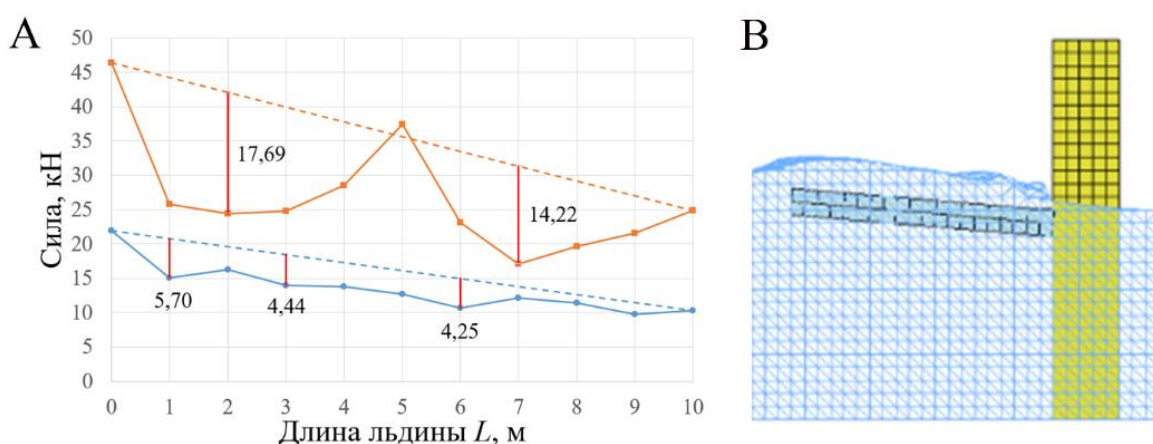


Рис. 14. Изменение совместной горизонтальной силы давления волн и льда на сооружение (А) в зависимости от длины и положения льдины при воздействии на нее поверхностной волны (В)

3. Развитие вычислительных методов решения задач строительной аэродинамики: верификация, валидация, стандартизация

Разработка численных методик расчёта климатических воздействий – это одна из наиболее актуальных и комплексных задач строительства. В настоящее время не регламентировано использование численного (математического) моделирования для расчета ветровой и снеговой нагрузок, оценки возникновения нежелательных аэроупругих эффектов в конструкциях. Физическое моделирование в аэродинамических трубах необоснованно остается единственным легитимным способом изучения аэродинамики зданий и сооружений, несмотря на известные недостатки экспериментальных методов и наличие альтернативных подходов. В то же время активно развивающееся численное моделирование, даёт существенно большие возможности по изучению и назначению климатических нагрузок, чем классические экспериментальные подходы. «Синтез» между физическим и численным моделированием, подкреплённый натурными наблюдениями, позволяет наиболее адекватно и достоверно рассчитывать эффекты ветровых и снеговых воздействий на здания и сооружения.

По результатам проведенных исследований впервые дана оценка реальной погрешности экспериментальных данных, получаемых в уникальной аэродинамической трубе НИУ МГСУ (рис. 48); Предложены и апробированы валидационные метрики для определения степени соответствия численных моделей экспериментальным данным (рис. 49); апробирована методика численного моделирования опасных аэроупругих явлений на вертикальной гибкой конструкции стелы (рис. 50).

В ходе выполнения работы был разработан стандарт организации, включающий методики численного моделирования ветровых и снеговых воздействий, который не имеет аналогов в мире и документов по объему и степени проработки темы. Внедрение научно-технических результатов проекта и стандарта организации приведет к поспособствует цифровизации строительной отрасли, повысит конкурентоспособность, эффективность и технологический суверенитет Российской Федерации в области строительства.

Организация: НОЦ КМ им. А.Б. Золотова НИУ МГСУ

Руководитель: Горячевский О.С.

Авторы: Горячевский О.С., Бритиков Н.А., Негрозова И.Ю.

Публикации:

Горячевский О.С. Nonlinear dynamic analysis of wind actions on a cable-stayed glass façade system / О.С. Горячевский, А.М. Белостоцкий // International Journal for Computational Civil and Structural Engineering. – 2024. – Т.20. – № 3. – С. 56-68.

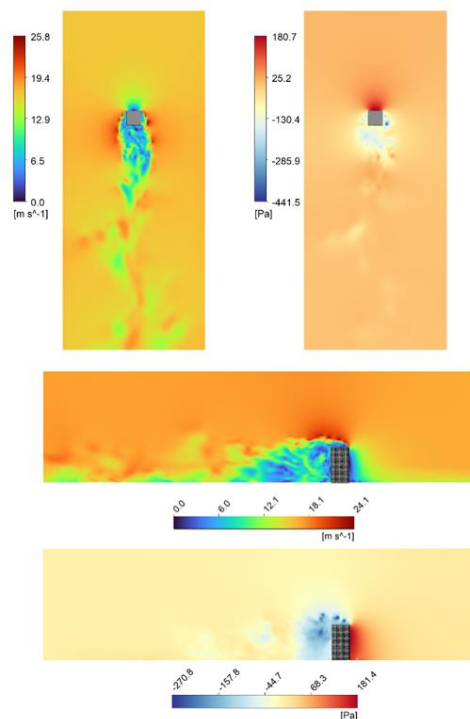


Рис. 48. Численное моделирование аэродинамических коэффициентов для оконных конструкций

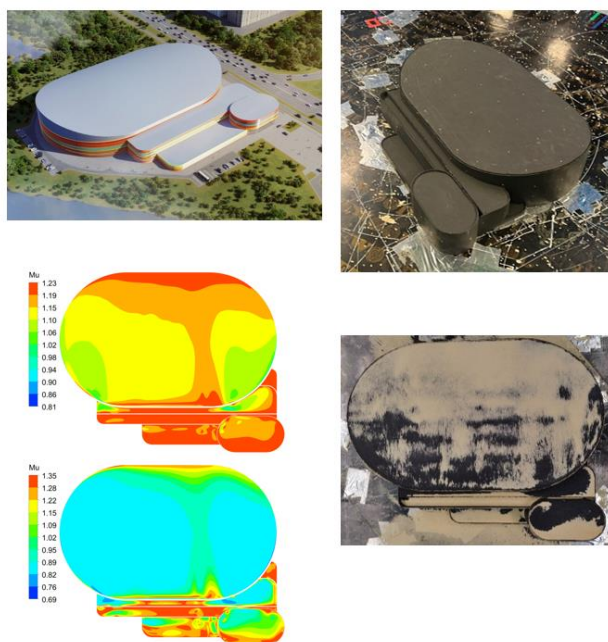


Рис. 49. Численное и экспериментальное моделирование снеговых нагрузок на большепролетное покрытие

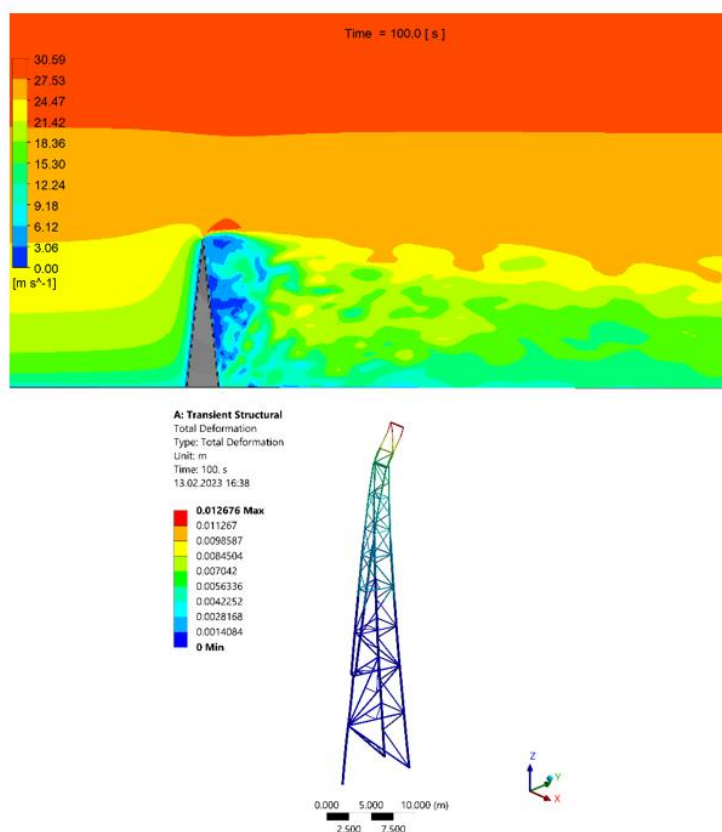


Рис. 50. Прямое связанное моделирование аэроупругости

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

1. Ситуационно-прецедентный метод интеллектуального управления сложными электроэнергетическими, электромеханическими и теплотехнологическими системами и их процессами

Создан ситуационно-прецедентный метод интеллектуального управления сложными электроэнергетическими, электромеханическими и теплотехнологическими системами и их процессами, направленный на интеллектуализацию и обеспечивающий повышение эффективности совокупности процессов (управленческих, основных, вспомогательных, информационно-аналитических) в этих сложных системах, а также позволяющий органично объединить и интенсифицировать процессы интеллектуального моделирования, адаптации, обоснованного выбора и реализации обобщенных прецедентных решений, нечеткого ситуационного управления сложными техническими системами на всех этапах их жизненного цикла.

Метод основан на предложенном типе нечетких ситуационно-прецедентных моделей (НСПМ), которые, в отличие от известных, строятся на основе прецедентов и допускают неоднозначность перехода при одинаковых управляющих воздействиях из одной ситуации в другую в условиях невозможности обеспечения стабильности всех факторов внешней и внутренней среды. Данный тип моделей при их использовании в составе проблемно-ориентированных систем позволяет автоматизировать процедуры интеллектуальной поддержки принятия решений по управлению сложными системами с учетом выбранного критерия при наличии большого числа сложно связанных ситуаций и переходов между ними.

На рисунке (рис. 51) представлен фрагмент НСПМ для интеллектуального управления взаимозависимыми теплофизическими и химико-энерготехнологическими процессами термической обработки окомкованного фосфатного рудного сырья в обжиговой машине конвейерного типа.

Результаты вычислительных экспериментов на примере моделирования ОМКТ показали, что предложенный метод позволяет более детально учитывать ситуационные аспекты функционирования рассматриваемой системы в условиях неопределенности, снизить удельное энергопотребление при производстве партии продукции в среднем на 7 и 13% по сравнению с аналитическими методами и экспертной системой, соответственно. Разработанный метод может найти широкое практическое применение для интеллектуального управления сложными электроэнергетическими, электромеханическими и теплотехнологическими системами различного типа.

Руководитель: д.т.н. Борисов В.В.

Авторы: Борисов В.В., Соколов А.М., Черновалова М.В.

Публикации:

Соколов А.М., Борисов В.В. Рекуррентные нечеткие ситуационно-прецедентные модели для оперативного управления сложными техническими объектами // Программные продукты и системы. 2024. № 4 С. 197-206. DOI: 10.15827/0236-235X.148.197-206.

Sokolov A.M., Budzko V.I., Zatsarinnyy A.A. Fuzzy situational precedent analysis and modeling of processes in complex technical systems // Pattern Recognition and Image Analysis, 2024, vol. 34, no. 3, pp. 673-678 DOI: 10.1134/S1054661824700512.

Соколов А.М., Черновалова М.В., Прокимнов Н.Н. Сетевые нечеткие ситуационно-прецедентные модели систем управления сложными техническими объектами // Прикладная информатика. 2024. Т. 19. № 6. С. 4–17. DOI: 10.37791/2687-0649-2024-19-6-4-17.

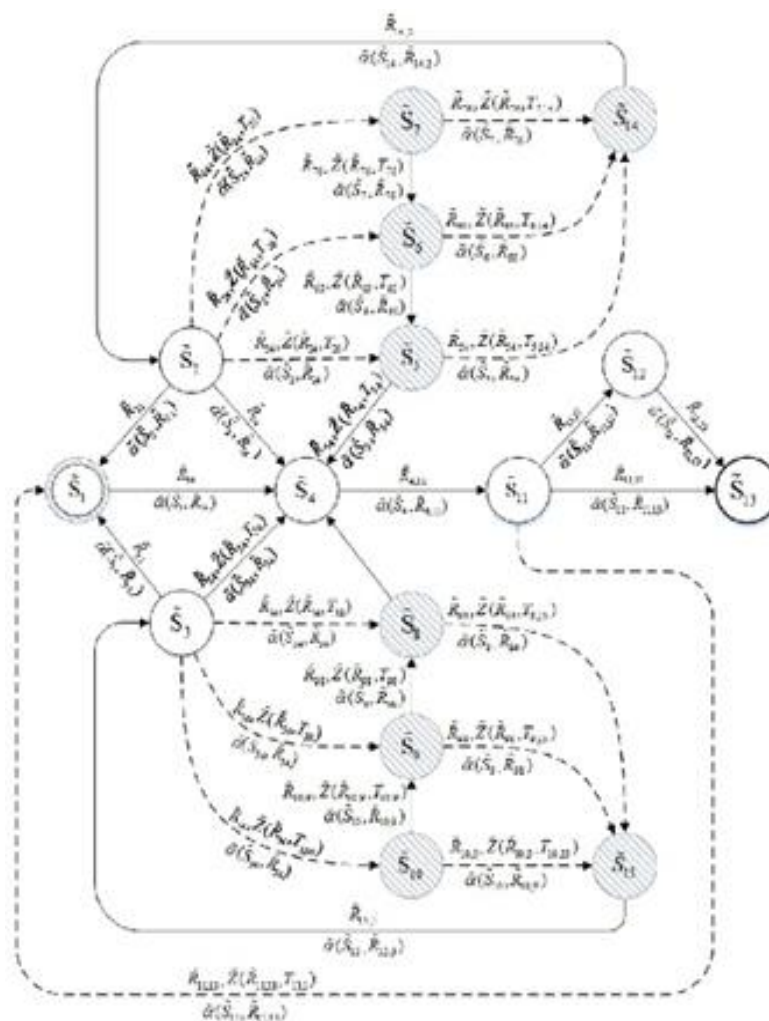


Рис. 51. Нечеткая ситуационно-прецедентная модель для интеллектуального управления процессами термической обработки окомкованного фосфатного рудного сырья в обжиговой машине конвейерного типа

2. Карты режимов течений с возникновением аномально высоких по амплитуде магнито-конвективных пульсаций температуры в потоках жидкого металла в неоднородно обогреваемых трубах под воздействием поперечного магнитного поля

На рисунке (рис. 52) представлены карты режимов в координатах $Ri - Ha/Re$, полученные с помощью экспериментов на ртути, на которые нанесены данные, полученные с помощью численного моделирования. Под неустойчивыми подразумеваются режимы, в которых возникают низкочастотные пульсации температуры и скорости с аномально высокими амплитудами (МКП). Нейтральные кривые (пунктирные) (рис. 52а и рис. 52б) ограничивают область, переходную от турбулентных к ламинарным течениям, в которой возникают МКП с аномально высокой амплитудой. Результаты расчетов показывают, что область существования МКП зависит от возможных отложений на внутренней поверхности стенки трубы – в случае высокого электросопротивления тонкого слоя отложений («K1000W» на рис. 52а и «1Kе4W» на рис. 52б) наблюдается хорошее соответствие с экспериментом; для «чистой» стенки («SW») устойчивые режимы течения наблюдаются в центре зоны неустойчивости.

Получены границы безразмерных критериев, определяющие режимы течения в неоднородно обогреваемых трубах при совместном воздействии термогравитации и поперечного магнитного поля для электроизолированной стенки трубы. Однако, нейтральная кривая области неустойчивости может смещаться при наличии контактного электрического сопротивления на межфазной поверхности «жидкость-стенка» вследствие отложений на этой поверхности загрязнений или оксидов. Указанное смещение приводит к «сужению» области неустойчивых режимов, поэтому полученные границы можно рассматривать в качестве «консервативных», за пределами которых режимы с аномальными пульсациями температуры отсутствуют.

Полученные результаты носят фундаментальный характер и имеют практическую значимость в процессе разработки проектов жидкометаллических систем охлаждения blankets термоядерного реактора, учитывающих возможные эффекты магнетоконвекции.

Результаты необходимы для обоснования проектирования жидкометаллических систем охлаждения термоядерного реактора-токамака, в том числе для верификации кодов и обоснования проектных решений для термоядерной энергетики.

Руководитель: к.т.н. Листратов Я.И.

Авторы: Листратов Я.И., Яньков Г.Г., Артемов В.И., Макаров М.В.

Публикации:

1. V.I. Artemov, M.V. Makarov, G.G. Yankov, K.B. Minko, Numerical Investigation of the Effect of the Wall Properties on Downward Mercury Flow and Temperature Fluctuations in a Vertical Heated Pipe under a Transverse Magnetic Field, International Journal of Heat and Mass Transfer, Volume 218, 2024, 124746

2. Ruslan Akhmedagaev, Oleg Zikanov, Ivan Belyaev, Yaroslav Listratov. Magnetoconvection in a horizontal duct flow — A parametric study/ International Journal of Thermal Sciences, Volume 194, 2023, 108576

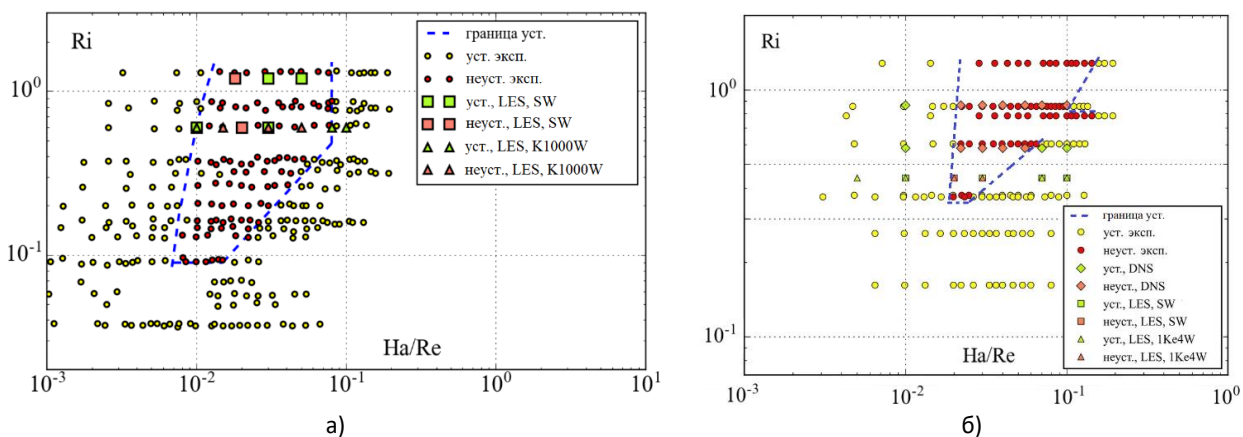


Рис. 52. Карта режимов существования МКП при опускном течении в вертикальных неоднородно обогреваемых трубах (а) и при течении в горизонтальных неоднородно обогреваемых трубах (б)

3. Термобарьерные покрытия на основе $ZrO_2-Y_2O_3$, полученные магнетронным распылением неохлаждаемой мишени

Экспериментально установлено, что повышение температуры мишени магнетронной распылительной системы позволяет уменьшить в 2 раза ширину петли гистерезиса. В результате исследований, проведенных в рамках выполнения НИР государственного задания FSWF-2023-0016, найдены диапазоны значений расхода кислорода при различных мощностях магнетронного разряда, при которых работа производится с устойчивым и стабильным управлением процесса. Формирование покрытий распылением неохлаждаемой мишени позволяет наносить пленки с высокой адгезией к подложке и высокой скоростью, характерной для металлических покрытий. Высокое значение адгезии позволит ограничить процессы разрушения покрытий при повышении рабочей температуры свыше $1300^{\circ}C$. YSZ-покрытие, сформированное с использованием неохлаждаемой мишени, показало сочетание нанослойной и столбчатой структуры, свойственной структуре ТБП.

Исследования направлены на разработку технологических основ и технических решений для формирования и изучения характеристик термобарьерных покрытий, полученных с применением современных систем магнетронного распыления.

Показана возможность использования магнетронных систем распыления протяженной неохлаждаемой мишени для формирования керамического слоя ТБП с развитой пористой структурой. Экспериментально установлено, что повышение температуры мишени магнетрона позволяет уменьшить влияние гистерезиса – ширина петли гистерезиса уменьшается в 2 раза – и повысить скорость осаждения ТБП более чем в 10 раз по сравнению с охлаждаемой мишенью (рис. 53). Полученные результаты открывают новые возможности для разработки технологии магнетронного распыления протяженной неохлаждаемой мишени для получения ТБП на основе диоксида циркония, стабилизированного оксидом иттрия, толщиной более 50 мкм и изучения их тепловых и механических свойств.

Термобарьерные покрытия нового поколения можно применять для элементов горячего тракта современных отечественных энергетических газовых турбин.

Руководитель: д.т.н. Рыженков А.В.

Авторы: Качалин Г.В., Медведев К.С., Медников А.Ф., Зилова О.С., Тхабисимов А.Б., Илюхин Д.И., Касьяненко В.А.

Публикация:

Качалин Г.В., Медведев К.С., Медников А.Ф., Зилова О.С., Тхабисимов А.Б., Илюхин Д.И., Касьяненко В.А. К вопросу о формировании термобарьерных покрытий методом магнетронного распыления // Frontier Materials & Technologies. 2024. № 4.

Г.В. Качалин, К.С. Медведев, О.С. Зилова, А.Б. Тхабисимов, Д.И. Илюхин
Исследование характеристик титановых покрытий, полученных методом магнетронного распыления неохлаждаемой протяженной мишени // Упрочняющие технологии и покрытия. 2024. Том 20, № 12, С.555-558.

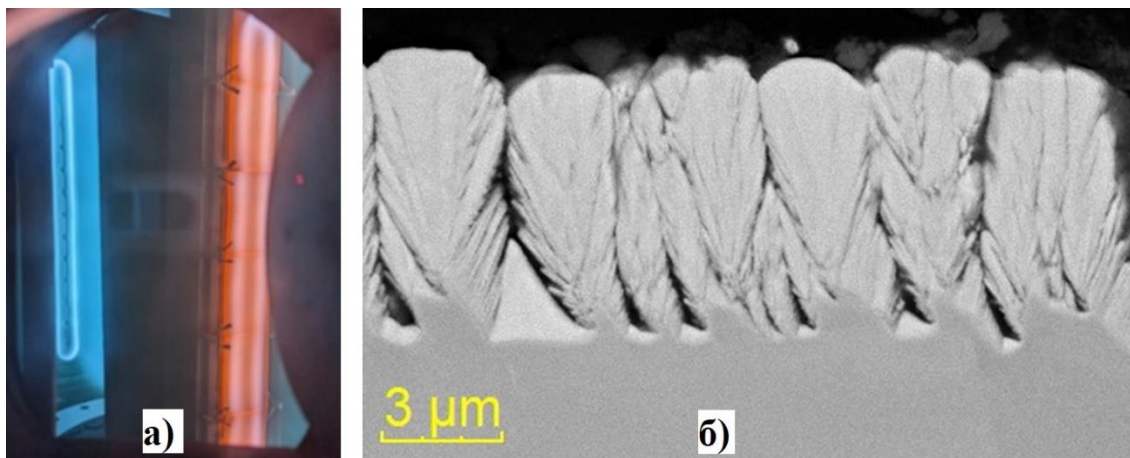


Рис. 53. Изображение одновременной работы протяженных магнетронов с охлаждаемой и неохлаждаемой мишенями (а) и структура ТБП YSZ, полученная при мощности 8,7 кВт (б)

**Санкт-Петербургский политехнический университет
Петра Великого**

1. Разработка нового класса невирусных средств доставки на основе нано- и микрочастиц комплексного состава для диагностики и терапии злокачественных новообразований

Получены новые мультифункциональные гибридные системы на основе нано- и микроносителей комплексного состава, у которых ядро представляет собой неорганическую матрицу, а оболочка состоит из полимерных слоёв с включенными в их структуру нанообъектами, варьируемыми в зависимости от задачи исследования. В зависимости от архитектуры данные носители могут быть использованы для эффективной и безопасной доставки ряда противоопухолевых препаратов, противовирусных малых интерферирующих РНК, инструментов редактирования генома (CRISPR/Cas9) в клетки-мишени и другие области интереса. Исследована фармакокинетика высвобождения биоактивных веществ из разработанных носителей под действием различных видов физических (ультразвук, свет) и химических (ферменты) стимулов, а также разработаны подходы модификации нано- и микроносителей с помощью магнитных наночастиц, биологических лигандов для осуществления селективной внутриклеточной доставки под действием магнитного поля. Созданы принципиально новые подходы включения терапевтических и диагностических радионуклидов в структуру нано- и микроразмерных носителей на основе частиц карбоната кальция. Подтверждение направленности доставки нано- и микроносителей комплексного состава, несущих радионуклид, было впервые продемонстрировано с использованием методов визуализации, таких как позитронно-эмиссионная компьютерная томография (ПЭТ-КТ) и однофотонная эмиссионная компьютерная томография (ОФЭКТ). Проведена оценка возможности использования разработанных носителей комплексного состава для адресной доставки ряда диагностических и терапевтических агентов в область опухолевого роста на примере меланомы в виде солидного и метастазирующего новообразования. Разработана и апробирована методика комбинированного лечения метастазирующего рака легких, включающая проведение радионуклидной терапии в сочетании с химиотерапией.

Разработанные методы дают возможность осуществить направленную доставку диагностических и терапевтических агентов в целевые клетки *in vitro* и *in vivo*, что позволяет повысить эффективность многих существующих методов терапии ЗНО. Кроме

того, разработаны новые подходы к инкапсуляции диагностических радионуклидов в структуру нано- и микроносителей, что обеспечит дистанционную визуализацию с использованием ПЭТ-КТ и ОФЭКТ.

Полученные результаты потенциально можно использовать для разработки инновационных лекарственных препаратов тераностического действия и последующего применения в терапии пациентов с различными формами ЗНО, а также для терапии онкологических больных в комбинированной схеме лечения ЗНО.

Руководитель: д.б.н., Тимин А.С.

Авторы: Карпов Т.Е., Рогова А., Шипиловских С.А., Митусова К.А., Ахметова Д.Р., Постовалова А.С.

Публикации:

1. Y. Zhu, R. Zhao, L. Feng, C. Wang, S. Dong, M. V. Zyuzin, A. Timin, N. Hu, B. Liu, P. Yang, Dual Nanozyme-Driven PtSn Bimetallic Nanoclusters for Metal-Enhanced Tumor Photothermal and Catalytic Therapy, ACS Nano. 17 (2023) 6833–6848. <https://doi.org/10.1021/acsnano.3c00423>.

2. O.O. Peltek, T.E. Karpov, A. Rogova, A. Postovalova, E. Ageev, A. Petrov, D. Antuganov, A.A. Stanzhevsky, D.N. Maistrenko, D. Zuev, A.R. Muslimov, A.S. Timin, M. V. Zyuzin, Development of Nanocarrier-Based Radionuclide and Photothermal Therapy in Combination with Chemotherapy in Melanoma Cancer Treatment, ACS Appl Mater Interfaces. 15 (2023) 13460–13471. <https://doi.org/10.1021/acsami.2c20619>.

2. Научные основы создания природоподобных металлических метаматериалов на базе аддитивных технологий

В ходе выполнения проекта: «Научные основы создания природоподобных материалов и конструкций с заданным комплексом свойств с использованием передовых технологий цифрового проектирования, моделирования и аддитивного производства» установлено, что механические метаматериалы могут проектироваться на основе нескольких типов структур – единичных ячеек, хиральных структур и структур типа оригами.

В природе наблюдаются материалы на базе единичных ячеек на основе стоек и поверхностей. По результатам проведенных исследований, были получены метабиоматериалы ауксетики на основе различных топологий сетчатых конструкций из чистого титана (Рис.), с отрицательным значением коэффициента Пуассона, составившим – 0,09 и – 0,003 соответственно. При этом модуль упругости полученных метабиоматериалов находится в интервале, соответствующим модулю упругости трабекулярной кости человека, что подтверждает возможность использования таких конструкций в качестве имплантатов без отрицательных последствий для человека.

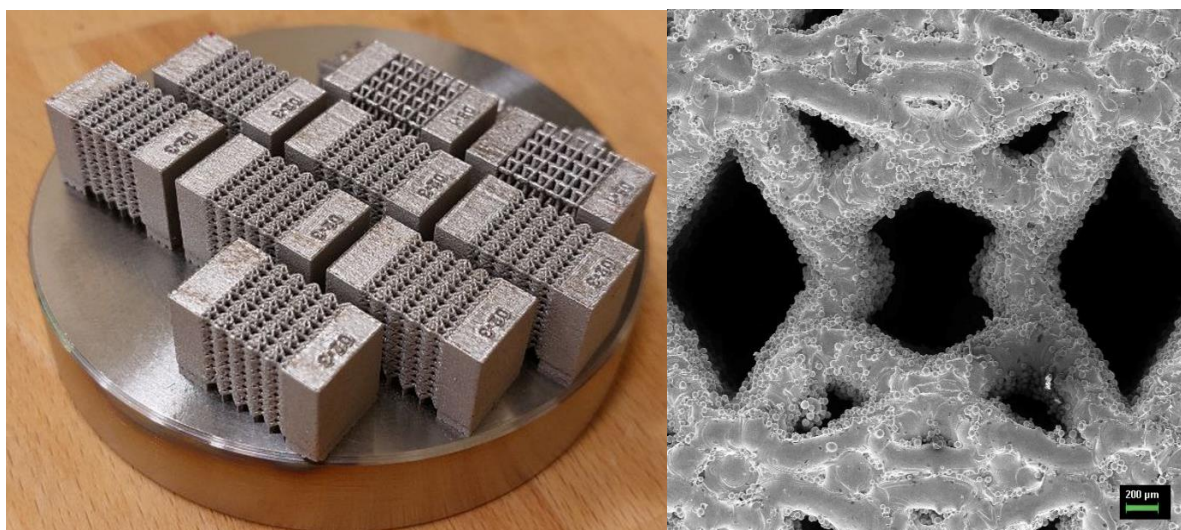


Рис. 54. Сетчатые конструкции мета-биоматериалов ауксетиков

Руководители: ак. РАН Рудской А.И., д.т.н. Попович А.А.

Авторы: Орлов А.В., Фарбер Э.М.

Публикации:

1. Repnin A. et al. Investigation of the 4D Multi-Material 316L/FeNi36 Obtained by Selective Laser Melting //Micromachines. – 2024. – Т. 15. – №. 11. – С. 1288.
2. Zaitceva M. et al. Stainless Steel 316L Fabricated by Fused Deposition Modeling Process: Microstructure, Geometrical and Mechanical Properties //Journal of Manufacturing and Materials Processing. – 2024. – Т. 8. – №. 6. – С. 259.
3. Polozov I. et al. Ti-Ta-Cu Biocompatible Alloy System Development via Selective Laser Melting for Prosthetic Applications //Metals. – 2024. – Т. 14. – №. 10. – С. 1177.
4. Mazeeva A. et al. Multi-Metal Additive Manufacturing by Extrusion-Based 3D Printing for Structural Applications: A Review //Metals. – 2024. – Т. 14. – №. 11. – С. 1296.

Санкт-Петербургский национальный исследовательский Академический университет имени Ж.И. Алфёрова Российской академии наук

Фотодетекторы с высокой фоточувствительностью в диапазоне длин волн 2,0—2,6 мкм на основе эпитаксиальных гетероструктур InGa(Al)As/InP

Высокая степень прозрачности атмосферы в коротковолновом инфракрасном (ИК) спектральном диапазоне (1-3) мкм делает его востребованным для множества приложений ИК фотоники, что, в свою очередь, вызывает необходимость создания эффективных фотодетекторов с высокой фоточувствительностью к коротковолновому ИК излучению. Среди перспективных приложений ИК систем коротковолнового диапазона можно отметить спектрометры и многоканальные газовые анализаторы NH_3 , CO , а также парниковых газов CO_2 и CH_4 , тепловизионные приборы и приборы ночного видения, способные получать более детальное изображение в плохих погодных условиях, системы дистанционного зондирования Земли и других космических тел, исследования окружающей среды и прогнозирование погоды со спутника и т.д.

Благодаря сравнительно высоким значениям фоточувствительности и обнаружительной способности фотодетекторы коротковолнового ИК диапазона на основе полупроводниковых гетероструктур InGa(Al)As на подложках фосфида индия (InP) вызывают интерес исследователей во всем мире. Эпитаксиальная технология InGa(Al)As/InP позволяет достичь высокого кристаллического совершенства слоев и гетерограниц, а для изготовления на данных гетероструктурах кристаллов фотодиодов применяется зрелая технология пост-ростовой обработки.

На основе полученных гетероструктур стандартными методами фотолитографии изготовлены экспериментальные образцы кристаллов pin -фотодиодов и экспериментальные образцы pin -фотодиодов коротковолнового ИК диапазона (2,0-2,6) мкм в корпусе с линзой (рис. 55). Производство фотоприемников по данной технологии для спектрального диапазона (2,0-2,6) мкм представляется перспективным. Однако в России на сегодняшний день выпуск подобных устройств не ведется.

Руководитель: к.ф.-м.н. Соболев М.С.

Авторы: Е.И. Василькова, К.Ю. Шубина, О.В. Баранцев, Е.В. Пирогов, Л.Я. Карачинский, И.И. Новиков.

Публикации:

1) Е.И. Василькова, М.С. Соболев, Исследование температурной зависимости темновых токов pin -фотодиодов на основе эпитаксиальных гетероструктур $\text{In}_{0.83}\text{Ga}_{0.17}\text{As}/\text{InP}$ с метаморфными буферными слоями, Физика и техника полупроводников, 58(7):358-264 (2024) <https://doi.org/10.61011/FTP.2024.07.59178.6329H>

2) Е.И. Василькова, М.С. Соболев, Электрофизические характеристики PIN-фотодиодов диапазона 2.2-2.6 мкм на основе гетероструктур $\text{InGa(Al)As}/\text{InP}$ с метаморфным буферным слоем, Конденсированные среды и межфазные границы, 26(3):417-423 (2024) <https://doi.org/10.17308/kcmf.2024.26/12216>

3) E.I. Vasilkova, M.S. Sobolev, 2,5 μm photodetectors based on MBE grown $\text{InAlAs}/\text{InGaAs}/\text{InP}$ metamorphic heterostructures, 2024 International Conference Laser Optics (ICLO), Saint Petersburg, Russian Federation, 2024, pp. 376-376 <https://doi.org/10.1109/ICLO59702.2024.10624311>

4) Е.И. Василькова, М.С. Соболев, Разработка $\text{In}_{0.83}\text{Ga}_{0.17}\text{As}/\text{InP}$ pin -фотодиодов для ближнего ИК диапазона 2,2-2,6 мкм на основе метаморфных гетероструктур, Материалы XXVII Международной научно-технической конференции по фотоэлектронике и приборам ночного видения, М.: АО «НПО «Орион», 2024 г., стр. 267. ISBN 978-5-94836-696-8

5) Е.И. Василькова, М.С. Соболев, Анализ кристаллического качества объемных слоев $\text{In}_{0.83}\text{Ga(Al)0.17As}$, сформированных на метаморфных буферных слоях InAlAs/InP с линейным и нелинейным градиентом состава, Конденсированные среды и межфазные границы, 27(1) (2025).

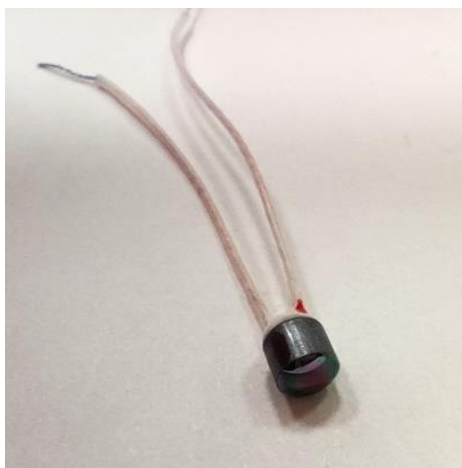


Рис. 15. Фотография образца pin -фотодиода в корпусе с линзой

**Южно-Уральский государственный университет (национальный
исследовательский университет)**

1. Создание высокотехнологичного производства электрогидравлических усилителей мощности с электромеханическим преобразователем электродинамического типа с расширенным частотным диапазоном

Результат получен по проекту в рамках Постановления Правительства Российской Федерации № 218 (соглашение № 075-11-2023-005 от 13.02.2023).

Проект направлен на создание высокотехнологичного производства электрогидравлических усилителей мощности с электромеханическим преобразователем электродинамического типа (ЭГУМ), обладающих расширенным частотным диапазоном для использования в качестве управляющего элемента в электрогидравлических следящих приводах.

Уникальность создаваемого ЭГУМ заключается в частотном диапазоне его работы – свыше 100 до 300 Гц. Данный частотный диапазон не входит в полосу пропускания управляющей аппаратуры, производимой в настоящее время отечественными предприятиями. Существующие отечественные аналоги обеспечивают полосу пропускания до 100 Гц (гидромеханические устройства) и свыше 300 Гц (электродинамические устройства).

Крайне важно создание качественных испытательных комплексов, позволяющих смоделировать на этапе разработки и приемки продукции различные неблагоприятные условия и аварийные ситуации. Успешное функционирование таких комплексов невозможно без высокоточных и высокочастотных аппаратов, объединяющих в себе электромеханическую и гидравлическую части и обеспечивающих выработку управляющего сигнала к приводу.

Потенциальными потребителями ЭГУМ в составе стендового оборудования являются предприятия авиа-, судо-, ракето- и двигателестроения, трубной продукции для нефтегазового комплекса, а также производители сельскохозяйственной, специальной техники, работающих в условиях высокой нагруженности, в том числе для нужд МО РФ.

Иллюстрационные материалы представлены на Рис. 16.

Автор: д.т.н. Ардашев Д.В.

Публикации:

Хабарова, Д.Ф. Определение гидродинамической силы, действующей на золотник электрогидравлического усилителя мощности с применением средств вычислительной гидродинамики / Д.Ф. Хабарова, С.Ю. Битюцких, А.Р. Исмагилов, Д.В. Ардашев // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Машиностроение». – 2023. – Т.23, № 2. – С. 5-16.

Korobotov, D.V. Requirements Definition, Modeling, and Simulation of Control Units of an Electrohydraulic Power Amplifier / D.V. Korobotov, A.A. Baturin, D.V. Ardashev, H. Abbasova // Advances in Science and Technology. – 2024. – 148, pp. 179–186.

Gandzha, S.A. The Development and Study of an Electromechanical Converter for an Electro-Hydraulic Power Amplifier of a Servo-Hydraulic Drive / S.A. Gandzha, N.I. Neustroev, A.I. Sogrin, D.V. Ardashev, R. Dadashov // Advances in Science and Technology. – 2024. – 148, pp. 163–178.

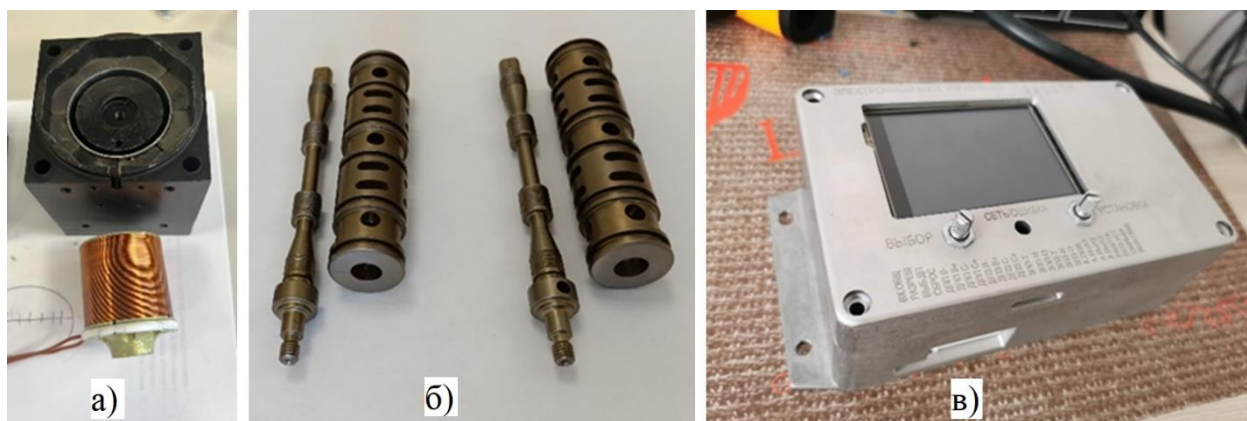


Рис. 16. Иллюстрационные материалы: а) опытный образец электромеханического преобразователя; б) опытный образец высокоточной золотниковой пары; в) опытный образец электронного блока управления

2. Инженерия состояний света для квантовых вычислений и сенсорики

Результат получен по проекту в рамках Постановления Правительства Российской Федерации № 220 (соглашение с Минобрнауки России № 075-15-2022-1116 от 01.07.2022).

Проект направлен на разработку техники сверхточных измерений неизвестного набег фаз посредством состояний непрерывных переменных определенной четности, а также применению неклассических состояний света в квантовой метрологии.

Новизна состоит в анализе реальных схем квантовой метрологии, учитывающей потери частиц, неэффективности детекторов фотонов и пр. Выделены как предельные (фундаментальные) ограничения, налагаемые квантовомеханическими неопределенностями соответствующих величин при измерении, так и ограничения, обусловленные влиянием классических шумов на процесс распространения и измерения квантованного поля. Особое место в работе занимают возможности квантовой метрологии, как инструмента достижения ключевых результатов в квантовой оптике и смежных направлениях, связанных с фотоникой – квантовой криптографией, квантовыми вычислениями и квантовой сенсорики.

Основной акцент сделан на анализе современного уровня теоретических и экспериментальных исследований, посвященных генерации, преобразованию и измерению неклассических состояний света. Показано, каким образом они могут быть полезными для повышения точности измерения и оценки неизвестных фазовых параметров как в линейной, так и нелинейной метрологии.

Выделены возможные подходы к использованию бифотонного света в фотометрии, радиометрии и сенсорики для задач абсолютной калибровки современных детекторов счета фотонов, а также измерений яркостной температуры для горячих источников излучения. Обсуждаемые явления, методы и подходы квантовой метрологии в свете новейших достижений в области квантовых источников излучения, его детектирования, послужат важным инструментом в разработке и практической реализации новых схем и алгоритмов по квантовой обработке информации.

Иллюстрационные материалы представлены на Рис. 17.

Автор: д.ф.-м.н. Кулик С.П.

Публикации:

1. Алоджанц А.П., Царёв Д.В., Куц Д.А., Подошведов С.А., Кулик С.П. Квантовая оптическая метрология, Успех физических наук, 2024, том 194, стр. 711–739 <https://doi.org/10.3367/UFNr.2024.01.039634>.

2. Alodjants A. P., Tsarev D. V., Osipov S. V., Podoshvedov M. S., and Kulik S. P., Multiparameter Quantum Metrology with Bright Solitons, Bulletin of the Russian Academy of Sciences: Physics, 2024, Vol. 88, No. 6, pp. 815–821 DOI: 10.1134/S1062873824706676.

Иллюстрационные материалы:

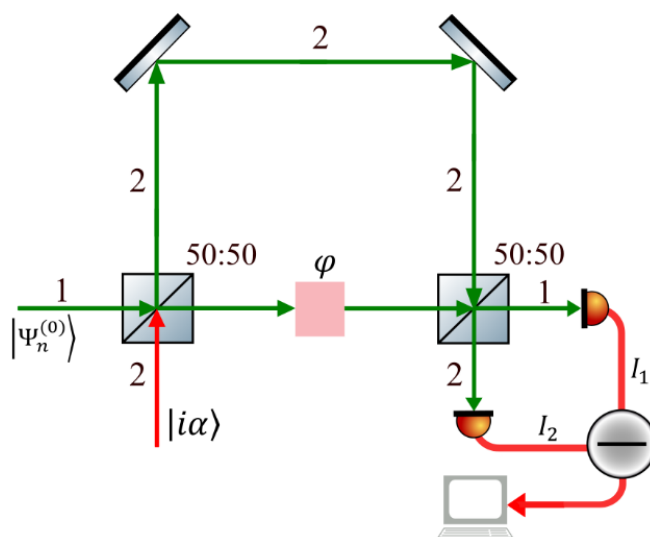


Рис. 17. Схематическое представление интерферометра, на вход которого подается пробное состояние. Входное состояние определенной четности гарантирует увеличение чувствительности интерферометра в случае амплитуды сжатия < 15 дБ начального состояния

Севастопольский государственный университет

1. Телеуправляемый необитаемый подводный аппарат «Херсонес»

Телеуправляемый необитаемый подводный аппарат (ТНПА) «Херсонес» создан исследователями молодежной научно-исследовательской лаборатории «Робототехника и интеллектуальные системы управления». В 2024 году изготовлен опытный образец ТНПА «Херсонес» (рис.Рис. 18), проведены межведомственные испытания, конструкторской документации присвоена литера «О1». ТНПА предназначен для проведения поисково-обследовательских и осмотровых работ на глубинах до 200 метров.

Функциональные особенности:

- управляемость по шести степеням свободы;
- построение карты глубины наблюдаемой сцены, измерение расстояний между объектами наблюдаемой сцены, вычисление габаритов и дальности до наблюдаемых объектов.

Разработанные в молодежной лаборатории технологии позволяют создавать отечественные конкурентоспособные образцы подводной робототехники, необходимые для эффективной эксплуатации морской инфраструктуры, исследований морского дна, обследовательских и поисковых работ на различных глубинах.

Потребители: организации, занимающиеся подводными изысканиями и исследованиями (в т.ч. подводная археология); предприятия, оказывающие услуги компаниям нефтегазового сектора, портовым службам, исследовательским организациям по выполнению осмотровых работ под водой.

Технологические особенности:

1. Оригинальная Y-компоновка двигателей ТНПА «Херсонес» (защищена патентом на полезную модель № 209233 «Подводный аппарат с Y-компоновкой двигателей» МПК B63G 8/00 (2006.01).

2. Оптическая система технического 3D-зрения ТНПА «Херсонес» расширяет функциональность в отличие от существующих штатных оптических подводных видеосистем коммерческих ТНПА (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023680439 «Программа модуля подводного технического зрения для оценки пространственных геометрических характеристик объектов»).

Перспективы развития ТНПА «Херсонес»:

В 2024 году проект успешно пройден акселератор Фонда «ЭРА», по итогам которого принято решение о создании технологической компании в Севастополе, задача которой – производство ТНПА «Херсонес» и расширение модельного ряда. В настоящий момент идет подготовка сделки. Ожидаемый объем инвестиций в НИОКР – 51 млн руб.. Ожидаемый объем вложений в производство – до 100 млн руб.

Руководитель: к.т.н. Кабанов А.А.

Авторы: Альчаков В.В., Васильев Д.М., Ермаков И.А., Кабанов А.А., Крамарь В.А., Крамарь О.А., Токарев Д.А.



Рис. 18. Внешний вид ТНПА «Херсонес»

2. Надводный беспилотный аппарат «Морской скорпион»

Беспилотный сервисный катамаран «Морской скорпион» (Рис. 19) предназначен для уборки мусора на поверхности воды. БЭК оборудован двумя погружными электродвигателями с водяным охлаждением и полимерными гребными винтами с комплектом защитных насадок. Конструкция судна позволяет опционально размещать на фигурной навигационной мачте (хвосте скорпиона) с изменяемым углом наклона различные электронные устройства: антенны, видеокамеры оптического и инфракрасного спектра, громкоговорители и т.п.; извлекать для очистки полезную нагрузку (сетку с мусором), не поднимая аппарат на берег. Механизм для сбора мусора находится внутри аппарата и представляет собой ячеистую сеть. С помощью пульта управления оператор открывает на аппарате шторку, и мусор попадает в сеть.

«Морской скорпион» уже нашел свое применение для очистки акватории Балаклавской бухты города Севастополя, в которой располагается яхтенная марина (осуществлена продажа катамаранов по заказу города Севастополя в ГУП «Проект развития Балаклавы» в количестве 2 шт. на общую сумму 3,5 млн руб.).

Руководитель: Рощупкин С.И.

Авторы: Рощупкин С.И., Голяшов П.В., Гарматюк М.И., Зубцова А.А.



Рис. 19. Надводный беспилотный аппарат «Морской скорпион»

3. Масштабируемая IoT-платформа оперативного межсредного экологического мониторинга окружающей среды

Впервые разработана масштабируемая IoT-платформа оперативного (24/7) межсредного (вода, море, воздух) экологического мониторинга окружающей среды, образованная совокупностью отечественных измерительных комплексов и информационной системы для контроля состояния природной среды в условиях погодно-климатических, экологических и техногенных рисков (Рис. 20). Ключевые элементы платформы – это приборы собственной разработки с повышенной автономностью и низким энергопотреблением: измерительные буи для размещения в морских и пресноводных акваториях (Рис. 21 и Рис. 22); уровнемеры для мониторинга пресных водоемов (Рис. 23); автоматизированные станции мониторинга и контроля состояния атмосферного воздуха (Рис. 24); устройство контроля параметров воды водозаборных скважин системы водоснабжения (Рис. 25). Устройства интегрированы в единое информационное пространство на основе специально разработанной цифровой онтологической модели системы мониторинга (Рис. 26).

Преимущество:

- распространение технологического продукта в форме «коробочного» решения по организации территориальных и локальных систем комплексного мониторинга – от аппаратной части до серверного ПО;

- новое качество данных – полнота, комплексность, высокая дискретность и оперативность поступления.

Платформа может быть адаптирована под любые задачи: от организации территориальных систем мониторинга для сферы природнадзорной деятельности до локальных систем, предназначенных для проведения научных исследований или обеспечения деятельности отдельных предприятий (в том числе в морской отрасли), а также для развития цифровых коммерческих сервисов в области эко-консалтинга, рекреации и туризма, создания интеллектуальных систем поддержки принятия решений.

IoT-платформа межсредного экомониторинга может стать основой для современных перспективных проектов создания цифровых двойников природных объектов. Разработка цифровых сервисов в сфере экологии на основе внедрения технологии искусственного интеллекта. Такая система может быть интегрирована в региональную систему поддержки принятия решений при управлении территорией, быть составной частью АПК «Безопасный город».

Эффекты:

- развитие территориальной системы экологического мониторинга;
- повышение эффективности предупреждения и снижения рисков чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера;

- содействие цифровизации отрасли экологии и природопользования (распоряжение Правительства Российской Федерации № 3496-р от 08.12.2021).

Руководитель: к.ф.-м.н. Евстигнеев В.П.

Авторы: Кузнецов П.Н., Лунев Е.Г., Безгин А.А., Самойлов С.Ю.

Цифровая платформа комплексного мониторинга и контроля окружающей среды

образована совокупностью отечественных программно-аппаратных комплексов и информационных систем контроля состояния природной среды, интегрированных в региональную комплексную систему поддержки принятия решений при управлении погодно-климатическими, экологическими и техногенными рисками

Ключевые элементы Платформы:

- Сеть измерительных комплексов для мониторинга морских прибрежных акваторий и пресноводных водоемов для прикладных задач базовый мониторинг прибрежных акваторий; контроль уровня и качества воды в водоемах и пр.
- Сеть автономных измерительных комплексов мониторинга состояния воздуха базовый метеорологический мониторинг; мониторинг качества воздуха по 5-ти принятым параметрам: NO₂, SO₂, O₃, CO, H₂S, + взвеш. частицы PM2.5,10
- Веб-приложение для агрегирования данных мониторинга и предиктивной аналитики на их основе сбор и агрегирование оперативной информации с сети мониторинга с индикацией неблагоприятных и опасных явлений; оценка текущих и прогнозируемых условий окружающей среды для отдельных интересующих объектов, районов, предприятий на основе численного моделирования;

Область применения:

- Экологический морских прибрежных акваторий и пресноводных водоемов
- Прогнозирование опасных гидрометеорологических и экологических явлений
- Обеспечение комфортной и безопасной среды
- Развитие сферы рекреации

Внедрение в г. Севастополь

Внедрение в г. Евпатория / Крым

Эффекты:

- развитие территориальной системы экологического мониторинга;
- оперативное реагирование экстренных служб и надзорных органов, связанных с природными рисками;
- цифровизация отрасли экологии и природопользования (расп. Прав-ва РФ от 08.12.2021 г. № 3496-р)

Преимущество:

- распространение технологического продукта в форме «коробочного» решения по организации территориальных и локальных систем комплексного мониторинга – от аппаратной части до серверного ПО
- новое качество данных – полнота, комплексность, высокая дискретность и оперативность поступления

Рис. 20. Концепция IoT-платформы экологического контроля






МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИЙ НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЙ БУЙ (БИП-М1)

для оперативного экологического контроля состояния морских прибрежных вод.

Измерение параметров водной среды:

- - температура;
- - электропроводимость;
- - pH;
- - окислительно-восстановительный потенциал;
- - концентрация растворенного кислорода;
- - мутность.

Передача данных: по сетям GSM на сервер сбора данных

Эксплуатация в морской воде: предусмотрена

Автономность работы: 12 мес.

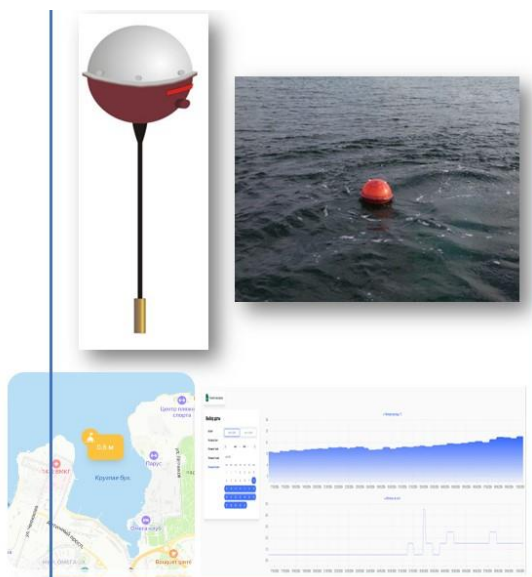
Дооснащение спутников связью: есть

Дооснащение доп. датчиками: есть

Доля импортозамещ. технологий: 70%

Не имеет отечественных аналогов для морской среды

Рис. 21. Многопараметрический наблюдательный буй для оперативного экологического контроля состояния прибрежных вод (разработка СевГУ)



Прибрежный измерительный буй (БИП-1)

для мониторинга морских вод в пляжных зонах.

Измерение параметров водной среды:

- - температура воды;
- - волнение
- - мутность.

Передача данных: Информация с буй в режиме реального времени поступает по сетям GSM на сервер сбора данных, также размещен приемник GPS/ГЛОНАСС

Автономность работы: 6 мес.

Доснащение спутник. связью: есть

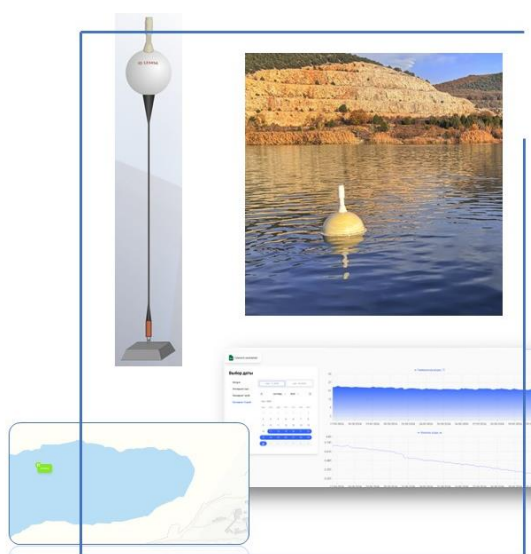
Эксплуатация в морской воде: предусмотрена

Доля импортозамещ. технологий: 80%



Не имеет отечественных аналогов для морской среды

Рис. 22. Прибрежный измерительный буй для мониторинга прибрежных вод (разработка СевГУ)



ИЗМЕРИТЕЛЬ УРОВНЯ ВОДЫ (УРОВНЕМЕР)

устройство для дистанционного мониторинга уровня воды в естественных и искусственных водоемах с передачей результатов измерений через спутниковую систему.

Измерение параметров водной среды:

- гидростатическое давление / уровень;
- атмосферное давление;
- температура воды.

Передача данных: Информация с буй в режиме реального времени поступает по спутниковой сети на сервер сбора данных.

Автономность работы: 6 мес.

Доснащение доп. датчиками: есть

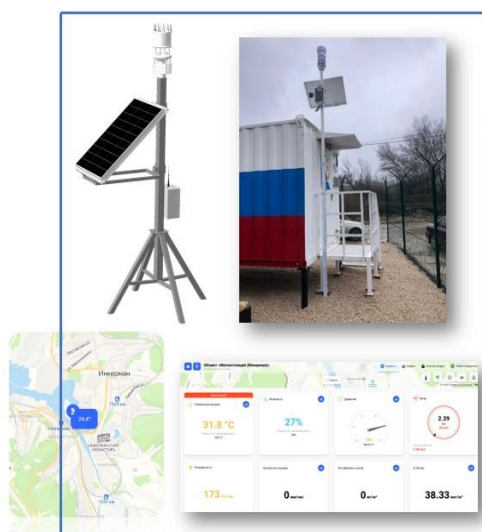
Эксплуатация в морской воде: предусмотрена

Доля импортозамещ. технологий: 70%



имеет ряд конкурентных преимуществ перед аналогами

Рис. 23. Измеритель уровня воды в водоемах (разработка СевГУ)



КОМПЛЕКС МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ВОЗДУХА «МЕТЕОДОЗОР»

устройство для автоматизированного мониторинга и контроля состояния атмосферного воздуха.

Измерение параметров атмосферы:

- содержание пыли PM 1/2.5/10 мкм,
- углекислый газ (CO₂), диоксид серы (SO₂), озон (O₃), угарный газ (CO), диоксида азота (NO₂);
- температура и влажность воздуха, атмосферное давление, характеристики ветра, количество осадков.

Передача данных: Информация в режиме реального времени поступает по сетям GSM на сервер сбора данных.

Автономность работы: 12 мес.

Доснащение доп. датчиками: есть

Доля импортозамещ. технологий: 75%



имеет ряд конкурентных преимуществ перед аналогами

Рис. 24. Комплекс мониторинга состояния атмосферного воздуха «Метеодозор»

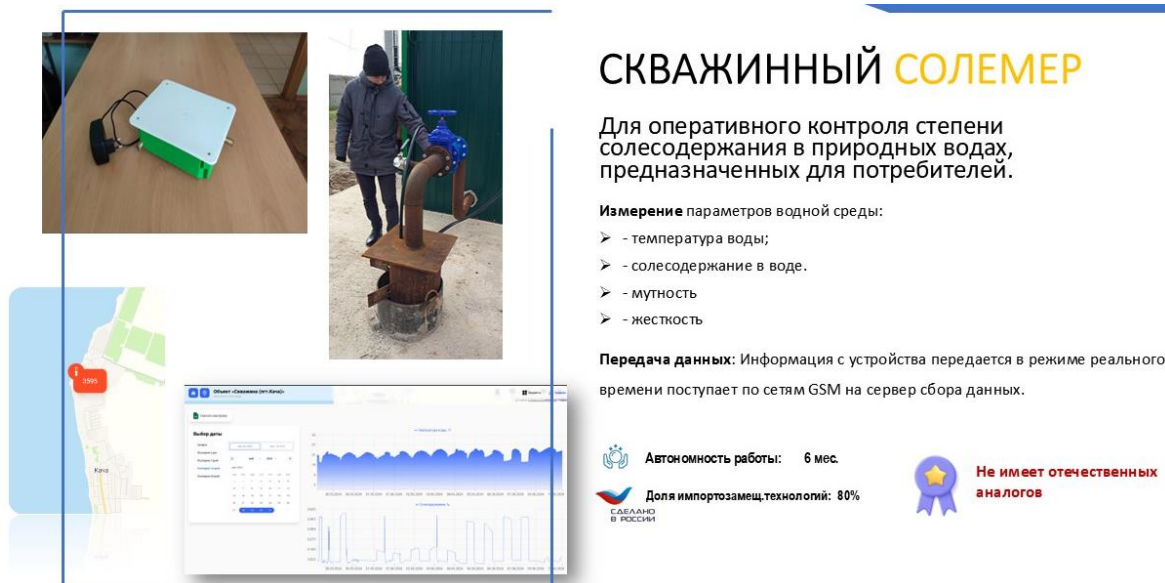
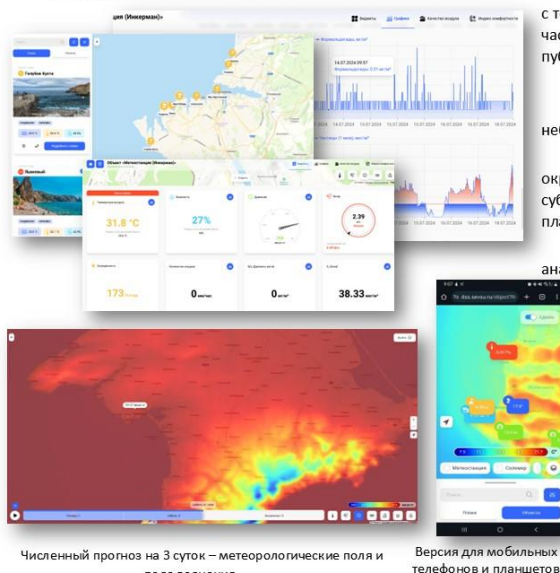


Рис. 25. Скважинный солемер для оперативного контроля качества вод (разработка СевГУ)

Веб-приложение для агрегирования данных мониторинга

Информация об объектах мониторинга и специализированные данные



Веб-приложение (адаптированное для мобильных телефонов и планшетов) с тематическим контентом на основе данных экомониторинга. Имеет закрытую часть с максимальной информацией от сети мониторинга и открытую – для публичного пользования и общественного информирования.

Позволяет:

- получать оперативную информацию с сети экомониторинга с индикацией неблагоприятных и опасных явлений;
- получать текущие и прогнозируемые (WRF-ARW, SWAN) условия окружающей среды для отдельных объектов городского пространства или субъектов хозяйственных предприятий и промышленных предприятий для планирования своей деятельности.
- формировать тематические слои на основе результатов предиктивной аналитики с использованием глубокого машинного обучения

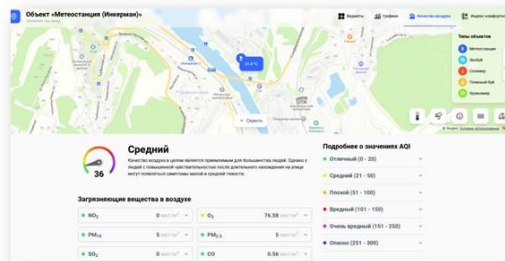


Рис. 26. Веб-приложение для агрегирования данных и предиктивной аналитики «Городской экомонитор» (разработка СевГУ)

Российский университет медицины Министерства здравоохранения Российской Федерации

Изучение механизмов развития бактериальных осложнений новой коронавирусной инфекции, разработка методов их ранней диагностики, профилактики и персонализированного лечения

1. Отбор кандидатных маркеров, ассоциированных с протеканием инфекции SARS-CoV-2

Составлен список из 56 рассмотренных белков человека – потенциальных маркеров тяжести течения COVID-19.

Для 56 белков была проведена характеристика пептидов, потенциально детектируемых в восходящем («shotgun», «bottom-up», от пептидов к белкам) протеомном анализе для оценки их пригодности прицельного измерения и количественного

определения. Последовательности белков человека (включая изоформы), а также информация о соответствующих им генах, описанных модификациях и генетически определяемой вариабельности, были взяты из базы данных `neXtProt`. Для каждого синтезированного пептида был разработан метод прицельной детекции методом ВЭЖХ-МС. С помощью разработанных методов детекции была проведена проверка возможности детекции пептидов в плазме крови пациентов. Для 27 белков были отобраны и синтезированы 55 последовательностей пептидов с наилучшей оценкой пригодности для применения и количественного определения.

Таблица 1. Отобранные кандидатные маркеры, ассоциированные с протеканием инфекции SARS-CoV-2

Uniprot ID	Ген	Пептид	Изотопно-меченый аналог
P00450	CP	GAYPLSIEPIGVR	да
P00738	HP	ILGGHLDK	нет
P00747	PLG	LSSPAVITDK	да
P01008	SERPINC1	DDLYVSDAFHK	да
P01009	SERPINA1	ITPNLAFAFSLYR	да
P01019	AGT	SLDFTELDVAEEK	нет
P01024	C3	DFDFVPPVVR	да
P02647	APOA1	AKPALEDLR	да
P02671	FGA	GDFSSANNR	да
P02741	CRP	ESDTSYVSLK	да
P02747	C1QC	TNQVNSGGVLLR	да
P02765	AHSG	HTLNQIDEVK	нет
P02787	TF	YLGEYVK	нет
P04196	HRG	ADLFYDVEALDLE SPK	нет
P04275	VWF	LSEAEFEVLK	нет
P05231	IL6	EFLQSSLR	нет
P08571	CD14	AFPALTSLDLSDNP GLGER	нет
P0C0L4	C4A	VLSLAQEQVGGSP EK	да
P19652	ORM2	EHVAHLLFLR	да
P22301	IL10	ESLLEDFK	нет
P43652	AFM	AIPVTQYLK	нет
Q14624	ITIH4	ILDDLSPR	нет
Q92954	PRG4	EPAPTPK	нет

Проведён анализ линейности, определены нижний предел детекции и предел количественного определения для каждого пептида (Рис. 27, рис.Рис. 28). Значимость результата заключается в создании базы для разработки диагностических панелей, позволяющих оценивать тяжесть течения и прогнозировать исход заболевания у пациентов с COVID-19.

Сфера применения – клинические лаборатории, научно-исследовательские центры, занимающиеся протеомным профилированием и биомаркёрными исследованиями.

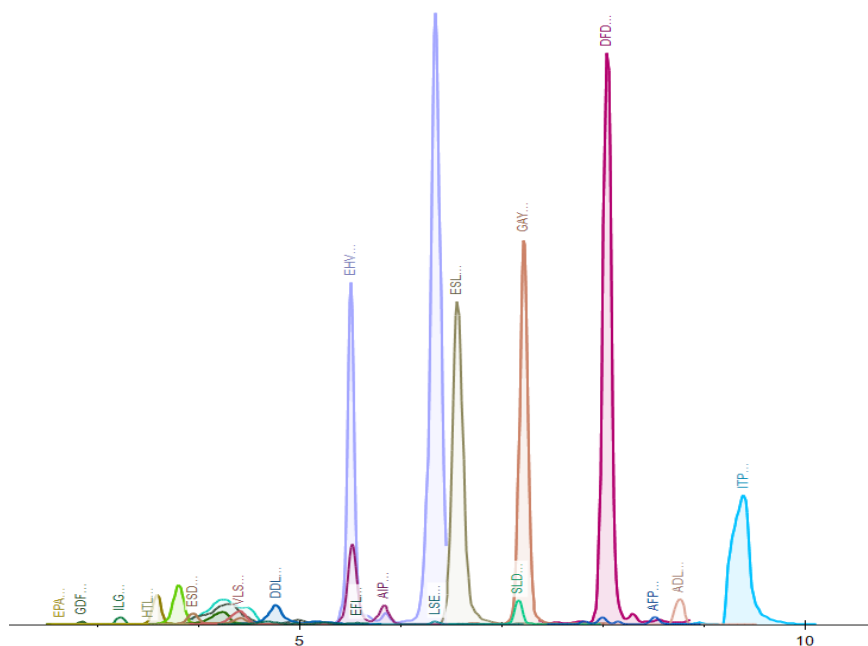


Рис. 27. Хроматограмма смеси синтетических пептидов

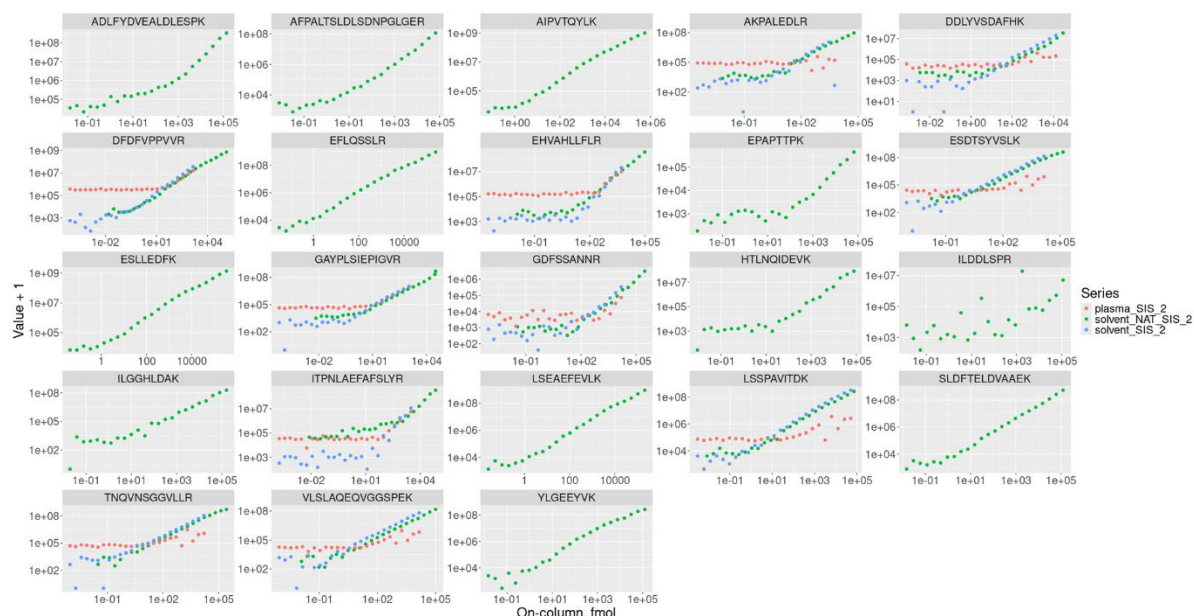


Рис. 28. Сигналы пептидов в эксперименте по определению пределов

2. Оценка протеомного профиля соединений – маркеров COVID-19, включая пациентов с постковидным синдромом («васкулит»)

Разработанный количественный ВЭЖХ-МС-метод применён при анализе 576 образцов плазмы крови: определены ключевые белки-предикторы тяжести (C4A, CP, CRP, ORM2, SERPINA1, SERPINC1). Для маркеров васкулита (PLG, IL10, VWF) установлена статистически значимая разница в их концентрациях в сравнении с тремя группами контроля, что указывает на их потенциальную роль в дифференциации данного состояния.

Результат важен для персонализированного подхода к диагностике и мониторингу вирусных инфекций и их осложнений. Сфера применения – диагностические лаборатории, научно-исследовательские организации, занимающиеся изучением постковидных синдромов и аутоиммунных осложнений.

Подгруппы белков-предикторов тяжести течения ковидного заболевания были выбраны исходя из метода количественного измерения (с изотопно-меченым стандартом или без него). Используя подвыборку белков, значения которых значительно различались

между группами условно здоровых и больных исследуемых (*C4A*, *CP*, *CRP*, *ORM2*, *SERPINA1*, *SERPINC1*), а также корректирую по возрасту, применены методы классификации для определения предикторов, значимых для дифференциации тяжести течения COVID-19 (среднетяжелое/тяжелое).

Белки *PRG4*, *ITIH4*, *HP*, *AGT*, *TF* имеют статистически значимую разницу в значениях между сравниваемыми группами (здоровый контроль и пациенты с диагнозом COVID-19).

Используя подвыборку белков, значения которых значимо различались между группами условно здоровых и больных исследуемых (*PRG4*, *ITIH4*, *HP*, *AGT*, *TF*) и корректируя по возрасту, применены методы классификации для определения предикторов, значимых для дифференциации тяжести течения COVID-19 (среднетяжелое/тяжелое).

Из группы белков квантифицированных без изотопно-меченого стандарта выделена подгруппа с наименьшей вариативностью в группе технического контроля, состоящая из белков *AGT*, *AHSG*, *CD14*, *HP*, *HRG*, *IL10*, *ITIH4*, *PRG*. Получено, что:

- Между группой прековида и васкулита и группой постковида и васкулита белки *PRG4*, *IL10*, *AHSG*, *ITIH4*, *HP* имеют различное распределение.
- Между группой пре- и постковидных исследуемых - *HRG*, *CD14*, *IL10*, *ITIH4*, *AGT*.

Организация-соисполнитель: ФБУН НИИ СБМ Роспотребнадзора.

Руководитель: Академик РАН Янушевич О.О.

Авторы: Маев И.В., Крихели Н.И., Заборовский А.В., Евдокимов В.В., Андреев Д.Н., Соколов Ф.С., Девкота М.К., Царегородцев С.В., Фоменко А.К., Еварницкая Н.Р.

Основные публикации:

1. Starikova E. V. [и др.]. Oropharyngeal resistome remains stable during COVID-19 therapy, while fecal resistome shifts toward a less diverse resistotype // *iScience*. 2024. № 12 (27). С. 111319.
2. Galeeva J. S. [и др.]. Microbial signatures in COVID-19: Distinguishing mild and severe disease via gut microbiota // *Biomedicine*. 2024. № 5 (12). С. 996.
3. Shansky Y. D. [и др.]. Evaluation of serum and urine biomarkers for severe COVID-19 // *Frontiers in Medicine*. 2024. (11).
4. Янушевич О. О. [и др.]. Оценка динамики патогенной микробиоты полости рта у пациентов с COVID-19 методом геномного секвенирования после применения пенки, обладающей антимикробным действием // *Медицинский алфавит*. 2024. № 11 (0). С. 7–13.
5. Янушевич О. О. [и др.]. Исследование резистома микробных сообществ человека с помощью таргетной панели генов антибиотикорезистентности у пациентов с COVID-19 // *Терапевтический архив*. 2024. № 12 (95). С. 1103–1111.

Омский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации

1. Способ обнаружения нейтрофильных внеклеточных ловушек в суправитально окрашенном препарате крови

Нетоз – вид программируемой клеточной смерти нейтрофильных лейкоцитов, сопровождающейся выбросом нейтрофильных внеклеточных ловушек (НВЛ) и играющий значительную роль в механизмах развития многих заболеваний. Коллективом Центральной научно-исследовательской лаборатории ОмГМУ была предложена методика оценки НВЛ (патент RU2768152C1), полученных при воздействии неспецифического антигенного стимулятора на нейтрофильные лейкоциты, выделенные из периферической венозной крови. Вне- и внутриклеточную ДНК визуализируют при помощи интеркалирующего красителя йодида пропидия, нейтрофильные лейкоциты – при помощи моноклональных антител к CD15, меченных флуоресцентным красителем FITC (**Рис. 29**).

Методика показала свою сопоставимость с маркером состоявшегося нетоза – цитруллинированным гистонам Н3. При этом методика характеризуется меньшей стоимостью и возможностью оценки различных типов НВЛ, что принципиально для дифференциации форм нетоза, ассоциированных с риском развития иммунопатологии.

Испытание методики проведено при выполнении гранта Российского научного фонда: «Вклад нейтрофильных внеклеточных ловушек в патогенез и прогноз первичной туберкулезной инфекции у детей на материалах региона с сохраняющейся заболеваемостью детским туберкулезом (Омская область)». Показана эффективность применения методики для оценки клинического состояния и эффективности лечения туберкулеза у детей.

Проект получил дальнейшее развития в совместных исследованиях с кафедрами ОмГМУ: Клинической лабораторной диагностики ДПО, Факультетской терапии и гастроэнтерологии, Фтизиатрии, пульмонологии и инфекционных болезней, Детской хирургии, репродуктивной медицины детского возраста, Внутренних болезней и семейной медицины ДПО.

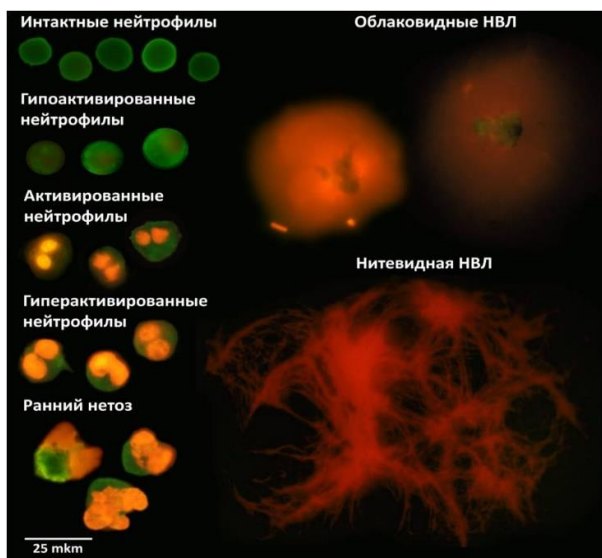


Рис. 29. Обнаруживаемые при исследовании с помощью разработанной методики люминесцентно-позитивные объекты

Руководитель: к.м.н. Новиков Д.Г.

Авторы: Золотов А.Н., Кириченко Н.А.

Основные публикации:

Способность нейтрофилов к формированию внеклеточных ловушек *ex vivo* и уровень цитруллинированного гистона Н3 в крови в процессе проведения превентивной химиотерапии при латентной туберкулезной инфекции / Д.Г.Новиков, А.Н.Золотов, А.В.Мордык [и др.] // Вестник современной клинической медицины. – 2024. – Т. 17, вып. 5. – С.54–63. [https://doi.org/10.20969/VSKM.2024.17\(5\).54-63](https://doi.org/10.20969/VSKM.2024.17(5).54-63).

2. Оценка микросателлитной нестабильности в слизистой оболочке желудка для осуществления персонифицированной предикции риска развития рака желудка

Микросателлитная нестабильность (microsatellite instability, MSI) является следствием нарушения функции генов репарации ошибочно спаренных нуклеотидов ДНК (mismatch repair, MMR). Дефект системы MMR приводит к накоплению мутаций в микросателлитах и развитию генетической нестабильности – гипермутабельности, часто ассоциированной с канцерогенезом, в том числе и при раке желудка. Проведено исследование MSI-статуса в слизистой оболочке желудка с точки зрения ее возможного предиктивного потенциала в отношении оценки риска развития рака желудка.

Описаны особенности детекции и профиля MSI при выраженных предраковых изменениях слизистой оболочки желудка, позволяющие рассматривать ее оценку как

дополнительный дифференциально-диагностический маркер при регенераторных и истинно неопластических изменениях. Обнаружение MSI при хроническом гастрите, ассоциированном с раком желудка, указывает на наличие потенциала исследования MSI иммуногистохимическим методом как компонента системы поддержки принятия решения оценки риска развития MSI-ассоциированного рака желудка. Разработана статистическая модель множественной логистической регрессии (Рис. 30) и алгоритм, позволяющие оценивать принадлежность случая к группе высокой вероятности развития рака желудка.

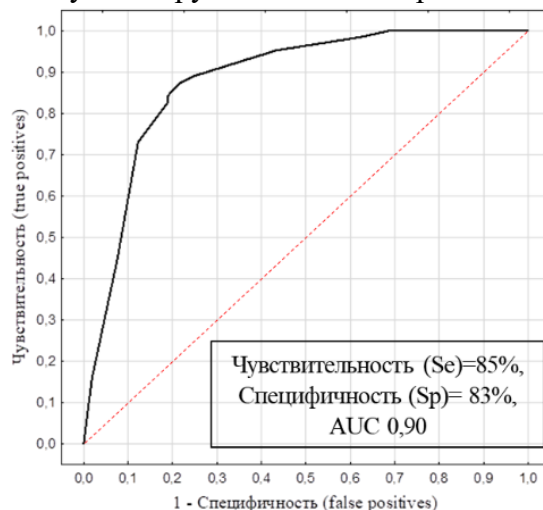


Рис. 30. Параметры разработанной предиктивной модели множественной логистической регрессии, переменная отклика – ассоциация с раком желудка, предикторные переменные – стадия хронического гастрита, индекс преобладания гастрита тела

Руководитель: д.м.н., з.д.н. России Кононов А.В.

Авторы: Мозговой С.И., Шиманская А.Г., Рубцов В.А., Парыгина М.Н.

Публикации:

Microsatellite instability in gastric precancerous lesions / M. Stepanchenko, A. Shimanskaya, A. Kononov et. al. // Virchows Archiv. – 2024. – Vol. 485. - (Suppl 1). – S.160-161. (DOI: 10.1007/s00428-024-03880-y. Импакт-фактор журнала – 3,22).

Предраковые изменения слизистой оболочки желудка: от прогениторной клетки и микросателлитной нестабильности – к клинической интерпретации риска рака желудка / А.В. Кононов, В.А. Рубцов, М.Н. Парыгина [и соавт.] // Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. – 2024. – Т. 34, №4. – С. 50-63. (DOI: 10.22416/1382-4376-2024-34-4-50-63. Импакт-фактор журнала – 1,75).

Микросателлитная нестабильность в предраковых изменениях слизистой оболочки желудка / М.Н. Парыгина, В.А. Рубцов, А.Г. Шиманская [и соавт.] // Казанский медицинский журнал. – 2024. – Т.105, №1 – С. 118-127. (DOI: 10.17816/KMJ567950. Импакт-фактор журнала – 0,29).

Уральский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации

Разработка и внедрение новых технологий при винкристиновой полиневропатии у детей с острым лимфобластным лейкозом

Впервые разработаны новые способы диагностики, прогнозирования и восстановительного лечения винкристиновой полиневропатии (ВП) у детей с острым лимфобластным лейкозом (ОЛЛ), что внесло существенный вклад в теорию и практику современной медицины.

На основании проведенного исследования установлена ассоциация носительства однонуклеотидного варианта rs924607 в гене *CEP72* с повышенным риском развития ВП, что увеличивает шанс её развития практически в 3 раза среди детей с ОЛЛ, проживающих на территории Российской Федерации. По результатам полученных данных разработан

способ оценки риска дебюта ВП с помощью идентификации данного генетического маркера, продемонстрировавший высокий уровень положительной прогностической ценности до 87%.

При оценке и анализе широкого спектра цитокинов плазмы крови и ликвора у детей в зависимости от развития ВП, расширены теоретические знания о механизмах повреждения нервной ткани и модернизирована схема патогенеза. Выделены значимые показатели, претендующие на роль перспективных биологических маркеров и установлены критические значения их концентрации, имеющие прогностическую и диагностическую ценность. В связи с этим разработан новый способ диагностики, включающий лабораторный мониторинг с оптимальным набором цитокинов для своевременной верификации ВП и полноценного обследования детей с ОЛЛ на разных этапах химиотерапевтического лечения.

Новое изобретение в сфере реабилитации детей с ВП при ОЛЛ открывает возможности применения передовых технологий в детской онкологической практике. Этот революционный подход, основанный на иммерсивной виртуальной реальности (ВР), в отличие от традиционных методов, определяет персонализированный и интерактивный путь к восстановлению здоровья ребенка. Принцип разработанного способа реабилитации заключается во взаимодействии пациента с виртуальным миром и его полным погружением в трехмерное пространство с помощью шлема ВР. Программное обеспечение объединяет серию видеоигр, стимулирующих повседневные дела из привычной жизни с развлекательным и соревновательным компонентом, адаптируемых под индивидуальные потребности каждого пациента, что мотивирует ребенка и повышает его вовлеченность в процесс лечения.

Внедрение разработанных новых технологий в клиническую практику позволило оптимизировать диагностические и лечебно-профилактические мероприятия для повышения качества оказания специализированной медицинской помощи и восстановления здоровья детей с ОЛЛ.

Научный вклад проведенной работы представлен в 26 рецензируемых изданиях, включая высокорейтинговые журналы, входящие в международные реферативные базы данных и системы цитирования; защищена диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук по специальности 3.1.24. Неврология; получено 5 патентов на изобретения и промышленный образец. В 2024 году авторы стали лауреатами премии имени В.Н. Татищева и Г.В. де Геннина в номинации «За заслуги в области медицины».

Авторы: О. В. Корякина, О. П. Ковтун, В. В. Базарный, Л. Г. Фечина.

Публикации:

1. Роль нейротрофических факторов роста при винкристиновой полиневропатии у детей с острым лимфобластным лейкозом / О. В. Корякина, О. П. Ковтун, В. В. Базарный, Л. Г. Фечина. – DOI:10.33920/med-01-2402-09 // Вестник неврологии, психиатрии и нейрохирургии. – 2024. – № 2. – С. 261–270.

2. Винкристиновая полинейропатия у детей с острым лимфобластным лейкозом: взаимосвязь с генетическим вариантом rs924607 в гене CEP72 / О. В. Корякина, О. П. Ковтун, Г. А. Цаур, Е. В. Цыганко, Л. Г. Фечина, В. В. Базарный. – DOI 10.18786/2072-0505-2023-51-016 // Альманах клинической медицины. – 2023. – Т. 51, № 3. – С. 163–170.

3. Патент на изобретение: № 2789174 Российская Федерация, МПК G08C 17/02, G06K 7/00. Способ реабилитации детей с неврологическими осложнениями, связанными с химиотерапией при остром лимфобластном лейкозе: № 2022108586: заявл. 30.03.2022 // Изобретения. Полезные модели: официальный бюллетень Федеральной службы по интеллектуальной собственности (Роспатент) – 2023. – № 4. – Дата публикации: 30.01.2023 / Корякина О.В., Москвина Е.Ю., Ковтун О.П., Фечина Л.Г., Казаева А.В.

4. Патент на изобретение: № 2787920 Российская Федерация, МПК G01N 33/68, G01N 33/542, G01N 33/574. Способ диагностики химиоиндуцированной периферической полиневропатии: № 2022116059: заявл. 14.06.2022 // Изобретения. Полезные модели:

официальный бюллетень Федеральной службы по интеллектуальной собственности (Роспатент) – 2023. – № 2. – Дата публикации: 13.01.2023 / Ковтун О.П., Корякина О.В., Базарный В.В.

5. The Study of the Cerebrospinal Fluid Cytokine Profile in Children with Acute Lymphocytic Leukemia and Neurotoxic Side Effects of Chemotherapy / V. V. Bazarnyi, O. P. Kovtun, O. V. Koryakina, L. G. Polushina, A. Yu. Maksimova. – DOI 10.1134/S1990750822010036 // Biochemistry (Moscow), Supplement Series B: Biomedical Chemistry. – 2022. – Vol. 16, No. 1. – P. 74–77.

Военно-медицинская академия имени С. М. Кирова

1. Наиболее важный научный результат по направлению изучения острой ингаляционной интоксикации взрывными и пороховыми газами

В связи с напряженной военно-политической обстановкой, приводящей к интенсификации применения вооружений и военной техники, растет актуальность исследования методов лечения и профилактики ингаляционных отравлений пороховыми газами. В 2024 году на кафедрах военно-полевой терапии и военной токсикологии и медицинской защиты выполнялись экспериментальные исследования с целью изучения токсического действия пороховых газов и поиска новых методов коррекции данной патологии.

С целью моделирования интоксикации лабораторных животных пороховыми газами использовали нитроцеллюлозу. Данное соединение представляет собой группу сложных азотнокислых эфиров целлюлозы. Вещество ранее широко применялось в производстве бездымного (пироксилинового) пороха, целлюлоида, пленкообразующих основ нитроцеллюлозных красок и лаков, нитроцеллюлозных мембран для гибридизации нуклеиновых кислот, подложки фото- и кинопленки. По данным литературы известно, что в процессе горения нитроцеллюлозы образуется смесь газов, включающая CO, CO₂ и NO₂, что соответствует составу пороховых газов. Данный факт позволяет использовать продукты горения нитроцеллюлозы в качестве экспериментальной модели отравления пороховыми газами.

Нитроцеллюлозу получали химическим путем. Термическое воздействие на навески нитроцеллюлозы осуществляли путём пиролиза с помощью специализированной установки (Рис. 31). Пламенем газовой горелки в течение 3 минут производили нагревание камеры для пиролиза до 1000С. Температуру внутри камеры измеряли пирометром Elittech 550 («ЛИТ Трейдинг», Россия). В данных условиях происходило термическое разложение нитроцеллюлозы, после чего продукты горения нагнетались в ингаляционную камеру с помощью компрессора.

Для определения концентрации NO₂ в ингаляционной камере использовали портативный газоанализатор Porta Sens II («АТИ», США), концентраций монооксида и диоксида углерода – газоанализатор ДАХ-М («Аналит-прибор», Россия). Для достижения необходимых концентраций продуктов горения в камере масса навески нитроцеллюлозы составила 8-10 г.

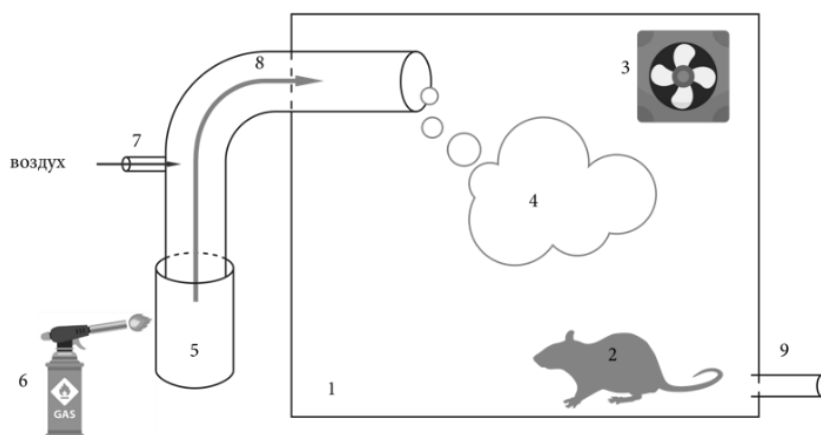


Рис. 31. Схема установки для проведения острой ингаляционной интоксикации лабораторных животных продуктами термического разложения нитроцеллюлозы
Обозначения: 1 – ингаляционная камера 0,1 м³; 2 – лабораторные животные; 3 – вентилятор; 4 – продукты горения нитроцеллюлозы; 5 – стальная камера для термического разложения нитроцеллюлозы; 6 – газовая горелка; 7 – патрубок для подключения компрессора; 8 – направление движения продуктов горения; 9 – патрубок для пробоотбора

Значимость данного результата научных исследований заключается в разработке инновационной модели ингаляционной интоксикации взрывными и пороховыми газами, позволяющей разрабатывать новые способы диагностики и лечения данной патологии, актуальной для военной медицины. Можно прогнозировать, что применение разработанной модели позволит оптимизировать процесс разработки новых методов антидотной, патогенетической и симптоматической терапии острых ингаляционных интоксикаций взрывными и пороховыми газами.

Публикации:

1. Экспериментальное исследование сравнительной эффективности применения кислорода, цинка бисвинилимидазола диацетата и аскорбиновой кислоты для коррекции интоксикации продуктами термодеструкции нитроцеллюлозы / И. Д. Шаповалов, Д. М. Ярошенко, П. Г. Толкач [и др.] // Вестник Российской Военно-медицинской академии. – 2024. – Т. 26, № 2. – С. 217-224. – DOI 10.17816/brmma625768. – EDN EXEZXS.

2. Шаповалов И.Д., Гайдук С.В., Кузьмич В.Г., Ярошенко Д.М. Экспериментальная оценка острой токсичности аммиака при ингаляционном поступлении // Medline.ru Российский биомедицинский журнал. – 2023.–Т.24, №1.– С. 860-869.

2. Достижения кафедры и клиники челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии

Лечение минно-взрывных ранений, образующих обширные изъяны челюстно-лицевой области, представляет собой сложную задачу, требующую интеграции современных медицинских технологий и хирургических методик. Использование свободных реваскуляризированных аутоотрансплантатов показано для замещения дефектов кости протяженностью более 5 сантиметров и обширных изъянов мягких тканей. Наложение микрососудистых анастомозов обеспечивает оптимальное питание и приживаемость тканей, что является ключевым фактором для достижения успешного результата.

Инновационные подходы, основанные на интеграции аддитивных технологий, позволяют создавать хирургические шаблоны и индивидуализированные титановые имплантаты, учитывающие анатомические особенности каждого пациента. Применение 3D-принтирования значительно сокращает время операции и повышает точность их установки, что, в свою очередь, ведет к снижению послеоперационных осложнений и более быстрому восстановлению (Рис. 32.).

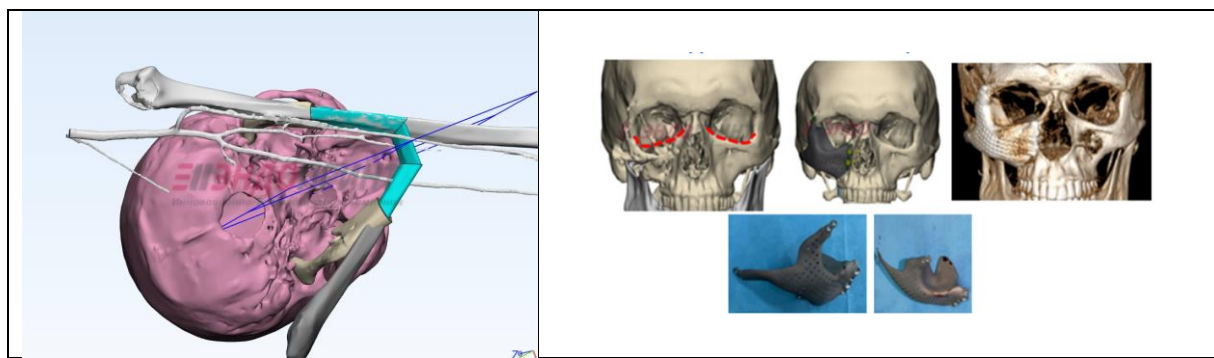


Рис. 32. Интеграции аддитивных технологий и применение 3Д-принтирования

Сфера применения этих технологий обширна и вне пределов челюстно-лицевой хирургии. Они могут быть адаптированы для ортопедии, стоматологии, а также восстановления тканей в косметической хирургии, тем самым открывая новые возможности для улучшения качества жизни пациентов и индивидуального подхода к лечению.

Руководитель: д.м.н. Гребнев Г.А.

Авторы: к.м.н. Багненко А.С., Морозов С.А.; Троцюк Н.В.; Ихаева Д.Д.; Вислогузов А.В..

Публикации:

1. Роль диссекционного курса по реконструктивной хирургии челюстно-лицевой области в непрерывном медицинском образовании челюстно-лицевых хирургов / Багненко А.С [и др.] // Российская ринология. 2024. Т. 32. № 2. С. 140-147.

2. Реконструкция посттравматического минно - взрывного субтотального изъяна нижней челюсти свободным малоберцовым аутооттрансплантатом на микрососудистых анастомозах / Крюков Е.В., [и др.] // Военно-медицинский журнал. 2023. Т. 344. № 10. С. 11-15.

3. Клинический опыт экспресс-прототипирования скулоорбитального комплекса при минно-взрывной травме / Музыкин М.И. [и др.] // Российская ринология. 2024. Т. 32. № 3. С. 223-230.

Алтайский государственный университет

Гены рассказали о том, когда и как древние домашние лошади смогли быстро распространиться по Евразии

Международная команда генетиков и археологов выяснила, что все современные домашние лошади произошли от животных, которых одомашнили в степной части Восточно-Европейской равнины (**Рис. 33**). Потом они быстро распространились по Евразии благодаря целенаправленному разведению.

Там, на равнине, к западу от Уральских гор и к северу от гор Кавказа, предки современных домашних лошадей стали помощниками человека около 4200 лет назад, и в течение следующих нескольких сотен лет они довольно быстро распространились по территории Евразии в разных направлениях. Чтобы установить эти события, исследователи из 28 стран объединили ДНК древних и современных лошадей и расшифровали их генетический код (**Рис. 34**). Оказалось, что в древности была создана целая система продуктивного коневодства, базирующаяся на знаниях и экспериментах, а также на правильной организации конкретных популяций лошадей.



Рис. 33. Находки из курганов Волго-Уралья жертвенников первых домашних лошадей вместе с колесницами, с уздой и с воинской символикой. Источник: Павел Кузнецов

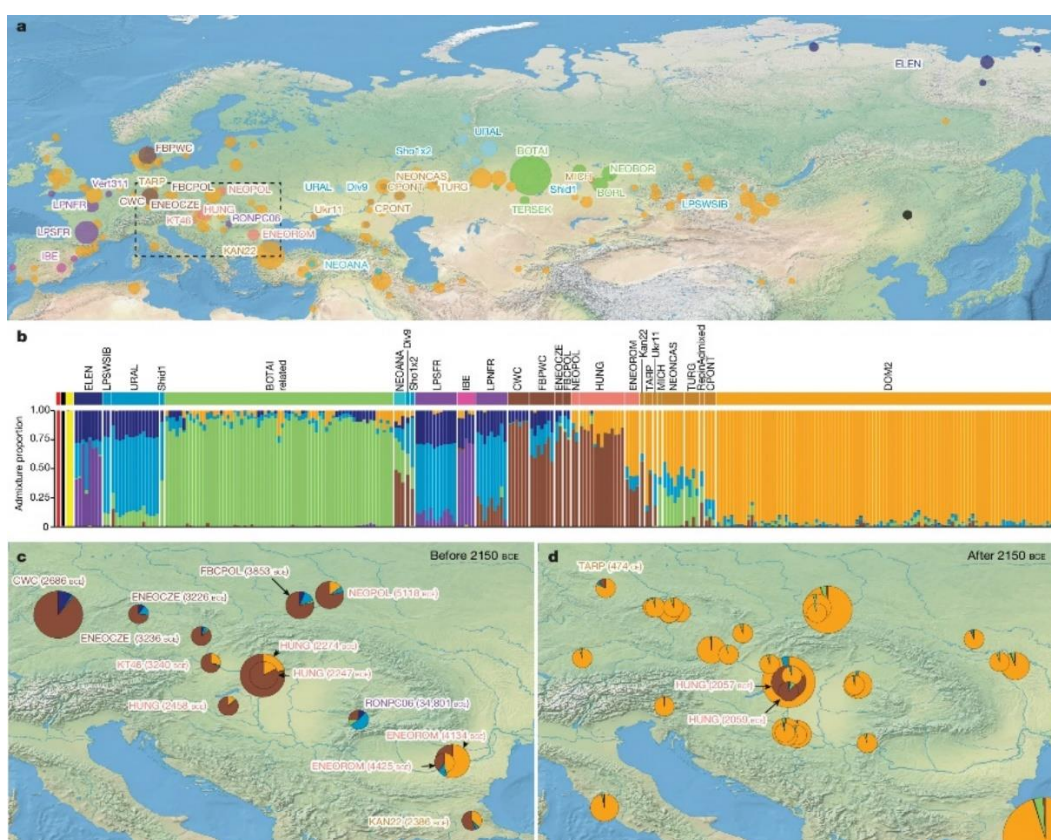


Рис. 34. Географическое расположение археологических памятников. Размер каждой локации пропорционален количеству секвенированных геномов лошадей. Черная точка указывает на расположение аутгрупп *E. ovodovi*. b. Профили генетического происхождения Struct-f4 с учетом $K = 9$ компонентов. На верхней панели представлена цветовая шкала для a, c, d. Профили генетического происхождения ($K = 9$) в Центральной Европе, Карпатском и Трансильванском бассейнах до (c) и после (d) 2150 г. до н.э. В скобках указана середина диапазона радиоуглеродного датирования, полученного для каждого памятника

Разработанный метод мониторинга процесса размножения домашних лошадей можно будет в дальнейшем использовать при изучении других животных, чтобы узнать больше о давнем прошлом.

Организации-соисполнители: Российский научный фонд, Алтайский государственный университет, Институт молекулярной и клеточной биологии РАН, Институт истории материальной культуры РАН, Самарский государственный социально-педагогический университет.

Руководитель: д.и.н. Тишкин А.А.

Авторы: Тишкин А.А., Питулько В.В., Хохлов А.А. и др.

Основные публикации:

Pablo Librado et al. Widespread horse-based mobility arose around 2200 bce in Eurasia, Nature, 2024 <https://www.nature.com/articles/s41586-024-07597-5>

Фундаментальные исследования в государственных научных центрах и государственных корпорациях Российской Федерации

РАН в соответствии с Федеральным законом № 253-ФЗ от 27.09.2013 были запрошены сведения о выполненных в 2024 году фундаментальных исследованиях в государственных корпорациях Роскосмос, Ростех и Росатом, в РНФ и в 45 государственных научных и научно-исследовательских центрах Российской Федерации.

Материалы представили все госкорпорации и 40 государственных научных институтов и научно-исследовательских центров Российской Федерации. Всего было представлено 280 научных достижений.

Большая часть представленных результатов носит прикладной характер. Некоторые результаты фундаментально ориентированных научных исследований, выполненных в государственных корпорациях и научных центрах, приводятся ниже:

ФГУП «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е.Жуковского» (ЦАГИ)

1. Экспериментальное обнаружение дипольной составляющей при генерации шума горячей турбулентной струей

Исследование шума турбулентных струй продолжается уже более 70-ти лет, однако общепринятая теория процесса шумообразования до сих пор отсутствует. При этом особый интерес представляет исследование шума нагретых струй, поскольку именно при таких условиях работают реальные реактивные двигатели. В большинстве экспериментальных исследований в заглушенных камерах и при построении соответствующих моделей источников шума, ввиду сложности организации процесса подогрева, тем более в безэховых условиях, рассматривались изотермические так называемые «холодные» струи [1], истекающие в свободное пространство в заглушенной камере.

В рамках модернизации уникальной научной установки «Заглушенная камера с потоком АК-2» ФАУ «ЦАГИ» реализована возможность детального исследования характеристик шума струй в широком диапазоне скоростей их истечения и температур нагрева (**Рис. 35**). В настоящее время удалось достичь температуры потока в 300 °С.

С помощью измерения азимутального состава шума дозвуковой струи (акустическое число Маха $M_a = 0.4$) в дальнем поле при ее нагреве впервые экспериментально продемонстрировано появление нового источника шума дипольного типа (**Рис. 36**).

Руководитель: д.ф.-м.н. Копьев В.Ф.

Авторы: Бычков О.П., Копьев В.Ф., Фараносов Г.А., Чернышев С.А.

Публикации:

Бычков О.П., Зайцев М.Ю., Копьев В.Ф., Фараносов Г.А., Чернышев С.А. О двух подходах к моделированию шума низкоскоростных дозвуковых струй // Доклады Российской Академии Наук. Физика, Технические Науки, 2022, том 506, № 1, с. 16-25.

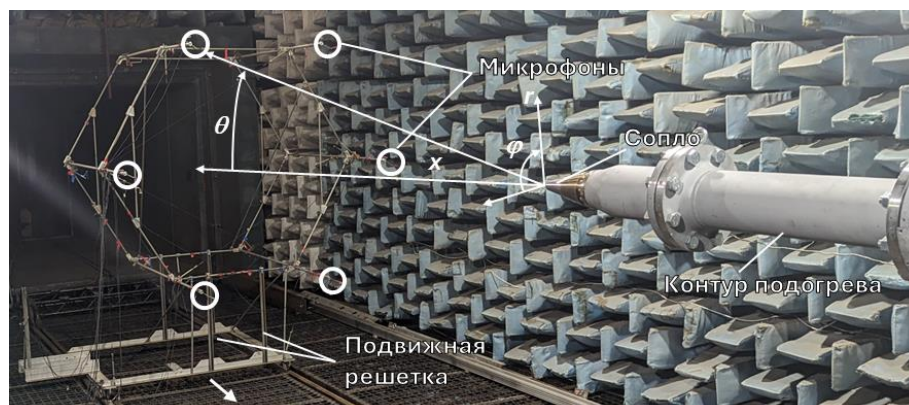


Рис. 35. Экспериментальное исследование в заглушенной камере АК-2

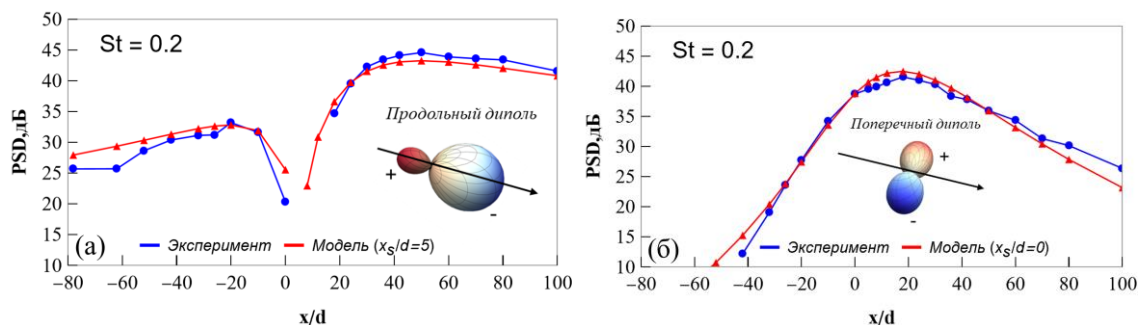


Рис. 36. Измеренная направленность дополнительного излучения, связанного с нагревом:
(а) осесимметричной моды; (б) поперечной моды в сравнении с направленностью точечного диполя

2. Технология видеограмметрии для наземных и летных испытаний авиационной техники

Совершенствование авиационной техники на современном этапе требует детального изучения изменения формы планера и элементов конструкции летательного аппарата в натурных условиях наземной и летной эксплуатации.

Для этих целей в ЦАГИ создан и успешно апробирован бесконтактный оптический метод видеограмметрии (ВГМ), основанный на современных достижениях цифровой регистрации и численной обработке изображений.

Эффективность технологии ВГМ обусловлена сочетанием расчетно-теоретической информации о конструкции и кинематике движения исследуемого натурального объекта, сформулированной в виде математической параметрической гипотезы и включенной в общую процедуру математической обработки, с высокой информативностью метода видеограмметрии.

Технология ВГМ находит применение при наземных и летных испытаниях образцов гражданской авиационной техники. Впервые в отечественной практике исследованы характеристики движения лопастей воздушных винтов АВ-112/114 и АВ-140, лопаток вентиляторов двигателей ПД-14 и прототипа в наземных «горячих» испытаниях (Рис. 37), деформации консоли и механизации крыла самолета МС-21 в летных испытаниях (Рис. 38). Проводится подготовка к испытаниям новых самолетов (SSJ-NEW) и двигателей.

Применение технологии ВГМ может быть расширено на испытания натуральных элементов конструкции новых перспективных образцов авиационной техники, в частности, перспективных скоростных вертолетов, беспилотных и других видов летательных аппаратов.

Руководитель: д.ф.-м.н. Кулеш В.П.

Авторы: Кулеш В.П., Курулюк К.А., Мошаров В.Е., Нонкин Г.Е., Сенюев И.В.

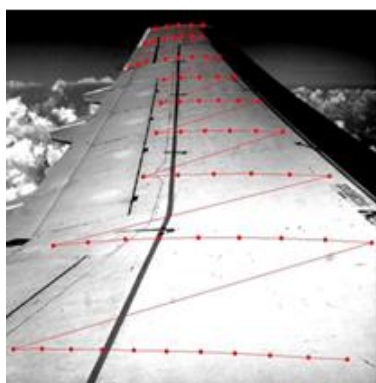


а

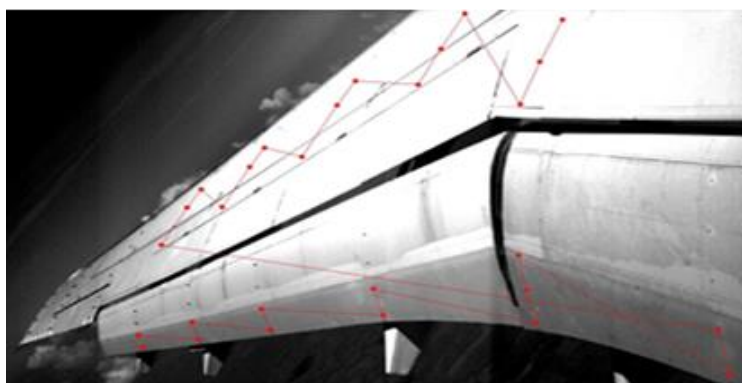


б

Рис. 37. Наземные испытания: «горячие» измерения движения и деформации лопастей винта самолета Ил-114-300 (а) и лопаток вентилятора авиационного двигателя ПД-14 (б)



а



б

Рис. 38. Летные испытания: измерения движения и деформации консоли (а) и механизации (б) крыла самолета МС-21-300 в полете

3. Методология формирования валидационного базиса тестовых случаев физических явлений

В ФАУ «ЦАГИ» проводится работа по созданию валидационного базиса тестовых случаев физических явлений на основе систематизированных надежных экспериментальных данных, полученных в том числе в кооперации с институтами РАН для валидации национальных компьютерных кодов и авторских расчетных модулей. Валидация проводится на основе разработанных методик проведения валидации национальных компьютерных кодов с помощью отечественных экспериментальных тестовых случаев физических явлений. Это позволит провести оценку точности результатов, получаемых в ходе численного моделирования национальными компьютерными кодами в различных организациях: институтах РАН, отраслевых институтах, вузах и предприятиях промышленности.

В качестве примера апробации тестовых случаев для валидации программного обеспечения проведено тестирование с помощью данных по обтеканию модельной конфигурации тандема клиньев разрежения и сжатия сверхзвуковым потоком турбулентного газа. Проведенное сопоставление расчетных данных, полученных различными отечественными программными продуктами, с результатами тестового эксперимента показывает, что все использованные методы надежно моделируют физические особенности течения у поверхности тандема клиньев разрежения и сжатия. Однако различные факторы, такие как реализация расчетного метода, модели турбулентности, качество расчетной сетки приводят к отклонениям расчета от эксперимента разнонаправленного характера.

Идут работы по созданию тестовых случаев для широкого ряда физических явлений, возникающих при высокоскоростном движении в атмосфере:

- ламинарно-турбулентный переход;
- отрывное обтекание сложных тел;
- течение типа «псевдоскачок» в канале;
- истечение высоконапорной струи в спутный сверхзвуковой поток;
- сильное вязко-невязкое взаимодействие;
- горение углеводородного топлива в канале;
- каталитичность поверхности.

Использование отечественных тестовых случаев позволит отказаться от использования зарубежных тестовых случаев (порой неполных или некорректных) для валидации расчетных программ, а в дальнейшем обеспечит переход к использованию полностью российских программных продуктов при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Ведутся работы по созданию новых тестовых случаев для физических явлений, возникающих при высокоскоростном движении летательного аппарата.

Руководитель: к.т.н. Талызин В.А.

Авторы: Босняков В.Е., Мошаров В.Е., Стрельцов Е.В., Талызин В.А.

Публикации:

С.М. Босняков и др. Оценка точности современных кодов путем сопоставления расчетных и экспериментальных данных на примере задачи обтекания тандема клиньев разрежения и сжатия сверхзвуковым потоком вязкого турбулентного газа // Математическое моделирование, 2023, т. 35, № 10, с. 69-112.

4. Резкое изменение силового и теплового воздействия на цилиндрическую поверхность в течении Куэтта с вращающимся внешним цилиндром при малых числах Кнудсена и больших скоростях вращения

В исследовании обнаружено, что если число Кнудсена (Kn), вычисляемое по средней плотности, достаточно мало, а нормированная скорость вращения внешнего цилиндра U достаточно велика, то слаборазреженный режим течения вблизи внутреннего цилиндра с ростом скорости сменяется режимом, близким к свободномолекулярному, практически скачком. Это приводит к очень резкому уменьшению напряжения трения и потоков энергии, передаваемых цилиндрам. Проведенный в работе анализ показывает, что такое резкое изменение напряжения трения и потоков энергии, передаваемой цилиндрам, объясняется тем, что как при $Kn \gg 1$, так и при $Kn \sim 1$ потоки импульса и энергии, передаваемых внутреннему цилиндру при достаточно больших скоростях вращения внешнего цилиндра, уменьшается с ростом U^2 экспоненциально.

На **Рис. 39** для течения Куэтта с отношением радиусов цилиндров $\beta=2$ при различных числах Кнудсена представлены зависимости сдвиговых напряжений $P_{\varphi_1}(a)$ и потоков энергии $Q_1(b)$, передаваемых внутреннему цилиндру, нормированные на их максимальные значения ($\bar{P}_{\varphi_1}(U) = P_{\varphi_1}/P_{\varphi_1max}$, $\bar{Q}_1(U) = Q_1/Q_{1max}$), от скорости внешнего цилиндра (внутренний цилиндр покоится). При $Kn > 0.02$ зависимости $\bar{P}_{\varphi_1}(U)$ и $\bar{Q}_1(U)$ принципиально не отличаются от соответствующих свободномолекулярных зависимостей. А именно: с увеличением скорости сдвиговое напряжение и потоки энергии сначала возрастают, а затем, достигнув максимума, медленно уменьшаются. Напротив, при достаточно малых числах Кнудсена ($Kn=0.01$ и $Kn=0.007$) функции $\bar{P}_{\varphi_1}(U)$ и $\bar{Q}_1(U)$ радикально отличаются от соответствующих зависимостей в свободномолекулярном режиме: они резко уменьшаются после достижения максимума. Например, при $Kn=0.01$ увеличение U на 5% приводит к уменьшению напряжения трения на внутреннем цилиндре в 4,5 раза. При этом локальное число Кнудсена увеличивается с $Kn_1=0.12$ до $Kn_1=1$. Таким образом, после увеличения скорости на 5% слаборазреженное течение вблизи внутреннего цилиндра превращается в близкое к свободномолекулярному.

При дальнейшем увеличении скорости течение становится близким к свободномолекулярному везде, за исключением узкого слоя плотного газа вблизи внешнего цилиндра.

Руководитель: к.ф.-м.н. Бутковский А.В.

Авторы: Абрамов А.А., Бузыкин О.Г., Бутковский А.В.

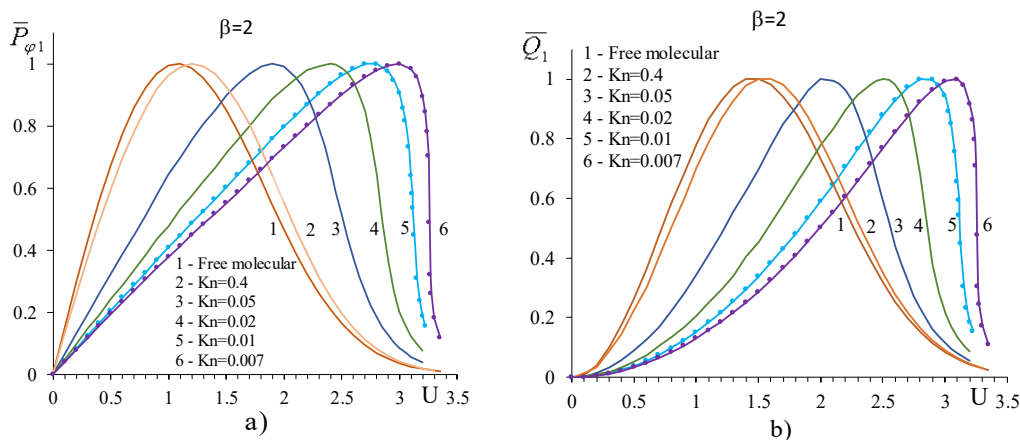


Рис. 39. Сдвиговые напряжения $\bar{P}_{\varphi_1}(U)$ (а) и потоки энергии $\bar{Q}_1(U)$, передаваемой внутреннему цилиндру(б), нормированные на их максимальные значения

ФАУ «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова»

1. Турбулентные струи. Особенности динамики течений, процессов смешения и шумообразования

В 2024 году опубликована монография, посвящённая исследованиям турбулентных струй. В монографии проф. С.Ю. Крашенинникова рассматривается весьма важный и интересный раздел современной теории турбулентности – свободные струйные течения. Последний фундаментальный труд, посвященный этому направлению гидроаэродинамических исследований [Теория турбулентных струй / Г.Н. Абрамович, Т.А. Гиршович, С.Ю. Крашенинников, А.Н. Секундов, И.П. Смирнова. М. : Наука, 1984. 717 с.], вышел в нашей стране почти сорок лет назад. Поэтому новая обзорная и обобщающая работа на указанную тему, написанная признанным экспертом в области струйных течений, должна представлять интерес для специалистов соответствующей области науки. В монографии, наряду с базовыми положениями, составляющими теоретическую основу науки о турбулентных струях, которые стали классическими, излагаются и подвергаются критическому анализу научные результаты самого последнего времени. К ним, прежде всего, относятся данные численного моделирования, полученные методом крупных вихрей (с помощью LES-технологии по терминологии автора), которые могли появиться только благодаря развитию современных численных методов и современной вычислительной техники.



В главе 1 описаны свойства течения при взаимодействии турбулентной струи с внешней средой, структура течения, пульсационное движение в начальном участке турбулентной струи. В главе 2 представлен анализ образования акустических возмущений и шума турбулентной струи. В главе 3 представлены результаты исследований различных условий распространения струй: для трехмерной конфигурации течения, на значительных удалениях от источника струи, при наличии спутного потока. В главе 4 приведены экспериментальные и расчетные данные, характеризующие смешение и акустические

свойства закрученной турбулентной струи. Представлены данные, определяющие связь появления тонального шума и эффекта всасывания в сильно закрученной струе.

Автор: Крашенинников С.Ю.

Публикации:

Крашенинников С.Ю. Турбулентные струи. Особенности динамики течений, процессов смешения и шумообразования / Государственный научный центр РФ «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова». – М. : ЦИАМ, 2024. – 124 с. : ил. – (Труды ЦИАМ ; № 1366).

2. Демонстратор энергетической установки на основе роторно-поршневого двигателя РПД-350Т

В июне 2024 года ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова» (входит в ФГБУ «НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского») успешно провел летные испытания Демонстратора энергетической установки на основе роторно-поршневого двигателя РПД-350Т (**Рис. 40**).

Испытания проводились в рамках проекта Фонда перспективных исследований (ФПИ) «Генератор», являющегося одной из составляющих масштабного проекта по разработке силовой установки для транспортного летательного аппарата (ЛА) сверхкороткого взлета и посадки «Партизан» (головной исполнитель – ФАУ «СибНИА им. С.А. Чаплыгина» (входит в ФГБУ «НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского»)).

Проект «Генератор» - очередной успешно реализуемый ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова» проект по заданию ФПИ, в котором реализуются прорывные технические решения по тематике, что позволяет отечественным разработчикам ЛА (в т.ч. БПЛА) планировать не только применение современных технологий двигателестроения в перспективных разработках, но и ремоторизацию двигателей иностранного производства из состава существующих объектов применения.

Летным испытаниям предшествовала серия стендовых испытаний, в процессе которых были проверены конструкторско-технологические решения и подтверждена достижимость максимальной генерируемой электрической мощности 250 кВт.

Всего за 1,5 года в ФАУ «ЦИАМ им. П.И. Баранова» созданы двухсекционный авиационный роторно-поршневой двигатель большой мощности, оснащенный системой турбонаддува, и высокоэффективный демонстратор стартера-генератора на основе обратимой электрической машины аксиального типа, управляемые общей системой автоматического управления.

Энергетическая установка может быть адаптирована к размещению в грузовых отсеках отечественных существующих и перспективных транспортных ЛА, для которых требуется источник электроэнергии, в т.ч. для питания электродвигателей гибридной силовой установки.

Организация: Государственный научный центр, федеральное автономное учреждение «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова».

Руководитель: Ступеньков М.И.

Авторы: Большаков В.В., Покровский М.В., Ступеньков М.И., Тухватуллин И.Г., Якубовский К.Я. и др.

Публикации:

<https://ciam.ru/press-center/news/v-tsiam-uspeshno-proveli-ispytaniya-v-ramkakh-proekta-generator/>



Рис. 40. Размещение Демонстратора энергетической установки на борту летающей лаборатории при проведении летных испытаний

ФАУ «Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем»

1. Стенд импортозамещенного комплекса бортового оборудования самолета МС-21

Стенд предназначен для интеграции импортозамещенного комплекса бортового оборудования (КБО) самолета МС-21-310 и проведения сертификационных испытаний, включая условия внештатных ситуаций и отказов оборудования. Стенд гармонично сочетает в себе проверенную идеологию полунатурного моделирования, передовой опыт отечественной авиационной отрасли и современные технологии проектирования.

Новая организация рабочего пространства стенда (**Рис. 41**) позволила существенно ускорить монтаж и упростить эксплуатацию. Благодаря способу размещения оборудования из состава импортозамещенного КБО самолета МС-21-310, кабельной сети и коммутационного оборудования обеспечена возможность вести мониторинг сигналов и вносить отказы в любой линии связи между компонентами КБО в процессе проведения стендовых испытаний, что упрощает и ускоряет процесс выявления и локализации причин в случае нештатной работы оборудования из состава КБО.

Имитационная среда стенда реализована по принципу интегрированной модульной авионики и представляет собой набор стандартных вычислителей, объединенных высокоскоростной вычислительной сетью в распределенную вычислительную систему, на которой развернуто специальное программное обеспечение, обеспечивающее совместную работу моделирующих и интерфейсных программ. Такой подход к построению имитационной среды минимизирует риски, связанные с изменениями исходных данных.

Комбинация имитационной среды, подсистемы коммутации сигнальных линий и инструмента интеграции математических моделей дает возможность оперативно переключать режимы работы блоков и систем. При необходимости вместо каждого реального блока может быть использована его информационная модель, что дает возможность продолжать отработку КБО в условиях отсутствия части блоков, например, при отправке таковых производителю на доработку или в ремонт. Такая возможность позволяет выдержать жесткие сроки отработки КБО в целом.

Основной задачей стенда является поэтапное тестирование КБО в рамках подготовки к первому полету самолета и началу сертификационных испытаний. Основным режимом функционирования комплекса является полунатурное моделирование полета самолета, при котором экипаж отрабатывает режимы, отработка которых в реальном полете трудно выполнима, опасна или экономически нецелесообразна. Стенд является примером успешной кооперации промышленности и прикладной авиационной науки, имеющим стратегически важное значение для реализации проекта импортозамещения МС - 21 и формирования научно-технологического задела для дальнейшего развития отечественной гражданской авиации на ближайшие десятилетия.

Стенд КБО МС-21-310 будет использоваться на всех этапах жизненного цикла самолета для решения задач по сертификации, модернизации, изменению состава оборудования, отработки критических ситуаций поддержки эксплуатации.



Рис. 41. Стенд импортозамещенного комплекса бортового оборудования самолета МС-21

2. Модель деятельности пилота

Модель деятельности пилота предназначена для исследования перспективных кабин и комплексов бортового оборудования с учетом психофизиологических и когнитивных аспектов деятельности пилотов в целях повышения безопасности полетов (**Рис. 42**). Модель обеспечивает проведение исследований особенностей управления воздушным судном при различных психофизиологических состояниях экипажа и уровнях его профессиональной подготовки в контексте технических особенностей разрабатываемого воздушного судна, позволяя оценить эффективность пилотирования в заданных условиях и при негативной оценке произвести корректировку требований либо к функциям кабины и комплекса бортового оборудования, либо к квалификации и психофизиологическим данным экипажа.

Разработаны новые методы, обеспечивающие моделирование дискретного и непрерывного управления воздушным судном, основанного на применении объяснимого (моделирование задач пилота марковскими цепями, применение кратномасштабного анализа и многомерного шкалирования для кластеризации «паттернов» пилотирования) и необъяснимого (использование нейросетей для настройки весовых коэффициентов модели) интеллекта.

Увеличение числа полетов, загруженности воздушных трасс и аэропортов приводит к увеличению сложности управления современными воздушными судами. Появление новых перспективных технологий человеко-машинного взаимодействия, таких как, например, голосовое управление, сенсорные дисплеи, управление взглядом, приводит к повышению вариативности работы экипажа. При этом возрастают требования к взаимодействию пилотов с оборудованием кабины экипажа. Использование моделей деятельности пилотов, соответствующих деятельности экипажа в реальных условиях полета, позволяет частично автоматизировать процесс оценки вариантов кабины экипажа, а также в целом повышает возможности исследования перспективных способов человеко-машинного взаимодействия и автоматизации задач пилота за счет интеллектуализации комплекса бортового оборудования.

Применение модели деятельности пилота будет востребовано при проведении НИР по тематикам перспективных человеко-машинных интерфейсов и интеллектуального борта, а также в самолетостроительных и приборостроительных конструкторских бюро, при создании новых и модернизации эксплуатируемых воздушных судов.



Рис. 42. Применение модели деятельности пилота

АО «Летно-исследовательский институт имени М.М. Громова»

1. Разработка методик контроля содержания технических газов в воздухе отсеков летательного аппарата и отбираемом от газотурбинного двигателя

В 2024 г. были проведены работы по обобщению и внедрению в практику наземных и лётных исследований ГТД и ЛА следующих разработок:

устройство для отбора проб пороховых газов. Патент на изобретение № 2803870 от 21.09.2023 г.;

устройство для отбора проб воздуха от авиационных ГТД при проведении испытаний на летающих лабораториях (ЛЛ) и высотных стендах. Патент на изобретение № 2826370 от 09.09.2024 г..

Научная значимость и новизна исследований обоснована в публикации: В.П. Могильников, Д.В. Шумилкин, И.В. Кожина: «Методы контроля концентраций взрывоопасных компонентов пороховых газов в воздухе оружейных отсеков», НТС АО «ЛИИ им. М.М. Громова». Выпуск № 290, 2024 г.

Материалы разработок и их анализа были представлены на XLIV Всероссийской конференции по проблемам науки и технологий (300 лет РАН). г. Миас. РАН. 2024 г. «Методы контроля чистоты воздуха, отбираемого от газотурбинных двигателей на летающих лабораториях и высотных стендах». В.П. Могильников, Хусаинов И.Р.

Данные разработки являются принципиально новыми и планируются к внедрению при создании перспективной авиационной техники нового поколения с характеристиками, существенно превышающими современные, в целях реализации приоритетов Стратегии научно-технологического развития и национальной безопасности Российской Федерации для обеспечения стратегических национальных приоритетов.

Разработки направлены на создание условий для достижения национальных целей развития, достижение целей и решение задач государственной политики в области обеспечения национальной безопасности и устойчивого развития Российской Федерации на долгосрочную перспективу, в том числе обеспечения программ импортозамещения, связанности территорий и национального суверенитета за счет создания авиапарка воздушных судов гражданской авиации отечественного производства нового поколения.

Полученные результаты были апробированы при испытаниях самолётов Ил-114-300 и RRJ-95, данные исследований подтверждены:

результатами химического анализа проб ОГВ, отобранных в отсеке МСУ и ВСУ самолёта Ил-114-300; акт №69-2024-III.;

результатами химического анализа проб огнегасящего вещества по теме «Подготовка лабораторного оборудования (вакуумные пробоотборники) и участие в

наземных испытаниях по системе пожарной защиты самолёта RRJ-95»; акт № 111-2024-III..

С учётом полученных материалов по испытаниям предыдущих разработок были разработаны новые пробоотборные устройства для испытаний авиационной техники:

устройство-зонд для отбора проб воздуха в подкапотном пространстве авиационных ГТД. Заявка на изобретение (патент) 09.2024 г. В.П. Могильников, Саяхов Р.В.

устройство-дозатор для отбора проб воздуха с борта летящего самолёта для определения общей влажности. Заявка на изобретение (патент) 04.2024 г. В.П. Могильников, Хусаинов И.Р.

Авторы: к.т.н. В.П. Могильников, И.Р. Хусаинов, Р.В. Саяхов и др.

Публикации:

В.П. Могильников, Д.В. Шумилкин, И.В. Кожина / Методы контроля концентраций взрывоопасных компонентов пороховых газов в воздухе оружейных отсеков/ НТС АО «ЛИИ им. М.М. Громова». Выпуск № 290, 2024 г.

2. Новая аэродинамическая схема самолёта с несущим стабилизатором

На основе проведённых в ЛИИ исследований предложена новая аэродинамическая схема самолёта, которая позволяет существенно повысить аэродинамические характеристики транспортного самолёта до более высокого уровня, чем у любой из известных. Предложение обладает мировой новизной: не существует самолётов, созданных с применением этого принципа.

Научная значимость и новизна исследований обоснована в публикации: Дерябин В.А. «Статически устойчивый самолёт «нормальной» схемы с задней центровкой и несущим стабилизатором», НТС ЛИИ «Лётные испытания летательных аппаратов». Выпуск № 274, 2020 г.

Применение данной схемы позволяет аэродинамически без автоматической системы управления обеспечить устойчивость самолёта «нормальной» схемы при очень заднем положении центра масс (например, 50...75 % САХ) и благодаря этому получить все преимущества «утки» и неустойчивой «нормальной» схемы, обусловленные несущим стабилизатором, на устойчивом самолёте «нормальной» схемы.

При этом улучшаются как взлётно-посадочные, так и крейсерские характеристики самолёта. Предварительные оценочные расчёты показывают, что увеличение аэродинамического качества для самолёта данной схемы составит не менее 8% в крейсерской конфигурации. Увеличение подъёмной силы во взлётной конфигурации будет не менее 15 %.

Применение данной схемы за счёт более переднего положения крыла относительно фюзеляжа и положительной силы на горизонтальное оперение (ГО) при прочих равных условиях позволяет уменьшить максимальный изгибающий момент, действующий на фюзеляж, и, соответственно, уменьшить массу фюзеляжа.

Схема с несущим ГО может быть применена для сверхзвуковых самолётов. Позволяет полностью устранить балансировочные потери, возникающие из-за смещения назад центра давления крыла при $M > 1$, что даст значительное улучшение лётно-технических характеристик.

Предлагаемая схема применима к самолётам любого назначения, но наибольший выигрыш может быть получен для транспортных и сверхзвуковых самолётов.

Данные разработки являются принципиально новыми и планируются к внедрению при создании перспективной авиационной техники нового поколения с характеристиками, существенно превышающими современные, в целях реализации приоритетов Стратегии научно-технологического развития и национальной безопасности Российской Федерации для обеспечения стратегических национальных приоритетов.

Разработки направлены на создание условий для достижения национальных целей развития, достижение целей и решение задач государственной политики в области обеспечения национальной безопасности и устойчивого развития Российской Федерации на долгосрочную перспективу, в том числе обеспечения программ импортозамещения, связанности территорий и национального суверенитета за счет создания авиапарка воздушных судов гражданской авиации отечественного производства нового поколения.

В настоящее время в ЛИИ продолжаются теоретические исследования этой аэродинамической схемы.

Автор: к.т.н. В.А. Дерябин.

ФГБУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»

Возмущения в высокоширотной верхней (F-область) ионосфере, вызванные воздействием мощного высокочастотного радиоизлучения стенда EISCAT/Heating

На основе многолетних (более 25 лет) наблюдений на высокоширотном КВ нагревном стенде EISCAT/Heating (г. Тромсе, Норвегия) выполнены исследования искусственных ионосферных возмущений в высокоширотной верхней (F-область) ионосфере, вызванные воздействием мощных КВ радиоволн. Излучение мощной КВ радиоволны необыкновенной (X-мода) или обыкновенной (O-мода) поляризации проводилось в направлении магнитного поля на частотах от 3.9 до 8 МГц при эффективной мощности излучения от 50 до 1000 МВт. Основное внимание было уделено малоизученным возмущениям при нагреве F-области ионосферы мощными КВ радиоволнами необыкновенной (X-мода) поляризации, а также сравнению характеристик ионосферных возмущений при X- и O-нагреве. Впервые были определены характеристики, пороги возбуждения, условия и механизмы генерации каналов (дактов) повышенной электронной плотности, узкополосного (в полосе ± 1 кГц относительно частоты нагрева) искусственного радиоизлучения ионосферы (УИРИ) регистрируемого на значительном (более 1000 км) удалении от КВ нагревного стенда. Продолжены исследования характеристик мелкомасштабных искусственных ионосферных неоднородностей (МИИН) и их влияния на дальнейшее распространение декаметровых волн при X-нагреве высокоширотной F-области ионосферы. Выполнено сравнение характеристик ионосферных возмущений в высокоширотном F2 слое при воздействии мощных КВ радиоволн X- и O-поляризации (**Рис. 43**).

Результаты выполненных исследований открывают новые возможности для изучения нелинейных процессов, механизмов возбуждения турбулентностей и плазменных волн, механизмов ускорения электронов в высокоширотной верхней ионосфере и способствуют развитию технологий наблюдений за возмущениями в ионосфере в Арктическом регионе.

Результаты исследований приобретают особую значимость в связи с созданием КВ нагревного стенда нового поколения ИКАР-АИ в составе Национального гелио-геофизического комплекса Российской академии наук (НГК РАН) на базе Института солнечно-земной физики СО РАН. Необходимо также отметить важность подобного рода исследований для оценки влияния эффектов воздействия мощных КВ радиоволн на космическую погоду, работоспособность систем глобальной радиосвязи, навигации, загоризонтной радиолокации.

Руководитель: д.ф.-м.н. Благовещенская Н.Ф.

Публикации:

Blagoveshchenskaya N.F.; Borisova T.D.; Kalishin A.S.; Egorov I.M. Artificial Ducts Created via High-Power HF Radio Waves at EISCAT. Remote Sensing. 2023, 15 (9), 2300 (Q1). <https://doi.org/10.3390/rs15092300>

Borisova T.D., Blagoveshchenskaya N.F., Kalishin A.S., Kovalev A.S. Determination of the vector velocity of artificial iono-spheric irregularities based on Doppler measurements by the bi-static scatter method of HF radio signals propagating over long radio paths // Solar-Terrestrial Physics. 2024. Vol. 10. Iss. 2. P. 74–92. DOI: 10.12737/stp-102202408.

Blagoveshchenskaya N. F., Kalishin A. S., Borisova T. D., Egorov I. M., Zagorskiy G. A. Phenomena in the High-Latitude F Region of the Ionosphere under the Effect of Powerful HF Radio Waves at Frequencies above the Critical One of the F2 Layer // Geomagnetism and Aeronomy. 2023, Vol. 63, No. 6, pp. 757–769. DOI: 10.1134/S0016793223600467.

Kalishin A.S., Blagoveshchenskaya N.F., Borisova T.D., Egorov I.M., Zagorskiy G.A., Kovalev A.S. Features of Narrowband Stimulated Electromagnetic Emission Depending on the Effective Radiated Power of the EISCAT/Heating Facility // Cosmic Research. 2023, Vol. 61, No. 6, pp. 501–509. DOI: 10.1134/S0010952523700478.

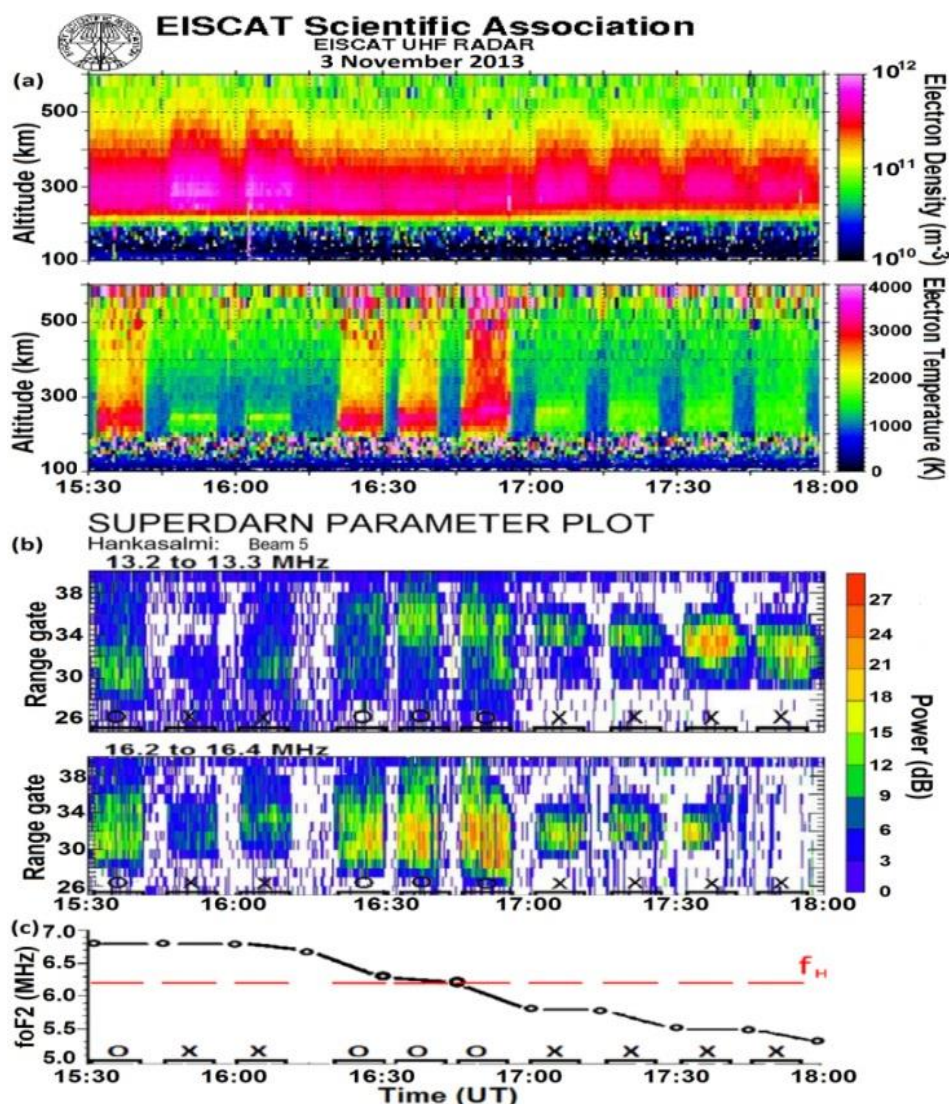


Рис. 43. Результаты эксперимента на нагревном стенде EISCAT/Heating 3 ноября 2013г.

Альтернативный О-/Х-нагрев проводился на частоте $f_H = 6.2$ МГц в направлении магнитного зенита при Рэфф = 450 МВт. (а) Высотно-временное распределение электронной плотности N_e и температуры T_e по данным радара некогерентного рассеяния радиоволн EISCAT; (б) мощности рассеянных на МИИН сигналов радара CUTLASS в координатах дальность (range gate) - время; (с) поведение во времени критической частоты f_oF2 и частоты нагрева f_H .

**Использование антимикробных покрытий, эффективно и долгосрочно подавляющих
развитие бактерий и грибов на поверхности материалов различной структуры
и химического состава**

Для предотвращения роста и развития микроорганизмов в ходе космических полетов совместно с МИРЭА, РТУ и МАТИ разработаны полимерные покрытия, обладающие антимикробными и антифунгальными свойствами, на основе четвертичных аммониевых соединений, йода, полигуанидинов и комплексных соединений. Апробация антимикробных и антифунгальных свойств покрытий осуществлялась в условиях, благоприятствующих росту микроорганизмов во влажном тропическом климате Вьетнама на открытых площадках с естественной контаминацией материалов микробами. Размещение образцов материалов с покрытиями проходило в течении года. Проведенные исследования показали 100%-ную эффективность покрытий, изготовленных на основе биоцидов – четвертичных аммониевых соединений и полигуанида для полимерных материалов (резин, поликарбоната и полиамида) при экспонировании на открытой площадке во влажном тропическом климате Вьетнама. (99 % отн. вл.воздуха, естественные ассоциации микроорганизмов, постоянная температура 26-28°C и более).

Использование антимикробных покрытий, эффективно и долгосрочно подавляющих развитие бактерий и грибов на поверхности материалов различной структуры и химического состава, позволит создать условия для продолжительной эксплуатации Целевого модуля ОК РОС. На рисунках **Рис. 44** и **Рис. 45** представлены образцы поликарбоната, защищенного покрытием и не защищенного.

Руководитель: к.б.н. Поддубко С.В

Авторы: Зав. лаб. к.б.н. Поддубко С.В., к.б.н. Дешева Е.А., к.б.н. Фиалкина С.В., Жукова С.В., Гуридов А.А., Дымова А.А., Шеф К.А.

Публикации:

1. Е.А. Дешева, С.В. Фиалкина, С.В. Поддубко, Л.Р.Люсова, С.В.Котова, С.В.Чернышов, К.К. Хоанг «Динамика деструктивных изменений образцов резин при их экспонировании в течение года в естественных условиях Социалистической Республики Вьетнам» (в печати).

2. Поддубко С.В, Жукова Е.А., Гуридов А.А., Дымова А.А., Шеф К.А., и др. (2023). «Микробиологические риски гидросистемы скафандра», XVIII Конференции по космической биологии и авиакосмической медицине с международным участием «Земля-Орбита-Дальний космос», посвященная 60-летию создания Института медико-биологических наук . 6-8 Ноября 2023, Москва.



Рис. 44. Образец поликарбоната-защищенный покрытием. Экспонирование на открытой площадке до 1 года. Отсутствие жизнеспособных фрагментов микроорганизмов.



Рис. 45. Образец поликарбоната- не защищенный. Экспонирование на открытой площадке до 1 года. Наличие роста и развития микробной ассоциации.

**Федеральное государственное автономное научное учреждение
«Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский
институт робототехники и технической кибернетики» (ЦНИИ РТК)**

**1. Роботизированный диагностический комплекс для внутритрубного
контроля трубопроводов**

Разработан и изготовлен роботизированный диагностический комплекс для внутритрубной диагностики. Комплекс состоит из поста управления и двух мобильных роботов (**Рис. 46**). Первый робот выполняет измерение профиля трубопровода и очистку его поверхности. Второй робот, следующий за первым, проводит электромагнитную акустическую диагностику на наличие дефектов, визуальный измерительный контроль и картографирование трубопровода на основе датчика пройденного пути и инерциальной навигационной системы. Разработанный комплекс позволяет выполнять внутритрубную диагностику без дополнительных камер запуска и извлечения и может перемещаться в трубах переменного диаметра сложной геометрии.

В ходе разработки роботизированного комплекса рассмотрено распределение нагрузок на колёсах трёхопорного блока в составе транспортной системы. Предложены пути повышения энергоэффективности транспортной системы роботов. Предложены способы минимизации энергозатрат при прохождении криволинейных участков трубопроводов. Предложены организационные и технические решения, направленные на повышение безопасности эксплуатации комплекса за счет использования принципов дублирования и резервирования систем.

Разработанный комплекс внутритрубной диагностики позволяет осуществлять поиск дефектов в трубопроводах сложной конфигурации переменного диаметра.

Возможная сфера применения: Диагностика газопроводов. Потенциальные потребители – ООО «ЭНТЭ», АО «ИнтроСкан», ПАО «Газпром», ПАО Новатэк, ПАО «НК «Роснефть», Лукойл.

Руководитель: Андрей Е. И.

Авторы: В.В. Варлашин, А.Е. Ильясов, В.А. Волков, Д.С. Попов, А.И. Прядко, А.Л. Коротков, Е.И. Хокконен, Д.Д. Филиппов, Р.Ю. Добрецов, А.В. Рогов.

Публикации:

Транспортный модуль внутритрубного диагностического робота / А. И. Прядко, Н. В. Павлов, Д. С. Попов [и др.] // Робототехника и техническая кибернетика. – 2023. – Т. 11, № 3. – С. 224-231. – DOI 10.31776/RTSJ.11308.

Ильясов, А.Е. Метод восстановления траектории движения РТК внутритрубной диагностики с использованием фидуциальных маркеров / А. Е. Ильясов, В. В. Варлашин // Наука и бизнес: пути развития. – 2023. – № 12(150). – С. 81-88.

Волков, В. А. Адаптивная подвеска внутритрубного диагностического робота / В. А. Волков // Робототехника и техническая кибернетика. – 2024. – Т. 12, № 1. – С. 63-70. – DOI 10.31776/RTCJ.12108.

Предварительный анализ условий работы колёсного движителя внутритрубного диагностического модуля / Р.Ю. Добрецов [и др.] // Робототехника и техническая кибернетика. – 2024. – Т. 12, № 4. – С. 315-320. – DOI 10.31776/RTCJ.12409.

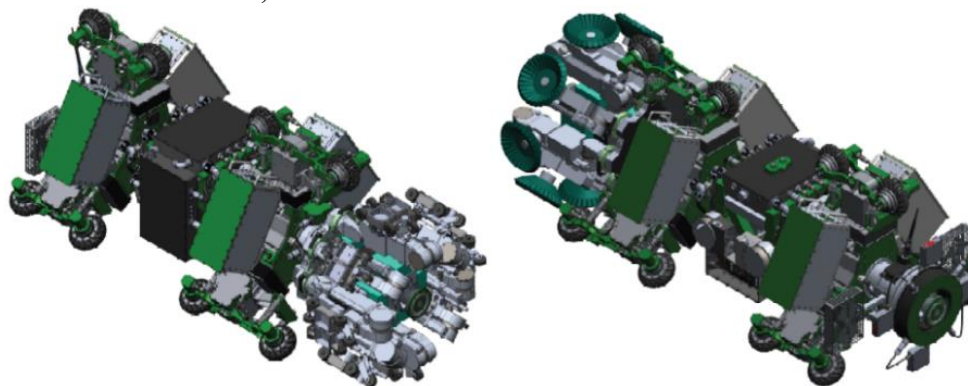


Рис. 46. Состав роботизированного диагностического комплекса

2. Технология синтеза управления биоморфными подводными роботами (БПР) с использованием комплекса гидродинамических и кибернетических моделей

Предложена технология синтеза управления биоморфными подводными роботами с использованием комплекса гидродинамических и кибернетических моделей. Предлагается использование численного гидродинамического моделирования управляемого движения БПР осцилляторного и ундуляторного типа для синтеза кибернетических моделей, описанных в терминах теории автоматического управления. Предложенная технология проиллюстрирована на Рис. 47.

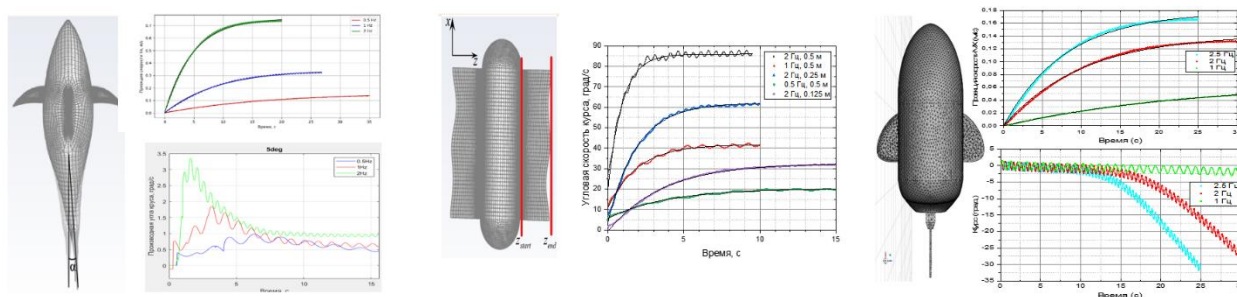


Рис. 47. Схема предложенной технологии синтеза системы управления движением БПР с использованием комплекса гидродинамических и кибернетических моделей

По результатам проведения гидродинамического моделирования технология позволила получить кибернетические модели БПР, провести синтез регуляторов управления и провести исследования качества управления на кибернетических моделях.

Предложена технология, включающая в себя гидродинамические модели БПР различного типа, средства создания управляемого движения БПР различного типа, средства идентификации динамических параметров БПР и средства синтеза регуляторов управления с учетом полученных данных идентификации параметров.

Одним из направлений роботизации подводных и подводно-технических работ является использование бионических принципов. Интерес к созданию БПР обусловлен практическими потребностями: по сравнению с традиционными подводными аппаратами, роботы-рыбы и роботы-гидробионты обладают высокой маневренностью, особенно на мелководье, низким уровнем шума и малым возмущающим воздействием на водную среду. В результате проведенной НИР получена технология, позволяющая на ранних стадиях проектирования определять технический облик БПР с учетом возможных сфер применения, проводить оптимизацию конструкции робота с точки зрения гидродинамики

и определять предпочтительный тип локомоций. Также полученные результаты применимы при оценке подводных гидротехнических сооружений (пропускников, шлюзов и т.д.) с учетом требований обеспечения безопасности для прохождения рыб и других гидробионтов.

Предложенное решение актуально при проектировании биоморфных подводных роботизированных средств и при анализе проектов подводных гидротехнических сооружений.

Руководитель: д.ф.-м.н. Казанцев В. Б.

Авторы: Забелло К.К., Попов А.В., Смирнова Е.Ю., Щур Н.А. и др.

Публикации:

Zabello, K.K. & Tschur, N.A. & Gordleeva, Susan & Smirnova, E. & Popov, A.V. & Kazantsev, Victor. (2024). Course control in a self-consistent model of cuttlefish movement. Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation. 140. 108417. 10.1016/j.cnsns.2024.108417.

ФГУП «Крыловский государственный научный центр»

1. Отечественные силовые сборки преобразовательной техники морского исполнения

В 2024 году завершена работа по одному из критически-важных направлений судовой электротехники – создание отечественной силовой микроэлектроники, рассчитанной для использования в электрооборудовании большой мощности. Работа направлена на импортозамещение недоступных к поставке силовых сборок для преобразовательной техники отечественного производства. В результате разработаны и изготовлены опытные образцы силовых выпрямительной, инверторной и чопперной сборок (рис. 88). Данные силовые сборки протестированы в системе электродвижения ледоколов проекта 22220.

Внедрение результатов позволит обеспечить поддержание функционального состояния группировки отечественного ледокольного флота России и использование созданных отечественных силовых сборок при строительстве новых объектов морской техники с повышенными параметрами мощности и напряжения.

Организации-соисполнители: АО «Электрум АВ», ООО «ГазХолодТехника», ПАО «Электровыпрямитель», ООО «НПП «ИТЭС», АО «Микрон».

Руководитель: Богачев В.С.

Авторы: Горюшкин И.А., Старина В.А., Зубарев К.А., Таран М.О., Савинков С.А., Чудинович В.Я., Алиев А.Т.



а)



б)



в)

Рис. 48. а) - Сборка силовая инверторная КЛГИ.435783.062 в составе преобразователя частоты;
б) - сборка силовая чопперная КЛГИ.435783.061 в составе преобразователя частоты;
в) - сборка силовая выпрямительная КЛГИ.435781.021 в составе преобразователя частоты

2. Разработка высокоэффективного сферопластика высокой удельной прочности и систем обеспечения плавучести на его основе для объектов глубоководной техники

Одной из основных проблем в создании глубоководной техники является разработка систем обеспечения плавучести на основе сферопластика (СФП) высокой удельной прочности. Для освоения предельных глубин Мирового океана (11200 м) до настоящего времени отечественные СФП имели среднюю плотность не менее 720 кг/м^3 при гидростатической прочности 120 МПа, что соответствует требованиям для необитаемых аппаратов. Необходимость повышения весовой эффективности систем обеспечения плавучести объектов глубоководной техники потребовала создание новых СФП с пониженной плотностью и гидростатической прочностью не менее 165 МПа с обеспечением плавучести и долговечности, требуемых для длительной эксплуатации на указанных глубинах. Использование новых СФП в системах обеспечения плавучести существенно снизит водоизмещение объектов глубоководной техники и расширит возможности в части их автономности, энерговооруженности и полезной нагрузки.

На основании выполненных комплексных теоретических (рис. 89), экспериментальных (рис. 90) и технологических исследований был создан новый СФП плотностью 660 кг/м^3 и исходной гидростатической прочностью не менее 165 МПа, не имеющий аналогов в отечественной промышленности и соответствующий по уровню своих характеристик лучшим зарубежным образцам. Созданный СФП марки СПС-11 был допущен Решением Межведомственной комиссии по неметаллическим материалам для изготовления блоков плавучести обитаемых и необитаемых объектов глубоководной техники с глубинами погружения до 11200 м включительно и был использован при разработке технического проекта сверхглубоководного аппарата проекта «Восход».

Руководитель: Платонов В.В.

Авторы: Федонюк Н.Н., Задумов А.В.

Публикации:

1. Федонюк Н.Н. Прочность и долговечность элементов плавучести из сферопластика подводной техники – СПб: Крыловский государственный научный центр, 2022. – 308 с.

2. Задумов А.В., Платонов В.В., Федонюк Н.Н. Программа для ЭВМ «Программа для расчета характеристик сферопластика». Свидетельство № 2022666676 от 06.09.2022.

3. Платонов В.В., Федонюк Н.Н. Пути создания сферопластиков высокой удельной прочности для объемов плавучести глубоководной техники. Сборник трудов конференции «Актуальные проблемы глубоководных исследований на современном этапе», 28-29.03.2024.

4. Задумов А.В., Платонов В.В., Федонюк Н.Н. Создание сферопластиков высокой удельной прочности для объектов глубоководной морской техники (теория и эксперимент). Proceedings of 13th International Conference “Navy and Shipbuilding Nowadays”, NSN’2024.

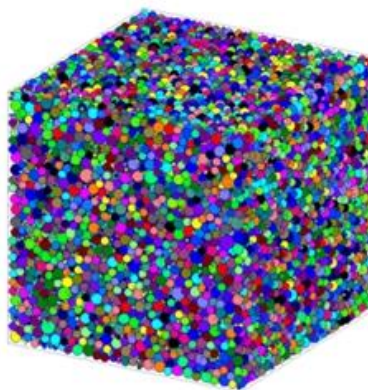


Рис. 49. Математическая модель структуры сферопластика

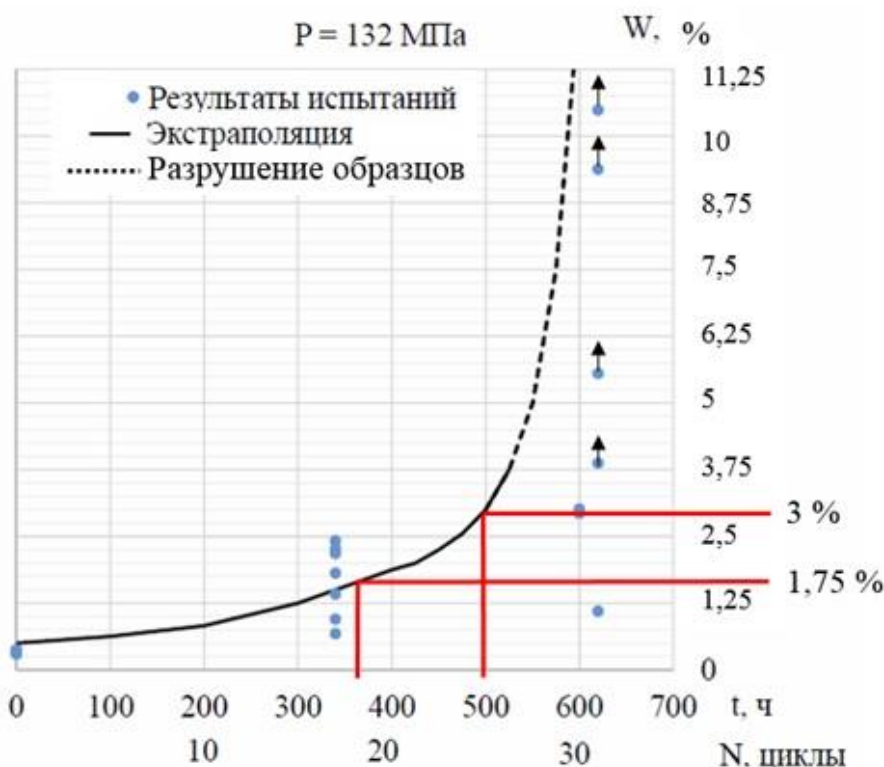


Рис. 50. Результаты испытаний сферопластика на водопоглощение

АО «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор»

Метод выделения слабых сигналов на фоне сильных помех

Разработан и внедрен запатентованный метод выделения слабых сигналов на фоне сильных помех, который позволил увеличить отношение сигнал/помеха более чем в 5 раз.

С использованием этого метода созданы и испытаны образцы акваторной и мобильной гидроакустических станций (ГАС) нового поколения для освещения ближней подводной обстановки и комплекс обнаружения подводных и надводных диверсионных сил и средств (ДСС).

В отличие от серийных образцов, станции нового поколения позволяют обнаруживать и вести автоматическое сопровождение подводных пловцов и малых подводных аппаратов на дистанциях в 1,5 – 2 раза больших.

Использование новой технологии выделения полезного сигнала от цели на фоне помех позволило не только увеличить дальность действия станций обнаружения малоразмерных объектов, но и обеспечить возможность их работы в автоматическом режиме без участия операторов. Новые акваторные станции обнаружения подводных ДСС

по заказам ФСБ и ФСО смонтированы и сданы Заказчикам на охраняемых объектах Черноморского побережья.

Совместно с ЗАО «Морские Комплексы и Системы» разработан опытный образец комплекса охраны особо важных морских и береговых объектов «Корвет». Комплекс состоит из береговой и подводной части (Рис. 51), используются гидроакустические, радиолокационные и оптические средства обнаружения ДСС. Проведены межведомственные испытания. Комплексу «Корвет» присвоена литера О₁.

Организации-соисполнители: АО «Научно-производственный центр «Сонар», ЗАО «Морские Комплексы и Системы»

Авторы: В.И. Скрипак, Н.В. Меркачев.

Публикации:

Скрипак В.И. Новые технологии военной гидроакустики для освещения ближней подводной обстановки // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Морское подводное оружие. Перспективы развития». СПб: ФГУП «Крыловский государственный научный центр», 2015. С. 94-95.

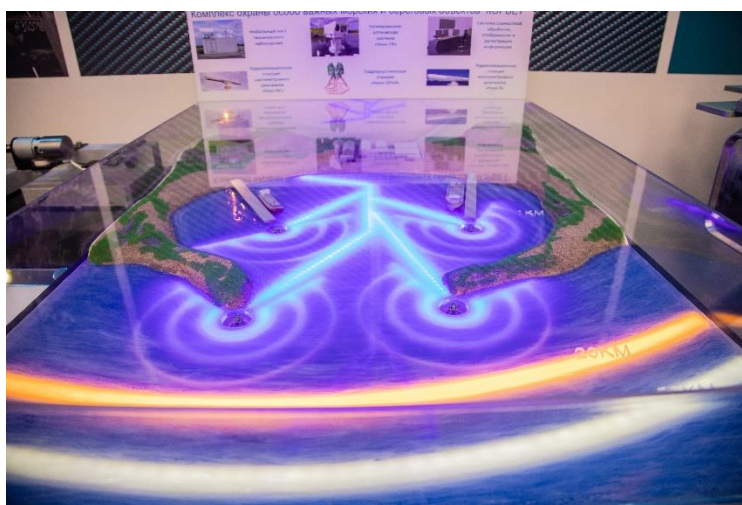


Рис. 51. Макет комплекса «Корвет»

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-производственный комплекс «Технологический центр»

Нейроморфная реализация дробно-дифференциального порогового интегратора с утечкой

В НПК «Технологический центр» предложена реализация дробно-дифференциального порогового интегратора с утечкой (ДПИУ) в виде микронной транзисторной структуры на основе сети одностенных углеродных нанотрубок (ОСУНТ) с электролитическим затвором (Рис. 52). Функционирование этих устройств основано на контролируемом перемещении ионов в электролите, что позволяет модулировать проводимость канала транзистора. Существенную роль в динамике работы таких устройств играет аномальная диффузия ионов, которая проявляется в отклонении от классических законов Фика. Аномальная диффузия ионов приводит к тому, что отклик тока между истоком и стоком на импульс потенциала на затворе описывается дробно-дифференциальным уравнением релаксации.

Применение дробно-дифференциальных элементов в нейроморфных системах позволяет реализовать новые функциональные возможности, такие как адаптивное изменение временных масштабов обработки информации, что может быть особенно важно при решении таких задач, как *обработка изображений* (улучшение качества изображений, выделение контуров и др. функции), *анализ и обработка сигналов* (фильтрация; выделение полезной информации из зашумленных данных; повышение

устойчивости сигналов к помехам; анализ сложных временных рядов; анализ ЭКГ и других биомедицинских сигналов) [1].

В работе [2] исследуется динамика модифицированной модели дробного порогового интегратора с утечкой в ответ на систему дробных пуассоновских потоков. Показано, что ДПИУ лучше подходит для обработки мерцающих (масштабно-инвариантных) сигналов, чем стандартный пороговый интегратор с утечкой.

Руководитель: д.ф.-м.н. Сибатов Р.Т.

Авторы: Сибатов Р.Т., Гаврилова А.К., Савицкий А.И., Шаман Ю.П., Сыса А.В.

Публикации:

[1] Сибатов Р.Т., Гаврилова А.К., Савицкий А.И. Дробно-дифференциальный пороговый интегратор с утечкой и его нейроморфная реализация // Российский форум «Микроэлектроника 2024», с. 639.

[2] А.К. Gavrilova, R.T. Sibatov. Дробно-дифференциальный пороговый интегратор с утечкой для обработки мерцающих сигналов // Memoirs of the Faculty of Physics. — 2024., N. 4.

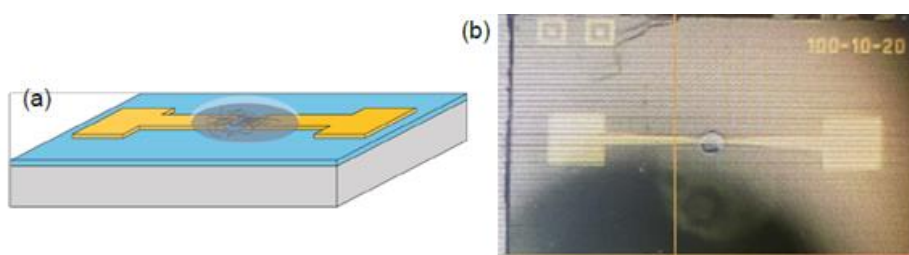


Рис. 52. а) Схематическое изображение структуры триода с ОСУНТ и электролитом; б) Фотография структуры триода после нанесения электролита на основе ПВС-LiCl

Акционерное общество «Центр технологии судостроения и судоремонта»

Проведение исследований и разработка технологий контроля герметичности глубоководных аппаратов и корпусных конструкций, образующих ЗО РУ ППУ

Одним из важнейших вопросов при создании глубоководных аппаратов является обеспечение их герметичности. Одной из работ явилась выполняемая по заданию АО «ЦКБ МТ «Рубин» разработка принципиальных технологий контроля герметичности глубоководных ВВСТ и их составных частей. В связи с высокой энерговооруженностью, а также повышенной сложностью систем вооружений, наличием специального сложного оборудования и приборов применялись разные методы и способы контроля герметичности, при этом новизной явилось широкое применение масс-спектрометрических методов с использованием гелия способами гелиевой камеры, обдува гелием и гелиевого щупа.

Особенностями задачи обеспечения радиационной безопасности корпусных конструкций, образующих защитные оболочки (ЗО) реакторных установок (РУ) и защитное ограждение паропроизводящих установок (ППУ) с настоящее время является значительное (в 25 раз) ужесточение норм их интегральной герметичности. В результате применяется традиционный пневматический способ контроля, но давление при испытаниях увеличено в несколько раз, используются высокоточные приборы в составе специального измерительного блока (ИБ), а также внедрена новая методика расчета параметра герметичности. Технология была применена при испытаниях плавучего энергоблока (ПЭБ) пр. 20870 – Российской плавучей атомной теплоэлектростанции (ПАТЭС) «Академик Ломоносов» и всех ледоколов пр. 22220 («Арктика», «Сибирь», «Урал», «Якутия»), ее планируется применять при испытаниях МПЭБ пр. 20871 и остальных ледоколов пр. 22220 («Чукотка», «Ленинград», «Сталинград»), а также ледокола пр. 10510 («Лидер»). В части надводного кораблестроения была разработана технологическая инструкция для проведения испытаний на герметичность элементов

герметичных контуров (ЭГК) и корпусных конструкций помещений отсека ППУ, образующих ЗО РУ и защитное ограждение ППУ тяжелого атомного ракетного крейсера (ТАРК) «Адмирал Нахимов».

Организации–соисполнители: АО «ЦКБ МТ «Рубин», АО «Северное ПКБ», АО «ЦКБ «Айсберг», АО «ПО «Севмаш». Руководитель работы: Рыдловский В.П.

Авторы: Липняков А.В., Штайц В.В., Шуньгин В.Ю.

Публикации:

Носырев Н.А., Шуньгин В.Ю., Штайц В.В., Зеленин М.Н. Разработка технологии испытаний на герметичность защитных оболочек реакторного отсека модернизируемого корабля с АППУ // Сборник докладов всероссийской научно-практической конференции. Северодвинск, 2023

Рыдловский В.П., Липняков А.В., Штайц В.В. Испытания на герметичность защитных оболочек атомных ледоколов // Сборник докладов молодежного форума «Инновации молодых». Выпуск 1, 2023 г., стр. 25-28.

Рыдловский В.П., Штайц В.В., Липняков А.В. «Предложения по уточнению документов РС в части требований к герметичности защитных оболочек АППУ» // Научно-технический сборник Российского морского Регистра судоходства. № 68-69, 2022 г., стр. 77-81.

Акционерное общество «НПО «Орион»

Исследования по созданию нового поколения фотосенсорных устройств инфракрасного диапазона спектра на основе квантовых коллоидных точек

Впервые в Российской Федерации без использования твердотельных монокристаллических полупроводниковых материалов получены фоточувствительные элементы (ФЧЭ) для широкой области спектра от 0.4 до 2.0 мкм на основе коллоидных квантовых точек (ККТ) из наночастиц сульфида свинца с размерами порядка 9-10 нм. Проведены их теоретические и экспериментальные исследования ФЧЭ на основе ККТ. Совместно с ФТИ им. А.Ф. Иоффе разработаны и верифицированы: аналитическая модель для расчета основных характеристик одиночных квантовых точек, влияющих на транспортные характеристики массивов ККТ.

Разработанные ФЧЭ с, показанной на **Рис. 53** структурой продемонстрировали обнаружительную способность при комнатной температуре $(2-4) \cdot 10^{12} \text{ см} \cdot \text{Гц}^{1/2} \cdot \text{Вт}^{-1}$, что превышает параметры лучших зарубежных образцов. Спектральная характеристика чувствительности (1) приведена на **Рис. 54** в сравнении с зарубежным аналогом (2). Проведена разработка топологии кремниевых СБИС считывания фотосигналов формата 1280×1024 пикселей, пригодная для нанесения на них слоев с ККТ для изготовления матричных фотоприемных устройств. Изготовлены первые макетные образцы СБИС с шагом входных ячеек 12 мкм.

Выполненный цикл работ показал возможность создания изделий фотосенсорики для нового поколения приборов ночного видения на основе ККТ.

Исследования проведены в рамках проекта «Гранулит», проводимого в соответствии с Поручением Правительства Российской Федерации от 22 февраля 2023 г. № МД-П7-2529 по техническому заданию Фонда перспективных исследований.

Руководители: д.ф.-м.н, профессор В.П. Пономаренко; к.х.н. В.С. Попов.

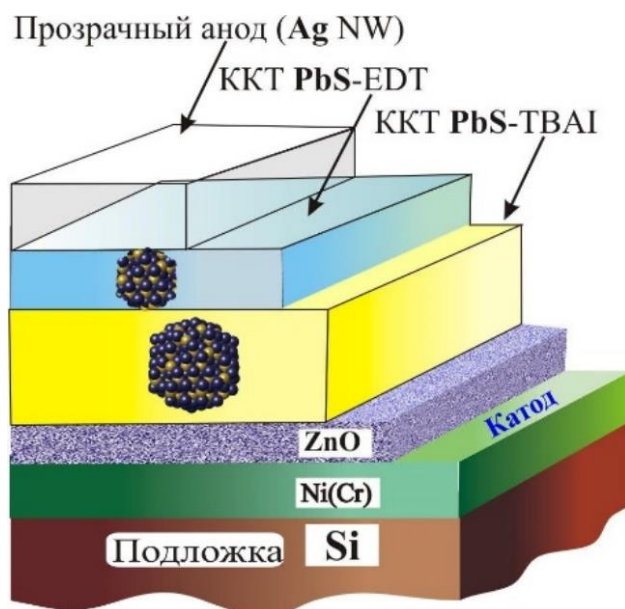


Рис. 53. Структура разработанных фоточувствительных элементов

Публикации:
 Фотосенсоры на основе коллоидных квантовых точек
 В.П. Пономаренко, В.С. Попов, И.А. Шуклов, В.В. Иванов, В.Ф. Разумов
 Успехи химии, 2024, 93, RCR5113.

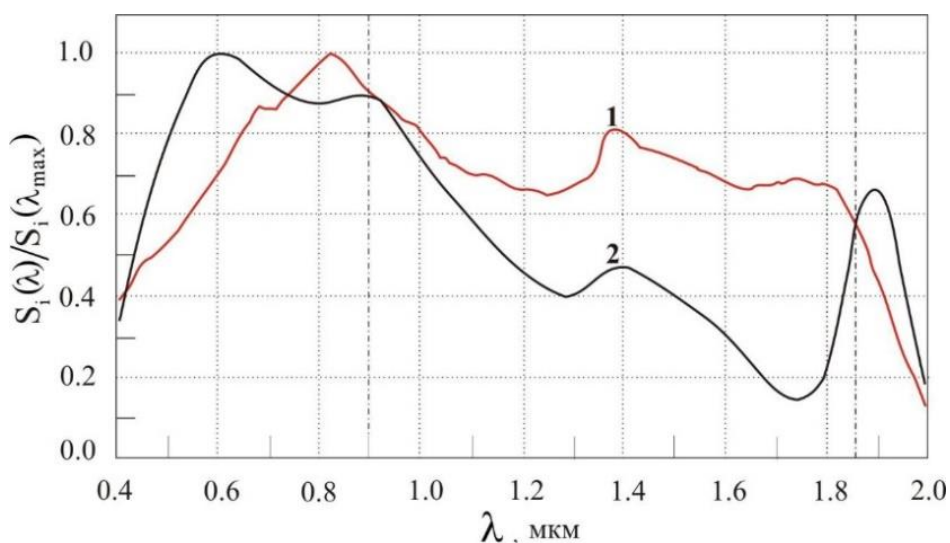


Рис. 54. Спектральная характеристика чувствительности ФЧЭ (1) в сравнении с зарубежным аналогом (2)

ФГУП Центральный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский автомобильный и автомоторный институт «НАМИ»

1. Беспилотный автомобиль

Полностью отечественные разработки алгоритмов и программного обеспечения. Подготовленные системы для промышленного внедрения.

Прогноз применения: закрытые территории предприятий, заводов, парков, спортивных комплексов; дороги общего пользования.

Проект «Разработка беспилотного автомобиля» - это продолжение череды проектов по беспилотным транспортным средствам, которые реализуются, начиная с 2012 года и направлен на развитие технологий управления автомобилем без участия человека.

Оборудование автомобиля включает в себя несколько видеокамер расположенных по кругу, три камеры направлены вперед для контроля фронтальной зоны, лидары для обнаружения объектов дорожной сцены и локализации автомобиля, радары для обнаружения подвижных объектов дорожной сцены.

Для автомобиля (Рис. 55) разработан комплекс программного обеспечения, включающий в себя модули локализации, планирования, технического зрения, динамического управления, картографии и т.д.

Технологии обработки данных о дорожной обстановке в обязательном порядке включают в себя применение методов искусственного интеллекта – нейросетевых вычислений, которые комбинируются с алгоритмическими вычислениями и методами фильтрации сигналов от сенсоров. Для видеоизображений и лидарных сканов проводится сегментирование на отдельные участки и классификация (например, дорожных знаков), примеры приведены на Рис. 56.

Локализация – поиск положения и ориентации на цифровой местности – сопоставление текущих сканов лидара с 3D-картой PointCloud.

Также проводятся испытания на специализированном полигоне для беспилотных транспортных средств на базе НИЦИАМТ ФГУП «НАМИ». Инфраструктура полигона включает в себя: пункт управления, V2X сервисы и связь, дорожные знаки, разметку, светофоры, инженерные телекоммуникации, освещение, мачтовые конструкции, парковки, сервисы безопасности.

Итогом реализации проекта стал готовый к эксплуатации беспилотный легковой автомобиль на базе Лада Веста, а также готовые к внедрению на другие виды транспорта системы программного (в том числе с применением ИИ) обеспечения и аппаратного обеспечения системы автоматизированного управления.

Руководитель: Кондратьев К.Л.

Главный конструктор: Овчаров Я.А.



Рис. 55. Беспилотный автомобиль на базе отечественного автомобиля Лада Веста



Рис. 56. Примеры работы системы технического зрения

2. Разработка двигателя КАМАЗ 940.70 с принудительным зажиганием, работающего на природном газе, рабочим объемом 13 литров стационарного исполнения

В качестве объекта разработки выступает рядный четырёхцилиндровый двигатель с принудительным зажиганием КАМАЗ 940 рабочим объёмом 13 л, работающий на сжатом природном газе с центральной подачей бедной топливовоздушной смеси экологического класса не ниже Stage IIIb.

Для достижения проектных эффективных и экологических показателей произведены соответствующие расчётные и экспериментальные исследования, выполнен подбор окислительного каталитического нейтрализатора с учётом принятой концепции рабочего процесса со сгоранием бедной топливовоздушной смеси.

Разработана принципиальная схема системы питания двигателя КАМАЗ 940.71-350 магистральным природным газом с минимальным избыточным рабочим давлением топлива от 2 до 50 кПа, представленном на **Рис. 57**. Для реализации проекта предложена схема с центральной подачей газа на вход компрессора ТКР с применением двух аналоговых дозаторов. Для получения гомогенной газо-воздушной смеси на всех режимах работы двигателя разработан смеситель газовый оригинальной конструкции.

Произведена сборка опытного образца газового двигателя КАМАЗ 940.71-350 с использованием серийно выпускаемых и вновь разработанных компонентов систем зажигания и управления, системы подачи топлива, нейтрализации отработавших газов и изменяемых деталей базового дизельного двигателя, а также подобранных компонентов.

Выполнен комплекс испытаний, подтвердивших соответствие показателей двигателя требованиям Технического задания.

Руководитель: Козлов А.В.

Авторы: Федоров В.А., Зуев Н.С., Гринев В.Н., Гонтюрев А.В., Миронов М.В.



Рис. 57. Газовый двигатель КАМАЗ 940 на моторном стенде

3. Разработка двигателя КАМАЗ 445 с принудительным зажиганием, работающего на природном газе (экологический класс 5)

В качестве объекта разработки выступает рядный четырёхцилиндровый двигатель с принудительным зажиганием КАМАЗ 445 рабочим объёмом 4,5 л, работающий на сжатом природном газе с центральной подачей бедной топливовоздушной смеси экологического класса 5.

Для достижения высоких эффективных и экологических показателей произведены соответствующие расчётные и экспериментальные исследования, выполнен подбор турбокомпрессора и окислительного каталитического нейтрализатора с учётом принятой концепции рабочего процесса со сгоранием бедной топливовоздушной смеси.

Произведена сборка опытного образца газового двигателя КАМАЗ 445 с использованием вновь разработанных и серийных компонентов систем подачи природного газа, зажигания и управления, а также разработанных и изготовленных изменяемых деталей базового дизельного двигателя и подобранных компонентов (рис.Рис. 58).

Выполнен комплекс испытаний, подтвердивших соответствие показателей двигателя требованиям Технического задания.

Выполнен комплекс расчетных исследований системы впуска с использованием методов вычислительной гидродинамики. Исследования проводились с целью оценки распределения природного газа по сечению впускного канала, по цилиндрам, а также оценки влияния различных конструктивных приёмов, направленных на повышение равномерности распределения природного газа в объёме впускного коллектора. Установлено, что увеличение пути, проходимого газовой смесью после газового смесителя до входа во впускной коллектор положительно влияет на достижение концентрационной однородности смеси. Также был разработан аксиальный завихритель потока оригинальной конструкции с 8 лопастями, придающими потоку помимо осевой тангенциальную составляющую скорости. Установка данного завихрителя с дополнительной проставкой в виде прямолинейного участка трубопровода длиной 50 мм во впускную систему после газового смесителя существенно улучшает процесс смесеобразования.

Руководитель: Козлов А.В.

Авторы: Федоров В.А., Зуев Н.С., Гринев В.Н., Гонтюрев А.В.



Рис. 58. Газовый двигатель КАМАЗ 445 на моторном стенде

АО «Научно-производственное объединение «Центральный научно-исследовательский институт технологии машиностроения»

Новый керамический флюс ФЦК-15 для сварки корпусного оборудования, в том числе корпуса реактора АЭС ВВЭР

Целью проекта является разработка нового керамического флюса и обоснование его применения для обеспечения повышения уровня характеристик сопротивления хрупкому разрушению сварных швов корпуса реактора ВВЭР, определяемых по международным и отечественным требованиям. Целевой параметр для металла шва, изготовленного с применением нового сочетания сварочных материалов, – гарантированный уровень критической температуры в исходном состоянии $T_{к0}$ не выше минус 20 °С.

В условиях Филиалов АО «АЭМ-технологии» «Ижора» и «Атоммаш» изготовлены с использованием промышленных партий нового керамического флюса ФЦК-15 и архивного металла обечаек корпуса реактора из стали марки 15Х2НМФА класс 1 промышленные контрольные сварные соединения с использованием референтной технологии сварки кольцевых швов корпуса реактора. По результатам статистической обработки результатов испытаний сварных соединений получено гарантированное значение $T_{к0}$ не выше минус 25 °С, с перспективой снижения до значения не выше минус 30 °С. Достижение температуры хрупко-вязкого перехода металла швов на 15-20°С ниже существующего нормативного 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:

- Разработан и изготовлен в промышленных условиях новый керамический флюс марки ФЦК-15. Выполнены промышленные сварные соединения с применением нового керамического флюса, отработана технология их применения.
- Проведен комплекс испытаний для обоснования применения нового керамического флюса ФЦК-15, в том числе проведена оценка соответствия в форме аттестационных испытаний керамического флюса марки ФЦК-15. Определены гарантированные значение опорных характеристик сопротивления хрупкому разрушению: критической температуры хрупкости $T_{к0}$ для наплавленного металла – не более минус 25 °С гарантированное значение референсной температуры T_0 по ASTM 1921 – минус 43 °С.
- Получены результаты испытаний и исследований металла сварных соединений, выполненных с использованием нового керамического флюса в состоянии после ускоренного термического старения, имитирующего изотермическую выдержку в течение 60 лет, и после ускоренного нейтронного облучения до предельного флюенса нейтронов $\sim 5 \times 10^{23}$ нейтр/м² с энергией $\geq 0,5$ МэВ.
- Подготовлено предложение о включении в Сводный перечень документов по стандартизации ГК Росатом технических условий на новый керамический флюс.

Перспектива применения: сварка ответственного оборудования и трубопроводов АЭС и ТЭС, работающих под давлением для повышения ресурса безопасной эксплуатации.

Руководитель работы: к.т.н Скоробогатых В.Н.

Работа выполняется в рамках договора на проведение НИОКР с АО «Концерн Росэнергоатом».

**ФГБУ «Государственный научный центр «Институт иммунологии»
Федерального медико-биологического агентства**

Начаты клинические испытания новой рекомбинантной вакцины АВР Вах для профилактики и лечения аллергии к пыльце березы и перекрестной пищевой аллергии

На основе уникальной рекомбинантной молекулярной конструкции создана принципиально новая аллерговакцина АВР Вах для профилактики и лечения аллергии к пыльце растений, в особенности березы, и пищевой аллергии (**Рис. 59 – Рис. 61**). На модели экспериментальных животных продемонстрировано защитное действие антител, индуцируемых кандидатной рекомбинантной аллерговакциной. Действие вакцины АВР Вах превышало эффект аллерговакцин на основе экстрактов аллергенов. По возможностям производства, безопасности и удобству применения разрабатываемая отечественная молекулярная аллерговакцина АВР Вах превосходит традиционные препараты на основе экстрактов аллергенов. Нами впервые в России в соответствии с правилами надлежащей лабораторной практики (НЛП/GLP) в полном объеме проведены доклинические исследования аллерговакцины. Доклинические исследования безопасности кандидатной аллерговакцины выполнены в целях проведения клинических исследований и регистрации ее в странах Евразийского экономического союза. Показана безопасность вакцины.

Разработана технология промышленного получения препарата в рамках требований GMP.

Получено разрешение на проведение клинических исследований безопасности и эффективности «АВР-Вах» (Разрешение № 311 от 06.08.2024).

Начались клинические исследования безопасности и эффективности «АВР-Вах» на базе ФГБУ «ГНЦ Институт иммунологии» ФМБА России. Ожидается, что для индукции защитного иммунитета будет достаточно 3–5 подкожных инъекций «АВР-Вах», в то время как при использовании существующих вакцин на основе экстрактов аллергенов необходимо до 30 инъекций.

Регистрация и введение в гражданский оборот планируются на конец 2025 года – начало 2026 года.

Ожидается, что в перспективе препарат сможет заместить зарубежные аналоги.

Руководитель работы: член-корреспондент РАН Хаитов М.Р.

Участники исследования: Валента Р., Шиловский И.П., Смирнов В.В., Скворцова В.И.



Рис. 59. Патент Российской Федерации № 2761431



Рис. 60. Евразийский патент № 045191



Рис. 61. Образец продукции

ФГБУ «Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации»

Комплексная система прогнозирования параметров ветрового волнения для Мирового океана и морей России

Создана, протестирована и введена в оперативную эксплуатацию технология, обеспечивающая функционирование комплексной системы прогнозирования параметров ветрового волнения по сопряженной схеме «океан–море–прибрежная зона» для Мирового океана и морей России. Технология построена на использовании современных спектральных моделей ветрового волнения и включает в себя средства подготовки оперативной метеорологической информации, подаваемой на вход волновых моделей, процедуры генерации граничных условий для вложенных сеток с повышенным горизонтальным разрешением (Рис. 62), процедуры верификации прогнозов и их визуализации для представления конечным пользователям.

Горизонтальное разрешение подготовленной для оперативной эксплуатации прогностической системы составляет 10–20 км в Мировом океане и 1–5 км в морских бассейнах. Заблаговременность прогнозов до 5 суток.

Проведены производственные испытания основного звена системы – прогнозирования ветрового волнения для акватории Мирового океана. Получены подтверждения того, что показатели качества разработанной системы превосходят таковые для действующей с 2014 г. в Гидрометцентре России предшествующей версии и сопоставимы с оценками ведущих мировых прогностических центров. Решением Центральной методической комиссии по гидрометеорологическим и гелиогеофизическим прогнозам Росгидромета от 20.12.2024 г. система рекомендована к внедрению в оперативную практику ФГБУ «Гидрометцентр России».

Впервые в отечественной практике создана комплексная система прогнозирования ветрового волнения, основанная на сопряжении моделей «океан–море–прибрежная зона» в рамках единой технологии.

Сведения о состоянии поверхности моря являются одними из самых востребованных со стороны многочисленных пользователей морской гидрометеорологической информации. Создание и введение в оперативную эксплуатацию комплексной системы прогнозирования ветрового волнения в Мировом океане и морях России образует основу для повышения качества и расширение состава оперативной

информационной продукции о состоянии морской среды в интересах различных отраслей хозяйственной деятельности в океанах и морях: мореплавание, спасательные операции, морской промысел, освоение минеральных ресурсов, экологические приложения и многие другие.

Авторы: А.А. Зеленко, Ю.Д. Реснянский, С.А. Мысленков.

Публикации:

Зеленко А.А., Мысленков С.А., Реснянский Ю.Д., Струков Б.С., Зайченко М.Ю. Комплексная система прогнозирования параметров ветрового волнения в Мировом океане и морях России // Метеорология и гидрология. 2024. № 8. С. 20–35. DOI: 10.52002/0130-2906-2024-8-20-35.

Рыбалко А.Д., Мысленков С.А., Архипкин В.С. Использование классификации для анализа сезонной изменчивости спектров ветрового волнения в Черном и Азовском морях // Гидрометеорологические исследования и прогнозы. 2024. № 1 (391). С. 24–40. DOI: 10.37162/2618-9631-2024-1-24-40.

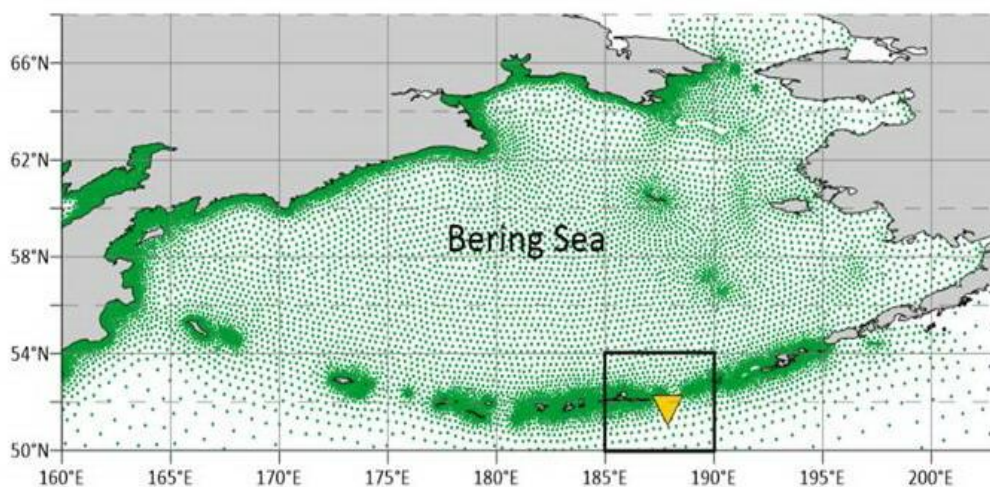


Рис. 62. Неструктурная сетка с высоким разрешением в прибрежной зоне и в проливах Берингового моря

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений»

Абсолютный атомный гравиметр

Впервые в России создан действующий макет абсолютного атомного гравиметра на основе технологии лазерного охлаждения атомов рубидия, позволяющий измерять ускорение свободного падения (Рис. 63) с точностными характеристиками, превосходящими характеристики классических гравиметров.

Атомные гравиметры являются идеальными сенсорами любого внешнего воздействия. Такие сенсоры на холодных атомах из-за отсутствия в них механического трения имеют явное преимущество перед классическими по оперативности, чувствительности, воспроизводимости и непрерывности измерений, обеспечивая выполнение абсолютных гравиметрических измерений в течение длительных интервалов времени, что является эффективным способом создания гравиметрической площадки с абсолютным гравитационным стандартом.

Действующий макет абсолютного квантового гравиметра на холодных атомах рубидия впервые создан в Российской Федерации. Впервые в Российской Федерации измерено ускорение свободного падения разработанным устройством, реализующим принципы интерферометрии холодных атомов.

Созданный макет позволит повысить оперативность измерения ускорения свободного падения в несколько раз по сравнению с лучшими образцами баллистических гравиметров

и будет являться основой для создания помехоустойчивой системы навигации по гравитационному полю Земли, что особо актуально в ряде регионов Российской Федерации со сложной помеховой обстановкой и нестабильной работой ГНСС.

Поиск гравитационных аномалий (полезных ископаемых, бункеров, туннелей и т.п.), создание карт гравитационного поля Земли, помехоустойчивая навигация, фундаментальная наука, метрологическое обеспечение в области гравиметрических измерений.

Руководитель: к.т.н. Алейников М.С.

Авторы: Алейников М.С., Осипенко Г.В., Пашкова Ю.В.

Публикации:

G. Osipenko, M. Aleynikov, J. Pashkova «Current Status of the Atomic Gravimeter Development at FSUE «VNIIFTRI», EFTF-2024, Neuchatel, Proceedings, p. 39.

Осипенко Г.В., Алейников М. С., Пашкова Ю.В. «Лазерно-оптическая система атомного интерферометра на холодных атомах» рубидия» // Измерительная Техника - принято в печать № 1 (2025).

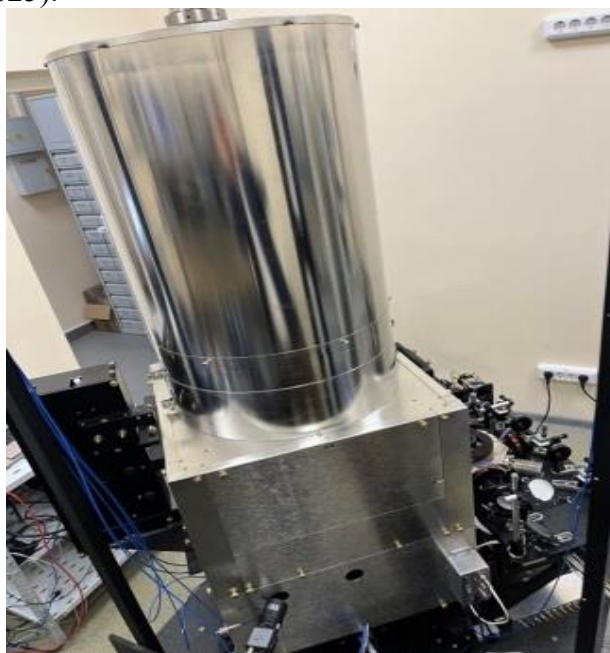


Рис. 63. Рабочий макет абсолютного атомного гравиметра

АО «Южное научно-производственное объединение по морским геологоразведочным работам»

Государственное геологическое картирование масштаба 1:200 000

В рамках реализации Госпрограммы ВИПР по направлению региональных исследований подготовлены к изданию комплекты Государственной геологической карты масштаба 1 : 200 000 (листы К-37-VIII и К-37-IX, К-37-XV в пределах экономической зоны РФ).

Установленное в районе Алушты и Ялты повсеместное распространение смешанных комплексов микрофауны, включающих переотложенные формы, датируемые мелом, палеогеном и неогеном, свидетельствует о широком распространении этих отложений на шельфе и материковом склоне в этом районе. Проведенные научные исследования фауны смешанных комплексов показали отсутствие в них микрофауны, ассоциирующей с развитыми на побережье Крыма отложениями таврической серии. Это в свою очередь позволяет сделать вывод об отсутствии выходов отложений таврической серии на материковом склоне и малом их распространении на большей части Ялтинско-Гурзуфского и Алуштинского участков шельфа.

У южного побережья Крымского полуострова, в прогибе Сорокина изучены дислокации в разрезе майкопа - раннего плейстоцена, оконтурены Южнокрымская и Южнокерченская олистостромы, прослежены поверхности их срыва, что подтверждает гравитационную природу складчатости майкопской серии в прогибе, ранее считавшейся диапировой (Рис. 64). Полученные сведения о гравитационной природе складчатости в прогибе Сорокина необходимо учитывать при оценке перспектив его нефтегазоносности.

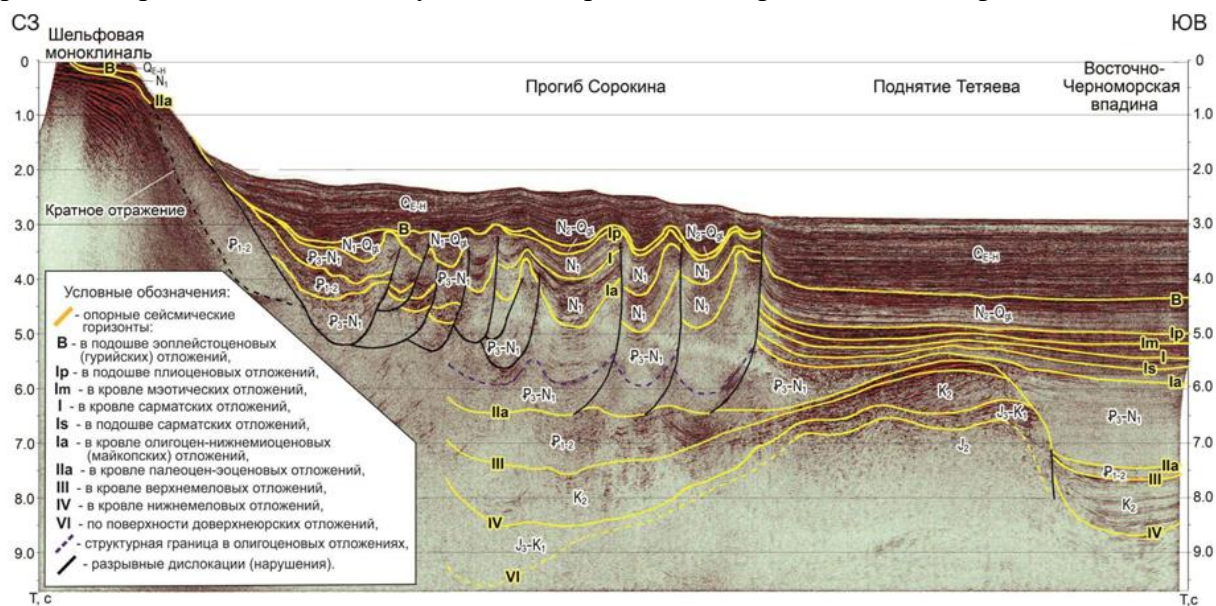


Рис. 64. Временной сейсмический разрез МОВ ОГТ, демонстрирующий гравитационную природу складчатости майкопских отложений

В результате научных исследований сейсмоакустических разрезов, полученных в районе мыса Ай-Тодор Крымского полуострова, впервые прослежена обширная погребенная речная долина, в разрезе поймы которой описана констративная аллювиальная толща, включающая шесть наложенных сеймостратиграфических комплексов, формирование которых происходило в периоды черноморских регрессий и трансгрессий. Полученные стратиграфические данные предлагается рассматривать как опорный сеймостратиграфический разрез неоплейстоцена Южнокрымской подзоны шельфа.

АО АХК «ВНИИМЕТМАШ им. А.И. Целикова»

Влияние формоизменения контактных поверхностей базовых деталей кузнечно-прессового оборудования на их долговечность

Сущность работы: Гидравлические прессы, осуществляющие процессы обработки металлов давлением, развивают самые большие усилия среди технологических машин. Усилие прессы создаётся и воспринимается базовыми деталями (главными цилиндрами, архитравами, колоннами, пластинчатыми конструкциями), составляющими собственно пресс. Практика эксплуатации показывает, что с увеличением сроков службы увеличивается количество отказов прессов, вызванных разрушениями и повреждениями базовых деталей. В работе произведена оценка напряженно-деформационного состояния и проведён анализ причин разрушения базовых деталей мощных гидравлических прессов, которые, согласно прочностным расчётам, обладают неограниченной долговечностью (

Рис. 65 и Рис. 66). Рассмотрено влияние формоизменения контактных поверхностей деталей в результате износа на их напряжённо-деформированное состояние. Предложены технологические решения по увеличению долговечности базовых деталей прессов, а также для снижения риска внезапного образования трещин в конструкциях кузнечно-прессового оборудования рекомендовано проводить периодическое комплексное

обследование состояния базовых деталей, в том числе измерительный контроль контактных поверхностей сопрягаемых узлов.

Целью работы является определение причин внезапных отказов базовых деталей мощных гидравлических прессов для дальнейшей разработки технических решений по увеличению их долговечности.

В ходе работы выполнены расчёты напряжённо-деформированного состояния ряда конструкций гидравлических прессов с учётом формоизменения контактных поверхностей.

Предложена методика проведения ремонтно-восстановительных работ базовых деталей, позволяющая снизить формоизменение их контактных поверхностей в результате износа при эксплуатации оборудования. Эффективность предложенной методики определяется увеличением срока службы базовых деталей мощных гидравлических прессов, а также снижением издержек на проведение внеплановых ремонтов оборудования.

Новизна работы состоит в разработке оптимальной технологии восстановления контактных поверхностей кузнечно-прессового оборудования, подверженных износу. Технологическое решение позволяет существенно снизить интенсивность изнашивания трущихся поверхностей, решает проблему перераспределения напряжённо-деформированного состояния базовых деталей, так как устраняет саму причину возникновения данного перераспределения.

Значимость работы определяется большим парком изношенного крупногабаритного кузнечно-прессового оборудования, восстановление которого и поддержание в работоспособном состоянии относится к числу важных стратегических задач, определяющих технологическую безопасность государства.

Сфера применения: восстановление кузнечно-прессового оборудования и увеличение его срока службы.

Руководитель: к.т.н. Сурков И.А.

Авторы: Сурков И.А., Сивак Б.А., Якиманский А.М., Козин Ю.А.

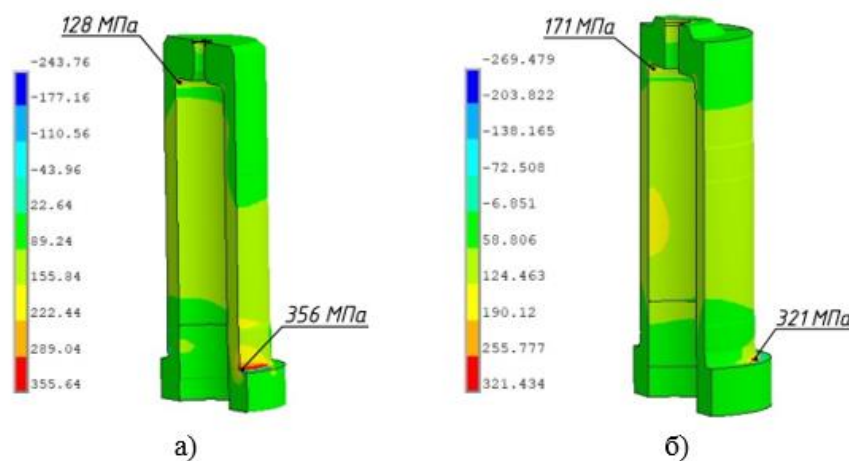


Рис. 65. Напряженно-деформированное состояние главных гидроцилиндров, главные напряжения σ_1 , МПа: а) боковой цилиндр ковочного пресса 206; б) центральный гидроцилиндр ковочного пресса 306

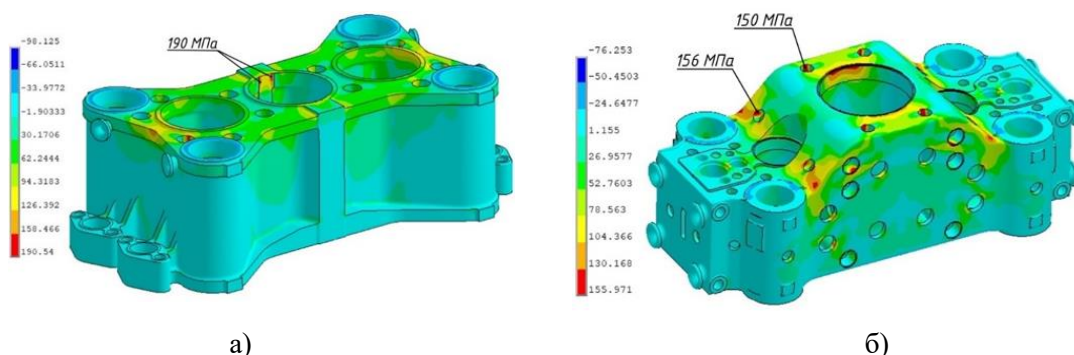


Рис. 66. Результаты расчёта напряжённо-деформированного состояния архитравов, первые главные напряжения σ_1 , МПа: а) ковочный пресс 206; б) ковочный пресс 306

ФГБНУ «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского»

1. Разработка нового гибридного протеза аорты для лечения расслоения аорты

Разработаны экспериментальные образцы кольцевых сегментов стент-графта из биodeградируемого биосовместимого полилактида. Рассчитана параметрическая трехмерная модель кольцевого сегмента протеза аорты, представляющая собой кольцевой сегмент с заданной геометрией. При проектировании выявлены основные геометрические параметры, характеризующие конструкцию протеза аорты: высота кольцевого сегмента H , внешний диаметр стента D , диаметр поперечного сечения d , количество волн f . При создании модели кольцевого сегмента использованы параметры

$$d_1 = \frac{H}{2}, d_2 = \frac{D}{2}, d_3 = d, d_4 = f.$$

Геометрия рассматриваемого кольцевого элемента представляет собой синусоиду со следующими параметрами (**Рис. 67**): диаметр стента, высота кольцевого сегмента, количество волн, диаметр поперечного сечения. Параметры рассчитаны по результатам аналитического нелинейного расчета, основными критериями явились напряжение и сила, которые необходимо приложить для нужной деформации на стенку сосуда.

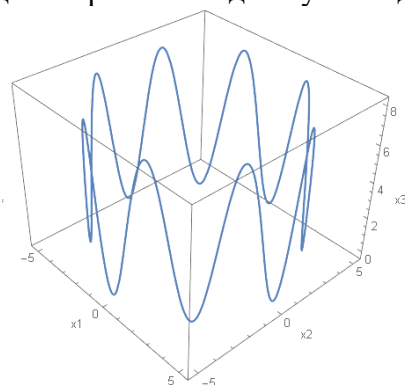


Рис. 67. Геометрия кольцевого участка синусоидального типа

Проведен численный расчет напряженно-деформированного состояния (НДС) биомеханической системы «стент-графт-аорта» для разных конфигураций кольцевых сегментов с учетом оверсайзинга стент-графта. Проведено моделирование контакта стенок расслоенной аорты с кольцевыми сегментами различных конструкций и оценка изменения НДС при имплантации эндопротезов различных диаметров.

На базе проведенных математических расчетов для проведения биомеханических испытаний изготовлены образцы стентов из фотополимерной смолы на основе полилактида, по разным технологиям 3D печати (**Рис. 68**). Определены механические

характеристики стентов, а именно прочность при сжатии между параллельными пластинами, молекулярная масса и вес образцов в процессе их инкубирования в водной среде при 37 °С.



Рис. 68. Экспериментальные образцы кольцевых сегментов стент-графта

По результатам натурного эксперимента построены кривые деформации стентов трех поперечных сечений при растяжении, трехточечном изгибе и циклическом сжатии, определены значения модуля упругости и предела текучести/прочности.

Разработанная технология отечественных и зарубежных аналогов не имеет. На основе разработанных кольцевых сегментов для каркаса из биodeградируемого полилактида будет спроектирован гибридный протез для лечения расслоения аорты путем подшивания кольцевых сегментов к трубке из дакрона. Преимуществом данного протеза станет возможность кольцевых сегментов безопасно разрушаться в организме, после достижения положительного ремоделирования аорты, когда поддержка жесткого каркаса больше не нужна.

Будет проведена оценка эффективности биоразлагаемого стент-графта, в плане достижения положительного ремоделирования аорты и продолжительность его полураспада и распада.

Разработка может быть внедрена в клиническую практику отделений сердечно-сосудистой хирургии, специализирующихся на лечении расслоения аорты. На 2025 год запланировано получение регистрационного удостоверения.

Организация - соисполнитель: НИЦ «Курчатовский институт».

Руководитель: член-корреспондент РАН Чарчян Э.Р.

Авторы: Чарчян Э.Р., Ховрин В.В., Брешенков Д.Г., Чакал Д.А., Абугов С.А., Григорьев Т.Е., Крупнин А.Е., Седуш Н.Г.

Основные публикации:

Numerical and Experimental Study of the Effect of 3D Printing Modes and Stress Concentrator on the Strength and Stiffness of Laminate Polylactide Composites. Guschin V.A.1, Kolesnikov B.V., Golovkin N.A., Pobezhimov V.V., Nesmelov A.A., Charchyan E.R, Krupnin A.E. AIP Publishing. Статья в печати

Charchyan, E., Breshenkov, D., Tivelev, B., & Belov, Y. (2024). Single-stage total aortic replacement in a young patient with chronic type A aortic dissection, Marfan and mega-aorta syndromes. Multimedia Manual of Cardiothoracic Surgery: MMCTS, 2024. August 2024Multimedia Manual of Cardio-Thoracic Surgery DOI:10.1510/mmcts.2024.017

. Чарчян Э.Р., Абугов С.А., Брешенков Д.Г., Ховрин В.В., Чакал Д.А., Храмченко Г.С., Куличкин А.С., Белов Ю.В. Операция замороженного хобота слова:10-летний опыт. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН Сердечно-сосудистые заболевания. 2024;25(3):34.

Чарчян Э.Р., Брешенков Д.Г., Храмченко Г.С., Белов Ю.В. Мини-инвазивная гибридная хирургия грудной аорты в сравнении с полной стернотомией: ранние и средне-отдаленные результаты. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН Сердечно-сосудистые заболевания. 2024;25(3):37

Чарчян Э.Р., Мырзалиев Н.М., Мальгин Г.А., Брешенков Д.Г., Белов Ю.В., Малахова М.В. Клинический случай гибридного хирургического лечения расслоения аорты типа В с переходом на правую aberrантную подключичную артерию и на ствол

легочной артерии через персистирующий артериальный проток. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН Сердечно-сосудистые заболевания. 2024;25(3):44

2. Разработка опытных образцов медицинского изделия «Набор для выделения стромально-васкулярной фракции»

Разработан опытный образец «Набор для выделения стромально-васкулярной фракции (СВФ)», который представляет собой готовое решение для получения минимально манипулированного продукта из жировой ткани человека. Уникальной особенностью набора является использование специализированных пробирок стандартного типоразмера с сеточной структурой, которые обеспечивают эффективное механическое отделение клеточных фракций, и высокоактивного фермента коллагеназы, созданного на базе отечественных технологий. Набор полностью совместим со стандартным лабораторным оборудованием и оптимизирован для обеспечения высокого уровня жизнеспособности клеток.

СВФ нашла широкое применение в различных областях медицины, включая травматологию, ортопедию, урологию, гинекологию, кардиологию и пластическую хирургию. Благодаря своей способности стимулировать процессы регенерации, СВФ используется при лечении хронических ран, ожогов, дегенеративных заболеваний суставов и других патологий. В пластической хирургии СВФ применяется для улучшения приживаемости жировых трансплантатов, а также для регенерации тканей после лучевых повреждений или хирургических вмешательств. В ортопедии и травматологии СВФ эффективно используется для стимуляции регенерации хрящевой и костной ткани при остеоартрозе и несрастающихся переломах.

Разработана технология промышленного производства фермента коллагеназы на российском биотехнологическом предприятии, обеспечивающая высокую активность и стабильность фермента.

На российском рынке нет аналогов данной разработки, поскольку в настоящее время нет ни одного зарегистрированного медицинского изделия для получения СВФ в закрытой системе, а для получения СВФ в лабораторных условиях (открытая система) используются ферменты зарубежного производства. Разработка может быть внедрена в клиническую практику широкого перечня медицинских организаций. На 2025 год запланировано получение регистрационного удостоверения.

Руководитель: к.м.н. Еремин И.И.

Авторы: Еремин И.И., Лазарева Н.Л., Петрикина А.П., Чаузова Т.С., Брико А.Н., Жуков С.В., Владимиров Е.Л., Надеяева И.И., Корчажкина Н.Б., Михайлова А.А.

Зарегистрирован патент на полезную модель «Пробирка для сепарации клеток жировой ткани» № 230002 от 230002.

Подано 3 заявления о выдаче патента на изобретение в Роспатент:

- «Способ выделения стромально-васкулярной фракции из жировой ткани» № 2024124938 от 27.08.2024 (поступило решение Роспатента от 17.12.2024 г. о выдаче патента на изобретение);

- «Штамм *Clostridium sporogenes* B-14642 - продуцент коллагеназы» № 2024120298 от 18.07.2024;

- «Применение коллагеназы из *Clostridium sporogenes* B-14642 для выделения стромально - васкулярной фракции клеток жировой ткани» № 2024120300 от 18.07.2024.

ФГБУ «НМИЦ эндокринологии» Минздрава России

Внедрение технологии непрерывного мониторинга глюкозы у детей с сахарным диабетом 1 типа

Проведено длительное наблюдение более 6000 детей с сахарным диабетом 1 типа, получавших различное лечение (Рис. 69).



Рис. 69. Охват детей непрерывным мониторингом глюкозы

Внедрение непрерывного мониторинга глюкозы в практическое здравоохранение позволило:

- достичь улучшения компенсации заболевания по уровню гликированного гемоглобина на 0,7% (Рис. 70),
- увеличить долю детей достигших компенсации в >1,5 раза,
- снизить риски жизнеугрожающих осложнений в 4-5 раз.

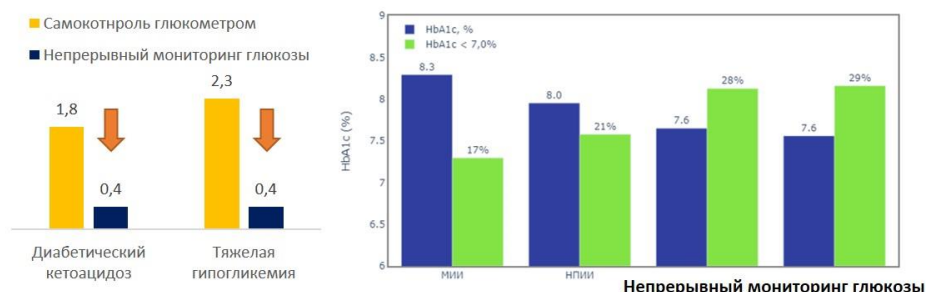


Рис. 70. Улучшение компенсации заболевания у детей по уровню гликированного гемоглобина

Результаты послужили основанием для включения технологии в Федеральную программу «Борьба с сахарным диабетом».

Бенефициары результатов: медицинские организации различных уровней, врачи, дети с сахарным диабетом и их родители.

Значимость результатов: внедрение технологии позволяет значительно повысить эффективность лечения сахарного диабета 1 типа у детей и предупредить осложнения. Острые осложнения диабета в детском возрасте требуют экстренной госпитализации, создают угрозу для жизни ребенка и, что особенно важно для маленьких детей, приводят к серьезным когнитивным последствиям и могут быть предупреждены применением технологии.

Также у этих пациентов во взрослом возрасте это позволит снизить риск тяжелых инвалидизирующих осложнений диабета: диабетической ретинопатии на 65%, диабетической нефропатии на 40%. Наличие осложнений значительно сокращается

продолжительность жизни, приводит к инвалидизации и вызывает необходимость в регулярном стационарном, дорогостоящем лечении.

Руководитель: профессор РАН Лаптев Д.Н.

Авторы: Дедов И.И., Мокрышева Н.Г., Петеркова В.А., Безлепкина О.Б., Малиевский О.А., Никитина И.Л., Самойлова Ю.Г., Петрайкина Е.Е.

Национальный исследовательский центр «Институт имени Н.Е. Жуковского

Методы формирования требований к характеристикам перспективных авиационных технологий для совершенствования пространственного развития России

Несмотря на то, что территория России является крупнейшей в мире по площади и протяженности, в стране весьма ограничено пространство, доступное для расселения, рекреации, размещения производительных сил. Это приводит к высокой концентрации населения и предприятий в агломерациях, особенно столичных, а также в Европейской части страны. Во многом такое положение дел вызвано высокой длительностью, стоимостью, небезопасностью преодоления расстояний. Развитие транспорта, причем, в первую очередь, воздушного, призвано превратить крупнейшие в мире размеры территории России из экономического обременения в ее ключевое преимущество. Такая амбициозная задача невыполнима на основе эволюционного развития современной гражданской авиации и авиастроения. В то же время ее решение принципиально важно для обеспечения социально-экономического развития и национальной безопасности России в долгосрочной перспективе.

Для эффективного управления созданием новых авиационных технологий в интересах пространственного и социально-экономического развития Российской Федерации актуальна задача формализованного формирования требований к характеристикам перспективной авиационной техники. Новизна состоит в совместной оптимизации взаимосвязанных изменений характеристик авиационных технологий и техники, а также систем расселения, пространственного развития Российской Федерации. Впервые построены и исследованы математические и компьютерные модели перехода к равномерному свободному расселению

- по регионам Российской Федерации на основе технологий доступного магистрального воздушного транспорта,

- и на территории регионов (в рамках городских и пригородных агломераций) на основе технологий и систем городской и пригородной авиационной мобильности,

что позволило сформировать граничные требования к характеристикам этих технологий. Показано, что стоимость перевозок на магистральном воздушном транспорте должна сократиться по сравнению с современным уровнем в 5-7 раз, а технологии городской авиационной мобильности должны обеспечить сокращение стоимости перевозок не менее чем на порядок по сравнению с современными легкими вертолетами. Также определены требования к уровням аварийности и удельных выбросов вредных веществ, которые обеспечат невозрастание техногенного риска и ущерба окружающей среде при многократном увеличении объемов перевозок. Обоснованы реалистичные направления развития технологий авиастроения, позволяющие выполнить эти весьма амбициозные требования в долгосрочной перспективе (на рубеже 2050 г. и далее). Обоснованы приоритетные направления ориентированных фундаментальных научных исследований в интересах авиастроения, позволяющих перейти к следующим технологическим укладам для реализации указанных перспективных требований.

Фактически сформирован идеальный желаемый облик воздушного транспорта и системы расселения в России в долгосрочной перспективе. Полученные результаты учитываются в НИЦ «Институт имени Н.Е. Жуковского» при планировании научно-технологического развития авиастроения и смежных отраслей, а также при планировании

ориентированных фундаментальных и поисковых научных исследований в интересах авиастроения.

Руководитель: д.э.н., к.т.н. Клочков В.В.

Автор: к.т.н. Варюхина Е.В.

Публикации:

V. Klochkov, "Models of the Relationship Between Settlement Systems and Systems of Urban and Suburban Air Mobility," 2024 17th International Conference on Management of Large-Scale System Development (MLSD), Moscow, Russian Federation, 2024, pp. 1-5, doi: 10.1109/MLSD61779.2024.10739492. (SCOPUS)

Варюхина Е.В., Клочков В.В. Прогнозирование влияния перспективных технологий авиационной мобильности на систему расселения и освоение территории России // Друkerовский вестник. 2024. № 5. – С. 271-291. doi: 10.17213/2312-6469-2024-5-271-291 (BAK).

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ

Чистая энергия и борьба с отходами: ученые разработали солнечные панели для биогазовых станций²

Ученые Федерального научного агроинженерного центра ВИМ разработали новый способ переработки органических отходов в экологичное топливо – биоводород и биометан. Метод сочетает передовые технологии и биологические процессы (**Рис. 71**).

Для экономии расходов на переработку были установлены солнечные панели, которые обеспечивали энергию (**Рис. 72**). Чтобы ускорить процесс, ученые использовали специальный аппарат с вихревым слоем, который готовил отходы.

Улучшения сделали производство биоводорода и биометана в разы более эффективным. Кроме того, новая технология позволяет вырабатывать электроэнергию из солнечного света и запасать ее в виде биометана – удобного и экологичного источника энергии.

Руководитель: д.т.н. Ковалев А.А.

Авторы: Панченко В.А., Чирский С.П., Литти Ю.В., Караева Ю.В., Катраева И.В.

Карточка проекта: <https://rscf.ru/project/22-49-02002/>

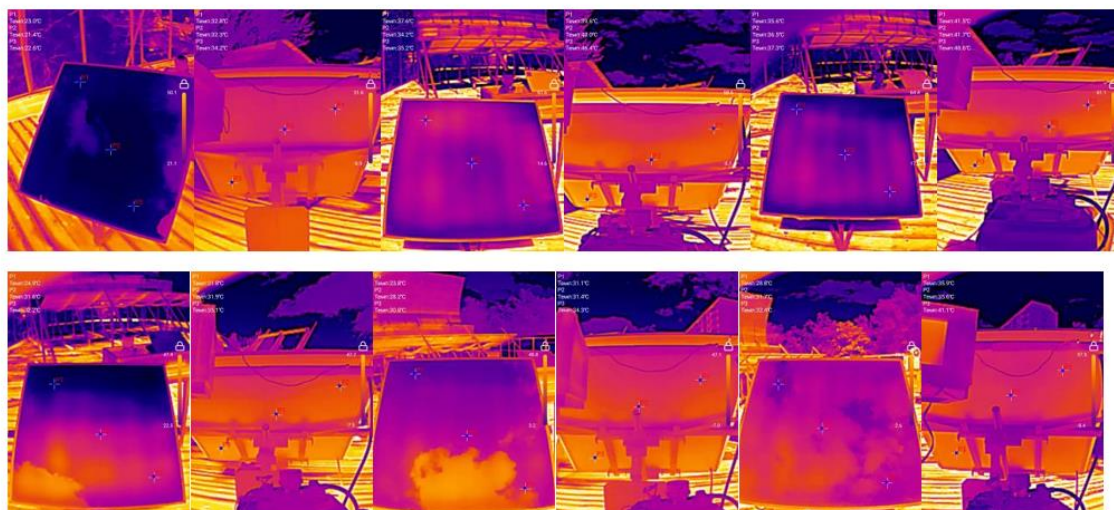


Рис. 71. Распределения тепловых полей на поверхностях теплофотоэлектрического модуля с лицевой и тыльной теплоизоляцией во время натурных испытаний и замеров вольтамперных характеристик в течение светового дня

² Результат представлен Российским научным фондом

Публикации:

V.A. Panchenko et. al. Modeling and manufacturing of solar modules of different designs for energy supply of biogas plant, Vol. 84, Pages 177-191, International Journal of Hydrogen Energy, 2024

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360319924032804?via%3Dihub>

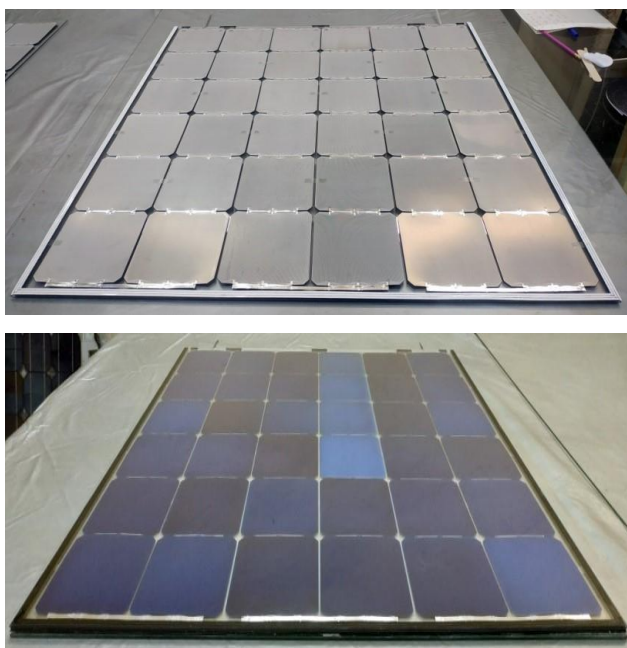


Рис. 72. Сборка фотоэлектрического модуля и подготовка пакета для заливки