

Российская Академия Наук

Доклад

о важнейших научных достижениях российских ученых в 2024 году

Том I

Материалы отделений РАН, РААСН, РАО и РАХ

МОСКВА 2025

СОДЕРЖАНИЕ

СОСТОЯНИЕ ОТРАСЛЕЙ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ И ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ РОССИЙСКИХ УЧЕНЫХ 3

Математические науки 3

Физические науки 29

Нанотехнологии и информационные технологии 56

Энергетика, машиностроение, механика и процессы управления 78

Химия и науки о материалах 98

Биологические науки 106

Физиологические науки 129

Медицинские науки 150

Науки о Земле 179

Общественные науки 223

Глобальные проблемы и международные отношения 269

Историко-филологические науки 282

Сельскохозяйственные науки 297

ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ РОССИЙСКИХ УЧЕНЫХ РААСН, РАО, РАХ 315

Важнейшие научные достижения в области архитектуры и строительных наук 315

Важнейшие научные достижения в области образования 336

Важнейшие научные достижения в области изобразительного искусства 350

Заключение 360

Принятые сокращения 361

СОСТОЯНИЕ ОТРАСЛЕЙ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ И ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ РОССИЙСКИХ УЧЕНЫХ

Математические науки

Математика, являясь фундаментальной наукой, предоставляет общие универсальные методы научного познания окружающего нас мира и способствует нахождению самых общих законов природы. Во многих случаях математический формализм оказывается наиболее универсальным способом для выражения физических характеристик научных явлений и процессов. В последнее время и многие социально-экономические, и гуманитарные исследования опираются на строгие математические методы. Различные области математики, развивавшиеся в начале как чисто теоретические, привели впоследствии к революционным сдвигам в технологическом прогрессе и в научном описании нашего мира. Советская и российская математические школы в XX-ом веке занимали лидирующие позиции практически во всех областях математики. Математика и в настоящее время сохраняет значительный потенциал, который может быть использован для технологического развития страны. Отметим следующие основные современные тенденции в мировой и российской математике.

В области *математической логики* активно развиваются различные направления и разделы, которые связаны с приложениями к проблемам создания и дальнейшего продвижения искусственного интеллекта, а также теории баз данных и информатики в целом. Современная *теория вычислимости* представлена, с одной стороны, работами по теории сложности вычислений, в том числе связанные с проблемой перебора (P=NP), а с другой – исследованиями по коммуникационной сложности, а также исследованиями в области колмогоровской сложности, алгоритмической статистики и сложности пропозициональных доказательств. Кроме этого, стоит отметить работы по развитию теории алгоритмов и теории сложности булевых функций, в частности по нахождению верхних и нижних оценок сложности вычислений булевых функций для ограниченных моделей вычислений. В области *теории доказательств* активно развиваются направления, связанные с извлечением информации вычислительного характера, в том числе построение и исследование новых систем доказательств (эвристических, криптографических, циклических и др.), а также исследование аксиоматических теорий, с точки зрения их выразительных возможностей и дедуктивной силы, их ординальных характеристик. Важным направлением здесь являются исследования в области автоматического и интерактивного поиска доказательств. В области *приложений логики к информатике* все большее место занимают исследования синтаксических и семантических свойств неклассических логик, в том числе модальных логик, субструктурных логик и вероятностных логик. Важным направлением является изучение их эффективных фрагментов и применения методов математической логики для представления знаний, описания естественного языка, теории баз данных и языков онтологий, многоагентных систем, задач формальной верификации протоколов и программ. В целом *теория баз данных* представляет собой одну из наиболее значительных областей приложений существующих методов математической логики.

Современная алгебра непосредственно связана с большинством областей и разделов теоретической и прикладной математики, так как она изучает естественно возникающие различные абстрактные структуры, их универсальные свойства и естественные соотношения между ними. Многие абстрактные структуры такие, например, как группы, появляются в качестве множества всех движений/симметрий различных математических и физических объектов. Среди основных разделов современной алгебры можно выделить такие большие области, как теория групп, теория колец и алгебр, теория категорий и гомологическая алгебра, вычислительная алгебра и алгебраическая К-теория. Одним из популярных направлений развития в современной алгебре является *геометрическая и комбинаторная теория групп.* Важным направлением развития этой

области являются проблемы, связанные с проблемой Бернсайда о периодических группах, разрешимостью уравнений в группах и родственных алгебраических структурах. Также в последние годы активно развиваются асимптотические и вероятностные методы исследования алгоритмических проблем для различных классов алгебраических систем. Отдельную масштабную и важную область представляет собой теория так называемых групп и алгебр Ли вместе с теорией их представлений и теорией инвариантов. В модулярной *теории представлений* редуктивных алгебраических групп произошел решающий прорыв в вычислении характеров неприводимых представлений. Была разработана теория перфектоидов и бриллиантов, которая позволила перенести теорию Дринфельда на p-адические поля. В программе Ленглендса для редуктивных групп над глобальными и локальными функциональными полями построены Галуа-параметры для всех автоморфных представлений.

Теория чисел всегда была одной из главных и одной из самых сложных областей математики. Среди основных разделов можно выделить такие области, как теория диофантовых уравнений, аналитическая теория чисел и алгебраическая теория чисел. За последнее время были получены новые очень сильные результаты в теории дзета-функции Римана. Была доказана новая плотностная теорема (верхняя оценка числа её возможных нулей, лежащих правее критической прямой), следствием которой стали, в частности, новые утверждения о существовании простых чисел в очень коротких промежутках. Кроме того, в последние годы достигнут существенный прогресс в вопросах арифметической природы значений дзета-функции в натуральных нечётных точках: получены принципиально новые нижние оценки на количество иррациональных чисел среди всех таких чисел.

Также разработана техника, которая позволяет получать асимптотические формулы для числа нулей линейных комбинаций рядов Дирихле, заведомо не удовлетворяющих гипотезе Римана, которые лежат вне критической прямой. Можно отметить также доказательство бесконечности множества простых чисел, представимых квадратичной формой от двух переменных – простых чисел, и доказательство гипотезы Манина о числе целых точек на поверхностях Шатле. В теории непрерывных дробей получены прорывные результаты в исследованиях по проблеме Зарембы. В *аддитивной комбинаторике* следует упомянуть доказательство так называемой полиномиальной гипотезы Фреймана-Ружи (гипотезы Мартона) в полях характеристики 2 и в группах конечного кручения, а также решение задачи Рота об арифметических прогрессиях длины три. Очень активно развивается теория L-функций и L-рядов. Впервые получены оценки для модулей L-функций унитарных параболических автоморфных представлений группы GL(n) над рациональными числами для произвольного числа n. Еще 100 лет назад казалось, что теория чисел останется такой областью математики, у которой нет и не будет никаких приложений, однако уже сейчас без нее невозможно себе представить ни криптографию, ни теорию кодирования.

Одной из бурно развивающихся областей математики является такая область, как **алгебраическая геометрия.** Она находит свои применения как в математической и теоретической физике, так и в других областях математики. В последние годы активное развитие происходило в таких областях, как *арифметическая алгебраическая геометрия и производная алгебраическая геометрия*. В последние несколько лет в арифметической алгебраической геометрии произошли революционные изменения, связанные с появлением теории перфектоидов. Данная теория позволила решить ряд давно стоящих гипотез, а также вплотную приблизиться к локальной гипотезе Ленглендса – одной из самых глубоких гипотез 20-ого века в алгебраической теории чисел. Кроме того, появилась серия работ, открывших принципиально новую перспективу исследования дзета-функций арифметических многообразий при помощи явных формул для всех старших производных. В 2024 году было объявлено о завершении доказательства геометрической гипотезы Ленглендса. Все большие обороты набирает такое направление,

как **производная и некоммутативная алгебраическая геометрия**, связанная с новыми подходами к алгебраическим многообразиям через описание категорий пучков на них в терминах дифференциально-градуированных алгебр и модулей, а также А-бесконечность структур. Данный подход позволяет работать с многообразиями как с алгебраическими объектами и существенно расширяет само понятие алгебраического многообразия. Существенный прогресс достигнут в *бирациональной геометрии*: развитие теории квантовых когомологий и их применение к бирациональным отображениям открывает дорогу к строгому построению новых бирациональных инвариантов многомерных алгебраических многообразий. Получены новые результаты о К-стабильности разнообразных многообразий Фано, о многообразиях модулей алгебраических стэков.

Основными тенденциями в развитии собственно **геометрии** являются в настоящее время симплектическая геометрия, метрическая и риманова геометрия, комбинаторная геометрия, а также изучение геометрических аспектов в теории интегрируемых систем и в теории динамических систем. Основные направления развития *симплектической геометрии* в России направлены на решение следующих задач. Исследования лагранжевых подмногообразий алгебраических многообразий вытекают из естественной идеи, подкрепленной общей философией Зеркальной симметрии рассматривать каждое алгебраическое многообразие как многообразие симплектическое (более того, допускающее существование многих сиплектических структур). Новые конструкции, предлагаемые в этом направлении, обобщают стандартные методы торической геометрии и топологии, а также известные методы из теории интегрируемых систем.

Другой важной задачей, примыкающей к представленной выше, является задача построения минимальных и гамильтоново-минимальных лагранжевых подмногообразий в аффинном пространстве и проективном пространстве. Здесь регулярно появляются новые конструкции и примеры, а недавно задача была расширена и на минимальные изотропные подмногообразия. В примыкающей к основному корпусу симплектической геометрии *теории контактных структур* большие продвижения связаны с построением топологических данных, различающих семейства лежандровых подмногообразий, а также с введением топологий на пространстве контактоморфизмов. Популярные обобщения известных методов квантования, необходимые для физических приложений, возникают при исследовании сингулярных лагранежвых подмногообразий. Основные направления развития *симплектической геометрии* направлены на исследования лагранжевых подмногообразий и коизотропных бран. Новые конструкции, предлагаемые в этом направлении, обобщают стандартные методы торической геометрии и топологии, а также известные методы из теории интегрируемых систем. Другой важной задачей, примыкающей к представленной выше, является задача построения минимальных и гамильтоново минимальных лагранжевых подмногообразий в аффинном пространстве и проективном пространстве. В маломерной топологии и симплектической геометрии одним из наиболее активно развивающихся направлений является теория гомологий Флойра. Популярные обобщения известных методов квантования, необходимые для физических приложений, возникают при исследовании сингулярных лагранежвых подмногообразий.

Продолжаются активные исследования в области **алгебраической и геометрической топологии**, включая такие области, как теория гомотопий, топология многообразий с действиями групп, теория кобордизмов, проблемы алгоритмической разрешимости в топологии, теория высокосвязных многообразий, исчисление вложений Гудвилля-Вайсса. Большую роль играют исследования групп диффеоморфизмов и гомеоморфизмов многообразий и соответствующих групп классов отображений, одной из центральных тем в этом направлении становятся вопросы гомологической стабильности таких групп. Важным прорывом последних лет стал существенный прогресс в изучении характеристических классов топологических расслоений со слоем евклидова пространства. По-прежнему в центре внимания остается теория асферических многообразий, в том числе вопросы, связанные с гипотезой Новикова о высших

сигнатурах. Важным направлением на стыке алгебраической геометрии, алгебраической топологии, гиперболической геометрии, трехмерной топологии и геометрической теории групп является геометрия и топология пространств модулей комплексных кривых, включая геометрию Вейля–Петерссона. Весьма интересны исследования по комбинаторным аспектам топологии, в том числе по теории триангуляций. В последние годы активно развиваются методы *вычислительной топологии*, лежащие в основе топологического анализа данных. Существенное место в этом процессе занимает поиск прикладных задач, к которым эти методы могут быть эффективно применены. Такие задачи определяют дальнейшее развитие *топологического анализа данных,* прежде всего теории персистентных гомологий. В **дифференциальной геометрии** последнее время большую роль стали играть новые аналитические методы. Здесь активно исследуются и изучаются как спектральные проблемы на римановых многообразиях, так и различные задачи распространения волн в анизотропных средах, обобщенные на произвольные римановы многообразия, т.е. вопросы, пограничные для геометрии, уравнений в частных производных, функционального анализа, теории обратных задач. В последние несколько лет активно исследовался вопрос об интегрируемости бильярда Биркгофа в выпуклых областях на поверхностях постоянной кривизны.

В области **теории функций** и **теории приближений** продолжают интенсивно изучаться свойства классических и современных систем представления и приближения функций, таких как алгебраические, тригонометрические и ортогональные полиномы и ряды, всплески, сплайны, рациональные дроби, орторекурсивные разложения и другие в одномерном и многомерном случаях. Исследовались также задачи приближения неограниченных операторов ограниченными; задачи наилучшего приближения конкретных функций и классов функций, имеющих важное значение в теории и приложениях; экстремальные задачи для полиномов и целых функций в классических и неклассических функциональных пространствах.

В области комплексного анализа одним из центральных направлений является теория приближений, в которой используются современные варианты теории потенциала на римановых поверхностях. Значительное внимание уделяется функционально-аналитическим свойствам пространств голоморфных функций и операторов в них. Ряд исследований мотивирован задачами математической физики, в частности развитие теории функций на пространствах Тейхмюллера и их бесконечномерных обобщениях. Методы комплексного анализа применяются также при решении геометрических задач, в том числе в теории узлов и зацеплений.

В **теории динамических систем** активно развиваются направления, связанные с эргодической теорией. Активно исследуются динамические системы с бесконечномерным фазовым пространством, среди них особую роль играют стационарные точечные процессы. Проясняется связь теории Пальма для точечных процессов и задачи гармонического анализа на бесконечномерных классических группах таких, например, как бесконечномерная унитарная группа, а также бесконечномерных однородных пространствах, таких, например, как бесконечномерные грассманианы. Активно исследуется гипотеза, которая неформально может быть высказана так: «нули дзета-функции Римана ведут себя как реализация синус-процесса Дайсона» – классического объекта теории случайных матриц. Уточнению и доказательству точных формулировок этого эвристического принципа посвящены многочисленные исследования. Активно исследуются случайные меры, сопоставляемые случайным матричным моделям и отвечающим им точечным процессам, в частности, гауссов мультипликативный хаос. Активно исследуются групповые действия, с особенным акцентом на действия гиперболических групп. Ключевую роль играет в этом случае символическое кодирование для наших групп. Активно развивается также энтропийная теория групповых действий. Новые яркие результаты появляются в последние годы в исследовании геодезического потока на пространстве Тейхмюллера, особенно в предельном переходе, когда род

поверхности стремится к бесконечности. В этих результатах ключевую роль играет аналогия между модулями римановых поверхностей и случайными матрицами.

Активно также развивается **математическая теория оптимального управления** и **теория дифференциальных игр**. Актуальной тематикой здесь является разработка методов решения задач управления и динамического обращения для нелинейных систем в различных постановках: в условиях конфликта и неопределенности, неполной и быстроменяющейся информации; при геометрических и интегральных ограничениях на управляющие параметры, фазовых ограничениях на траектории; с запаздывающим аргументом и распределенными параметрами; при наличии детерминированных и стохастических переменных; с конечным и бесконечным временным горизонтом. В этом направлении развиваются методы конструирования множеств достижимости, алгоритмы построения функций цены задач оптимального управления как обобщенных (минимаксных, вязкостных) решений уравнений Гамильтона–Якоби, методы синтеза оптимальных стратегий управления, модификации принципа максимума Л.С. Понтрягина, метода экстремального прицеливания Н.Н. Красовского, методы управления с прогнозирующими моделями, алгоритмы построения регуляторов на основе решения алгебраических и дифференциальных уравнений Риккати. В связи с задачами управления мультиагентными системами, задачами моделирования поведения социума и исследованием моделей распространения информации в социальных сетях активно развивается теория кооперативных динамических игр и теория игр среднего поля. Разрабатываемые алгоритмы и вычислительные процедуры построения множеств достижимости, стратегий управления, равновесных и оптимальных траекторий ориентированы на решение задач механики, робототехники, транспортных систем и навигации, информационно-телекоммуникационных систем, медицины, экономики и экологии с использованием методов суперкомпьютерных технологий и искусственного интеллекта.

Задачи **динамики гамильтоновых систем** возникают при исследовании широкого спектра моделей. В течение последних лет активизировались исследования по изучению соотношения регулярных и хаотических аспектов динамики как в конечномерных, так и в бесконечномерных системах. В последние годы были получены важные результаты в области исследования новых препятствий к интегрируемости, построения хаотических режимов и исследования динамических аспектов в различных системах, в том числе бесконечномерных, в задаче математического обоснования теории теплопроводности твердых тел, в задачах небесной механики, диффузии Арнольда и других.

Современная физика, как и в прежние времена, продолжает оставаться источником трудных и актуальных математических задач. Так, например, вопрос о глобальном существовании гладких решений трехмерной системы Навье–Стокса является на сегодняшний день одной из центральных проблем современной **теории дифференциальных уравнений в частных производных**. Многие исследования концентрируются вокруг этой проблемы. Эти системы уравнений лежат в основе газодинамических и гидродинамических моделей, имеющих широкое поле практического использования, включающих в себя безопасность ядерной энергетики, управляемый термоядерный синтез, создание гиперзвуковых летательных аппаратов и вплоть до космологических задач взаимодействия черных дыр и возникновения гравитационных волн. Серьезный прогресс в последние годы наблюдается и в областях, лежащих на стыке этой теории с геометрией, топологией, теорией случайных процессов. В частности, активно развиваются новые методы исследования уравнений на комплексных многообразиях и на многообразиях с особенностями, спектральная геометрия вырожденных метрик и клеточных комплексов, общая теория дифференциальных операторов.

В современной **математической физике** используются идеи и методы, развиваемые в различных (в том числе, самых абстрактных) разделах математики. Эта

область традиционно служит источником задач и теорий, некоторые из которых занимают центральное место в математике. В частности, в последние годы активно развиваются направления, связанные с топологическими квантовыми теориями поля, теорией геометрического квантования и лагранжевой геометрией, описанием особенностей решений нелинейных моделей (в частности, гравитационных и теоретико-полевых), проблемой массы в теориях Янга–Миллса, исследованием эволюции квантовых и классических систем при наличии сингулярностей, изучением геометрических свойств моделей фундаментальных взаимодействий. В последние десятилетия математическая физика бурно развивается; благодаря этому развитию обнаруживаются новые связи между математическими теориями.

Современные тенденции в **теории вероятностей** характеризуются широким применением вероятностных подходов, методов, моделей в математических структурах разнообразной природы, возникающих в других разделах математики: от алгебры, геометрии, теории представлений и анализа до теории чисел, комбинаторики и теории алгоритмов. Из основных направлений следует отметить предельные теоремы, включая теорию больших и малых уклонений; стохастический анализ и стохастическую оптимизацию; исследования распределений и процессов на алгебраических структурах, сложных стохастических систем, эволюционирующих в случайных средах, с приложениями в экономике, биологии и социальных науках; стохастическую геометрию. На переднем крае находятся исследования случайных матриц, графов, феномена перколяции и фазовых переходов с приложениями в статистической физике и информатике; некоммутативная теория вероятностей с приложениями в квантовой информатике и статистической механике.

В современном развитии **математической статистики** большую роль играют исследования асимптотических и неасимптотических задач в теории случайных матриц; предельные теоремы в статистических моделях большой размерности; анализ больших массивов данных; статистические основания теории машинного обучения. Осуществляется разработка новых эффективных процедур регрессионного анализа, методов статистической обработки данных в биологических и медицинских исследованиях, комбинированных теоретико-вероятностных, аналитических и имитационных методов исследования многомасштабных и гибридных математических моделей сложных систем, коммуникационных сетей и систем массового обслуживания.

Высокопроизводительные вычисления и большие данные. Успех высокопроизводительных вычислений связан с двумя факторами. Во-первых, с наличием систем высокой и сверхвысокой производительности, во-вторых, с наличием алгоритмов и математического обеспечения, адаптированных к архитектуре систем с экстрамассивным параллелизмом и позволяющих в полной мере использовать возможности этой вычислительной техники, в том числе для решения задач искусственного интеллекта и обработки больших данных. Важным компонентом успеха является подготовка кадров, владеющих современными высокопроизводительными технологиями и умеющих их применять для решения актуальных научно-технических проблем.

Высокопроизводительные вычисления оказывают значительную, а во многих случаях решающую роль практически во всех сферах научной, технической, социальной и управленческой деятельности, включая обработку больших данных и применения методологии искусственного интеллекта.

Успешное развитие суперкомпьютерных технологий является важным фактором национальной безопасности Российской Федерации и включает в себя не только потребности оборонных отраслей, но оказывается также необходимым компонентом вхождения страны в шестой технологический этап.

С 2013 г. по 2024 г. пиковая производительность самой мощной вычислительной системы увеличилась в 50 раз с 55 Пфлопс (система Tianhe-2 (MilkyWay-2), Китай) до 2,746 Пфлопс (система El Capitan, США). Пфлопс – петафлопс, единица, используемая для

измерения вычислительной мощности, обозначающая 10^{15} операций с плавающей запятой в секунду. Суммарная пиковая производительность суперкомпьютеров в рейтинге Топ500 за это же время возросла в 50 раз. На регулярное обновление высокопроизводительной вычислительной техники в суперкомпьютерных центрах США, КНР, Японии и Евросоюза выделяются средства по государственным программам.

Самые мощные вычислительные системы – у США, Японии и Китая. Возглавляют список американские суперкомпьютеры: преодолевшие экзафлопсный барьер, El Capitan пиковой производительностью 2,746 Пфлопс, Frontier (2,055 Пфлопс), Aurora (1,980 Пфлопс), затем Eagle (846 Пфлопс). На пятом месте запущенный в Италии в 2024 году HPC6 с пиковой производительностью 606 Пфлопс. На шестом месте запущенная в Японии в 2020 году «Фугаку», её пиковая производительность 537 Пфлопс, далее Швейцарская с производительностью 574 Пфлопс, следом – Итальянская. Китай представлен 63 машинами с производительностью от 125-ти до 4-х Пфлопс, однако известно, что в Китае есть как минимум два суперкомпьютера экзафлопсной производительности - Sunway TaihuLight в Национальном суперкомпьютерном центре (NSC) в Уси и Tianhe-3 в NSC в Тяньцзине.

В настоящее время Россия существенно отстает в обеспеченности высокопроизводительной вычислительной техникой. По сравнению с прошлым годом позитивных сдвигов не наблюдается, новые суперкомпьютеры в эксплуатацию не вводились. Самый мощный отечественный суперкомпьютер, ориентированный на выполнение научных исследований и образования «Ломоносов-2» (МГУ им. М.В. Ломоносова) обладает быстродействием около 5 Пфлопс, за год опустился с 370-го места на 451-ое. Другие системы в России представляют коммерческий сектор и направлены на решение задач искусственного интеллекта: это суперкомпьютеры компаний Yandex («Червоненкис» – пиковая производительность 29,4 Пфлопс; «Галушкин» – пиковая производительность 20,6 Пфлопс; «Ляпунов» – пиковая производительность 20,0 ПФлопс) и СБЕР («Кристофари Нео» – пиковая производительность 14,9 Пфлопс и «Кристофари» – пиковая производительность 8,7 Пфлопс), что подтверждает востребованность суперкомпьютерных ресурсов в коммерческом секторе и недостаточную оснащённость сектора фундаментальной науки. Таким образом, в настоящее время Россия представлена в списке Топ500 шестью системами и занимает 16-е место с показателем 1.2% от суммарной пиковой производительности списка (годом ранее место было 13-ое, при 0.96%). К опережающим Россию США, Японии, КНР, Германии, Франции, Финляндии, Южной Корее, Италии, Англии, Нидерландам, Южной Корее и Бразилии добавились Швеция, Тайвань, Саудовская Аравия, Канада и Польша.

В соответствии с существующими тенденциями необходимо создать государственную программу, включающую в себя оснащение в ближайшие годы ведущих научных центров страны вычислительной техникой сверхвысокой производительности. Необходимо также создать федеральную программу по разработке алгоритмов и математического обеспечения для существующих и перспективных систем высокой производительности, включая квантовые вычисления. Среди основных направлений федеральной программы можно указать: высокопроизводительные вычисления в области создания новых материалов и новых производственных технологий; высокопроизводительные вычисления в области биомедицины, живых систем и высокотехнологичного здравоохранения; высокопроизводительные вычисления в области экологии, климата и ресурсосберегающей энергетики, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья; решения задач, связанных с обработкой больших данных; разработку суперкомпьютерных и грид технологий, в том числе алгоритмов, математического обеспечения и моделей для систем с экстрамассивным параллелизмом.

К числу фундаментальных научных проблем, которые в настоящее время решаются в России в области высокопроизводительных вычислений, следует отнести:

– организацию энергоэффективных высокопроизводительных вычислений, которые требуются для повышения производительности суперкомпьютеров при возрастающих ограничениях по потребляемой электрической энергии (мощности) («НИЦ СЭ и НК», ИПС РАН, МСЦ РАН);

– создание компьютеров на основе новых принципов вычислений, в том числе квантовых компьютеров, числом кубитов, превышающих 50, потоковых вычислительных систем и иных систем с нетрадиционной архитектурой, ввиду того, что достигнутые пределы роста тактовых частот микропроцессоров приводят к необходимости поиска новых принципов построения вычислительных систем и организации вычислительного процесса (ФИАН им. П.Н. Лебедева РАН, МГУ им. М.В. Ломоносова, Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе, МСЦ РАН, «НИЦ СЭ и НК», ИПУ им. В.А. Трапезникова);

– применение технологий искусственного интеллекта и машинного обучения, в частности в задачах математического моделирования, в оптимизационных задачах, в задачах организации процессов вычислений, в области создания сильного искусственного интеллекта, с учетом принципов доверенного искусственного интеллекта (ИСП им. В.П. Иванникова РАН, Сколковский институт науки и технологий, МФТИ, Университет Иннополис, ИТМО, ВШЭ);

– расширение сети высокопроизводительных вычислительных систем с одновременной консолидацией распределенных суперкомпьютерных ресурсов посредством высокоскоростных выделенных сетей науки и образования (МСЦ РАН, СПбПУ, ОИЯИ, МГУ им. М.В. Ломоносова);

– развитие новых алгоритмов математического моделирования, а также повышение эффективности, масштабируемости и отказоустойчивости суперкомпьютерных расчетных приложений, необходимость чего диктуется ростом производительности и развитием современных архитектур вычислительных систем (МГУ им. М.В. Ломоносова, ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, ИВМ РАН, ИВМиМГ СО РАН, МСЦ РАН, ОИВТ РАН, ИММ УрО РАН).

При оценке перспектив развития высокопроизводительных вычислений необходимо отметить следующее. Повышение требований к качеству и срокам создания изделий, к надежности функционирования технологических и информационных систем увеличивает интерес к активно развивающимся технологиям цифровых двойников и цифровых нитей, которые займут ведущее место в области математического моделирования в будущем.

Рост потребности в вычислительных ресурсах и разнообразие вычислительных систем и архитектур является движителем логического объединения отдельных специализированных суперкомпьютерных центров в территориально-распределенные сети, предоставляющие прозрачный и унифицированный доступ для пользователей к различным наборам ресурсов и сервисов. В ближайшие годы данное направление организации высокопроизводительных вычислений продолжит свое развитие. Ввиду сохранения тенденций по наращиванию производительности ведущих суперкомпьютеров мира, развитию графических ускорителей на базе легковесных ядер, увеличению количества вычислительных ядер в современных микропроцессорах, увеличению ширины вектора в перспективных архитектурах в ближайшие годы ожидается развитие технологий высокопроизводительных вычислений по следующим направлениям:

– гетерогенные вычисления, позволяющие решать расчетные задачи на неоднородном вычислительном поле, для чего необходима поддержка динамической балансировки вычислительной нагрузки,

– отказоустойчивые вычисления, в процессе которых с помощью исполнения компенсирующего кода возможна реакция на сбои отдельных вычислительных узлов без остановки счета задачи,

– распределенные многопроцессорные и многопоточные вычисления, которые позволяют добиться эффективного масштабирования вычислительных задач на большом вычислительном поле,

– векторизованные вычисления, позволяющие задействовать особенности современных архитектур в плане параллельности вычислений на уровне отдельных инструкций.

Следует отметить, что важной задачей при создании распределенных суперкомпьютерных инфраструктур является всестороннее исследование проблем обеспечения информационной безопасности распределенных систем, разработка методов и средств для защиты информации, совершенствования механизмов противодействия кибератакам, включающих методы построения формальных моделей политик информационной безопасности, верификации моделей и реализаций критических компонентов средств защиты и гомоморфного шифрования, разработка и развитие методов квантовых технологий, включая анализ и разработку протоколов квантового распределения ключа, методов управления квантовыми системами, методов теории открытых квантовых систем, методов передачи информации с использованием многочастичных квантовых систем.

При анализе развития **вычислительной математики** необходимо отметить следующие тенденции. Наблюдается явный приоритет в развитии теории и алгоритмов рандомизированных методов вычислительной линейной алгебры. Они внедряются даже в пакеты общего назначения для решения задач, по отношению к которым имеются хорошо разработанные классические методы. Рандомизированные методы не только позволяют увеличить размеры задач, но также оказываются единственным средством в целом ряде случаев (например, вычисление следа обратной матрицы большого размера). Бурно развиваются методы малоранговой аппроксимации матриц и тензоров. При этом появилось обоснование исключительной роли таких аппроксимаций практически во всех моделях анализа данных. Очевидно, следует ожидать дальнейшего расширения сферы применения новых тензорных разложений, например типа тензорного поезда, в задачах искусственного интеллекта. Много усилий уделяется решению аппроксимационных и оптимизационных задач в условиях неполной информации и достаточно высокого уровня шума, а также, в достаточно общей форме, развитию эффективных вычислительных методов на многообразиях. Эти направления и в дальнейшем будут привлекать существенное внимание исследователей. В развитии методов вычислительной математики на передний план выходят методы редукции моделей. В условиях большой неопределенности эти методы смыкаются с методами искусственного интеллекта и машинного обучения. Последние будут проникать также в технологии применения вполне традиционных методов. В связи с интенсивным применением параллельных вычислений большие усилия будут направлены на изучение и снижение коммуникационной сложности алгоритмов и развитие отказоустойчивых алгоритмов для больших распределенных систем. Одним из перспективных направлений развития вычислительной математики является разработка алгоритмов высокого порядка точности, а также численно-аналитических методов (со значительной ролью аналитических средств) для решения задач математической физики. Разработка новых и совершенствование существующих методов численного решения прямых и обратных задач математической физики были и остаются важнейшими направлениями повышения качества математических моделей.

Математическое моделирование традиционно востребовано в гражданской и оборонной индустриях, нефтегазовой промышленности, физике, химии, биологии, экологии. В ближайшие годы математическое моделирование будет играть важнейшую роль в медицине и сельском хозяйстве, при изучении экономических и социальных процессов, в задачах государственного и корпоративного управления, при разработке новых промышленных технологий, в аэрокосмической индустрии, энергетике (в том числе

атомной и при добыче и разведке природных ресурсов), при создании робототехники, в физике элементарных частиц, физике плазмы, квантовой химии, прямом расчете турбулентных течений, процессов горения, молекулярной динамики и мн. др.

Важнейшей тенденцией представляется бурное развитие математических моделей живых систем, используемых как для решения медицинских задач, так и при разработке инженерного обеспечения в практической медицине. Персонализированные модели востребованы в клиниках для повышения качества неинвазивной диагностики и для планирования операций. Агентные модели востребованы в демографии, социологии и эпидемиологии, при создании виртуальной реальности. Этот тип моделей позволяет использовать знания о физиологии, психологии и поведении миллионов индивидов. Агентные модели эффективно усваивают большие массивы реальных данных и обеспечивают прогнозирование и управление демографическими и социальными процессами. В этом смысле происходит сращивание ставших уже традиционными методов математического моделирования и методологии искусственного интеллекта. Важным представляется разработка фундаментальных основ создания и использования технологий математического моделирования взаимосвязанных эпидемиологических, экономических, экологических и социальных процессов.

Среди особенно актуальных направлений необходимо отметить моделирование среды обитания, включая районы Крайнего Севера, моделирование атмосферы и океана, прогноз погоды, изучение климата и связанных с его изменением проблем строительства и содержания индустриальных транспортных и жилых объектов. Эти направления по-прежнему остаются одними из главных потребителей мировых вычислительных мощностей. Здесь следует отметить тенденции к более широкому использованию массивно-параллельных гибридных вычислительных систем, что предполагает пересмотр использующихся вычислительных алгоритмов решения систем уравнений гидротермодинамики. Отметим также растущую роль алгоритмов машинного обучения и методов искусственного интеллекта при построении численных моделей и для обработки результатов моделирования.

Важнейшими направлениями, в которых были получены продвижения, являются численное решение задач сейсморазведки и электроразведки, задач безопасности шельфовых конструкций нефтегазовой отрасли и судоходства, проблемы движения крупных ледовых образований в северных морях, исследования механических свойств льда, расчеты на прочность северных нефтегазопроводов, ледовых аэродромов и дорог. Существенные продвижения достигнуты в моделировании свойств высоконаполненных полимерных композитных материалов. Полученные результаты важны при проектировании конструкций из таких материалов в аэрокосмической, машиностроительной и других областях отечественной промышленности.

Потребность развития суперкомпьютерных технологий обусловлена также необходимостью решения эволюционных задач радиационной магнитной газодинамики (РМГД), в которых полноценный учет переноса излучения для 3D моделей возможен только с помощью параллельных программных кодов, выполняемых на системах производительностью несколько и более Петафлопс.

Следует отметить, что моделирование переноса излучения является насущной потребностью для разработки новой техники, технологий и решения ряда актуальных задач, в том числе по программе управляемого термоядерного синтеза (УТС). Например, в АО «ГНЦ ТРИНИТИ» идет разработка мощных электрореактивных плазменных двигателей (ЭРПД) нового поколения на основе квазистационарных плазменных ускорителей (КСПУ) в рамках комплексной программы ГК «Росатом» по развитию техники, технологий и научных исследований в области использования атомной энергии в Российской Федерации. Вычислительное сопровождение данного проекта, включая решение РМГД задач и моделирование переноса излучения, осуществляется в ИПМ РАН и

является основой для комплексных теоретико-вычислительных и экспериментальных исследований, проводимых совместно с АО «ГНЦ ТРИНИТИ».

Перспективным представляется направление, связанное с неразрушающим контролем скрытых повреждений в аэрокосмических, железнодорожных и др. конструкциях. Активно ведутся работы в таких стратегически важных для страны научных областях, как проблемы геодинамики и вулканологии, связанные с движением в земной коре и недрах, истечением лавы и ее течением по различным рельефам местности, а также в математической медицине.

В целом развитие методов и технологий математического моделирования характеризуется следующими тенденциями: многомасштабность, мультифизичность, рутинное использование массивно-параллельных гибридных вычислительных систем, создание цифровых двойников с двусторонними информационными связями между моделью и реальным объектом, обработка больших объемов данных (BigData). Для ряда приложений, требующих расчета в реальном времени, будут все больше использоваться редуцированные модели и алгоритмы искусственного интеллекта и машинного обучения.

В математическом программировании существенного продвижения удалось достичь в области эффективной аппроксимации асимметричных классов труднорешаемых задач комбинаторной оптимизации: классической и обобщенной задач коммивояжера, задачи коммивояжера с призами, задачи оптимальной маршрутизации, задачи о цикловом покрытии при дополнительных ограничениях и пр. Полученные в этом направлении результаты представляют научный интерес не только в контексте алгоритмического анализа комбинаторных задач, но и в свете исследования одной из известнейших открытых проблем современной дискретной математики – гипотезы о взаимоотношении классов P и NP. Практическая значимость развиваемых алгоритмических подходов обуславливается актуальными приложениями в области исследования операций, в том числе в задачах отказоустойчивого управления распределенными производственно-транспортными процессами, роботизированными и беспилотными устройствами, а также при проектировании эффективных процедур машинного (в том числе нейросетевого) обучения и интеллектуального анализа данных. Характерной особенностью получаемых в последние годы результатов являются теоретически обоснованные гарантии точности и трудоемкости (скорости сходимости) разрабатываемых алгоритмов и вычислительных схем, представляющиеся важными, в том числе с точки зрения проектирования систем доверенного искусственного интеллекта.

Системное программирование – это современное направление на стыке математических наук (в том числе искусственного интеллекта) и информационных технологий, на результатах которого базируются технологии разработки и эксплуатации всех информационно-коммуникационных систем, а в силу тотального распространения компьютерных систем – и всех сложных систем мониторинга и управления, включая транспортные, оборонные, социально-информационные и другие.

Важнейшей задачей технологии системного программирования является развитие базовых дисциплин системного программирования: технологий интеграции программных комплексов, компиляторных технологий, технологий разработки и развертывания операционных систем, технологий управления данными, в том числе в распределенных системах. На основе этих технологий предельно актуальной стала тема создания **комплексов инструментальных средств разработки программ** на основных языках программирования и для разнообразных аппаратных архитектур. Такие комплексы, известные как SDK (Software Development Kit – набор инструментов разработки), особенно важны для создания доверенных программных решений, призванных в максимальной степени повысить уровень защищенности и информационной безопасности программно-аппаратных систем. SDK для доверенной разработки стали объектами экспортного контроля во всем мире, поэтому их создание является ключевой задачей обеспечения технологического суверенитета страны.

В настоящее время успешное обеспечение эффективности, продуктивности и безопасности IT-систем сталкивается с возрастающими рисками, которые вызваны доступностью практически всех систем через сеть, стремительным ростом размеров программных систем (измеряемых сотнями миллионов строк кода), резким возрастанием потока данных и объемов хранения, неразрывной связью программных и аппаратных систем. В сложившейся ситуации обеспечение **кибербезопасности** становится глобальным вызовом, поэтому развиваются методы статического и динамического анализа бинарного кода больших программ и программных систем, применяемые для поиска дефектов и уязвимостей безопасности; методы и средства обратной инженерии бинарного кода, обеспечивающие восстановление алгоритмов работы, моделей корректного поведения программных систем, трудно выявляемых критических дефектов, в том числе позволяющие проводить нацеленный анализ прикладных программ и программно-аппаратных систем в целом; методы ИИ, в частности, машинного обучения, обеспечивающие автоматический поиск и исправление дефектов в программах; перспективные методы защиты информации в моделях с облачными серверами и другие исследования и методики; методы синтеза и методы анализа описаний цифровой аппаратуры на предмет наличия недекларированных возможностей.

В области анализа, трансформации и моделирования программ создаются модели и представления современных и перспективных программно-аппаратных систем, обеспечивающие эффективное функционирование алгоритмов анализа на различных уровнях абстракции, от бинарного кода до архитектуры системы, комбинированные методы машинного обучения и анализа программ для построения принципиально новых подходов к исследованию и улучшению качества программ и мн. др. Развернуты исследования по высокоуровневому синтезу аппаратуры и моделирования гетерогенных компьютерных систем.

В области **управления данными** создаются технологии анализа и моделирования сложных сетей большого размера, включая социальные сети, графы мобильных звонков, биологические сети, методики и алгоритмы выявления асимптотических свойств случайных графов в различных моделях и их применение для анализа сложных сетей, алгоритмы анализа больших данных для поддержки прикладных задач, включая анализ текстовых данных, изображений, видео для вычислительной биологии, медицины, юриспруденции и др.

В области **операционных систем** разрабатываются масштабируемые методы моделирования, автоматизированного синтеза, анализа и верификации промышленных операционных систем, в том числе реального времени, перспективные виды системного и инфраструктурного ПО для надежных и доверенных сред и т.д.

На сегодняшний день в России исследования в области **технологий системного программирования** сосредоточены в ведущих научных центрах РАН, таких как Математический институт им. В.А. Стеклова РАН (МИАН) (квантовые технологии, в том числе квантовая криптография), Институт системного программирования им. В.П. Иванникова РАН (ИСП РАН) (инструменты доверенной разработки, кибербезопасность, управление данными и инфраструктура ИИ, операционные системы, в том числе операционные системы для авиации и космических аппаратов, глубокая верификация программ, верификация и синтез описаний цифровой аппаратуры), и ряде других институтов. Новым направлением исследований является развитие принципов и технологий конструктивной информационной безопасности (Secure by Design), использование которых должно способствовать предотвращению потенциальных дефектов и уязвимостей в программных системах за счет привлечения новых техник моделирования и анализа на фазе проектирования систем и даже на фазе замысла и определения требований к создаваемой системе.

Для консолидации усилий в области разработки безопасного ядра операционной системы Linux при поддержке ФСТЭК России и РАН (на базе ИСП РАН) создан Центр

исследований безопасности системного программного обеспечения. Для обеспечения потребности отечественной промышленности в доверенных операционных системах реального времени развернуты работы по созданию унифицированных операционных систем реального времени для различных аппаратов аэрокосмической техники (совместно с ГосНИИАС и ведущими предприятиями Роскосмоса).

Технологии **искусственного интеллекта** (ИИ) признаются сегодня основой четвёртой технологической революции и активно проникают во все сферы человеческой деятельности. Важной вехой в развитии технологии ИИ стало применение глубоких нейронных сетей в задачах компьютерного зрения, распознавания и синтеза речи, понимания естественного языка, сетевых и транзакционных данных и др. Суть нового подхода состоит в том, что нейронная сеть на первом этапе преобразует сложно устроенные данные об объекте в числовой вектор, а на втором этапе по этому вектору вычисляется искомый прогноз или принимаемое решение. Первый этап называется векторизацией данных, он наиболее сложен, на него расходуется основной объём нейронной сети. Раньше он выполнялся инженерами вручную, но глубокие нейронные сети полностью его автоматизировали. Это позволило обучать глубокие нейронные сети на огромных объемах данных, без их разметки людьми.

Основной прорыв в последние время связан с развитием больших генеративных моделей, содержащих десятки миллиардов параметров и обученных на терабайтах данных. В частности, для генерации текста появились большие языковые модели (LLM), такие как ChatGPT, YandexGPT, GigaChat, Lama и др., для генерации изображений созданы диффузионные модели (Stable Diffusion, DALL-E, Midjourney, Kandinsky) и мультимодальные модели, работающие сразу с несколькими типами данных (CLIP, версии ChatGPT, и др.).

Создание больших языковых моделей происходит в три этапа. На первом базовая модель обучается на неразмеченных данных. На этом этапе требуются огромные вычислительные ресурсы. Например, большая языковая модель GPT-3 обучалась на корпусе из 650Gb текстов, а для ее обучения потребовалось 3640 петафлопс-дней на современных графических картах (GPU) и 6–12 млн долларов США на оплату электричества. На втором этапе базовая модель дообучается на размеченных данных (supervised fine-tuning). На этом этапе требуется гораздо меньше ресурсов, но намного более качественные датасеты. Тем не менее большой размер моделей предполагает распределенное дообучение на нескольких серверных GPU с объемом памяти 80Gb. На третьем этапе производится настройка моделей для задач пользователей. Здесь используются как текстовые инструкции (prompt engineering), так и специальные техники обучения с подкреплением на действиях пользователей (RLHF). Основной вызов при создании таких моделей лежит на стыке областей системного программирования и машинного обучения и связан с эффективным использованием вычислительных ресурсов при организации распределенного обучения.

Развитие больших генеративных моделей, как и широкое внедрение технологий искусственного интеллекта в целом, привело к возникновению новых угроз, эффективное противодействие которым не может быть реализовано текущими средствами разработки безопасного ПО. Примерами таких угроз являются предвзятость моделей, отсутствие интерпретируемости, специфичные атаки на машинное обучение, включая встраивание закладок в обучающие данные и состязательные атаки на обученные модели. Для того чтобы делать модели более предсказуемыми и устойчивыми в реальных условиях, необходимо глубокое понимание устройства современного ИИ и создание программных инструментов помощи разработчику прикладных интеллектуальных систем. Это активно развивающееся направление получило название **доверенный искусственный интеллект**.

Среди актуальных применений ИИ необходимо выделить технологии понимания естественного языка, нацеленные на защиту государства и общества от деструктивных информационных воздействий. Противостоять технологиям информационной войны

невозможно без современных средств мониторинга информационного пространства на основе ИИ. В интеллектуальном анализе данных стремительно формируются такие новые области исследований, как детекция фейковых новостей, речевых манипуляций, пропаганды и идеологических атак. Одним из ключевых направлений в решении этой проблемы является создание цифровых водяных знаков, встраиваемых в генерируемый цифровой контент.

Российская академия наук занимает лидирующие позиции в исследовании ключевых проблем ИИ. Для решения задач в области кибербезопасности систем доверенного ИИ на базе ИСП РАН создан исследовательский Центр доверенного искусственного интеллекта, получивший *грантовую поддержку* Правительства Российской Федерации в рамках федерального проекта «Искусственный интеллект». В центре развернуты исследования вопросов построения доверенных интеллектуальных систем, в частности базовых средств ИИ и инфраструктуры для машинного обучения, для моделирования нейронных сетей и других важных с точки зрения безопасности и производительности и масштабируемости. Работы ведутся в тесной координации с ФСТЭК России и другими федеральными ведомствами, ведущими российскими университетами и лидерами отечественной ИТ-индустрии.

В целях осуществления прорывных исследований фундаментального характера в области математических и смежных наук в рамках национального проекта «Наука и университеты» на конкурсной основе были созданы четыре *Математических центра мирового уровня*. Победителями стали математические институты: МИАН, ПОМИ РАН, ИМ СО РАН, а также ИПМ РАН, ИВМ РАН и ИСП РАН совместно с МГУ. За время работы в 2020-2024 гг. данные центры добились существенного научного прогресса в важнейших направлениях фундаментальной и прикладной математики, а также достигли заметных результатов по привлечению молодых ученых, развитию и углублению международного сотрудничества, интенсификации междисциплинарных исследований.

Важнейшую роль для обеспечения передового уровня фундаментальных и прикладных исследований, а также подготовки высококвалифицированных кадров в области математики играют *двенадцать региональных научно-образовательных математических центров.* Такие центры в настоящий момент созданы во всех федеральных округах Российской Федерации. Один из региональных математических центров активно работает на базе организаций, расположенных в Донецкой Народной Республике и Республике Крым (Институт прикладной математики и механики, Донецкий государственный университет, Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского).

Отметим, что действующие четыре МЦМУ и региональные научно-образовательные математические центры выступают консолидирующим началом для всего математического сообщества Российской Федерации. Фактически итогом реализации мероприятий в рамках Национального проекта «Наука и университеты» стало создание в 2019–2024 гг. сети математических центров мирового уровня и двенадцати региональных научно-образовательных центров.

Ярким проявлением этого служит ежегодная конференция математических центров. К настоящему моменту данная конференция приобрела статус крупного научного форума, объединяющего как ведущих ученых, так и молодых исследователей, работающих в области фундаментальной и прикладной математики. В 2024 году такая конференция организована уже в четвертый раз и проведена в Санкт-Петербурге в ознаменование 300-летия Российской академии наук и Санкт-Петербургского государственного университета. Помимо выполнения научной программы на таких конференциях принимается ряд решений, связанных с математической жизнью России и работой математических центров, а кроме того, молодым математикам России вручаются премии, учрежденные Образовательным фондом «Талант и успех» Международного математического центра «Сириус».

Работа сети математических центров отвечает единым целями, установленным Стратегией национальной безопасности Российской Федерации (Указ Президента Российской Федерации от 2 июня 2021 г. № 400, п. 76, пп. 13), Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (Указ Президента Российской Федерации от 28 февраля 2024 г. № 145), достижения Россией лидирующих позиций в области физико-математических наук, а также обеспечения независимости и конкурентоспособности.

В 2019–2024 года за время работы сети математических центров мирового уровня и региональных научно-образовательных центров сложились исследовательские коллективы, способные решать самые амбициозные современные задачи, которые стоят перед фундаментальной и прикладной математикой. Для сохранения и дальнейшего развития компетенций и сформированного научного потенциала необходима стабильность и возможность планирования работ на следующий 10-летний период. Российская академия наук считает стратегически важным продление программы поддержки математических центров до 2036 года.

Важнейшие достижения

(Наиболее значимые результаты исследований, полученные в 2024 году)

Секция математики

1. Триангуляции многообразий, похожих на проективные плоскости

Триангуляции – самый естественный и эффективный способ представления топологических объектов в комбинаторных терминах, необходимый для их компьютерной обработки. В целях уменьшения сложности компьютерных вычислений критически важно работать с триангуляциями, минимальными по количеству вершин. Например, поверхность тетраэдра – это минимальная триангуляция двумерной сферы.

В 1987 году У. Брем и В. Кюнель доказали, что единственным d-мерным многообразием, которое допускает триангуляцию меньше, чем с $3d/2+3$ вершинами, является d-мерная сфера. Более того, если d-мерное многообразие M^d, отличное от сферы, допускает триангуляцию ровно с $3d/2+3$ вершинами, то d – одно из четырех чисел 2, 4, 8 и 16, а M^d является так называемым *многообразием, похожим на проективную плоскость* (**Рис. 1**. Это важный класс многообразий, введенный в 1950-х гг. в работах Дж. Милнора, Н. Шимады, Дж. Илса и Н. Койпера. Таким образом, возникла фундаментальная проблема построения триангуляций с $3d/2+3$ вершинами d-мерных многообразий, похожих на проективные плоскости.

До недавнего времени было известно крайне мало таких триангуляций: по одной в размерностях 2 и 4 и шесть в размерности 8. Самая простая из них изображена на **Рис. 2**. При этом не было известно ни одного примера в размерности 16; данная проблема оставалась открытой с конца 1980-х гг. А.А. Гайфуллин решил эту проблему, построив больше 10^{103} таких триангуляций. Четыре из них, наиболее симметричные, были найдены при помощи специально разработанного компьютерного алгоритма, а остальные триангуляции были получены из этих четырех при помощи специальных перестроек, называемых тройными флипами. В 8-мерном случае А.А. Гайфуллиным было построено более 670 000 новых минимальных триангуляций кватернионной проективной плоскости, а также получена классификация всех таких триангуляций с группами симметрий порядков больше 3.

Организация: МИАН.

Автор: член-корреспондент РАН Гайфуллин А.А.

Публикации:

1. A.A. Gaifullin, “634 vertex-transitive and more than 10103 non-vertex-transitive 27-vertex triangulations of manifolds like the octonionic projective plane”, Изв. РАН. Сер. Матем., 88:3 (2024), 12-60.

2. А.А. Гайфуллин, “О возможных группах симметрий 27-вершинных триангуляций многообразий, похожих на октавную проективную плоскость”, Матем. сб., 215:7 (2024), 3-51.

3. А.А. Гайфуллин, “Новые примеры и частичная классификация 15-вершинных триангуляций кватернионной проективной плоскости”, Труды МИАН, 326 (2024), 58-100.

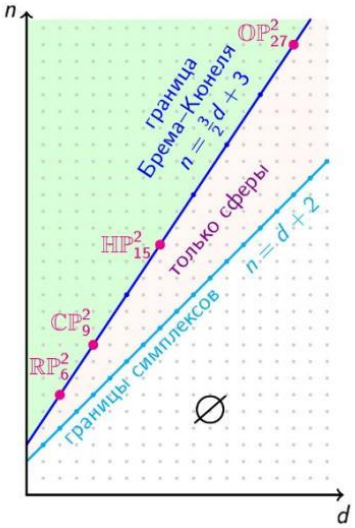


Рис. 1. Триангуляции d-мерных многообразий с 3d/2+3 вершинами

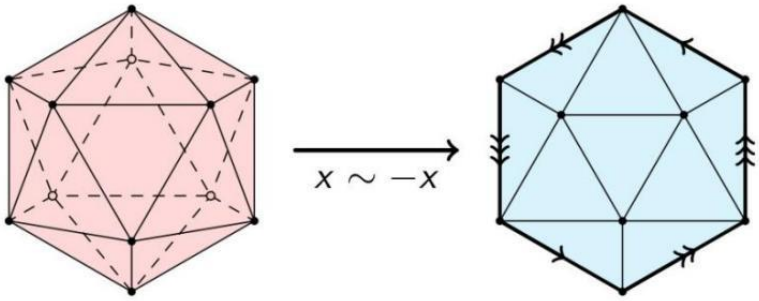


Рис. 2. Минимальная триангуляция вещественной проективной плоскости

2. Операторы Бакстера для гиперболической системы Руйсенарса

В цикле работ Н.М. Белоусова, С.Э. Деркачева (ПОМИ РАН), С.М. Харчева и С.М. Хорошкина (ИППИ) получены новые результаты по спектральной теории важного класса квантовых интегрируемых моделей – моделей Руйсенарса–Шнайдера. Соответствующие классические модели описывают взаимодействие солитонов – частицеподобных решений нелинейных эволюционнных уравнеинй, таких как уравнение Кортевега–де Фриза, уравнение синус-Гордона и др. (**Рис. 3**). Квантование модели Руйсенарса и Шнайдера привело к активному изучению нового класса специальных функций – гиперболических гипергеометрических функций. Первый шаг для решения квантовой задачи – построение волновых функций модели – был сделан в 2012 году Халлнасом и Руйсенарсом. Работы Н.М. Белоусова, С.Э. Деркачева, С.М. Харчева и С.М. Хорошкина завершили построение спектральной теории для этой модели. Основным инструментом при этом стали *операторы Бакстера*, которые естественным образом возникают при анализе координатных асимптотик волновых функций. Свойства этих операторов оказываются тесно связаны с интегральными тождествами Райнса, обобщающими знаменитые интегралы Сельберга и Густафсона. По аналогии с

классической теорией преобразования Фурье было показано, что преобразование, задаваемое волновыми функциями, является унитарным, и, кроме того (благодаря так называемой биспектральной симметрии), инволютивным. Также были вычислены амплитуды рассеяния, что позволило доказать выдвинутую около 30 лет назад гипотезу Руйсенарса: многочастичные амплитуды рассеяния в этой модели факторизуются на двучастичные и при специальных значениях параметров совпадают с амплитудами рассеяния квантовых солитонов в уравнении синус-Гордона.

Организация: ПОМИ им. В.А. Стеклова РАН.

Авторы: к.ф.-м.н. Белоусов Н. М., д.ф.-м.н. Деркачев С. Э., д.ф.-м.н. Харчев С. М., д.ф.-м.н. Хорошкин С. М.

Публикации:

1. Belousov, N., Derkachov, S., Kharchev, S. et al. Baxter Operators in Ruijsenaars Hyperbolic System I: Commutativity of Q-Operators. Ann. Inst. Henri Poincaré 25, 3207–3258 (2024). https://doi.org/10.1007/s00023-023-01364-4;

2. Belousov, N., Derkachov, S., Kharchev, S. et al. Baxter operators in Ruijsenaars hyperbolic system II: bispectral wave functions. Ann. Inst. Henri Poincaré 25, 3259–3296 (2024). https://doi.org/10.1007/s00023-023-01385-z;

3. Belousov, N., Derkachov, S., Kharchev, S. et al. Baxter Operators in Ruijsenaars Hyperbolic System III: Orthogonality and Completeness of Wave Functions. Ann. Inst. Henri Poincaré 25, 3297–3332 (2024). https://doi.org/10.1007/s00023-023-01406-x;

4. Belousov, N., Derkachov, S., Kharchev, S. et al. Baxter Operators in Ruijsenaars Hyperbolic System IV: Coupling Constant Reflection Symmetry. Commun. Math. Phys. 405, 106 (2024). https://doi.org/10.1007/s00220-024-04952-5.

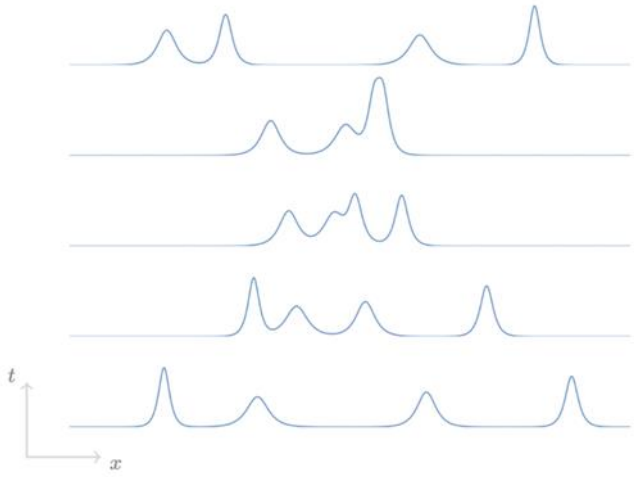


Рис. 3. Рассеяние четырех солитонов (t = время, x = координата)

3. Построена IT-платформа моделирования распространения эпидемии с учетом социально-экономической ситуации в регионах

На основе исследования идентифицируемости дифференциальных (**Рис. 4**) и агентных (**Рис. 5**) моделей с использованием обработки больших данных и методов искусственного интеллекта построена IT-платформа для анализа, моделирования, прогнозирования распространения эпидемии. Платформа позволяет рассчитывать сценарии эффективности ограничительных мер в регионах страны.

В работах авторов результата впервые изучены взаимосвязи основных классов моделей эпидемиологии: дифференциальных, агентных, стохастических, а также обратные задачи и методы их решения, что особенно важно для новых эпидемий и штаммов.

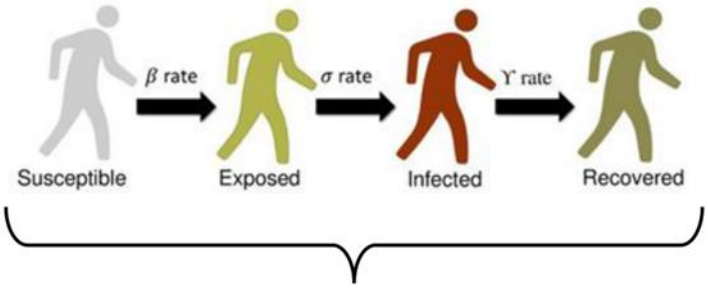


Рис. 4. Дифференциальные модели

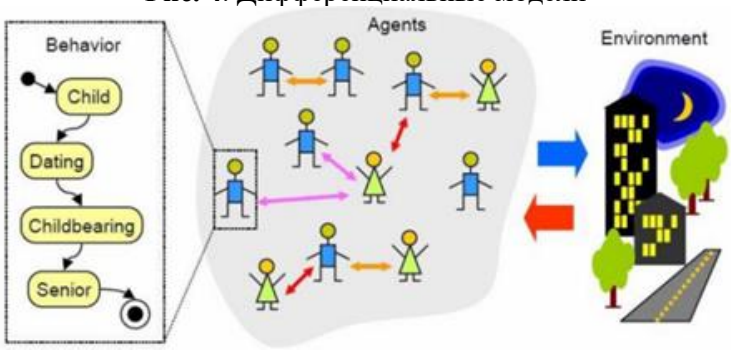


Рис. 5. Агентные модели

Организация: ИМ СО РАН.

Авторы: д.ф.-м.н. Криворотько О. И., член-корреспондент РАН Кабанихин С. И., к.т.н. Зятьков Н. Ю., к.ф.-м.н. Петракова В. С.

Публикации:

1. O. Krivorotko, S. Kabanikhin. Artificial intelligence for COVID-19 spread modeling // J. Inverse Ill-Posed Probl. 2024. V. 32, No. 2. P. 297-332;

2. O. Krivorotko, N. Zyatkov. The forecasting of the spread of infectious diseases based on conditional generative adversarial networks // Mathematics. 2024. V. 12. Article 3044;

3. S. Kabanikhin, O. Krivorotko, A. Neverov, G. Kaminskiy, O. Semenova. Identification of the mathematical model of Tuberculosis and HIV co-infection dynamics // Mathematics. 2024. V. 12(23). Article 3636;

4. Криворотько О.И., Кабанихин С.И., Петракова В.С. Идентифицируемость математических моделей эпидемиологии: туберкулез, ВИЧ, COVID-19 // Математическая биология и биоинформатика. 2023. Т. 18. № 1. С. 177–214.

4. Спектральная теория бесконечных связных графов с конечными степенями вершин

Разработана спектральная теория бесконечных связных графов с конечными степенями вершин. Доказано, что почти все комплексные числа (исключая лишь некоторые корни многочленов с целыми коэффициентами) являются собственными значениями матрицы смежности такого графа, причем указан вид соответствующих собственных функций.

Предпринимаемые ранее попытки построить весьма востребованную теорию собственных значений и собственных функций матриц смежности бесконечных связных графов с конечными степенями вершин не были вполне удовлетворительными, поскольку ограничивались поиском собственных функций весьма частного вида.

Помимо не требующего специальных объяснений интереса, который полученные результаты представляют для теории графов и для функционального анализа, эти результаты могут представлять интерес для теории групп (построение линейных представлений групп движений рассматриваемых графов) и для теории разностных уравнений на графах (спектральные свойства операторов Лапласа графов (**Рис. 6**).

Организация: ИММ УрО РАН.
Автор: д.ф.-м.н. Трофимов В. И.
Публикации:
1. Трофимов В.И. Об операторах смежности локально конечных графов. Известия РАН. Сер. математическая. 2024. Т. 88, № 3. С. 139-191.

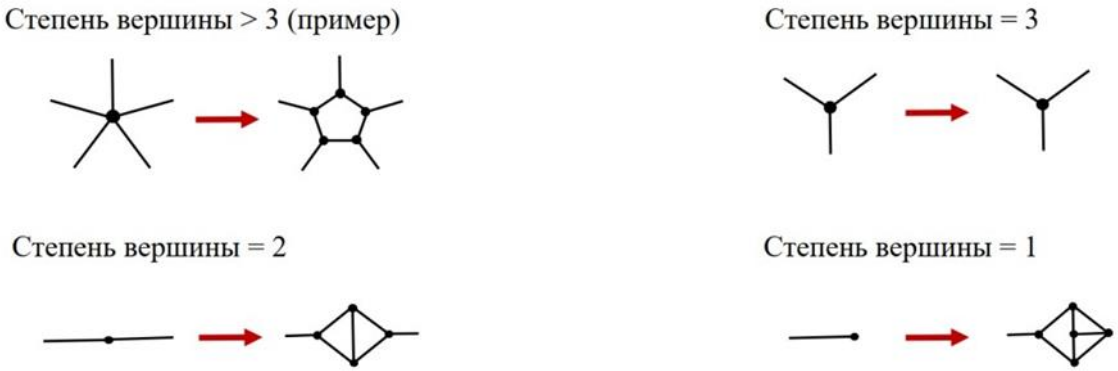


Рис. 6. Разработанная теория применима для нахождения собственных значений и собственных функций операторов Лапласа бесконечных связных графов с одной и той же конечной степенью всех вершин. Вместе с тем имеется стандартная процедура преобразования произвольного бесконечного связного графа с конечными степенями вершин в близкий ему бесконечный связный граф с одной и той же степенью 3 всех вершин (единовременная для всех вершин замена, изображенная на этом рисунке). Для нахождения собственных значений и собственных функций оператора Лапласа так полученного графа уже применима разработанная теория.

Секция прикладной математики

1. Комплекс моделей, методов и алгоритмов искусственного интеллекта с приложением к медицинским задачам

Разработаны методы трансферного и контрастного обучения, которые значительно повышают устойчивость нейросетевых моделей и качество классификации ЭКГ. Первоначально модели обучаются на большом наборе размеченных данных из различных источников, после чего дообучаются для более узких задач со специфичной разметкой записей. Созданы методы, позволяющие эффективно комбинировать технику локальных шагов для уменьшения числа раундов общения и коммуникационных затрат. Разработаны алгоритмы федеративного обучения нейросетевых моделей для классификации ЭКГ в рамках фреймворка NVFlare (инфраструктура подготовлена совместно с «Яндексом» и Сеченовским университетом). Алгоритмы позволяют организациям обучать модели, никому не передавая данные. Комплекс моделей, методов и алгоритмов разработан под руководством А.Н. Безносикова, А.А. Аветисяна и С.Н. Скорика.

Нейросетевые модели для классификации ЭКГ демонстрируют высокие показатели чувствительности и специфичности при детектировании 11 распространённых патологий и входят в разработку «Диагностическое ПО для нейросетевого анализа ЭКГ ИСП РАН» (**Рис. 7**), которая прошла клинические испытания в НМИЦ имени В.А. Алмазова и зарегистрирована в Росздравнадзоре в качестве медицинского изделия.

Организация: ИСП РАН.
Авторы: к.ф.-м.н. Безносикова А.Н., Аветисян А.А., Скорик С.Н.
Публикации:
1. Avetisyan Aram, Tigranyan Shahane, Asatryan Ariana, Mashkova Olga, Skorik Sergey, Ananev Vladislav, Markin Yury. Deep neural networks generalization and fine-tuning for 12-lead ECG classification. Biomedical Signal Processing and Control, vol. 93, 2024, 106160, ISSN 1746-8094 https://doi.org/10.1016/j.bspc.2024.106160.

2. Chezhegov Savelii, Skorik Serge, Khachaturov Nikolas, Shalagin Danil, Avetisyan Aram, Martin Takáč, Kholodov Yaroslav, Beznosikov Aleksandr. Local Methods with

Adaptivity via Scaling. Успехи математических наук, том 79, выпуск 6, 2024. https://doi.org/10.4213/rm10209.

3. Skorik Sergey, Avetisyan Aram, Diatlinko Ekaterina, Renata Mindiiarova, Markin Yury. Transferring Knowledge from 12-Lead to 1-Lead ECGs via Contrastive Learning. 2024 IEEE 48th Annual Computers, Software, and Applications Conference (COMPSAC). DOI: 10.1109/COMPSAC61105.2024.00288.

4. Skorik Sergey, Avetisyan Aram. SSSD-ECG-nle: New Label Embeddings with Structured State-Space Models for ECG generation. 2024 Ivannikov Memorial Workshop (IVMEM). DOI: 10.1109/IVMEM63006.2024.10659391.

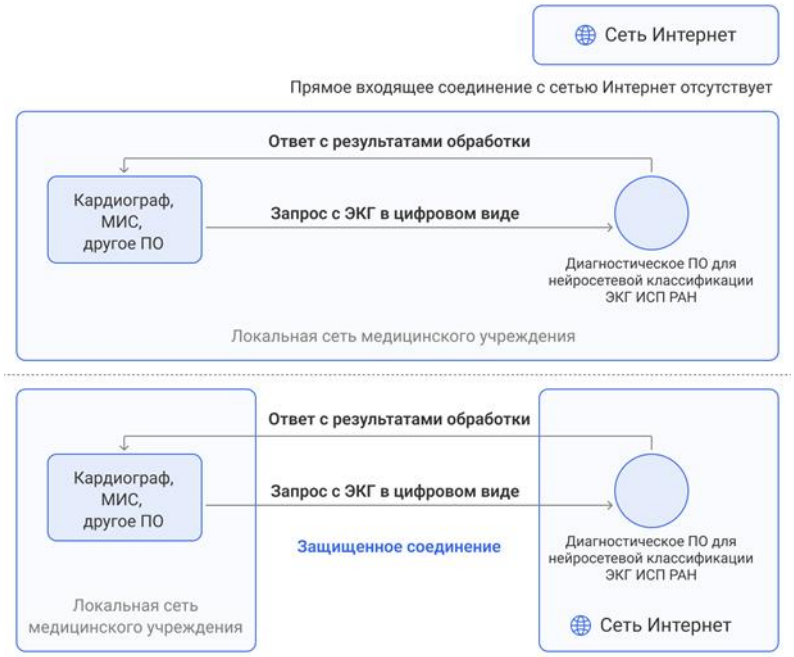


Рис. 7. Схема работы диагностического ПО ИСП РАН для нейросетевого анализа ЭКГ

2. Характеристики и анализ графов ближайших соседей, порожденных случайными матрицами

В работах [1-2] разработан новый метод тестирования набора случайных данных на независимость. Этот метод использует представление связей между данными в виде графа ближайших соседей (ГБС) и сопоставляет параметры получаемого конкретного графа, такие как число компонент связности и распределение вершин по степеням, с численно найденными критериальными статистиками для случайных ГБС, порожденных случайными симметричными и несимметричными матрицами. Построение подобных новых критериальных статистик, образующих бенчмарк, стало возможным, поскольку распределения структур графов ближайших соседей не зависят от распределения расстояний между элементами. Это означает, что найденные численно вероятности их реализации могут служить новым непараметрическим критерием согласия независимости элементов выборок.

В предложенном подходе доля вершин индуцированного этими элементами графа ближайших соседей сравнивается с бенчмарком распределения вершин по степеням для независимых случайных чисел. Если эта доля находится в «хвосте» распределения, то вероятность независимости данных оказывается весьма малой величиной. При этом сами вероятности бенчмарка могут быть вычислены с высокой точностью посредством проведения большого числа численных экспериментов. Были доказаны утверждения о том, что распределение структур ГБС по числу компонент связности асимптотически по № (числу вершин графа) симметрично и имеет моду в значении [№/4], а также что распределение вершин ГБС по степеням асимптотически по № является многомерным нормальным распределением, а средние значения этих степеней задаются распределением

Пуассона $\mu_n = {}^{1}/_{en!}$. Было выявлено, что отличия графов ближайших соседей для симметричных и несимметричных матриц связаны с тем, что для них существенно различаются циклы, которыми заканчивается каждый связный подграф. Численно полученные распределения графов первых соседей по числу фрагментов графов для симметричных и несимметричных матриц кардинально различны и приведены на **Рис. 8** (слева).

Также новый метод может быть применен к задаче сравнения генераторов псевдослучайных чисел путем составления на их основе бенчмарка статистик структур графов ближайших соседей. В качестве апробации метод был применен к последовательности цифр в десятичной записи числа Pi, из которой составлялись случайные числа и заполняли матрицы расстояний, по которым строились серии графов ближайших соседей и рассчитывались статистики. Далее проводилось сравнения распределений графов ближайших соседей по фрагментам для случайной равномерной симметричной генерации (на основе псевдослучайного генератора Мерсенна) и для «пи-генератора». По результатам анализа делается вывод, что, несмотря на высокую достоверность равномерного распределения этих чисел, достаточно длинные их последовательности содержат зависимые величины. Это первое статистическое доказательство неслучайности цифр числа Pi.

Организация: ИПМ им. М.В. Келдыша РАН.

Автор: Кислицын А. А.

Публикации:

1. Кислицын А.А. Характеристики и анализ графов ближайших соседей, порожденных случайными матрицами. Математическое моделирование. 2024, Т. 36. №6. С. 3–20.

2. On spectral portraits of incidence matrices of nearest neighbor graphs. Kislitsyn A.A. Computational Mathematics and Mathematical Physics. 2024. Т. 64. № 8. С. 1870-1879.

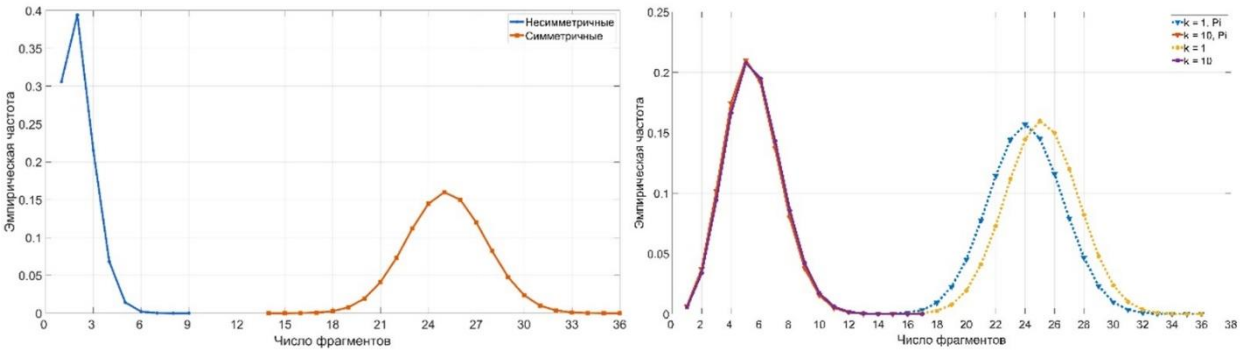


Рис. 8. Распределение графов на 100 вершин по числу фрагментов: слева – для первых соседей по результатам анализа 10^6 случайных графов ближайших соседей, справа – для первого и десятого соседей при обычной (случайной) и «Pi-генерации»

3. Технология суперкомпьютерного моделирования INMOST и численные методы с большими шагами по времени на адаптивных сетках с разными типами ячеек для задач радиоэкологической безопасности и фундаментальной медицины

Программная платформа INMOST (www.inmost.ru) для суперкомпьютерного моделирования нестационарных многофизических процессов, в сочетании с новыми устойчивыми методами расчета с большими шагами по времени на сетках с разными пространственными разрешениями и разными типами ячеек, позволила создать технологии высокопроизводительного расчета задач безопасного захоронения радиоактивных отходов [1] (**Рис. 9**, совместно с ИБРАЭ РАН), электромеханической активности сердца [2] (**Рис. 10**, совместно с НИИ Механики МГУ), тромбообразования в кровотоке [3]. Исследование поддержано тремя грантами РНФ.

Организация: ИВМ РАН.

Автор: член-корреспондент РАН Василевский Ю.В.

Публикации:

1. И.В. Капырин, К.А. Болдырев. Моделирование процессов переноса с учетом химических взаимодействий в программном комплексе GeRa. // Радиоактивные отходы. 2024. No.1 (26). С. 84-92;

2. A.A. Danilov, A.A. Liogky, F.A. Syomin. Temporally and spatially segregated discretization for a coupled electromechanical myocardium model // Russian Journal of Numerical Analysis and Mathematical Modelling. 39(5), 243-258, (2024);

3. K.M. Terekhov, I.D. Butakov, A.A. Danilov, Yu.V. Vassilevski. Dynamic adaptive moving mesh finite-volume method for the blood flow and coagulation modeling // International Journal for Numerical Methods in Biomedical Engineering, e3731, (2023).

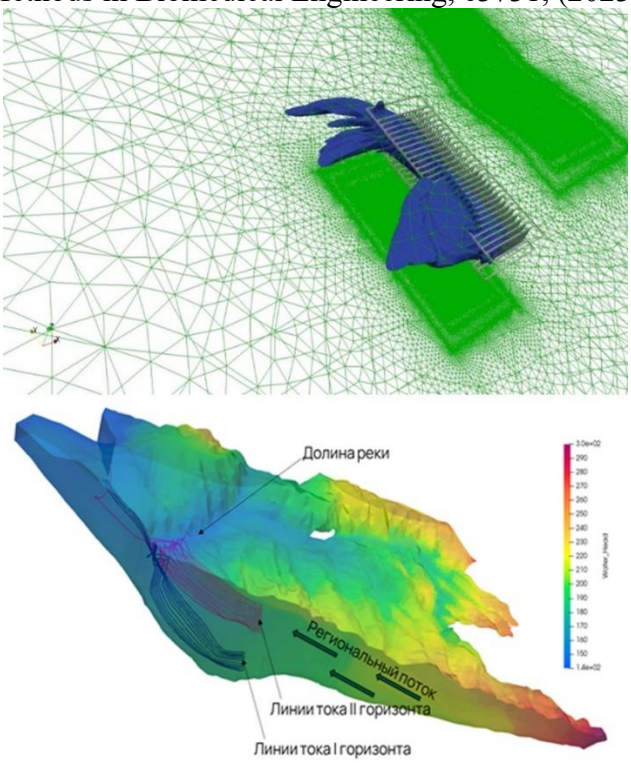


Рис. 9. Схема миграции радионуклидов на пункте глубинного захоронения жидких РАО в локальном (вверху) и региональном (внизу) масштабах

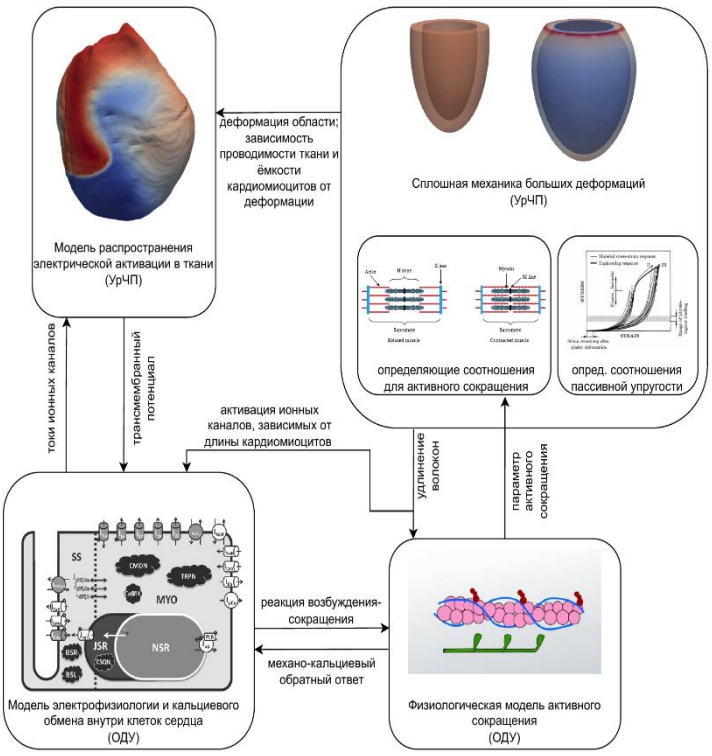


Рис. 10. Процессы, учитываемые в многофизической модели электромеханики сердца

4. Анализ структуры течения для задачи Колмогорова

Методами численного моделирования для задачи Колмогорова о двумерном движении вязкой жидкости показано существование хаотического, вихревого и ламинарного типов течения. Используя метод рангового распределения В.П. Маслова, проведено сопоставление указанных типов течений соответствующим частотным кривым для завихренности (**Рис. 11**). Этот метод позволяет по изоповерхностям завихренности выделить различные вихревые структуры, зарождающиеся и эволюционирующие в атмосфере и океане (**Рис. 12**).

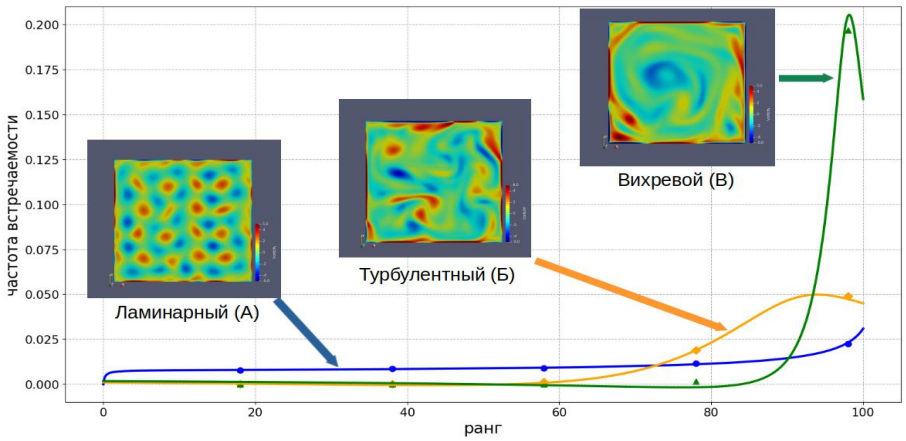


Рис. 11. Зависимости частоты встречаемости завихренности от ранга для различных типов течения для задачи Колмогорова: ламинарного (синий, А), турбулентного (желтый, Б) и вихревого (зеленый, В)

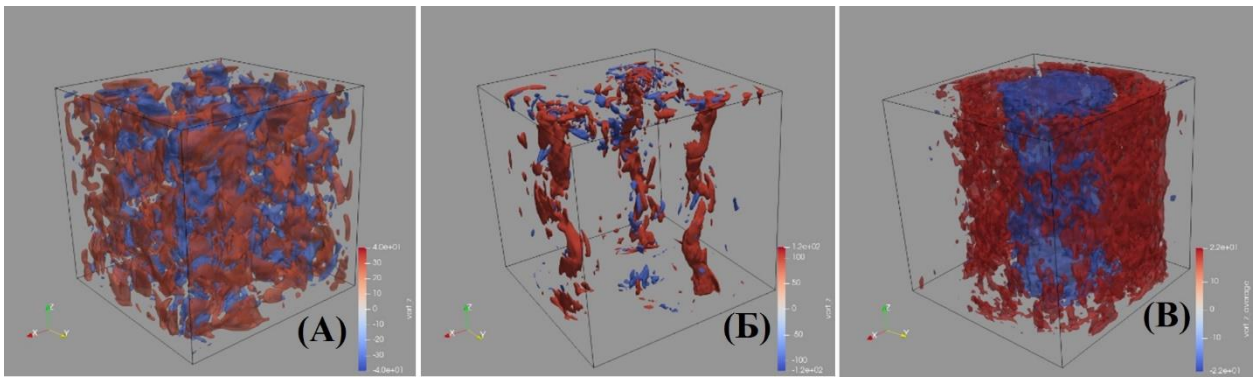


Рис. 12. Изоповерхности завихренности для различных гидродинамических структур: турбулентная (А), несколько вихрей (Б) и «циклон-антициклон» (В)

Организация: ИАП РАН.

Авторы: д.ф.-м.н. Фортова С. В., Посудневская А. О., к.т.н. Ермаков А. А., академик РАН Гузев М. А. (ИПМ ДВО РАН), к.ф.-м.н. Долуденко А. Н. (ОИВТ РАН).

Публикации:

M.A. Guzev, S. V. Fortova, A.N. Doludenko, A.O. Posudnevskaya, A.D. Ermakov, Maslov Rank Distributions for the Analysis of Two-Dimensional and Quasi-Two-Dimensional Turbulent Flows // ISSN 1061-9208, Russian Journal of Mathematical Physics, 2024, Vol. 31, No. 3, pp. 438–449

5. Метод решения системы интегро-дифференциальных уравнений типа Больцмана – Максвелла, описывающих возмущение плазмы электрическим полем

Отклонение плазмы от состояния равновесия при воздействии на нее электрического поля может быть описано системой интегро–дифференциальных уравнений типа Больцмана – Максвелла. В работах [1]-[3] построено аналитическое решение одного класса нелокальных краевых задач для таких систем, где плазма в состоянии равновесия описывается распределениями Ферми–Дирака или Максвелла. Этот результат открывает новые возможности для исследования тонких эффектов, возникающих при возмущении плазмы в физических и технических системах. Интегральное представление решения этой задачи найдено с помощью полученного авторами развития метода Гельфанда–Шилова в теории преобразования Фурье кусочно-аналитических функционалов, а также новых формул для решения сингулярной задачи Римана с растущими данными. Продемонстрирована связь индекса задачи Римана с переходом характера электрического поля от погранслойного к осцилляционному (р**Рис. 13**).

Организация: ФИЦ ИУ РАН.

Авторы: член-корреспондент РАН Безродных С. И., к.ф.-м.н. Гордеева Н. М.

Публикации:

1. Bezrodnykh S.I., Gordeeva N.M. Solution of a Boundary Value Problem for a System of Integro-Differential Equations Arising in a Model of Plasma Physics // Math. Notes. 2023. Vol. 114. Issue 5. P. 704–715. https://doi.org/10.1134/S000143462311007X

2. Bezrodnykh S.I., Gordeeva N.M. Analytic solution of the system of integro-differential equations for the plasma model in an external field // Russian Journal of Mathematical Physics. 2023. Vol. 30. Issue 4. P. 443-452. https://doi.org/10.1134/S1061920823040039

3. Gordeeva N.M. Calculating a Perturbation of a Plasma Layer by an Electric Field // Comput. Math. and Math. Phys. 2024. Vol. 64. P. 465–479. https://doi.org/10.1134/S0965542524030187

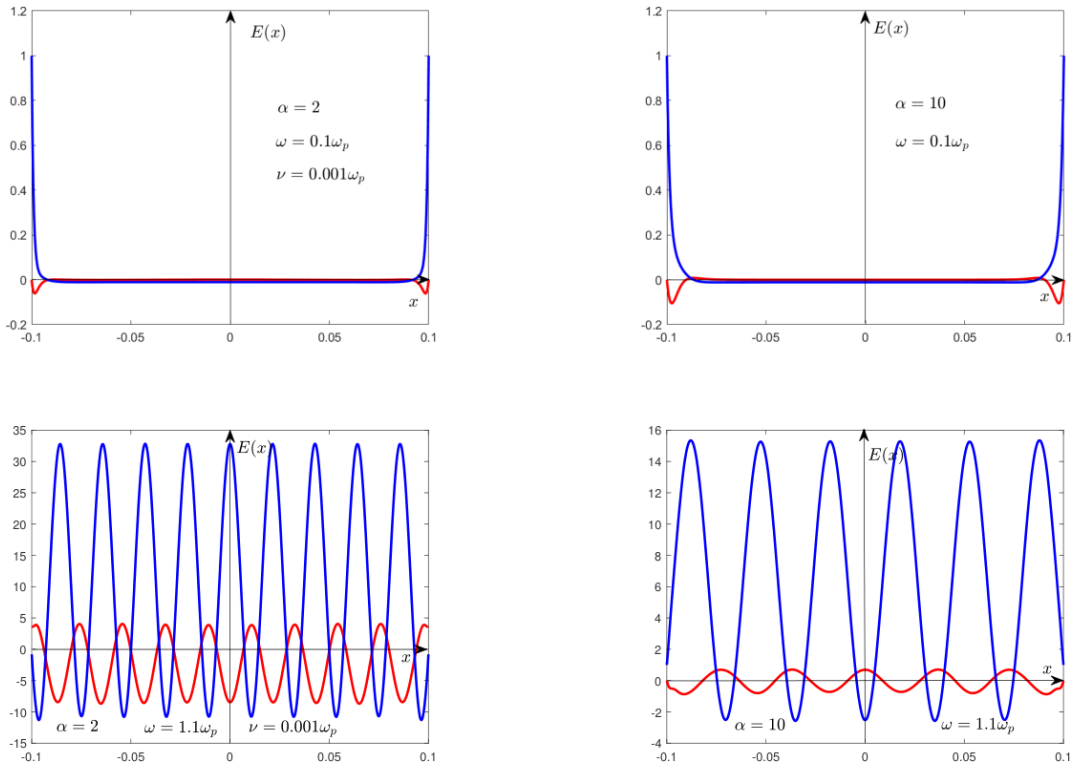


Рис. 13. Напряженность самосогласованного электрического поля в слое плазмы при различных значениях параметров внешнего поля

6. Глобальная разрешимость краевых задач для усложненных моделей тепломассопереноса

Исследован широкий класс новых краевых задач для усложненных моделей тепломассопереноса, рассматриваемых при неоднородных краевых условиях для скорости и диффузионной компоненты. Рассматривается тот важный для приложений случай, когда теплофизические параметры зависят от температуры в случае теплопроводящей жидкости либо от концентрации растворенного вещества в случае бинарной жидкости, а основные компоненты решения удовлетворяют неоднородным краевым условиям. Разработан математический аппарат исследования указанных краевых задач, моделирующих течения реальных жидкостей в различного рода двумерных и трехмерных каналах, примеры которых приведены на **Рис. 14**. На основе разработанного аппарата установлены важные свойства решений (включая глобальную разрешимость, локальную единственность и принцип максимума для концентрации).

Проведенное исследование имеет высокий потенциал в задачах химической технологии, металлургии при разработке эффективных технологий бесконтактного размешивания расплавленных металлов и в ядерной индустрии при создании эффективных систем жидкометаллического охлаждения устройств ядерной энергетики.

Организация: ИПМ ДВО РАН.

Авторы: д.ф.-м.н. Алексеев Г.В., к.ф.-м.н. Лобанов А.В., к.ф.-м.н. Соболева О.В., Спивак Ю.Э., к.ф.-м.н. Терешко Д.А.

Публикации:

1. Alekseev G.V., Soboleva O.V. Inhomogeneous boundary value problems for the generalized Boussinesq model of mass transfer // Mathematics. 2024. V. 12, Is. 3. N 391. DOI: 10.3390/math12030391. (Q1, IF=2.2, 1 уровень);

2. Alekseev G.V., Soboleva O.V. Solvability analysis for the Boussinesq model of heat transfer under the nonlinear Robin boundary condition for the temperature // Philosophical Transactions of the Royal Society A. 2024. V. 382. N 20230301. DOI: 10.1098/rsta.2023.0301. (Q1, IF=4.3, 1 уровень);

3. Алексеев Г.В., Спивак Ю.Э. Анализ смешанной краевой задачи для стационарной модели конвекции вещества с переменными ведущими коэффициентами // Прикладная механика и техническая физика. 2024. Т. 65, N 5. DOI: 10.15372/PMTF202415509. (Q3, IF=0.6, 2 уровень).

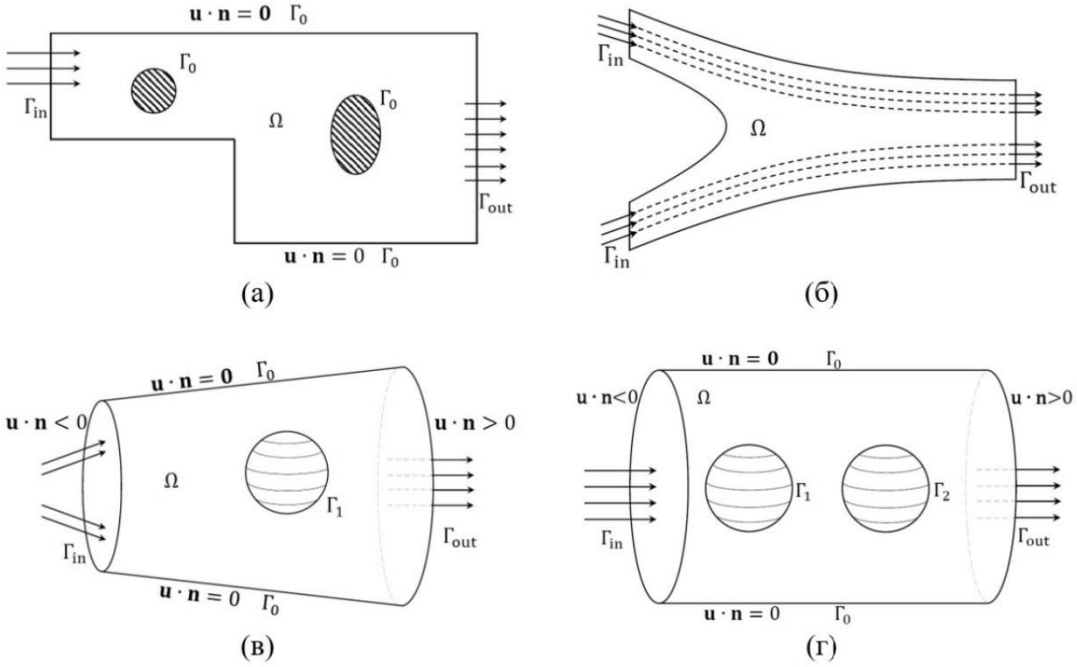


Рис. 14. Типичные примеры гидродинамических каналов с возможными препятствиями внутри канала при неоднородных граничных условиях для скорости и диффузионной компоненты на входе Γ_{in} и выходе Γ_{out}: (а) плоский ступенчатый канал с двумя препятствиями Γ_0; (б) плоский канал с двумя входами и одним выходом; (в) трехмерный канал; (г) цилиндрический канал с двумя препятствиями Γ_1 и Γ_2

Физические науки

Состояние и прогноз развития фундаментальных и прикладных наук в рамках направлений Отделения физических наук РАН

НАПРАВЛЕНИЕ: 1.3. ФИЗИЧЕСКИЕ НАУКИ

Наша цивилизация основана на технологиях, основанных на нашем понимании устройства и законов нашей Вселенной, полученных в результате фундаментальных исследований. И хотя фундаментальная наука во многом движима человеческим любопытством и стремлением узнать нечто новое и неизведанное, перспективы практических применений полученных знаний оказывают сильное влияние на направления фундаментальных исследований. Ниже перечислены основные события и тенденции 2024 года в разных отраслях физики.

ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

Современная ядерная физика и физика элементарных частиц ищет ответы на открытые вопросы о фундаментальных свойствах материи и Вселенной. Ряд проблем перед ней поставила космология и астрофизика: это проблемы темной материи, темной энергии и барионной асимметрии (преобладание материи над антиматерией в ранней Вселенной). Обычное вещество во Вселенной составляет примерно 5%, всё остальное − темная материя (темное вещество) пока неизвестной природы и темная энергия, которая заставляет Вселенную расширяться с ускорением. В области самой физики элементарных частиц имеются свидетельства о необходимости выхода за рамки существующей теории – Стандартной модели. Одни из ключевых вопросов строения вещества – это вопрос о происхождении тяжелых элементов в звездных ядерных процессах во Вселенной и о пределах существовании долгоживущих или даже стабильных сверхтяжелых ядер, то есть химических элементов с огромными номерами. Кроме того, важным является понимание физики объектов с большим содержанием нейтронов. На микроуровне это крайне нейтронно-избыточные ядра, а на макроуровне – свойства нейтронных звезд и поведение нейтронной материи в процессе взрывного нуклео-синтеза.

Остро стоит и вопрос о свойствах кварк-глюонной материи при сверхвысоких температурах и плотностях.

Сейчас фундаментальные исследования проводятся, в основном, в следующих направлениях:

− развитие подходов к созданию квантовой теории гравитации, исследованию фундаментальных свойств физического пространства-времени на предельно малых расстояниях, поиск пределов применимости специальной и общей теории относительности, проявлений возможного существования дополнительных измерений пространства;

− разработка теории элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий: прецизионные вычисления свойств физических процессов в рамках Стандартной модели физики частиц, построение моделей, выходящих за рамки Стандартной модели и получение предсказаний для эксперимента;

− поиск и исследование новых элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий в экспериментах на Большом адронном коллайдере, в прецизионных ускорительных экспериментах при сравнительно низких энергиях и в неускорительных экспериментах;

− исследование физики странных и тяжёлых кварков, в частности CP-нарушения и физики экзотических адронов;

− изучение адронной материи при экстремальных давлениях и температурах, исследование кварк-глюонной среды и фазовых переходов в адронной материи, теоретическая проработка и подготовка экспериментов на коллайдере NICA;

− прецизионное измерение параметров нейтринных осцилляций, поиск в них эффектов CP-нарушения, выяснение вопроса о характере иерархии масс нейтрино, прямое измерение массы нейтрино в диапазоне 0.1 – 0.3 эВ, поиск нарушения закона сохранения лептонных чисел в процессах с мюонами и тау-лептонами на установке НЕВОД, выяснение майорановской или дираковской природы нейтрино путем исследования процесса двойного бета-распада ядер, поиск новых «стерильных» нейтрино в экспериментах на Калининской АЭС и на установке BEST на Баксанском нейтринном телескопе;

− развитие космологических теорий, исследование законов эволюции вещества и природы ранней Вселенной;

− теоретические исследования проблемы происхождения «темной энергии» и ускоренного расширения поздней Вселенной, проблемы барионной асимметрии Вселенной и механизмов ее генерации в процессе эволюции;

− поиск частиц темной материи, существующей во Вселенной, в прецизионных и низкофоновых экспериментах, на коллайдерах, в ускорительных экспериментах с фиксированной мишенью, в экспериментах по поиску стерильных нейтрино, в специализированных экспериментах по поиску легких слабовзаимодействующих частиц;

− синтез новых сверхтяжелых элементов, продвижение к острову стабильности сверхтяжелых ядер, исследование экзотических ядер;

− выяснение происхождения космических лучей высоких и сверхвысоких энергий, обнаружение их источников, исследование механизмов их генерации, поиск антиматерии в составе космического излучения;

− исследование природных потоков нейтрино высоких энергий на глубоководных и подледных крупномасштабных установках Baikal-GVD, IceCUBE, KM3Net, поиск источников таких нейтрино, в том числе методами многоволновой астрономии;

− в области создания ядерно-физических комплексов – создание коллайдера тяжелых ионов NICA с комплексом экспериментальных установок для фундаментальных и прикладных исследований; создание нового e+e--коллайдера с рекордной светимостью - чарм-тау фабрики, разработка проекта комптоновского источника гамма-излучения, модернизация комплекса электрон-позитронных коллайдеров ВЭПП-4М – ВЭПП-2000; дальнейшее развития дубненского комплекса ускорителей радиоактивных нуклидов с фабрикой сверхтяжелых элементов; модернизация сильноточного линейного ускорителя протонов в Троицке с получением мегаваттной мощности в пучке; разработка проблем физики и техники ускорения заряженных частиц на основе новых методов в том числе для источника СИ 4-го поколения СКИФ; дальнейшее повышение объема чувствительности глубоководной нейтринной установки до 1 куб км. и свыше; разработка новых методов детектирования заряженных и нейтральных частиц, создание экспериментальных установок большой площади для исследования природных потоков космических частиц предельно высоких энергий; создание новых перспективных ядерно-физических технологий в интересах экологически безопасной ядерной энергетики, ядерно-физической медицины, здравоохранения и других отраслей.

В практических целях продолжаются исследования в области решения прикладных задач: применение ядерно-физических методов в разработках, связанных с повышением обороноспособности России; устранение причин чрезвычайных ситуаций, решение экологических и иных проблем, проведение фундаментальных исследований в медицине, энергетике, материаловедении, биологии и других областях на основе использования синхротронного излучения и методами нейтронного рассеяния, разработка досмотровых, радиографических и дефектоскопических комплексов, разработка и создание ускорительных стерилизационных комплексов, разработка ускорительных подкритических систем для безопасной атомной энергетики и трансмутации долгоживущих ядерных отходов.

ФИЗИКА КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД И ФИЗИЧЕСКОЕ МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Развитие современной физики конденсированных сред, даже в плане фундаментальных исследований, тесно взаимосвязано с развитием микроэлектроники и микроэлектронных технологий. С одной стороны, развитие нано-электронной промышленности привело к доступности прецизионных технологий изготовления всевозможных нано-гетероструктур, что дало возможность создания уникальных образцов для исследования различных фундаментально интересных квантово-механических явлений и эффектов в них. Эти исследования, в свою очередь, привели к созданию новых практически важных приборов для использования в нано-электронике, нано-фотонике, оптоэлектронике, магнонике. Число работ в области создания новых устройств для микроэлектронных «чипов», стремительно растет. Они используют как традиционные принципы полупроводниковой электроники, так и новые, с использованием плазмоны, экситонные поляритоны в оптических микро-резонаторах, мемристорные эффекты и т.д. Все эти работы одновременно являются и фундаментальными и поисковыми проблемно-ориентированными с близкой перспективой прикладного использования.

В частности, быстро развивается элементная база для новых поколений чипов для суб-терагерцового диапазона, который пока слабо освоен, но критически важен для ряда гражданских и военных применений. Это, в частности, позволяет создавать матричные приемники, генераторы, фазированные антенные решётки для радиолокации, связи, дистанционного зондирования, «радиовидения» и т.д.

По-прежнему интересны исследования электронных свойств низко-симметричных систем с сильным спин-орбитальным взаимодействием, в том числе в системах со спиновым упорядочением. Интенсивно изучаются различные спин-зависимые электронные транспортные и оптические явления в магнито-упорядоченных металлических и полупроводниковых материалах и нано-структурах с перспективой их практических применения.

Большое практическое значение имеют проводимые сейчас исследования в области создания новых полупроводниковых материалов и структур и инженерии дефектов в них. Помимо экспериментальных работ, все большее внимание уделяется развитию и применению компьютерных методов первопринципного моделирования.

Значительных успехов удалось достигнуть и в области развития физического материаловедения и создания новых металлических и керамических конструкционных материалов и покрытий на основе искусственных и естественных композитов, в том числе нано-структурных. Очень активно ведутся и работы в области создания и исследования новых функциональных материалов, т.е. разработки новых материалов и структур с интересными функциональными свойствами для систем альтернативной энергетики, энергосберегающих технологий, сенсоров, электроники, фотоники и т.д. Важны и актуальны также и работы в области материалов и технологий для силовой электроники. Основные усилия физического материаловедения сейчас сконцентрированы в следующих направлениях:

- Материалы для авиационной и космической техники; Тугоплавкие, жаропрочные, жаростойкие, и особо твёрдые материалы;
- Материалы и структуры для энергетики, включая топливные и солнечные элементы;
- Материалы для микроэлектроники, включая полупроводниковые монокристаллы и эпитаксиальные структуры на основе кремния, нитридов галлия и алюминия, карбида кремния, оксида галлия, алмаза и т.д.;
- Материалы для фотоники, включая лазерные кристаллы и нанокерамики, материалы нелинейной оптики и линз для различных оптических диапазонов от дальнего ИК до УФ;
- Материалы для энергосбережения и катализа;

- Магнитные материалы.

Работы в области физического материаловедения включают не только поиск новых материалов и технологий их получения, но и исследования их структуры и свойств, а также развитие «инженерии дефектов» для этих материалов.

Также исследуются роли экстремальных внешних воздействий в формировании атомно-структурных превращений и неравновесных структур в конденсированных средах.

Параллельно с созданием материалов ведутся и работы по развитию технологий изготовления изделий из них, в том числе аддитивных с использованием лазерного, электронно-лучевого и плазменного спекания, а также создание всевозможных защитных покрытий.

Все перечисленные исследования, несомненно, будут интенсивно развиваться и дальше.

ФИЗИКА ПЛАЗМЫ

В центре внимания находятся исследования и разработки, связанные с крупными термоядерными проектами. Это введенный в действие современный токамак Т-15МД, и недавно начатый проект токамака для реакторных технологий ТРТ. Исследования на Т-15МД направлены на создание первого в мире термоядерного источника нейтронов (с длительностью импульсов до 30 с). При сооружении ТРТ должны быть собраны в одной установке важнейшие инновационные технологии, включая магнитную систему на высокотемпературных сверх проводниках с магнитных полем 8Тл, инжекторы нейтральных атомов с энергией 0.5 МэВ с мощностью десятки мегаватт, мегаваттные гиротроны на 230 ГГц, и т.д. Создание этих технологий ведется в физических институтах РАН и ГК «Росатом». Продолжаются и поиск методов улучшенного удержания плазмы в открытых ловушках, направленные на обоснование возможности создания термоядерного источника нейтронов на основе многопробочной газодинамической магнитной ловушки ГДМЛ, а также исследования новых методов нагрева и генерации токов в плазме на сферическом токамаке «Глобус–М2». В обозримом будущем ожидается практическое использования термоядерных реакторов как источников нейтронов. Это нужно для массового развития ядерной энергетики, которое возможно лишь при организации производства делящихся изотопов (U-235, 239Pu или 233U) из сырьевых изотопов (232Th или 238U), что можно сделать либо с использованием реакторов на быстрых нейтронах, либо с использованием нейтронов, производимых в термоядерных реакторах.

Помимо этого происходит расширение экспериментов по лазерно-плазменному взаимодействию, включая разработку эффективных источников рентгеновского излучения для нанолитографии и средств диагностики. Продемонстрирован источник экстремального ультрафиолетового излучения в диапазоне 11.16 нм на основе можно получить при фокусировке излучения Nd:YAG-лазера на сверхзвуковую струю ксенона. Важное значение имеют работы по развитию новых «низкотемпературных» плазменных технологий для наземного и космического использования, включая ракетные двигатели.

ФОТОНИКА И ЛАЗЕРНАЯ ФИЗИКА

Фотоника имеет многочисленные прикладные применения и широко используется для многих фундаментальных исследований. Она сейчас интенсивно развивается во многих научных группах и используется в широком спектре высокотехнологических продуктов: спутниковой навигации, гравиметрии, телекоммуникациях, создания различных фотонных чипов, включая фотонные процессоры и устройства радиофотоники, оптоэлектроники, матричные приемники и источники излучения, оптические сенсоры на основе гигантского комбинационного рассеяния и т.д.

Продолжатся работы по созданию компактных оптических стандартов частоты для систем глобальной навигации, связи, радио-интерферометрии и т.д. Ведутся работы по реализации полностью оптических глубоких диссипативных ловушек для лазерного

охлаждения и захвата атомов, лазерного охлаждения атомов туллия до температур уровня субмикрокельвинов с использованием магнито-оптической ловушки, ионов иттербия (без использования магнитной ловушки) для создания нового поколения оптических часов с долговременной нестабильностью частоты на уровне 10–17 – 10–19. Развивается платформа на ионах Yb+ для квантовых вычислений.

Проводятся работы по созданию и совершенствованию новых поколений лазеров ИК-диапазона, в том числе с мощностью десятки Вт и с длительностью импульса субнаносекундного диапазона. Продолжаются работы по расширению диапазона излучения лазеров. Интересны работы по созданию оптических мета-поверхностей с оптической хиральностью и оптических топологических изоляторов, открывающие новые возможности для управления распространением и структурой излучения. При этом используются разнообразные методы синтеза нано-структурированных систем и материалов: осаждение из газовой фазы, молекулярно-лучевая эпитаксия, электронно-лучевая литография, лазерная абляция, фотополимеризация, оптические пинцеты, эффекты самосборки и др.

Быстро развивается современная оптическая спектрометрия для биодиагности и медицинской диагностики продуктов, биотканей, бактерий и т.д. Чувствительность микро-спектроскопии с усиленным плазмонными эффектами комбинационным рассеянием света используются для контроля биохимических изменений в клетках и обнаружения специфические биомаркеров.

РАДИОФИЗИКА и ЭЛЕКТРОНИКА, АКУСТИКА

Нелинейная динамика сложных пространственно-временных процессов относится к числу наиболее актуальных направлений современной физики. С точки зрения научных исследований волновых и колебательных процессов большой интерес представляют важные геофизические явления, такие как ураганы и штормы, цунами, волны-убийцы, сейсмические процессы и т.д. Для понимания этих процессов ведется построение физических моделей и трехмерное численное моделирования, широкомасштабные натурные наблюдения и лабораторные исследования на экспериментальных стендах. Продолжаются исследования нелинейных процессов распространения интенсивного электромагнитного излучения в околоземной плазме, в том числе эксперименты по нагреву плазмы ионосферы мощным радиоизлучением стенда «Сура».

Важной задачей является совершенствование средств космической радарной интерферометрии, методов диагностики атмосферы и земных покровов и подповерхностной георадиолокации. Развитие радиофотонных технологий в перспективных радиолокационных системах обещает существенное улучшение характеристик обработки регистрируемых процессов.

В области вакуумной электроники важным является запрос на создание средств, обеспечивающих высоко-градиентное ускорение заряженных частиц. Будут продолжены эксперименты по генерации субнаносекундных импульсов сверхизлучения миллиметрового диапазона, а также исследование процессов эффективной компрессии импульсов излучения мультимегаваттного гиротрона, для которого возможна реализация значительной частоты повторения генерируемых импульсов. Очень перспективным для этой задачи также является проводимая разработка твердотельных устройств коммутации и обострения экстремально мощных высоковольтных импульсов.

Успешные исследования по генерации субтерагерцового излучения в режиме захвата частоты гиротрона внешним сигналом малой мощности открывают возможности значительного повышения мощности мегаваттных гиротронов для УТС и сохранения эффективности генерации при создании гиротронов с более высокой частотой, требуемых для термоядерных установок нового поколения.

Планируется также совершенствование акустических и оптоакустических методов и средств диагностики медицинских объектов и биологических сред, в том числе с привлечением методов машинного обучения.

АСТРОНОМИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

Продолжается период бурного прогресса в астрономии, включая астрофизику и космологию. Не менее впечатляет прогресс в научных и технологических исследованиях, направленных на сбор информации о космическом и околоземном пространстве, а также небесных телах.

Это в первую очередь обусловлено созданием и использованием новых крупных уникальных инструментов наземного и космического базирования для астрономических наблюдений и исследований свойств объектов в ближнем космосе и протекающих в нем процессов. При этом стало возможным получение информации практически во всем диапазоне длин электромагнитных волн, а также по излучению гравитационных волн и нейтрино. Многоканальность астрономии становится привычным стандартом. При этом новые данные существенно изменяют сложившиеся представления.

Например, рекордно крупный космический телескопа инфракрасного диапазона James Webb (США), специально разработанный для изучения молодой Вселенной (первый миллиард лет). В 2024 году надёжные детальные исследования с этим телескопом принесли неожиданные свидетельства того, что массивные галактики образовались очень рано и в них уже прошли интенсивные фазы ядерно-химической эволюции, и, следовательно, современные теории образования галактик надо сильно уточнять.

В России в 2024 году продолжалась успешная, хотя и частичная, эксплуатация космической обсерватории СРГ, определенные надежды связаны с выводом на орбиту (на МКС) обсерватории МВН (рентгеновский мониторинг всего неба) и подготовленной научной программой исследований на планирующейся к запуску Российской орбитальной станции (РОС). Начато интенсивное использование одного из крупнейших астрономических инструментов – Сибирского радиогелиографа, предназначенного для измерения активности Солнца и наблюдения за его поверхностью.

Следует отметить серьезную проблему: развитие технологической базы астрономических исследований в России сильно зависит от прогресса в создании отечественных высококачественных приемников излучения в широком интервале длин волн (мм/субмм, ИК-, УФ- и т.д). Пока этот прогресс относительно незначителен.

В связи с изменениями геополитического характера сильно возрастает роль отечественной астрономической науки в решении практических задач. Например, в 2024 году научные учреждения РАН и вузов были привлечены к разработке аванпроекта «Системы информационно-аналитического обеспечения безопасности космической деятельности в околоземном космическом пространстве «Млечный путь». По сути, речь идет о создании национальной гражданской системы изучения и парирования космических угроз. Это работа продолжается.

В ближайшее десятилетие останутся актуальными исследования фундаментального характера:

− приближающие к пониманию природы темной материи и темной энергии;

− по развитию глобальных технологий наблюдений с высоким временным разрешением и теории транзиентных источников: от гравитационно-волновых событий и вспышек сверхновых (в частности, килоновых) до событий в Солнечной системе и околоземном космическом пространстве;

− по поиску новых и углубленному изучению уже известных экзопланет и проблемы возникновения и условий существования жизни во Вселенной.

В рамках разрабатываемого федерального проекта «Млечный путь», предусмотрено, что в процессе создания системы:

− будет создана национальная служба Солнца, способная прогнозировать аномалии космической погоды для обеспечения безопасности промышленных линий связи и космических аппаратов;

− будет создан астрономический сегмент национальной системы парирования космических угроз: космического мусора, космической погоды и астероидно-кометной опасности.

Еще один важный научный проект, имеющий практическое значение, – усовершенствование астрономической составляющей координатно-временного обеспечения страны.

ВАЖНЕЙШИЕ ДОСТИЖЕНИЯ

Секция Общей физики и астрономии

1. Интерференция атомов в квантовом абсолютном гравиметре

Разработка высокочувствительных квантовых сенсоров на основе интерференции ультрахолодных атомов открывает большие перспективы для нового поколения приборов и устройств, таких как акселерометры, гравиметры, градиентометры, гироскопы и т. д. [1]. По сравнению с классическими баллистическими абсолютными гравиметрами, квантовые гравиметры имеют преимущество в скорости измерения ускорения свободного падения, представляют большой интерес для фундаментальной метрологии (стандарты массы, стандарты частоты), фундаментальных экспериментов (регистрация гравитационных волн низкочастотного диапазона), навигация, геофизика и т. д.

Нами создан источник ультрахолодных атомов для квантового интерферометра-гравиметра, основой которого является магнитооптическая ловушка (МОЛ). Получено облако 10^7-10^8 атомов ^{87}Rb с температурой около 2 мкК. Проведена компенсация остаточного магнитного поля до уровня порядка 10 мГс с использованием микроволновой спектроскопии магнитодипольных переходов, что позволило провести глубокое субдоплеровское охлаждение атомов. Осуществлена их селективная микроволновая и оптическая накачка в основное немагнитное квантовое состояние $|F{=}1,\ m_F{=}0\rangle$ в количестве более 15% от изначального числа атомов в МОЛ. Проведено исследование двухфотонных рамановских переходов между сверхтонкими подуровнями основного состояния $|F{=}1,2\rangle$, выполнена регистрация сигнала атомной интерференции в двух-импульсной схеме – резонансов Рамси.

В результате реализован атомный интерферометр по трех-импульсной схеме с использованием встречных рамановских пучков с временем свободного падения атомов до 20 мс. Зарегистрирован сигнал атомной интерференции (**Рис. 15**) и измерено ускорение свободного падения с точностью на уровне единиц мГал.

Организация: ИЛФ СО РАН.

Авторы: А.Э. Бонерт, А.Н. Гончаров, Д.Н. Капуста, О.Н. Прудников, А.В. Тайченачев, С.Н. Багаев.

[1] R. Geiger et al, AVS Quantum Sci. 2, 024702 (2020).

Публикации:

Источник ультрахолодных атомов 87Rb для атомного интерферометра-гравиметра // Журнал экспериментальной и теоретической физики. - 2024. - Т.166, N 4(10). - С. 453-459. DOI: 10.31857/S004445102410002X.

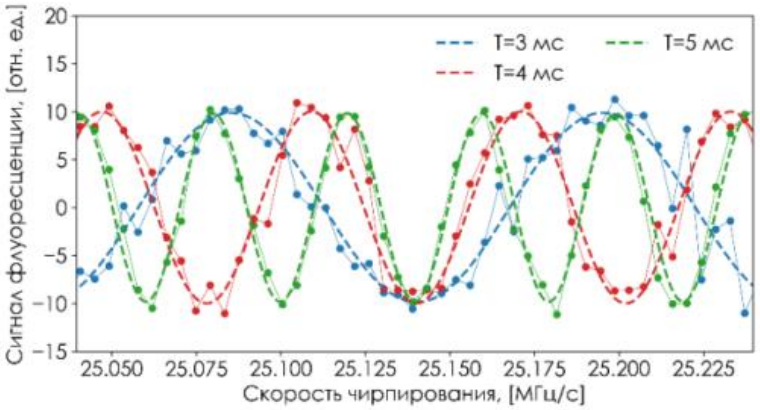


Рис. 15. Сигналы атомной интерференции, полученные в ходе сканирования скорости чирпирования частоты рамановского излучения для различных времен между рамановскими

2. Достижение относительной погрешности измерения разности частот на уровне 10–16 при синхронном сличении двух оптических часов на атомах тулия

В лаборатории ФИАН был выполнен эксперимент по сличению двух оптических часов на основе атомов тулия, которые являются перспективной платформой для создания транспортируемых стандартов частоты (**Рис. 16**). За время измерения 500 с была достигнута относительная погрешность измерения частоты 10^{-16}, что превышает характеристики микроволновых стандартов, используемых на сегодняшний день для формирования шкалы времени. Стоит отметить, что одни из сличаемых тулиевых часов были исполнены в компактном варианте с потенциальной возможностью транспортировки. Высокая, на уровне нескольких Гц, чувствительность частоты часового перехода к магнитному полю и его флуктуациям была более чем на три порядка подавлена использованием синтетической частоты в каждой из систем, что и позволило получить такие результаты.

Устранение ряда систематических сдвигов частоты, связанных с удерживающим потенциалом оптической решётки, является необходимым следующим шагом для достижения относительной неточности частоты на уровне 10^{-17} и лучше. С этой целью нами было осуществлено дополнительное охлаждение атомов тулия (**Рис. 17**) до основного колебательного состояния и достигнуто значение среднего колебательного числа 0.01.

Организации: ФИАН, Российский Квантовый Центр.

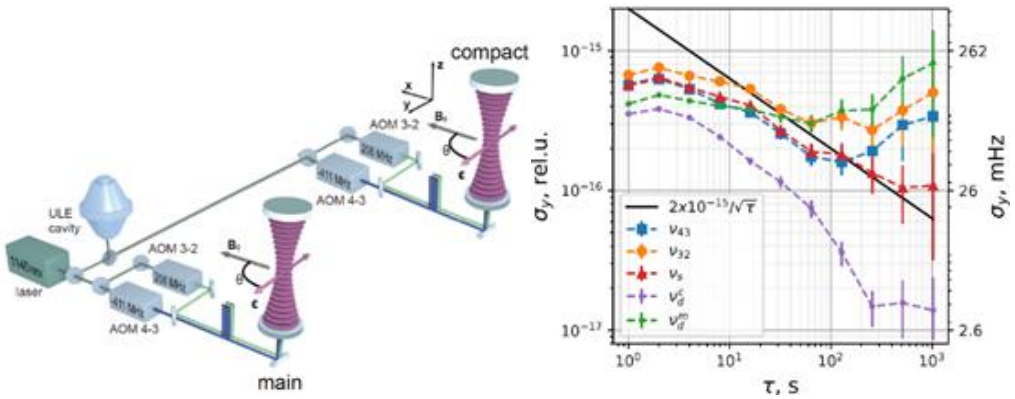
Руководитель: член-корреспондент РАН Н.Н. Колачевский.

Авторы: Д.О. Трегубов, Д.А. Мишин, Д.И. Проворченко, М.О. Яушев, В.Н. Сорокин, К.Ю. Хабарова, А.А. Головизин, Н.Н. Колачевский.

Публикации:

Сличение двух оптических часов на атомах тулия с использованием синхронного опроса / Головизин А.А. [и др.] // Письма в ЖЭТФ – 2024. – Vol. 119. – No 9-10 – pp. 645-650. – DOI 10.31857/S1234567824090039. – URL: https://doi.org/10.31857/S1234567824090039

Лазерное охлаждение атомов тулия до основного колебательного состояния в оптической решётке / Проворченко Д.И. [и др.] // УФН – 2024. – Vol. 194. – No 11 – pp. 1185-1195. – DOI 10.3367/UFNr.2024.05.039678. – URL: https://doi.org/10.3367/UFNr.2024.05.039678



а) б)

Рис. 16. а) Принципиальная схема экспериментальной установки сличения двух тулиевых часов. Показано формирование часовых импульсов и опрос атомов, удерживаемых в оптической решетке, в основной (main) и компактной (compact) системах. б) Девиация Аллана разности синтетических частот двух оптических часов на атомах тулия при синхронном опросе (красная линия $\boldsymbol{\nu_s}$)

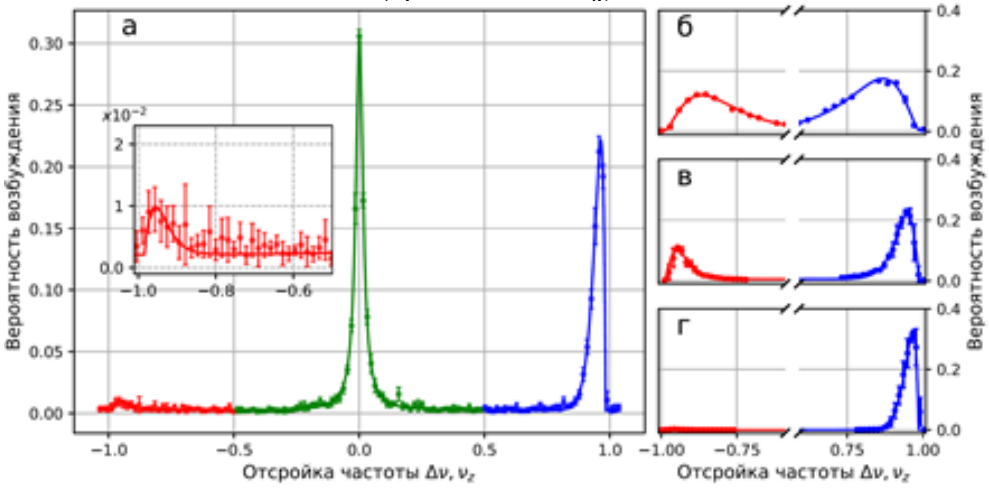


Рис. 17. Спектроскопия боковых колебательных частот часового перехода для режимов работы охлаждения: (а) после процесса переноса населённости перед спектроскопией; (б) без охлаждения ($\bar{n}\approx2$); (в) только радиальное охлаждение; (г) полное охлаждение ($\bar{n}\approx0.01$)

3. Зеркальная рентгеновская оптика на основе монокристаллического кремния для синхротронов

Разработана методика изготовления плоских, сферических и асферических подложек из монокристаллического кремния, обеспечивающая эффективную шероховатость в диапазоне пространственных частот 0,025–65 мкм$^{-1}$ менее 0,2 нм и точность формы по параметру СКО на уровне 1 нм. Методика включает стадию химико-механической полировки, обеспечивающей одновременно шероховатость поверхности на уровне ведущих производителей кремниевых пластин для микроэлектроники и точность формы по параметру СКО меньше 10 нм, и ионно-пучковую обработку, обеспечивающую финальную полировку, асферизацию и коррекцию локальных ошибок формы. Для измерения формы поверхности подложек, в том числе асферических и крупногабаритных, чьи размеры превышают рабочую апертуру интерферометра, разработаны специальные методики, алгоритмы и программное обеспечение. Для финальной аттестации рентгенооптических характеристик зеркал разработан лабораторный стенд, позволяющий исследовать угловые ошибки отраженных волновых фронтов с чувствительностью лучше 1 мкрд. Методики продемонстрировала свою эффективность при разработке плоских, фокусирующих и коллимирующих зеркал для двухзеркального монохроматора и нанофокусирующей системы, разрабатываемых в ИФМ РАН для синхротрона СКИФ (**Рис.**

18), а также для высокоразрешающего рентгеновского спектрометра лабораторного рефлектометра. Разработанные методы изготовления и метрологии находятся на уровне, близком к мировым лидерам, компании JTEC (Япония) и ZEISS (Германия), производящим зеркала из монокристаллического кремния для синхротронных применений.

а) б)

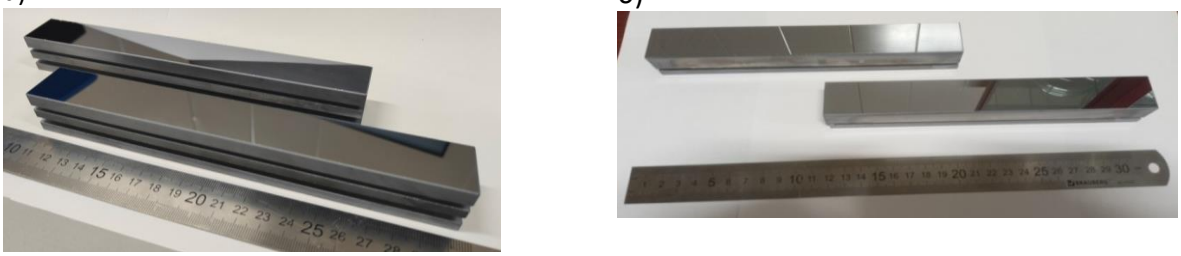


Рис. 18. Рентгеновские зеркала на основе монокристаллического кремния для двухзеркального монохроматора (а) и нанофокусирующей системы (б) синхротрона СКИФ

Организация: ИФМ РАН.

Авторы: Ахсахалян А.А., Гарахин С.А., Глушков Е.И., Зорина М.В., Короткова Н.А., Малышев И.В., Михайленко М.С., Морозов С.С., Пестов А.Е., Петраков Е.В., Реунов Д.Г., Торопов М.Н., Чернышев А.К., Чхало Н.И., Беляев С.Н., Мальшакова О.А.

Публикации:

1. Petrakov E.V., et al., «Effective filtering of diffraction rings on surface maps of high-precision X-ray mirrors as reconstructed from high-coherence interferometry data», Optical Engineering 63, 114104 (2024).

2. Petrakov E.V. et al. «Metrology of the shape of large-size and aspherical x-ray mirrors with subnanometer accuracy», J. Surf. Investig. (принята в печать)

3. Reunov D.G. et al., «Stand for certification of X-ray optical elements and systems for synchrotron applications», J. Surf. Investig. (принята в печать)

4. M.S. Mikhailenko et al., «Microstructure of the subsurface layer formed in monocrystalline silicon during etching with Xe+ ions investigation», Appl. Surf. Sci. (under review)

5. A.E. Pestov et al., «A technique for forming substrates for grazing incidence X-ray mirrors with cylindrical surface profiles», Appl. Opt. (under review)

6. Михайленко М.С., и др., «Способ осесимметричной коррекции оптических деталей произвольной формы». Патент номер RU 2793080 C1. Приоритет 29.09.2022.

4. Кремниевый лавинный фотодиод с фронтом нарастания фотоотклика меньше 350 пс на длине волны 1064 нм

Впервые в России разработан кремниевый лавинный фотодиод (APD) для LIDAR применений. Одним из таких актуальных применений является область SLR (satellite laser ranging). С помощью этой технологии определяют высоты орбит навигационных спутников. Необходимость прецизионного измерения абсолютной орбиты навигационных спутников обусловлена тем фактом, что корректность значения величина орбиты напрямую влияет на точность определения координат объектов в системах глобального позиционирования. В зависимости от результатов определения орбиты спутника принимаются решения о величине необходимой коррекции орбиты или изменении данных для алгоритмов позиционирования. Основными требованиями для таких APD являются: размер активной области, скорость нарастания переднего фронта отклика, его стабильность, а также уровень квантового выхода. В разработанном фотодиоде зона лавинного умножения была сформирована внутри активной области толщиной ~20 мкм для обеспечения субнаносекундных фронтов нарастания на длине волны 1064 нм. Структура разработанного лавинного фотодиода обеспечивала возможность достижения коэффициента умножения свыше 2000, что позволило обеспечить следующую совокупность характеристик: активная область диаметр 350 мкм, квантовый выход до 215

электронов/фотон для λ=1064 нм, темновой ток не более 0.77 нА, ёмкость 3 пФ (**Рис. 19**а) и фронт нарастания менее 350 пс при напряжении обратного смещения 270 вольт (**Рис. 19**).

Перечисленная совокупность параметров ставит разработанный лавинный фотодиод на уровень лучших мировых результатов в данном направлении. Из чего следует, что разработанный APD может считаться перспективным кандидатом для области SLR, а также является первым российским кремниевым APD для таких применений.

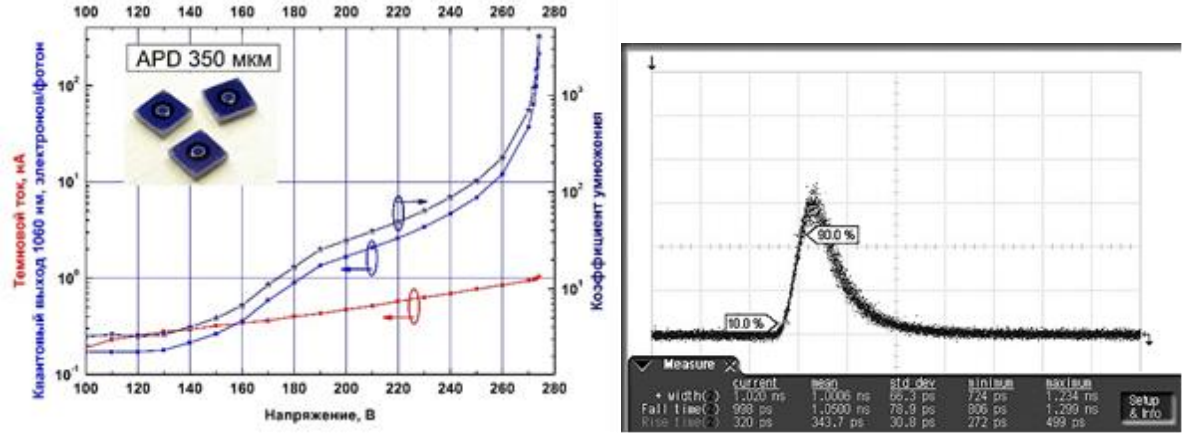
Организация: ФТИ им. А.Ф. Иоффе РАН.

Руководитель: академик РАН Забродский В.В.

Авторы: П.Н. Аруев, И.М. Гаджиев, В.В. Забродский, А.В. Николаев, Е.В. Шерстнёв.

Публикации:

П.Н. Аруев, И.М. Гаджиев, В.В. Забродский, А.В. Николаев, Е.В. Шерстнёв «Кремниевый лавинный фотодиод с фронтом нарастания фотоотклика меньше 350 ps на длине волны 1064 nm» Письма в ЖТФ, 2024, том 50, вып. 6.



а) б)

Рис. 19. Характеристики разработанного кремниевого фотодиода

5. Новый эффект безызносного трения

Установлен новый эффект безызносного трения в условиях граничного трения скольжения при скоростях до 9 м/с и нагрузке до 250 Н алюминиевого сплава по стали, модифицированной висмутом короткоимпульсным лазерным оплавлением. Природа нового эффекта (**Рис. 20**) основана не на избирательном массопереносе (эффект безызносности при трении Гаркунова-Крагельского), а определяется подавлением адгезии между трущимися телами в результате модифицирования висмутом, образованием трибослоев субкарбоната висмута с легким базисным скольжением тетрагональной решетки, уменьшением механической составляющей трения алмазным выглаживанием поверхности, процессами самоорганизации поверхностей трения за счет выгодного перераспределения материала в зоне контакта и высокой циклической прочностью алюминиевых сплавов. Модифицированные висмутом поверхности демонстрируют сверхнизкий коэффициент трения скольжения (до 0,03) без подачи смазки в парах с контртелами из бронзы, алюминиевого сплава и чугуна. Данное явление открывает новую страницу в понимании эффекта безызносности и сверхнизкого коэффициента трения, а результаты исследований имеют высокий научный и практический потенциал.

Организации: ИФМ УрО РАН, Удмуртский государственный университет, Удмуртский государственный аграрный университет, ИМАШ УрО РАН, Удмуртский Федеральный исследовательский центр УрО РАН.

Авторы: А.В. Макаров, Е.В. Харанжевский, В.А. Сирош, А.Г. Ипатов, Н.Н. Соболева, Е.Г. Волкова, Ф.З. Гильмутдинов.

Публикации:

Макаров А.В., Харанжевский Е.В., Ипатов А.Г. Сирош В.А., Соболева Н.Н., Волкова Е.Г. Эффект безызносности при поверхностном легировании стали висмутом // Трение и износ. – 2024. – Т. 45. – Вып. 6. – С. 449-459.

Makarov A.V., Sirosh V.A., Soboleva N.N., Volkova E.G., Ipatov A.G., Gil`mutdinov F.Z. and Kharanzhevskiy E.V. Ultralow Wear in Boundary Lubrication: A Tribological Study of Bi-Alloyed Steel under High Normal Loads and Sliding Speeds // Friction. – 2025. – V. 13. – 9441049.

Макаров А.В., Иноземцев А.А., Дегтярь В.Г., Харанжевский Е.В., Котельников А.Б., Вопнерук А.А. Обеспечение технологического суверенитета России в металлургии и машиностроении // Вестник РАН. – 2024. – Т. 94. – № 3. – С. 232–245.

Патент РФ 2826632 / МПК C23C 24/08; C23C 4/18; B23K 26/342; C23C 26/02. Способ получения износостойкого антифрикционного покрытия на подложке из стали, никелевого или титанового сплава / Е.В. Харанжевский, А.Г. Ипатов, А.В. Макаров. – Опубл. в БИМП 16.09.2024. – Бюл. № 26.

Kharanzhevskiy E.V., Ipatov A.G., Makarov A.V., Gil'mutdinov F.Z. Towards eliminating friction and wear in plain bearings operating without lubrication // Scientific Reports. – 2023. – V.13. – Art. 17362.

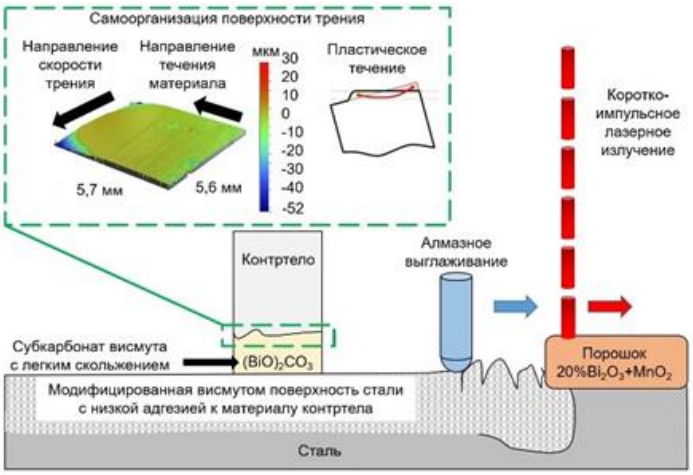


Рис. 20. Схема реализации нового эффекта безызносного трения и сверхнизкого коэффициента трения

6. Открытие новых черных дыр, нейтронных звезд и белых карликов телескопом ART-XC им. М.Н. Павлинского обсерватории «Спектр-РГ»

Телескоп ART-XC на борту обсерватории «Спектр-РГ» – единственный в мире зеркальный рентгеновский телескоп с широким полем зрения, который позволяет решить задачу построения карты всего неба и его отдельных областей в жестких рентгеновских лучах на недостижимом ранее уровне детализации. В текущем году была закончена работа по анализу данных глубокого обзора центральной области Галактики и первых пяти обзоров всего неба, проведенных в 2019–2022 гг. В результате на всем небе зарегистрировано более 1500 источников жесткого рентгеновского излучения, из которых примерно 10% ранее не были известны. В основном это аккрецирующие сверхмассивные черные дыры, скрытые за толщей газа и пыли в ядрах галактик. В области Галактического центра обнаружено более 170 источников, треть из которых ранее не были известны (**Рис. 21**). По предварительным оценкам, подавляющая часть источников в центре Галактики являются аккрецирующими белыми карликами с сильным магнитным полем. С октября 2023 по ноябрь 2024 года телескоп ART-XC провел еще два полных обзора всего неба, продолжая открывать интересные объекты. В частности, был обнаружен и подробно исследован с высоким временным разрешением новый представитель редкого класса

объектов – вспыхивающий аккрецирующий рентгеновский пульсар. Нейтронная звезда в этой двойной системе совершает каждую секунду 448 оборотов вокруг своей оси, а на ее поверхности каждые несколько часов происходят мощные термоядерные взрывы.

Организации: ИКИ РАН, РФЯЦ – ВНИИЭФ, Роскосмос.

Авторы: Семена А.Н., Сазонов С.Ю., Мольков С.А., Лутовинов А.А., Арефьев В.А., Бунтов М.В., Буренин Р.А., Вихлинин А.А., Зазнобин И.А., Захаров Е.И., Карасев Д.И., Кривонос Р.А., Лапшов И.Ю., Левин В.В., Мереминский И.А., Павлинский М.Н., Поутанен Ю.Й., Семена Н.П., Сюняев Р.А., Ткаченко А.Ю., Усков Г.С., Филиппова Е.В., Цыганков С.С., Штыковский А.Е. (ИКИ РАН, Москва); Гаранин С.Г., Гарин М.Н., Григорович С.В. (РФЯЦ - ВНИИЭФ); Борисов К.В., Ворон В.В. (Роскосмос).

Публикации:

Molkov S.V., Lutovinov A.A., Tsygankov S.S., Suleimanov V.F., Poutanen J., Lapshov I.Yu., Mereminskiy I.A., Semena A.N., Arefiev V.A., Tkachenko A.Yu. «Discovery of SRGA J144459.2-604207 with the SRG/ART-XC telescope: A well-tempered bursting accreting millisecond X-ray pulsar». Astronomy and Astrophysics, vol. 690, id.A353 DOI: 10.1051/0004-6361/202450581.

Sazonov S., Burenin R., Filippova E., Krivonos R., Arefiev V., Borisov K., Buntov M., Chen C.-T., Ehlert S., Garanin S., Garin M., Grigorovich S., Lapshov I., Levin V., Lutovinov A., Mereminskiy I., Molkov S., Pavlinsky M., Ramsey B.D., Semena A., Semena N., Shtykovsky A., Sunyaev R., Tkachenko A., Swartz D.A., Uskov G., Vikhlinin A., Voron V., Zakharov E., Zaznobin I. «SRG/ART-XC all-sky X-ray survey: Catalog of sources detected during the first five surveys». Astronomy and Astrophysics, vol. 687, id. A183 (2024) DOI: 10.1051/0004-6361/202348950.

Semena A., Vikhlinin A., Mereminskiy I., Lutovinov A., Tkachenko A., Lapshov I., Burenin R. «SRG/ART-XC Galactic Bulge deep survey. I. Maximum likelihood source detection algorithm for X-ray survey». Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, vol. 533, p. 313-323 (2024) DOI: 10.1093/mnras/stae1741.

Semena A., Mereminskiy I., Lutovinov A., Sazonov S., Arefiev V., Borisov K., Burenin R., Buntov M., Garanin S., Garin M., Grigorovich S., Karasev D., Krivonos R., Levin,V.. Lapshov I., Molkov S., Pavlinsky M., Shtykovsky A., Semena N., Sunyaev R., Tkachenko A., Vikhlinin A., Voron V. «SRG/ART-XC Galactic Bulge deep survey. II. Catalogue of point sources». Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, vol. 529, p. 941-952 (2024). DOI: 10.1093/mnras/stae189.

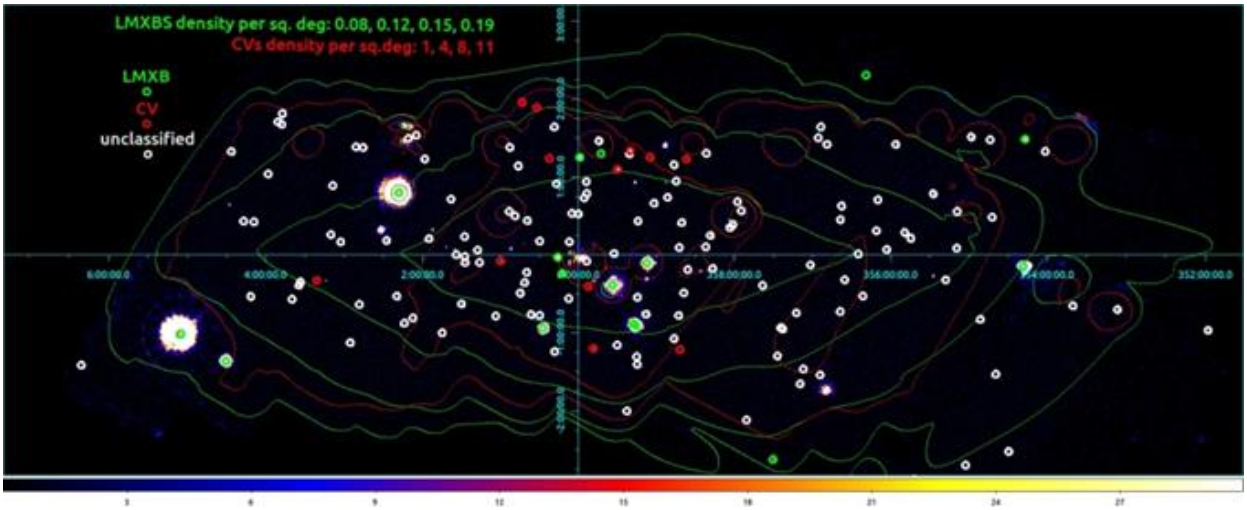


Рис. 21. Рентгеновские источники, обнаруженные в области балджа Галактики в ходе глубокого обзора телескопа ART-XC обсерватории Спектр-РГ. Красными и зелеными символами отмечены известные катаклизмические переменные и маломассивные рентгеновские двойные системы, белыми – пока не отождествленные источники

7. Опасности и угрозы из космоса

В октябре 2024 года выпущена первая на русском языке книга, посвященная системному изложению проблем космических опасностей и угроз как естественных, так и антропогенных (**Рис. 22**).

Книга может служить кратким справочником по современному состоянию наиболее актуальных проблем: космического мусора, космической погоды, астероидно-кометной опасности, биологического заражения, климатических катастроф, астрофизических угроз, а также по проблеме темного и спокойного неба.

Книга рассчитана на широкий круг специалистов, а также читателей, интересующихся астроно-мией, вопросами экологии космоса и Земли, проблемами безопасности и даже вопросом выживания человечества. Книга основана на курсах лекций, прочитанных авторами в течение ряда лет в МГУ им. М. В. Ломоносова, и может использоваться как учебное пособие.

Авторы: член-корреспондент РАН Б.М. Шустов (ИНАСАН) и д.ф.-м.н. М.Е. Прохоров (МГУ им. М.В. Ломоносова).

Публикация:

Б. М. Шустов, М. Е. Прохоров // Опасности и угрозы из космоса // Москва : Знание-М, 2024. – 270 с. ISBN: 978-5-00255-001-2



Рис. 22. Обложка книги «Опасности и угрозы из космоса»

8. Гиро-ЛОВ с октавной полосой перестройки частоты генерации

Разработан, изготовлен и испытан новый тип гироприборов, представляющий собой лампу обратной волны (гиро-ЛОВ), с зигзагообразной электродинамической системой (**Рис. 23**). Экспериментально продемонстрирована перестройка частоты генерации в октавной полосе частот на киловаттном уровне мощности (**Рис. 24**). Заполненность диапазона частот 90–195 ГГц зонами генерации с мощностью более 100 Вт составляет около 70%, что более чем на порядок превышает этот показатель для любых известных экспериментально реализованных приборов в этом диапазоне частот. Эксперименты полностью подтвердили основные выводы теории, согласно которым данный прибор может стать уникальной альтернативой как обычным ЛОВ, так и гиротронам в субтерагерцовой области частот.

Организация: ИПФ РАН.

Авторы: Г.Г. Денисов, С.В. Самсонов, И.Г. Гачев, А.А. Богдашов, М.В. Каменский, К.А. Лещева, А.В. Савилов, Е.М. Новак, Е.М. Тай, С.Ю. Корнишин.

Публикации:

1. S. V. Samsonov, G. G. Denisov, A. A. Bogdashov, I. G. Gachev, M. V. Kamenskiy, A. V. Savilov, and E. M. Novak, «Design and Experiment on One-octave Bandwidth Gyro-BWO with a Microwave Circuit in the Form of Zigzag Quasi-optical Transmission Line», IEEE 2024 Photonics & Electromagnetics Research Symposium (PIERS), Chengdu, China, 2024, DOI: 10.1109/PIERS62282.2024.10618307.

2. S.V. Samsonov, G.G. Denisov, A.A. Bogdashov, I.G. Gachev, M.V. Kamenskiy, K.A. Leshcheva, A.V. Savilov, E.M. Novak «First Experimental Results on Gyrotron Backward-Wave Oscillator with Zigzag Quasi-Optical Transmission Line», IEEE Electron Device Letters, 45, 7, 1333-1336 (2024) DOI: 10.1109/LED.2024.3400976.

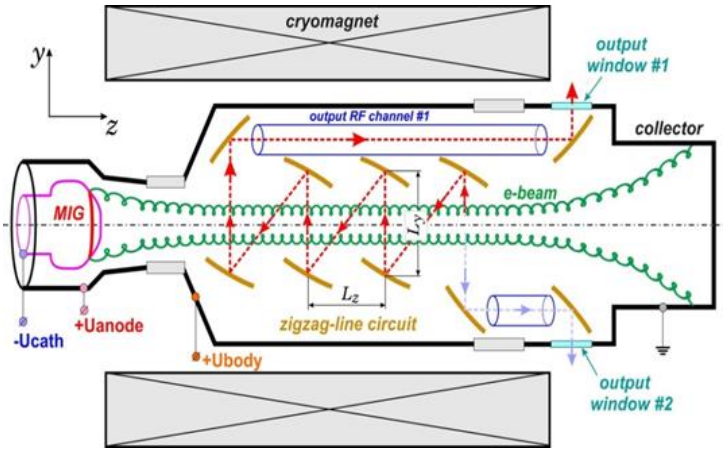


Рис. 23. Схема «зигзагообразной» квазиоптической гиро-ЛОВ

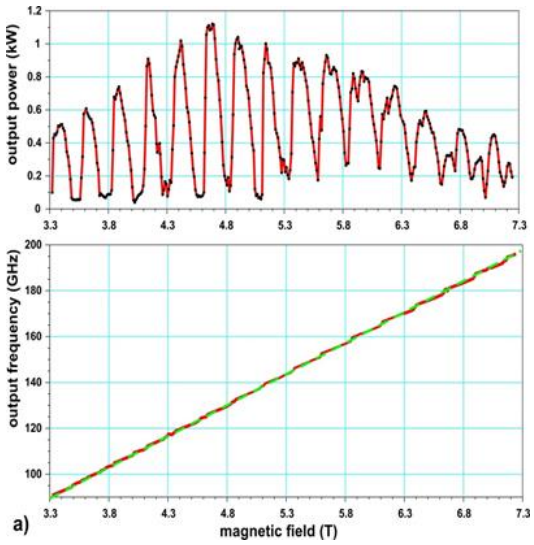


Рис. 24. Зоны генерации при магнитных полях от 3.3 Тл до 7.3 Тл

9. Создан проект волноводного СИС смесителя на 345 ГГц и прототипы смесителей для спектрометра высокого разрешения

Впервые в Российской Федерации спроектирован волноводный смеситель на основе туннельного перехода сверхпроводник–изолятор–сверхпроводник (СИС) для частоты 345 ГГц (**Рис. 25**, вверху). Представлены результаты численного моделирования для спроектированного смесителя, показывающие уровень его согласования с внешним излучением на уровне от 0.85 до 0.95 в диапазоне частот 300-380 ГГц (**Рис. 25**, внизу). Проведена оценка устойчивости разработанных дизайнов к основным отклонениям размеров и технологических параметров. Разрабатываемый приемный элемент–прототип имеет потенциал быть использованным в будущем на борту космической обсерватории «Миллиметрон» в составе прибора для наблюдений в режиме радиоинтерферометра Земля–Космос.

Разработаны прототипы смесителей для спектрометра высокого разрешения, проектируемого для изучения распределения воды во вселенной. В частности, продемонстрирован смеситель на горячих электронах (Hot Electron Bolometers, HEB) с нескорректированной шумовой температурой менее 1000 К на частоте около 2.5 ТГц (**Рис. 26**).

Организации: ФИАН, ИРЭ РАН, Московский государственный педагогический университет, Университет Гронингена (Нидерланды), МФТИ.

Авторы: К.И. Рудаков, И.В. Третьяков, А.В. Худченко, В.П. Кошелец, И.В. Ивашенцева, Н.С. Каурова, В.М. Воронов, М.С. Кирсанова, Т.И. Ларченкова, Г.Н. Гольцман, А.М. Барышев, Р. Хеспер, Ф.В. Хан, Е.С. Жукова, А.М. Чекушкин, А.В. Мелентьев, К.В. Живетев, А.В. Терентьев, С.Ф. Лихачев.

Публикации:

К.И. Рудаков, А.В. Худченко, В.П. Кошелец, «Прототип волноводного СИС смесителя на 345 GHz», Журнал технической Физики, Vol.94, No. 7, pp. 1111-1117, 2024.

I.V. Tretyakov, A.V. Khudchenko et. al. “Development of Mixers for the High Resolution Spectrometer of the Millimetron Space Observatory”, IEEE TST, Nov. 2024. doi.org/10.1109/TTHZ.2024.3505592.

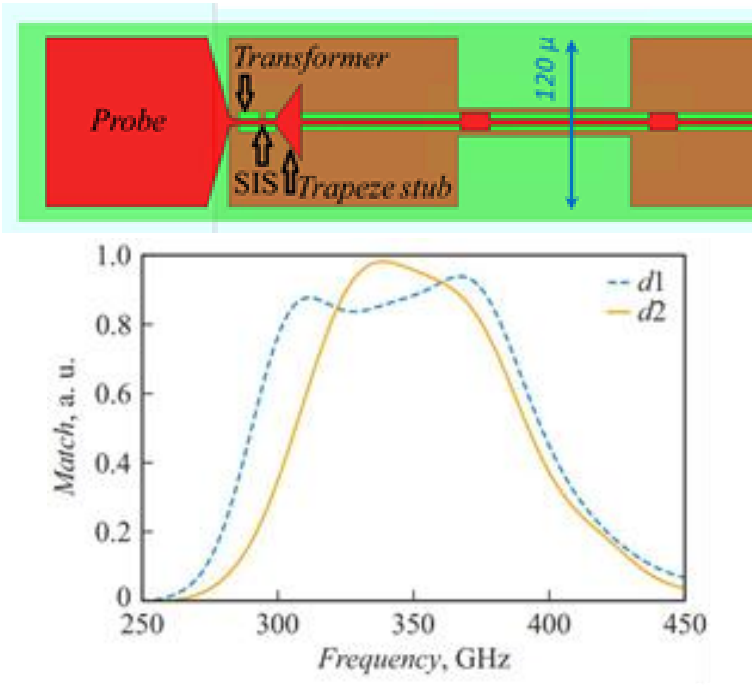


Рис. 25. Ниобиевая микросхема (вверху). СИС переход (SIS), встроен в микрополосковую линию между волноводным зондом (Probe) с трансформатором импеданса (Transformer) и трапециевидным замыкателем (Trapeze stub); согласования СИС перехода по мощности (внизу) для двух модификаций дизайна (d1 и d2)

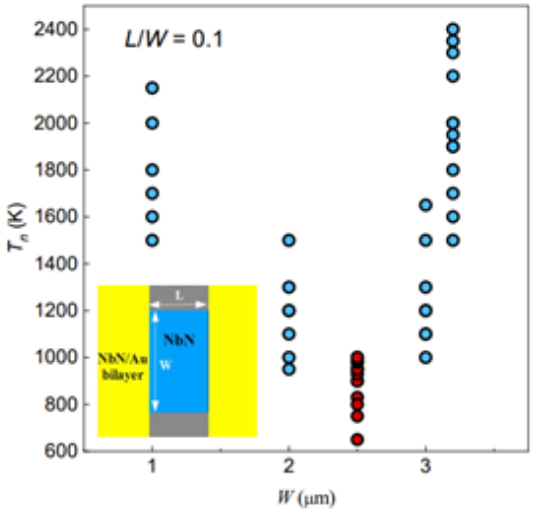


Рис. 26. Шумовая температура, измеренная на частоте 2.5 ТГц для изготовленных смесителей различной ширины детектирующего слоя NbN

10. Прецизионное измерение гравитационного смещения частоты электромагнитных сигналов

Коммуникационные радиосигналы между орбитальным космическим аппаратом (КА) и наземной станцией слежения (НСС) испытывают смещение частоты пропорционально позиционной разности их гравитационных потенциалов. Эффект составляет экспериментальную базу общей теории относительности (ОТО) как один из аспектов принципа эквивалентности Эйнштейна (ПЭЭ). В работе представлены результаты прецизионного измерения эффекта с помощью стандартов частоты, размещенных на КА и НСС. Использовались данные специальных гравитационных сеансов радиосвязи, проведенных во время миссии космического радиотелескопа РадиоАстрон в период 2015–2019 гг. (**Рис. 27** – **Рис. 29**). Скрупулезный анализ этих данных позволяет утверждать соответствие теории и эксперимента с высокой точностью:

параметр отклонения от ОТО составил $1.57 \pm 3.96 \cdot 10^{-5}$, что в 5 раз точнее результата GP-A (США). Впервые измерения выполнены в зоне большого удаления от Земли (250 тыс. км), на порядок дальше конкурирующих экспериментов (20 тыс. км).

Организации: МГУ им. М.В. Ломоносова, ГАИШ, ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, МГТУ им. Н.Э. Баумана, ФИАН.

Руководитель: д.ф.-м.н. В.Н.Руденко (МГУ им. М.В. Ломоносова, ГАИШ).

Авторы: В.Н. Руденко, А.В. Белоненко, А.В. Гусев, Ф.С. Гурин, В.В. Кулагин, С.М. Попов, МГУ им. М.В. Ломоносова, ГАИШ); Г.Д. Манучарян (МГТУ им. Н.Э. Баумана); М.В. Захваткин (ИПМ им. М.В. Келдыша РАН); А.В. Коваленко (ФИАН).

Публикации:

ЖЭТФ, 2024, том 166, вып. 5 (11), стр. 632–640, 2024.

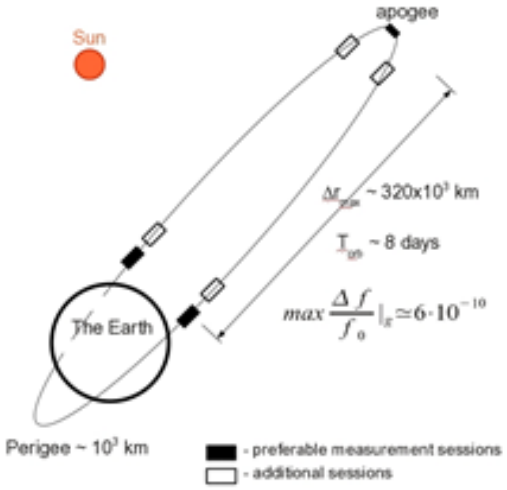


Рис. 27. Позиции измерений на орбите РА

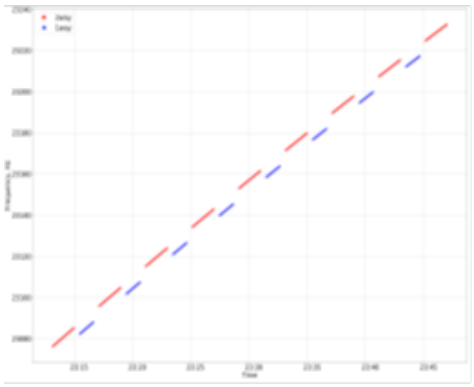


Рис. 28. Частотные сдвиги при смене режимов 1w, 2w

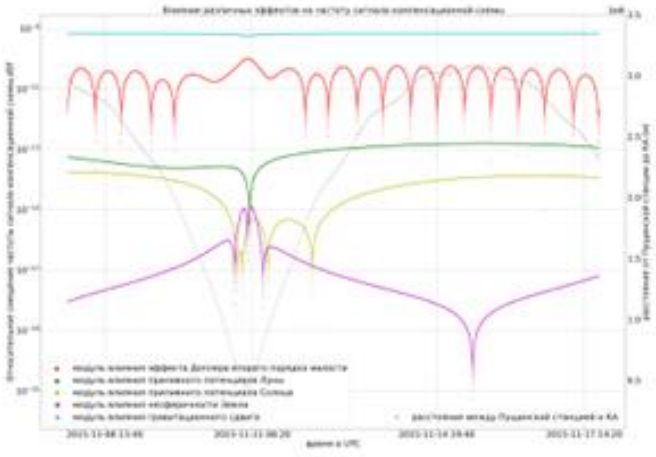


Рис. 29. Сдвиг «редшифт» (сверху) и остаточные помехи

Секция Ядерной физики

1. Аналитическое решение задачи роста бозе-звезд в темной материи

Впервые аналитически решена задача роста бозе-звезд в газе частиц легкой темной материи, таких как аксионы КХД или легкие бозоны в моделях теории суперструн. Обнаружено, что после возникновения звезды система описывается автомодельным решением кинетических уравнений. Вместе с законами сохранения это фиксирует массовую эволюцию бозе-звезды. Показано, что существенная доля начальной массы скопления частиц конденсируется за время, сопоставимое с возрастом Вселенной (**Рис. 30**). Результат важен как для прямых, так и для косвенных астрофизических экспериментов по поиску темной материи. Развитый метод решения на основе введенного понятия «адиабатической автомодельности» представляет интерес для кинетической теории в целом.

Организация: ИЯИ РАН.

Авторы: А.С. Дмитриев, Д.Г. Левков, А.Г. Панин, И.И. Ткачев.

Публикации:

A.S. Dmitriev, D.G. Levkov, A.G. Panin and I.I. Tkachev, Self-Similar Growth of Bose Stars, Phys. Rev. Lett. 132, no.9, 091001 (2024), doi:10.1103/PhysRevLett.132.091001, импакт-фактор 8.1.

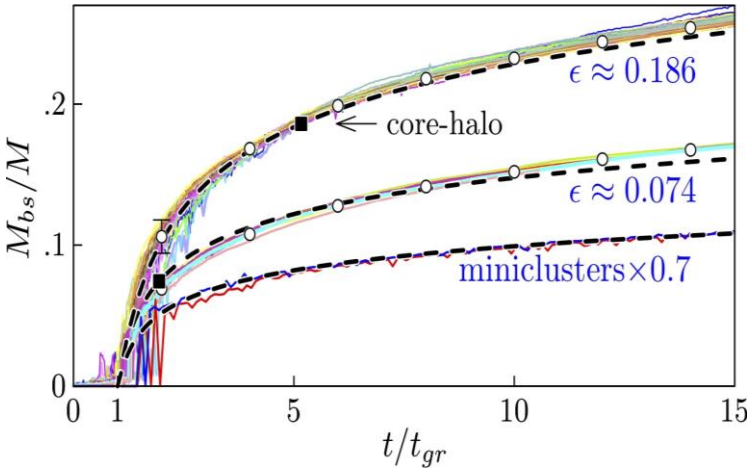


Рис. 30. Зависимость массы бозе-звезды от времени для трех различных скоплений с определенными, отличающимися параметром ε, начальными условиями. Штриховые линии – аналитическое решение, сплошные цветные линии – численные результаты для большого количества моделей с существенно различным временем релаксации tgr .

2. «Фабрика сверхтяжелых элементов»

На ускорительном комплексе «Фабрика сверхтяжелых элементов» Объединенного института ядерных исследований впервые выполнен эксперимент по синтезу изотопов 116-го элемента в реакции $^{50}Ti + {}^{242}Pu$. Эксперимент направлен на поиск оптимальной реакции для синтеза новых сверхтяжелых элементов с номерами 119 и 120. Было измерено сечение при двух энергиях налетающего иона, а также зарегистрирован новый изотоп 116-го элемента — ^{289}Lv (**Рис. 31**). Обработка экспериментальных данных продолжается.

Организация: ОИЯИ.

Координатор работ: Ю.Ц. Оганесян.

Публикации:

Oganessian Yu. Ts. // Eur. Phys. J. A. 2024. Topical collection: Heavy and Super-Heavy Nuclei and Elements: Production and Properties. To be published.

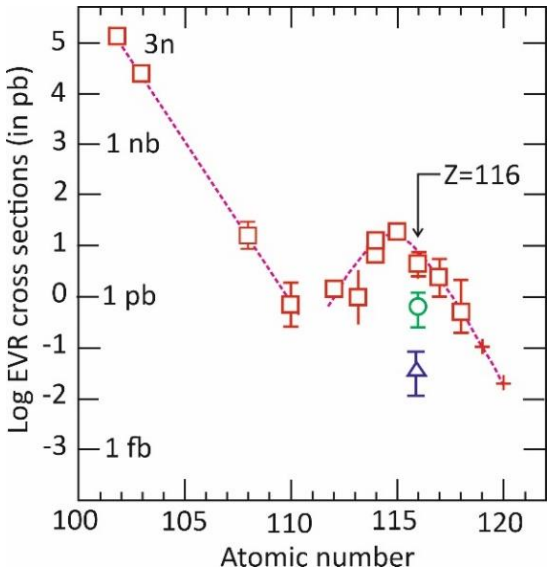


Рис. 31. Сечения образования элементов с Z = 102–118 в реакциях с ^{48}Ca (красные квадраты). Для элемента 116 показаны предварительные данные, полученные в реакциях с ^{54}Cr (синий треугольник) и ^{50}Ti (зеленый кружок)

3. Технологический пуск ускорительного комплекса NICA

В ходе визита в ОИЯИ в июне 2024 года Президент Российской Федерации В.В. Путин дал старт технологическому пуску ускорительного комплекса NICA. Мегасайенс проект «Комплекс NICA» нацелен на получение фундаментальных знаний о ядерной материи, образующейся в столкновениях тяжелых ионов, изучение её фазовых превращениях в экстремальных условиях больших температур и плотностей, а также на исследование спиновой структуры нуклонов и легких ядер. Запуск комплекса даст ученым возможность проведения таких экспериментов, которые не могут быть выполнены в других исследовательских центрах.

Ранее была введена в эксплуатацию инжекторная часть комплекса, что позволило начать осуществление международного сотрудничества на базе эксперимента BM@N – «Барионная материя на Нуклотроне», в котором была набрана значительная статистика и уже опубликованы первые результаты анализа экспериментальных данных. Активно развивается инфраструктура для проведения прикладных исследований, проведены первые радиационные испытания в области микроэлектроники и радиобиологии. Перспективные результаты получены в развитии уникальной технологии создания быстроциклирующих сверхпроводящих магнитов, а также магнитов на основе высокотемпературной сверхпроводимости.

Технологический пуск вывел подготовку запуска всего комплекса NICA на финишную прямую. На Рис. **32** представлен участок тоннеля коллайдера, в котором полным ходом идет монтаж магнитно-криостатной системы, включающей 80 двухапертурных дипольных, 86 квадрупольных и более 100 корректирующих магнитов, ВЧ станции и квадрупольные линзы участка встречи пучков. Ведется объединение секций высоковакуумного объема в Западной и Восточной дугах коллайдера, монтаж криогенного оборудования и источников питания в здании коллайдера, подключение и тестирование систем электроснабжения, электропитания и эвакуации энергии. Завершается создание инженерной инфраструктуры. Начаты испытания источников питания сверхпроводящих магнитов коллайдера. Разработана детальная программа подготовки к физическому запуску комплекса, включающая последовательную настройку элементов комплекса параллельно с завершением монтажа подсистем коллайдера.

Руководство проектом осуществляют сотрудники ОИЯИ: Г.В. Трубников (директор ОИЯИ), В.Д. Кекелидзе, А.В. Бутенко и А.С. Сорин. Комплекс создается специалистами ОИЯИ с привлечением наиболее авторитетных экспертов из мировых

научных центров. Исполнение проекта контролируется многоуровневой структурой международных экспертных комитетов. В реализации проекта задействовано более 20 организаций, включая Курчатовский институт, МГУ, а также организации, подведомственные РАН, Министерству образования и науки и РОСАТОМу.

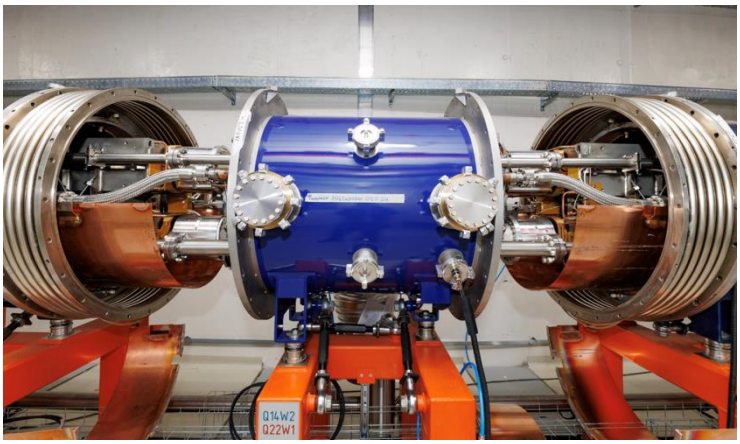


Рис. 32. Магниты коллайдера NICA собираются в единое кольцо. По мере сборки кольца проводятся вакуумные, криогенные и силовые испытания

4. Создание линейного ускорителя электронов с энергией 200 МэВ – инжектора для ЦКП «СКИФ»

В ИЯФ СО РАН создан линейный ускоритель с энергией 200 МэВ инжектора ЦКП «СКИФ». Он состоит из ВЧ пушки, канала группировки, пяти регулярных ускоряющих структур, магнитной системы, системы диагностики, волноводного тракта. Кроме этого для линейного ускорителя инжектора ЦКП «СКИФ» изготовлены все клистроны, необходимые для его запуска. На **Рис. 33** показаны достигнутые СВЧ мощности клистронов. Собранный линейный ускоритель в здании инжектора ЦКП «СКИФ» показан на р**Рис. 34**.

Организации: ИЯФ СО РАН, ЦКП «СКИФ».

Авторы: А.Е. Левичев, М.В. Арсентьева, А.М. Батраков, В.Н. Волков, С.Ч. Ма, О.И. Мешков, Д.А. Никифоров, А.В. Павленко, А.М. Барняков, А.А. Кондаков, Е. С. Котов, О.А. Павлов, Д.И. Чекменев, С.Л. Самойлов, А.М. Семенов, Н.С. Щегольков, А.М. Барняков, С.Е. Карнаев, Е.А. Ротов.

Публикации:

1. М. В. Арсентьева, А. Е. Левичев, А. М. Батраков. Результаты работы стенда линейного ускорителя СКИФ. Письма в ЭЧАЯ. 2024. Т. 21, № 3(254). С. 334–34, EDN NVPOCD.

2. A. Levichev, M. Arsentyeva, K. Grishina. Beam energy spectra in the presence of cell-to-cell phase advance errors. JINST 19 T09001. 2024. DOI 10.1088/1748-0221/19/09/T09001.

3. В.Н. Волков, М.В. Арсентьева, А.М. Барняков, А.М. Батраков, Е.А. Бехтенев, Н.Г. Васильева, С.М. Гуров, С.Е. Карнаев, А.А. Кондаков, А.Н. Косарев, С.А. Крутихин, Г.Я. Куркин, А.Е. Левичев, А.Ю. Мартыновский, О.И. Мешков, С.В. Мотыгин, Д.А. Никифоров, В.К. Овчар, А.В. Павленко, О.А. Павлов, М.В. Родякин, Е.А. Ротов, И.К. Седляров, А.М. Семенов, Ма Сячао, М.Г. Федотов. Инжектор синхротрона СКИФ с термокатодной высокочастотной пушкой. Журнал технической физики, 2024, том 94, вып. 6. С. 913-923 DOI 10.61011/JTF.2024.06.58132.32-2.

4. В.Н. Волков, М.В. Арсентьева, А.М. Барняков, А.М. Батраков, Е.А. Бехтенев, Н.Г. Васильева, С.М. Гуров, С.Е. Карнаев, А.А. Кондаков, А.Н. Косарев, С.А. Крутихин, Г.Я. Куркин, А.Е. Левичев, А.Ю. Мартыновский, С.В. Мотыгин, Д.А. Никифоров, В.К. Овчар, А.В. Павленко, О.А. Павлов, М.В. Родякин, Е.А. Ротов, И.К. Седляров, А.М. Семенов, М.Г. Федотов, К.Н. Чернов. Термокатодная высокочастотная пушка и

группирующий резонатор для инжектора синхротрона СКИФ. Журнал технической физики, 2024, том 94, вып. 6. С. 924-933, DOI 10.61011/JTF.2024.06.58133.33-24.

5. Levichev, A., Barnyakov, A., Samoylov, et al. Development and testing of a high-power S-band klystron at BINP SB RAS. Nuclear Science and Techniques, 2024, Vol. 35. No. 7, article No 117, DOI 10.1007/s41365-024-01471-9.

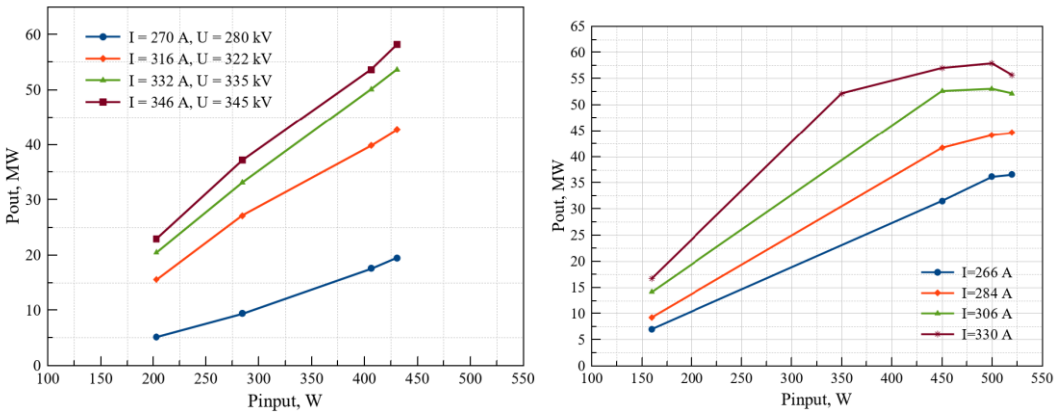


Рис. 33. Измеренные СВЧ мощности изготовленных клистронов для линейного ускорителя инжектора ЦКП «СКИФ»



Рис. 34. Собранный линейный ускоритель инжектора ЦКП «СКИФ»

5. Глубоководный нейтринный телескоп Baikal-GVD наблюдает более высокий поток нейтрино с энергией свыше 200 ТэВ от Галактики, чем это предсказывается современными моделями

С завершением работы зимней экспедиции 2024 года на озере Байкал количество регистрирующих оптических модулей в состав глубоководного нейтринного телескопа Baikal-GVD превысило 4100, а его эффективный объем в задаче регистрации событий от нейтрино высоких энергий (свыше 100 ТэВ) составил более ≈ 0.6 куб.км. Анализ каскадных событий от нейтрино, полученных при работе детектора в конфигурациях 2018–2023 годов, позволил сделать вывод, что поток галактических нейтрино с энергией выше 200 ТэВ намного выше, чем предсказывается современными моделями. Этот результат Baikal-GVD подтверждается анализом общедоступных данных нейтринного телескопа IceCube с энергией E>200 ТэВ (**Рис. 35**), что открывает новые возможности для изучения происхождения энергичных космических лучей, нейтрино и гамма-лучей в Млечном Пути, поскольку требует серьезного обновления моделей космических лучей (ИЯИ РАН, ОИЯИ и др. в составе консорциума Baikal-GVD).

Организации: ИЯИ РАН, ОИЯИ и др. в составе консорциума Baikal-GVD

Координаторы работ: Домогацкий Г.В., Джилкибаев Ж.-А.М., Белолаптиков И.А.

Публикации:

Baikal-GVD Collaboration (V.A. Allakhverdyan, A.D. Avrorin, A.V. Avrorin, V.M. Aynutdinov et al.) and Y.Y. Kovalev, A.V. Plavin, D.V. Semikoz, S.V. Troitsky, Probing the Galactic neutrino flux at neutrino energies above 200 TeV with the Baikal Gigaton Volume Detector, arXiv:2411.05608 [astro-ph.HE], (2024).

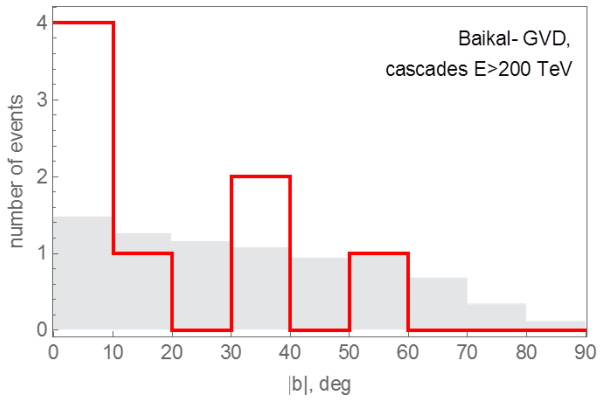


Рис. 35. Распределение каскадных событий Baikal-GVD с энергией выше 200 ТэВ по галактической широте (модуль значения, |b|, в градусах): наблюдаемых (красная гистограмма) и ожидаемых (заштрихованная)

6. Набор целевого интеграла светимости 1 ФБ-1 на коллайдере ВЭПП-2000 в диапазоне энергий 160-1000 МэВ в пучке

Весной 2024 года на российском коллайдере ВЭПП-2000 ИЯФ СО РАН была достигнута интегральная светимость – 1 обратный фемтобарн (1 фб$^{-1}$) в каждом эксперименте – СНД и КМД-3. Эта значительная величина, характеризует количество зарегистрированных полезных событий, использованных для изучения процессов время аннигиляции электрона и позитрона в физике элементарных частиц. Проект установки ВЭПП-2000 был разработан в ИЯФ СО РАН в 90-е гг XX в. для продолжения физической программы предшественника – коллайдера ВЭПП-2М, но уже на большей энергии (до 2-х ГэВ в сцм.) и большей светимости. К большой светимости, проектное значение которой для коллайдера ВЭПП-2000 было заложено еще в начале работ и составило один обратный фемтобарн, команда ИЯФ СО РАН шла несколько лет. За эти годы не только сам комплекс ВЭПП-2000 прошел неоднократную модернизацию, но также был введен в строй Инжекционный комплекс (ИК) – мощного источника пучков заряженных частиц. Работа всего коллектива ИЯФ позволили существенно и планомерно увеличивать темп набора статистики (р**Рис. 36**) и достигнуть высоких научных результатов. Благодаря набранному 1 фб$^{-1}$ ВЭПП-2000 вступил в элитный клуб фабрик элементарных частиц.

Организация: ИЯФ СО РАН.

Публикации:

I.A. Koop et al. (VEPP-2000 Collaboration) Operation experience at VEPP-2000 collider over last 10 years. // «XXIV Харитоновские тематические научные чтения» (2024), ISBN 978-5-9515-0573-6, импакт-фактор.

Ю. Роговский и др. (VEPP-2000 team) “Набор целевого интеграла светимости на коллайдере ВЭПП-2000 и дальнейшие планы”, в материалах конференции «XV Международный семинар по проблематике ускорителей заряженных частиц памяти проф. В.В. Саранцева» (2023), импакт-фактор 1.041.

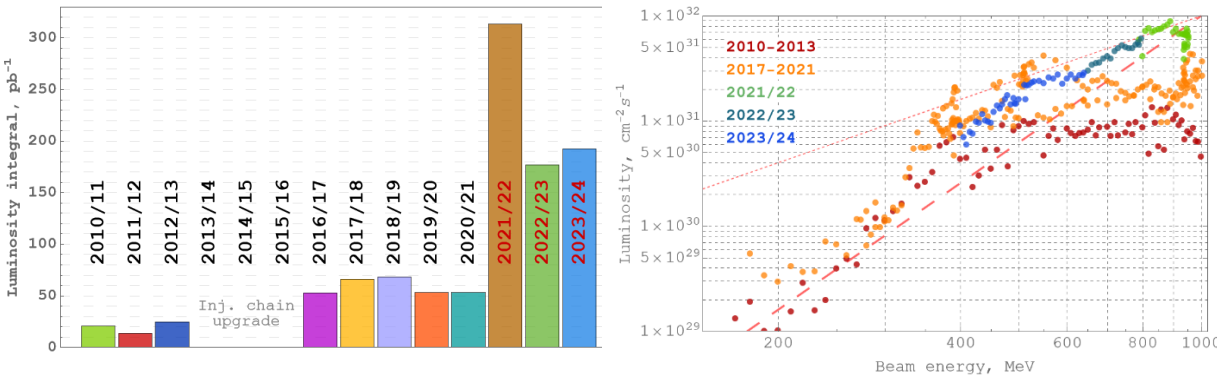


Рис. 36. Распределение набранного интеграла светимости по годам работы (слева) и достигнутая светимость на коллайдере ВЭПП-2000

7. Эксперименты на установках Ускорительного комплекса У-70

На протонном пучке Ускорительного комплекса У-70 (ФГБУ «Институт физики высоких энергий имени А.А. Логунова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт») успешно выполнен цикл экспериментальных работ по физике элементарных частиц.

1. Обнаружение новой моды распада заряженного каона $K^+ \to \pi^+ \pi^0 \pi^0 \gamma$

В совместном эксперименте НИЦ «Курчатовский институт» – ИФВЭ, ИЯИ РАН и ОИЯИ на установке «ОКА», работающей на вторичном сепарированном пучке протонного синхротрона У-70, проведен поиск ранее не наблюдавшегося распада $K^+ \to \pi^+ \pi^0 \pi^0 \gamma$. При поиске распада применялись нейронные сети. Использовался отбор по выходу нейронной сети (RFBN > 0.6), который позволил подавить фон в ~1000 раз при эффективности к сигналу ~ 1/4. В результате анализа выделено ~54 события этого распада (**Рис. 37**). Это первое статистически значимое наблюдение такого распада. Определена относительная вероятность распада $Br(K^+ \to \pi^+ \pi^0 \pi^0 \gamma) = (3.7 \pm 0.9 \pm 0.3) \cdot 10^{-6}$, где первая ошибка статистическая, а вторая систематическая. Результат получен для энергии фотона в системе центра каона $E\gamma > 10$ МэВ. На достигнутом уровне статистики измеренная вероятность согласуется с теоретическим предсказанием Br (теория, СМ) = $3.76 \cdot 10^{-6}$. Наблюдается также согласие с теорией в распределениях по энергии фотона и углу между фотоном и π^+-мезоном в системе покоя каона.

Теоретические модели, применяемые для описания этого распада и ряда других распадов каонов, опираются на представления о сложном физическом вакууме и на конкретные параметры этого вакуума. Обнаруженный распад расширяет возможности проверки таких моделей.

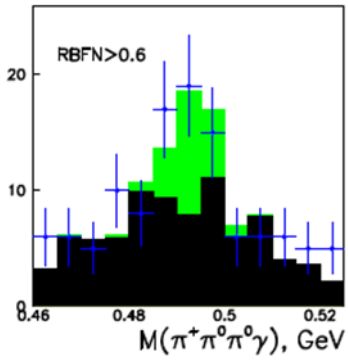


Рис. 37. Спектр масс системы $\pi^+ \pi^0 \pi^0 \gamma$, образующейся при распаде каона (точки с ошибками – экспериментальные данные, черным цветом указан фон от Монте-Карло моделирования, зеленым – Монте-Карло сигнал)

2. Экспериментальное исследование экзотических мезонных состояний

Впервые в мире исследованы на большой статистике в широком диапазоне масс характеристики системы $\varphi\pi^0$, состоящей из четырех легких кварков (s – s) (u – u - d –d). Измерения выполнены на Ускорительном комплексе У-70 на экспериментальной установке «ВЕС». Определены квантовые числа образующейся системы: IG JPC=1-1- -. Спектр масс имеет сложную структуру (**Рис. 38**), что указывает на возможную четырехкварковую природу наблюдаемых объектов.

Полученный результат демонстрирует высокий потенциал Ускорительного комплекса У-70 для изучения свойств многокварковых мезонных состояний и указывает на новые направления исследований фундаментальных свойств элементарных частиц.

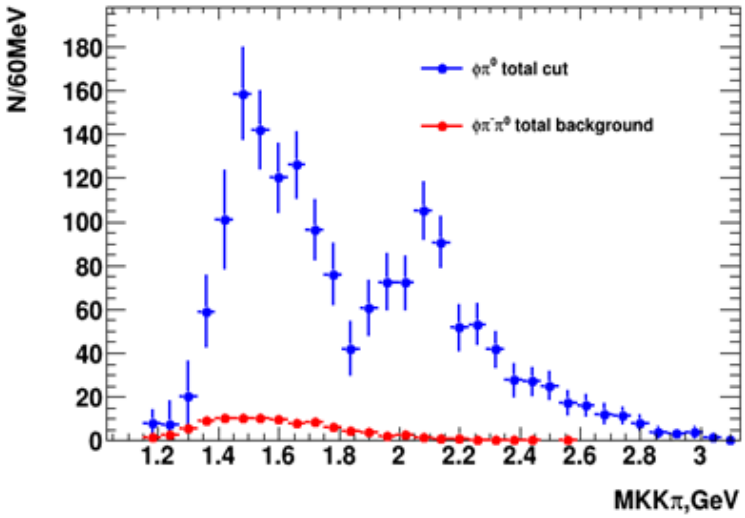


Рис. 38. Спектр инвариантной массы системы $\varphi\pi^0$ (синяя гистограмма) и оценка фона от системы $\varphi\pi^0\,\pi^-$ (красная гистограмма)

Организации: НИЦ «Курчатовский институт» – ИФВЭ, ИЯИ РАН и ОИЯИ

Ответственный руководитель работ: д.ф.-м.н. Зайцев А.М.

Авторы: к.ф.-м.н. Кулик А.В. Куршецов В.Ф., член-корреспондент РАН Образцов В.Ф., Дорофеев В.А., Готман В.Г., Качаев И.А., Плеханов А.Н., Шумаков А.А..

Публикации:

1: A.V. Artamonov, V.F. Obraztsov et al. «Observation of $K+\to\pi^+\pi^0\pi^0\gamma$ decay», The European Physical Journal C, Volume 84, article number 345, 2024, https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-024-12674-0, опубликовано: 02.04.2024.

2: Дорофеев В.А., Готман В.Г., Качаев И.А., Плеханов А.Н., Шумаков А.А. «Изучение образования $\varphi\pi^0$-системы в реакции перезарядки 29 ГэВ-ного пионного пучка на бериллиевой мишени установки ВЕС», доложена на научной сессии секции ядерной физики ОФН РАН в апреле 2024 г. и принята к публикации в журнале «Физика элементарных частиц и атомного ядра» в 2025 г.

8. Мюонография крупных природных и промышленных объектов

Сотрудничеством институтов НИТУ МИСИС, НИЯУ МИФИ, НИИЯФ МГУ и ФИАН разработана и активно используется в России научная инженерно-технологическая концепция мюонографических исследований на основе эмульсионных детекторов, включающая создание оборудования и программного обеспечения. Метод мюонографии, принцип которого аналогичен рентгенографии, в отличие от неё, использует естественное зондирующее излучение – релятивистские мюоны космического происхождения, и позволяет неинвазивным способом изучать внутреннее устройство протяжённого объекта и близлежащих областей. Угловое разрешение ядерной эмульсии даёт возможность распознать инородное включение размером 15 м на расстоянии 1 км; на более близких

расстояниях с помощью эмульсионных детекторов можно различить неоднородности размером около 50 см при разнице плотности вещества не менее 5%.

Так, в рамках проведения мюонографических исследований одного из объектов культурного наследия – Свято-Успенского Псково-Печерского монастыря – при обработке экспериментальных данных удалось обнаружить неизвестные ранее крупные полости (**Рис. 39**), на изображении выделены зеленым цветом). Панорама получена как результат совмещения лидарной съемки с 3D схемой пещерного храма. Возможно, одна из этих полостей является чумным захоронением 15 века.

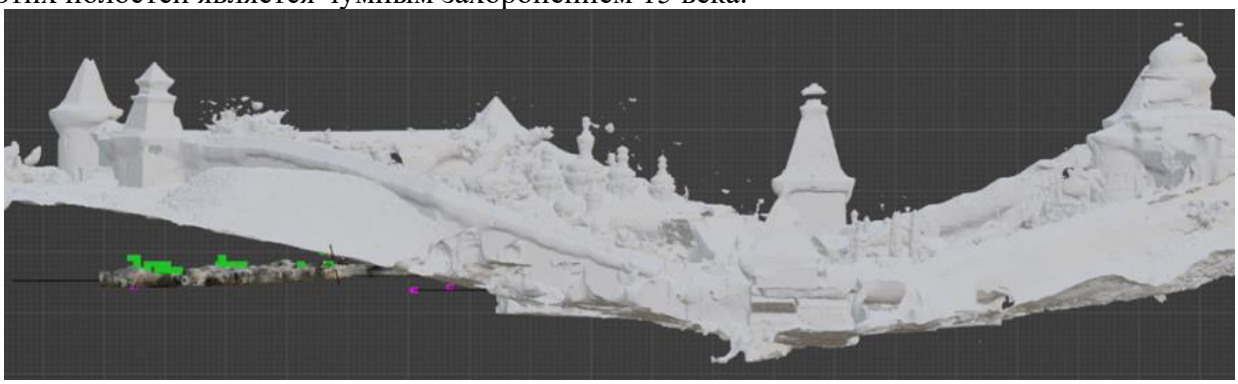


Рис. 39. Панорама Свято-Успенского Псково-Печерского монастыря

В рамках проведения мюонографических исследований промышленных объектов получены результаты обследования внутренних контактных устройств ректификационных колонн предприятия ПАО «Газпром нефть»: составлена 3D модель части колонны с мюонографическим детектором в реальном масштабе, где прямыми линиями обозначен угол регистрации зондирующих мюонов (**Рис. 40**) и составлен график распределения количества мюонов по нескольким направлениям в пределах апертуры детектора (**Рис. 41**).

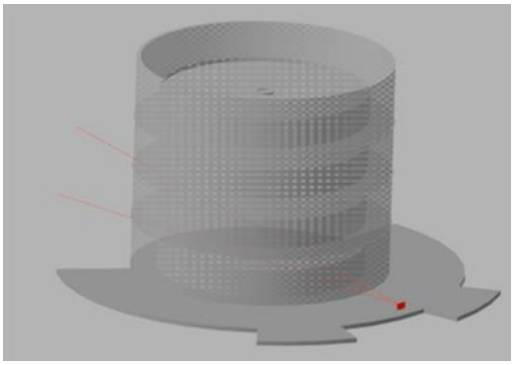


Рис. 40. 3D -модель части колонны с мюонографическим детектором в реальном масштабе

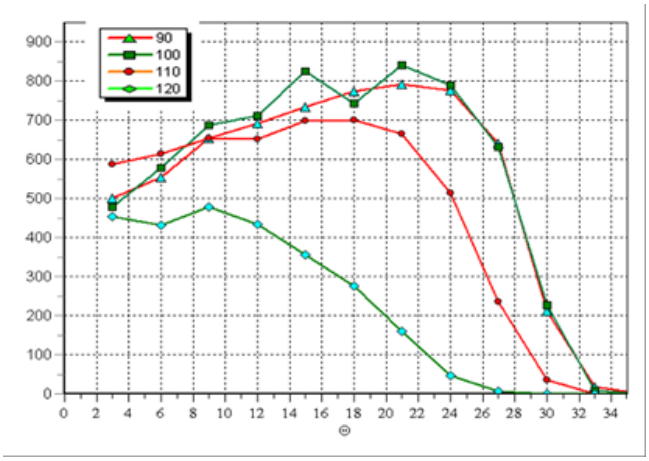


Рис. 41. График распределения количества мюонов по направлениям в пределах апертуры детектора

Поставленный авторами в 2021 году мюонографический эксперимент показал принципиальную возможность проведения мониторинга ректификационных колонн с помощью ядерно-эмульсионных детекторов. В течение двухнедельной экспозиции были получены «снимки» структуры колонны и дано заключение о состоянии «тарелок». Используемая в настоящее время практика рентгеновского просвечивания колонны (при вынужденном простое оборудования в течение месяца) для выявления нарушения внутренних контактных устройств приводит к финансовым потерям в размере около 100 млн рублей.

Метод мюонографии, являющийся в России новаторской методикой, может применяться для оценки технического состояния и безопасности крупных промышленных объектов и областей их расположения. К преимуществам метода мюонографии на основе эмульсионных детекторов относятся отсутствие необходимости какой-либо вспомогательной инфраструктуры (в частности, электросетей) и оперативного контроля за ходом эксперимента в течение всей экспозиции.

Нарушения структуры различных крупных объектов могут являться причиной природных и техногенных катастроф. Своевременное обнаружение скрытых проблемных зон даёт возможность предотвратить катастрофическое развитие ситуации. В настоящее время эта принципиальная задача может быть решена методом мюонографии, что позволит обеспечить безопасность людей и избежать многомиллиардных затрат на устранение последствий техногенных катастроф.

Разработанные и успешно применяемые новые авторские конструкторские решения, методики сканирования эмульсий, инновационные оригинальные алгоритмы распознавания скрытой трехмерной структуры исследуемых объектов и подтверждения надежности получаемых результатов позволяют изучать сложные объекты самого разного типа с высокой достоверностью. Участники этой коллаборации – единственная научная группа в России, успешно реализующая масштабные мюонографические исследования на основе эмульсионной методики.

Организации: НИТУ МИСиС, НИЯУ МИФИ, НИИЯФ МГУ и ФИАН.

Публикации:

1. Трековая методика в современной физике атомного ядра и элементарных частиц, астрофизике и нанотехнологиях; С.А. Горбунов, А.Е. Волков, К.И. Жуков, Н.С. Коновалова, Н.Г. Полухина, Н.И. Старков, Т.В. Щедрина, УФН, т. 194, №8 (2024), 826–852.

2. Principles of Data Processing of the Muographic Experiment in the Cave Complex of Pskovo-Pechersky Monastery; A. Alexandrov, A. Anokhina, S. Vasina, A. Gippius, S. Gorbunov, V. Grachev, N. Konovalova, Y. Krasilnikova, A. Larionov, A. Managadze, I. Melnichenko, N. Okateva, S. Paramonov, A. Petrukhin, N. Polukhina, T. Roganova, Z. Sadykov,

N. Starkov, E. Starkova, V. Tyukov, M, Chernyavskiy, V. Shevchenko, T. Shchedrina, Physics of Atomic Nuclei, т. 87, № 6 (2024) (Ядерная физика), 718-731.

3. Muography Experiments in Russia with Emulsion-based Detectors, plenary report at ICPPA-2024; принята к публикации в журнале Physics of Atomic Nuclei (Ядерная физика) и будет опубликована в декабре 2024 году в англоязычной версии журнала; A. B. Alexandrov, P. A. Babaev, A. A. Gippius, S. A. Gorbunov, V. M. Grachev, N. S. Konovalova, Y. O. Krasilnikova, A. A. Larionov, A. K. Managadze, I. A. Melnichenko, N. M. Okateva, S. S. Paramonov, A. A. Petrukhin, N. G. Polukhina, T. M. Roganova, Z. T. Sadykov, N. I. Starkov, E. N. Starkova, D. M. Strekalina, V. E. Tyukov, M. M. Chernyavskiy, V. I. Shevchenko, T. V. Shchedrina, D. I. Zainutdinov, A. E. Volkov.

Нанотехнологии и информационные технологии

Состояние и прогноз развития:

В области информационных технологий и автоматизации

В настоящее время наибольшие достижения в области информационных технологий связаны с развитием нейронных сетей. С переходом на использование графических ускорителей для нейросетевых вычислений произошёл рост объёмов практически применяемых нейронных сетей на несколько порядков. Появились новые нейросетевые архитектуры, технологии глубокого машинного обучения, которые позволяют решать такие задачи, как анализ изображений (свёрточные нейронные сети), генерация изображений и других видов информации (генеративно-состязательные сети), анализ и генерация текстов (реккурентные нейронные сети).

Наиболее востребованными являются работы по созданию природо-подобных и человеко-подобных систем, реализующих основы искусственного интеллекта. При этом такие системы, в отличие от существующих, в которых реализованы точные математические алгоритмы, должны позволить решать алгоритмически не сформулированные задачи.

Существенный прогресс в создании новых методов искусственного интеллекта позволил решать многие прикладные задачи. Выросло применение машинного обучения и искусственного интеллекта в науке, особенно в биологии и медицине. Наблюдается рост работ по предсказанию свойств лекарственных препаратов, анализу геномных данных, обработке и анализу биомедицинских изображений. Создаются банки данных с медицинскими электронными записями, доступными для обучения искусственного интеллекта, преимущественно в кардио- и онко- направлениях.

Внедрение технологий искусственного интеллекта потребовало решения новой важнейшей задачи – обеспечения безопасности в сфере его использования. Помимо классических уязвимостей программного обеспечения, технологии искусственного интеллекта являются источниками новых типов ошибок, которые предоставляют новые возможности для проведения атак злоумышленниками. Очень важно сейчас исследовать математические аспекты безопасности искусственного интеллекта – вопросы киберэтики и применять криптографию.

Проблема зависимости от программного обеспечения иностранного производства требует самого пристального внимания. Используемые операционные системы, системы управления базами данных, офисные пакеты часто имеют иностранное происхождение и являются или полностью закрытыми и коммерческими, или основанными на открытом программном обеспечении. Значительная часть программного обеспечения использует автоматические обновления, при этом пользователи этих систем вынуждены доверять производителям этого программного обеспечения. Поэтому актуальными являются задачи создания методов разработки и анализа программного обеспечения, способные существенно ускорить процесс создания новых программ, вплоть до разработки методов искусственного интеллекта, предназначенных для понимания и синтеза программ.

В области автоматизации и процессов управления проводятся исследования по созданию машинных комплексов и сложных систем «человек-машина-среда», обеспечения живучести и безопасности машин и сложных технических систем, а также снижения техногенных и технологических рисков для всех объектов народного хозяйства.

Требуется проведение фундаментальных исследований для создания новых принципов конструирования программных средств следующего поколения и методологии автоматизированного проектирования для перспективной элементной базы, включая квантовые вычисления, элементы с оптической передачей информации. К важнейшим задачам относятся исследования в области создания теоретико-методологических основ, методов, модельного инструментария и информационных технологий системного анализа

для исследования и оценки предпосылок, хода и последствий социально-экономических процессов, а также комплексов математических методов, алгоритмов и программ выявления и нейтрализации вредоносного кода и скрытых каналов.

В современных условиях на первый план выходит проведение фундаментальных исследований в следующих направлениях:

- исследования в области когнитивных систем и технологий, нейроинформатики и биоинформатики, системного анализа, системы распознавания образов, извлечение знаний и анализ знаний;
- архитектура, системные решения, программное обеспечение, стандартизация и информационная безопасность информационно-вычислительных комплексов и сетей новых поколений, системное программирование;
- искусственный интеллект, нейровизуализация как перспективный метод изучения функциональных структур мозга и трансляции этого понимания на алгоритмы искусственного интеллекта;
- квантовые компьютеры, квантовая информатика и криптография;
- новые программные средства следующего поколения (языки высокого уровня для создания прикладных систем искусственного интеллекта), их архитектура и информационная безопасность;
- информационно-управляющие системы, методы и средства коммуникационно-сетевого управления многоуровневыми и распределенными динамическими системами в условиях неполной информации;
- системы автоматизированного проектирования для перспективной элементной базы;
- системы автоматизации, CALS-технологии, математические модели и методы исследования сложных управляющих систем и процессов;
- технологии построения и функционирования человеко-машинных сообществ;
- научные основы и применения информационных технологий в медицине;
- теория систем управления и информационно-управляющих систем, методы и средства управления многоуровневыми и распределенными динамическими системами в условиях неполной информации;
- теория информации, научные основы информационно-вычислительных систем и сетей, информатизации общества.

В области вычислительных, локационных, телекоммуникационных систем и элементной базы

В области локационных и телекоммуникационных систем в последнее время наблюдается определенный прогресс, связанный с развитием технологий доступа к широкополосным мультимедийным услугам и переходу к новым цифровым технологиям в информационных, управляющих и навигационных системах.

В области локационных систем необходимо развитие многочастотных радиолокаторов бокового обзора с синтезированной апертурой авиационного и космического базирования, а также для беспилотных летательных аппаратов. Создан научный задел для разработки радиолокаторов кругового обзора контроля территории наземного базирования, имеющие основные технические характеристики на уровне зарубежных аналогов.

Необходимо решение проблемы создания элементной базы радиофотоники и разработки новых оптических методов обработки информации. Это позволит радикально улучшить характеристики радиотехнических устройств. Однако круг задач, относящихся к этому направлению, значительно шире и связан с целым комплексом сопутствующих направлений исследований в областях приема и обработки сигналов, генераторов и усилителей микроволновых диапазонов, в том числе большой единичной мощности, численного моделирования в электродинамике и электронике, а также созданию

отечественных пакетов программ. Все эти задачи должны войти в будущие фундаментальные исследования. К локационным системам следует отнести также и различные задачи биомедицины, связанные с электромагнитным зондированием и воздействием на человека.

Активно развиваются информационно-измерительные комплексы локации химических соединений в атмосфере и на различных поверхностях. Такие приборы позволяют в режиме реального времени регистрировать и идентифицировать широкий перечень загрязнителей для решения задач экологии, промышленной безопасности и оповещения о применении токсичных химикатов, а также определения выбросов в атмосферу парниковых газов.

Фундаментальные исследования в области телекоммуникационных систем связаны с проблемами кодирования данных и созданием надежных каналов связи в различных частотных диапазонах от низких частот до светового диапазона. Основные проблемы относятся к распространению электромагнитных волн в различных средах, а также, применительно к элементной базе, к созданию соответствующих генераторов и усилителей.

Исследования в области микро- и наноэлектроники ведутся в нашей стране возрастающими темпами, так как это непосредственно связано с обеспечением безопасности страны. Дальнейшее развитие этого направления должно основываться на новых подходах, прежде всего принципиально радиационно-стойких и устойчивых к различным видам воздействия. Для микроэлектроники, а также и для традиционной мощной электроники, разрабатываются вакуумные электронные приборы на основе последних достижений углеродной наноэлектроники. Они должны позволить получить устойчивую и долговечную электронную автоэмиссию из массива углеродных нанотрубок, что радикально изменит облик вакуумной электроники.

В области информационных систем наиболее актуальным представляется создание прецизионных информационно-измерительных приборов и комплексов, обеспечивающих измерение, телекоммуникацию и обработку измерительной информации на физическом пределе чувствительности и точности измерений.

Большое технологическое отставание в области производства вычислительной техники ставит первостепенной задачей формирование научных основ разработки современного оборудования для создания элементной базы современных вычислительных устройств. При этом на передний план выходит разработка новых методов вычислений, допускающих решение специализированных классов задач, таких как задачи управления, создание искусственных нейронных сетей и искусственного интеллекта, параллельных вычислений, обработки изображений, квантовые вычислители и т.д.

Представляется необходимым для обеспечения технологического суверенитета страны разработка технологий создания новых квантовых материалов и новой компонентной базы сенсорики на основе квантовых материалов, изучения их фундаментальных физических закономерностей и практической реализации семейства сенсоров нового поколения с беспрецедентной чувствительностью, точностью и селективностью для измерения электрических, магнитных, механических и оптических величин, зарядовых и спиновых состояний, сенсоров для квантовой метрологии, включая дискретные и матричные фотоприемники от ультрафиолетового до терагерцового спектрального диапазона; лавинные фотодиоды; сенсоры давления, положения, угловых и линейных перемещений, детектирования сверхнизких концентраций вещества; квантовые сенсоры на основе ридберговских атомов с предельной чувствительностью регистрации СВЧ-излучения.

Проводятся работы по решению проблемы синтеза пространственно-неоднородных сред с целью создания устройств нового типа, работающих в видимом и терагерцовом диапазонах длин волн. Такие высокоэффективные устройства, преобразующие энергию

электромагнитных волн в постоянный ток, позволят, в частности, осуществить передачу энергии с помощью лазерного луча в системах спутник-спутник и спутник-земля.

Одной из самых актуальных задач является создание элементной базы для реализации квантовых методов вычислений. Проведены успешные работы по созданию полупроводникового спин-детектора свободных электронов с пространственным разрешением. Этот результат важен для эффективного поиска новых квантовых материалов с необычной спиновой текстурой и решения принципиально новых фундаментальных и прикладных задач в области спинтроники и квантовых вычислений. Проведены исследования в области квантовых вычислений на основе одиночных ультрахолодных атомов в оптических ловушках. Получение массивов таких ловушек для холодных атомов щелочных металлов является основной задачей на пути реализации масштабируемого квантового компьютера на нейтральных атомах.

Разработка новых методов медицинской диагностики человека включает создание уникальных датчиков для измерения электромагнитных полей в различных диапазонах длин волн, обработку больших массивов данных, решения обратных задач 3D-распределения электрофизических характеристик биологических сред. Ведутся работы по существенному уменьшению массогабаритных характеристик магниторезонансных томографов за счет уменьшения напряжённости магнитного поля и одновременного увеличения чувствительности датчиков его измерения с помощью использования СКВИДов. Перспективной прикладной задачей является разработка технологий нейроимплантов, позволяющих компенсировать утраченные функции мозга в процессе старения или хирургических операций. На основе элементов искусственного интеллекта ведется разработка ассистирующих комплексов для диагностики социально значимых заболеваний. Большое внимание уделяется созданию приборов для экспресс-диагностики заболеваний человека по биомаркерам. Для этого разрабатываются оптико-электронные приборы, использующие перестраиваемые квантово-каскадные лазеры.

В перспективе необходимо развивать фундаментальные исследования, обеспечивающие решение ряда проблем, в том числе связанности территории Российской Федерации за счет создания интеллектуальных транспортных, локационных и телекоммуникационных систем, а также создания распределенных систем беспилотных аппаратов и сетей управления за счет внедрения и использования аддитивных и когнитивных технологий при разработке методов и средств работы систем передачи информации в широкополосных ионосферных и трансионосферных радиоканалах с негативными эффектами дисперсии; методов преодоления влияний мезо- и крупномасштабных опасных метеорологических явлений, в том числе при освоении Арктики; создания методов и средств с возможностями повышения пространственной разрешающей способности спутниковых СВЧ систем, мониторинга морской поверхности и земных покровов; создания методов и средств приема крайне низкочастотного излучения в волноводе Земля-ионосфера.

Дальнейшее развитие фундаментальных исследований будет осуществляться в следующих направлениях:

- генерация, преобразование, прием электромагнитных волн за пределами оптического диапазона – рентгеновское, терагерцовое, микроволновое излучения большой мощности и их взаимодействие с веществом;

- опто-, радио- и акустоэлектроника на основе гетероструктур, оптическая и СВЧ-связь с использованием гетероструктурных приборов, лазерные источники излучения на основе гетеростуруктур;

- интеграция наноэлектроники и нанофотоники (наноэлектронных и нанофотонных компонентов) для перспективной элементной базы – сенсоры, коммуникационные среды для супер-эвм;

- элементная база микроэлектроники, наноэлектроники и квантовых компьютеров на основе гетероструктур, в том числе работающих на новых физических принципах;

- квантовые компьютеры и квантовые вычисления;
- высокопроизводительные энергоэффективные вычислительные системы;
- технологии нейроимплантирования;
- твердотельная электроника, включая силовую и радиационно-стойкую;
- геоинформационные технологии и системы, локационные системы.

В области нанотехнологий

Развитие микро- и наноэлектронной компонентной базы, молекулярной и биоэлектроники требует проведения фундаментальных и поисковых работ в области нанотехнологий и наноматериалов, включая аморфные, композиционные материалы, метаматериалы, сверхрешетки, углеродные и алмазные наноматериалы, фотонные кристаллы. В рамках выполнения этих работ в последние годы достигнуты существенные успехи в области создания низкоразмерных полупроводниковых гетероструктур и приборов на их основе, разработана технология нитрид-галлиевых гетероструктур для СВЧ транзисторов на сверхвысокоомных эпитаксиальных структурах кремния, совершенствуются технологии фото- и рентгенолитографии, ведутся работы в области фотоники и создания фотонных интегральных схем.

Для расширения функциональности различных микро- и наноэлектронных устройств, сенсоров, улучшения их параметров, упрощения технологических процессов при их изготовлении необходимо проводить фундаментальные и поисковые исследования в области решения задач создания гибридных устройств, в том числе работающих на новых физических принципах, использующих не только заряд электрона, но и его спин, и направленных на интеграцию электронных и фотонных технологий.

Успешно ведутся работы по созданию отечественных источников и детекторов одиночных фотонов и развиваются подходы к созданию интегральных чипов квантовых компьютеров на базе ионов в ловушках и сверхпроводниковых джозефсоновских элементов.

Разработан метод лазерной печати плазмонных метаповерхностей, что открывает перспективы масштабируемого производства нового класса высокочувствительных оптоэлектронных и сенсорных устройств для ближнего ИК диапазона.

Исследования в области нанотехнологий открыли принципиально новые возможности для перехода от классических дифракционных методов исследования атомной структуры к трехмерной визуализации атомной структуры разупорядоченных и частично упорядоченных субмикронных объектов и разработки новых технологий синтеза и диагностики наноструктурированных и гибридных материалов. Синхротронные и нейтронные методы нанодиагностики, поддержанные развитием суперкомпьютерных технологий моделирования сложных наноразмерных биологических систем, обеспечили создание новых прорывных природоподобных технологий. Создание синхротронных источников со сверхмалым эмиттансом сегодня является мировым трендом и обеспечивает странам, реализующим проекты таких установок, технологическое лидерство и независимость.

Для развития квантовой информатики и создания нейроморфных систем необходимы исследования, направленные на реализацию многоэлементных структур на основе когерентных систем (сверхпроводящих квантовых битов – кубитов) для создания связанных цепочек и массивов кубитов, моделирующих молекулярные структуры, спиновую динамику, другие динамические процессы в сильно-коррелированных электронных системах.

Междисциплинарные исследования открыли принципиально новые возможности для исследования молекулярно-биологических и нейрофизиологических процессов в живых системах; изучения структуры белков, биологических клеток и мембран, включая их структурную динамику; разработки новых технологий синтеза и диагностики наноструктурированных, гибридных и природоподобных материалов; изучения вещества

в экстремальных условиях; перехода от классических дифракционных методов исследования атомной структуры к трехмерной визуализации атомной структуры разупорядоченных и частично упорядоченных субмикронных объектов.

В области нанотехнологий дальнейшее развитие фундаментальных исследований будет проходить по следующим основным направлениям:

- развитие элементной базы микроэлектроники, наноэлектроники и квантовых компьютеров.
- моделирование и создание материалов с заданными свойствами для микро- и наноэлектроники, включая аддитивные нанотехнологии, наностереолитографию для наноэлектроники, оптоэлектроники.
- разработка, создание, исследование материалов и структур низкой размерности.
- цифровые аддитивные нанотехнологии, наностереолитография для наноэлектроники, оптоэлектроники и для биомедицинских применений – регенеративной медицины, клеточной инженерии;
- разработка методов литографии сверхвысокого разрешения для технологий микро- и наноэлектроники;
- наноизмерительная техника;
- разработка элементной базы для перспективных информационно-вычислительных систем, работающих на новых физических принципах;
- формирование наночастиц для биофотоники, биовизуализации, биомедицины, медицинской диагностики и терапии, сельского хозяйства; нанотехнологии для создания биочипов, биомолекулярные сенсоры;
- структурная диагностика материалов и диагностика динамики нестационарных состояний с высоким пространственным и временным разрешением; применение электронных, нейтронных, оптических и рентгеновских пучков сверхкороткой длительности и высокой интенсивности для создания и исследования наноструктур и биологических молекул;
- методы тераностики заболеваний; разработка нанолекарств, нановакцин и механизмов их адресной доставки; применение лазерных и нанотехнологий в клеточных и геномных исследованиях, а также для клеточной инженерии;
- усовершенствование солнечной энергетики на основе полупроводниковых материалов с возможностью космического применения, на основе тонких многопереходных высокоэффективных полупроводниковых преобразователей.

Результаты научных исследований, полученные в 2024 году научными организациями, находящимися под научно-методическим руководством ОНИТ РАН

Секция информационных технологии и автоматизации

1. Методы децентрализованного избегания столкновений, планирования траекторий и распределения целей в группе мобильных агентов

Задачи кооперативной навигации широко востребованы в таких областях, как роботизированная логистика, поиск и спасение, мониторинг местности и т.д. В общем виде задача формулируется следующим образом: на местности функционируют несколько мобильных агентов (роботов), для которых нужно обеспечить безопасное перемещение к целевым позициям. Для решения этой задачи могут применяться как централизованные, так и децентрализованные подходы. В первом случае предполагается наличие центрального управляющего вычислителя, который строит общий план миссии. На практике возможность развертывания таких систем ограничена и востребованы децентрализованные системы управления, когда каждый агент принимает решение о том,

куда двигаться, самостоятельно, опираясь лишь на локальное наблюдение и локальную коммуникацию.

В рамках работ были предложены новые эффективные, децентрализованные методы решения задачи кооперативной навигации, опирающиеся на методы оптимизации и эвристического поиска, и обладающие строгими теоретическими гарантиями, с одной стороны, и высокой вычислительной эффективностью – с другой. Было проведено сравнительное экспериментальное исследование предложенных методов, показавшее их превосходство над имеющимися мировыми аналогами (**Рис. 42**).

Разработанные методы могут находить широкое применение в современных роботизированных системах, применяемых в логистике (автоматизированные складские комплексы), транспорте (беспилотные автомобили), поиске и спасении (поисковые мобильные роботы, дроны) и др.

Организация: ФИЦ ИУ РАН.

Авторы: Дергачев А.С., Яковлев К.С.

Публикации:

1. Dergachev S., Yakovlev K. Decentralized Unlabeled Multi-Agent Pathfinding Via Target And Priority Swapping // 27th European Conference On Artificial Intelligence. pp. 4344-4351

2. Dergachev S., Yakovlev K. Decentralized Unlabeled Multi-Agent Navigation in Continuous Space. // Lecture Notes in Computer Science, vol 14898, 2024. pp. 186-200.

3. Dergachev S., Yakovlev K. Model Predictive Path Integral for Decentralized Multi-Agent Collision Avoidance // PeerJ Computer Science, 10, 2024. pp.10:e2220.

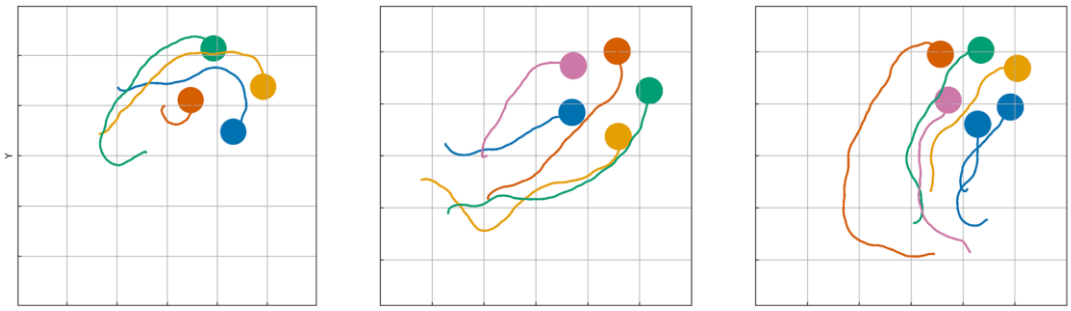


Рис. 42. Коллективное перемещение групп роботов различных размеров с помощью предложенного алгоритма децентрализованной навигации и избегания столкновений

2. Исследование пространственной изменчивости временных рядов различных вегетационных радиолокационных индексов на примере Хабаровского края

Проведено исследование пространственной изменчивости временных рядов различных вегетационных радиолокационных индексов на примере Хабаровского края (по данным спутника Sentinel-1). Установлено, что наибольшая устойчивость соответствует индексу DpRVI (dual polarimetric radar vegetation index), при этом вариабельность значений временных рядов значительно ниже, чем для RVI (radar vegetation index) и отношения горизонтальной и вертикальной поляризаций. На основе DpRVI проведена классификация с использованием семи методов машинного обучения для экспериментальных участков Хабаровского края общей площадью 1009,8 га. Наилучшие результаты показывает метод квадратичного дискриминантного анализа, точность классификации пикселей 82%. В целом, 90% посевов сои, 74,1% овса, 68,9% гречихи и 57,6% многолетних трав классифицированы верно (**Рис. 43**). Показано, что DpRVI может использоваться в тех случаях, когда возможности оптической спутниковой съемки ограничены, позволяя эффективно отслеживать развитие и картографировать посевы сельскохозяйственных культур на юге Дальнего Востока России.

Организация: Вычислительный центр ДВО РАН – обособленное подразделение ХФИЦ ДВО РАН.

Авторы: Верхотуров А.Д., Дубровин К.Н, Сорокин А.А, Степанов А.С.

Публикации:

Sorokin A, Stepanov A, Dubrovin K, Verkhoturov A. Enhancement of Comparative Assessment Approaches for Synthetic Aperture Radar (SAR) Vegetation Indices for Crop Monitoring and Identification – Khabarovsk Territory (Russia) Case Study // Remote Sensing. 2024. V. 16, Iss. 14. Article 2532. (WoS, Scopus) Q1 IF=4.2

https://doi.org/10.3390/rs16142532

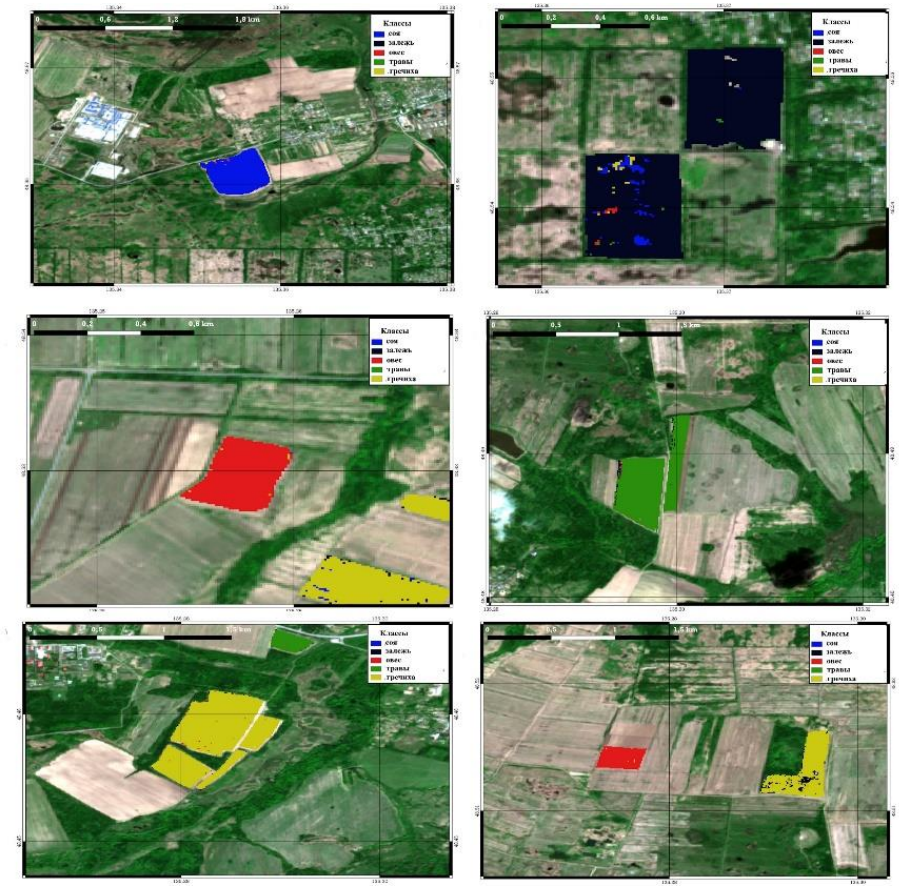


Рис. 43. Примеры классификации для отдельных полей с использованием радиолокационных индексов (Хабаровский край, 2021)

3. Квантование моделей ИИ для исполнения на процессорах общего назначения

Для повышения вычислительной эффективности нейронных сетей на процессорах с ограниченными ресурсами (например, на мобильных устройствах, тонких клиентах или бортовых устройствах) используется квантование. Квантование позволяет сокращать время исполнения нейронных сетей за счет уменьшения разрядности весов и функций активации. В результате исследований созданы три новых метода квантования, позволяющие улучшить соотношение *точность/вычислительные требования* исполнения моделей без специализированных ускорителей.

4.6-битное квантование разработано для исполнения моделей высокой точности для процессоров общего назначения. Эксперименты показали, что 4.6-битные квантованные сети в 1,5-1,6 раза быстрее 8-битных на процессоре ARMv8. Сравнение схем квантования представлено на **Рис. 44**. Квантование на основе неопределенности UBQ предназначено для достижения предельной производительности бинарных нейронных сетей, обеспечивающий одновременно стабильное обучение и высокую производительность.

UBQ превосходит предыдущие методы для сетей с малым числом коэффициентов и достигает сопоставимых результатов для больших сетей.

Впервые предложен метод квантования для биполярных морфологических нейронных сетей. Это позволяет повысить вычислительную эффективность ИНС при исполнении в FPGA/ASIC, поскольку такая модель не использует умножение. Экспериментально продемонстрировано, что базовые модели для классификации изображений могут быть квантованы без заметной потери точности.

В результате исследований разработаны новые технологии ИИ, позволяющие максимально эффективно использовать отечественную вычислительную базу при внедрении в реальных отраслях экономики, социальной сферы (включая сферу общественной безопасности) и в органах публичной власти.

Организация: ФИЦ ИУ РАН.

Авторы: Арлазаров В.В., Лимонова Е.Е., Николаев Д.П., Трусов А.В.

Публикации:

Limonova E., Zingerenko M., Nikolaev D., Arlazarov V.V. Quantization method for bipolar morphological neural networks // Proc. SPIE, 2024. Vol. 13072: Sixteenth International Conference on Machine Vision (ICMV 2023). Art. 1307204.

Trusov A.V., Putintsev D.N., Limonova E.E. Uncertainty-based quantization method for stable training of binary neural networks // Computer Optics, 2024. 48(4): 573-581. DOI:10.18287/2412-6179-CO-1427.

Trusov A., Limonova E., Nikolaev D., Arlazarov V.V. 4.6-Bit Quantization for Fast and Accurate Neural Network Inference on CPUs // Mathematics, 2024. Vol. 12. Art. 651.

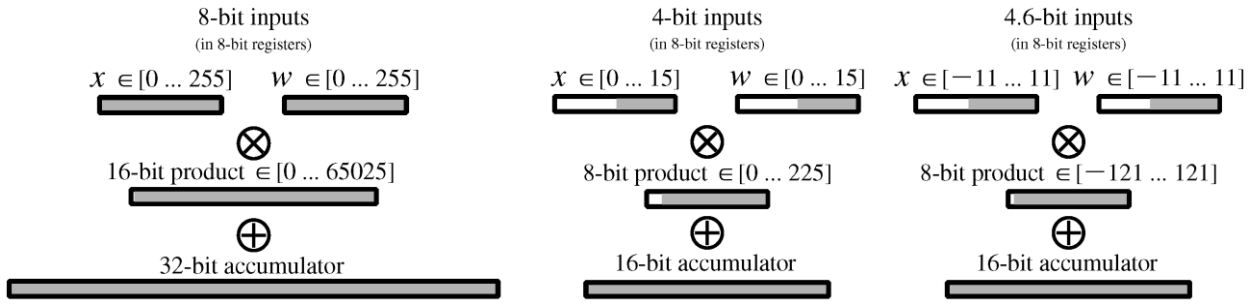


Рис. 44. Иллюстрация схем квантования для разных разрядностей

4. Новый робастный метод сокращения размерности данных, содержащих выбросы

Разработан новый робастный подход решения задачи поиска главных компонент, базирующегося на применении дифференцируемых оценок среднего значения, устойчивых к выбросам. Этот подход позволяет существенно снизить влияние аномалий при определении основных компонент. Эффективность предложенной методики убедительно подтверждена на реальных данных (**Рис. 45**). Разработан метод построения логического классификатора для анализа неточных и неполных данных, который позволяет выявлять высокодостоверные правила, описывающие факторы, влияющие на процессы в данных. Практическое применение методов было продемонстрировано на задачах медицинской диагностики и показало свою результативность при классификации пограничных данных.

Организация: Институт прикладной математики и автоматизации КБНЦ РАН.

Авторы: Лютикова Л.А., Шибзухов З.М.

Публикации:

1. *Shibzukhov Z. M.* One robust variant of the principal components analysis// Studies in Computational Intelligence. Springer, Cham. 2024. V. 1130. P. 812-820.

2. *Лютикова Л. А.* Применение логического анализа данных в программном комплексе для диагностики гастритов// Информационное общество. 2024. № 4. С. 78-87.

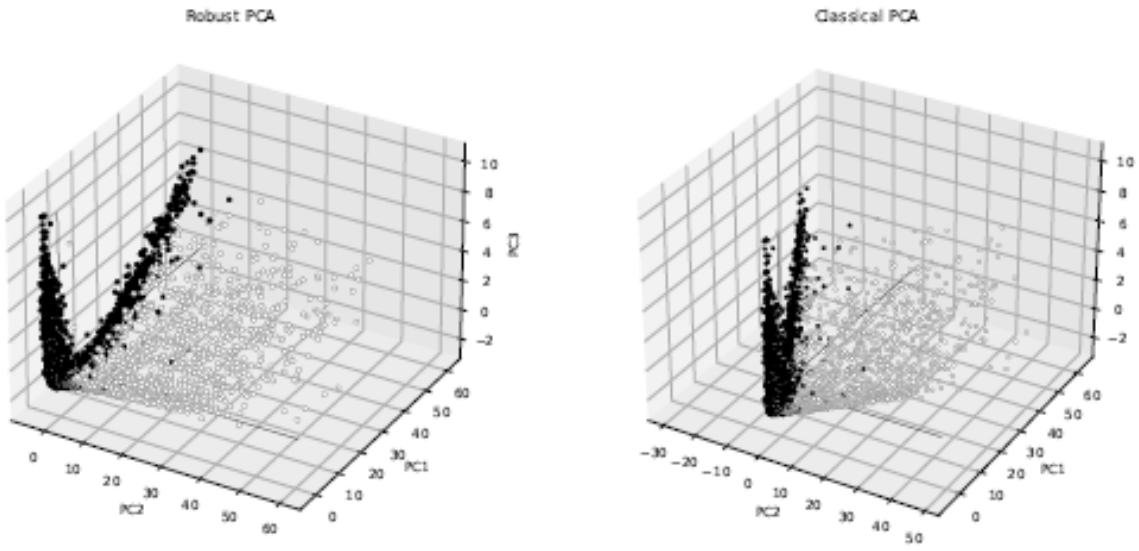


Рис. 45. Демонстрация эффективности робастного метода по выявлению структуры данных. Проекции данных из набора данных HTRU2 (выборка потенциальных пульсаров) на PC1×PC2×PC3

5. Модель глобального ионосферного электрического поля, создаваемого грозами

Существует несколько физических процессов, создающих ионосферное электрическое поле. Токи, создаваемые всеми этими генераторами, называются глобальной электрической цепью (ГЭЦ). Мы изучаем только ту часть ГЭЦ, которая генерируется токами, поднимающимися из атмосферы в результате грозовой активности. Использована модель глобального распределения гроз, построенная на основе данных Всемирной наземной сети определения местоположения молний WWLLN. Создана модель ионосферной части ГЭЦ, связанной с грозами. Полученные токовые системы состоят из среднеширотной части и экваториальных электроструй, дневных и ночных, направленных на запад и восток, с силой тока до 120 А. Построены диаграммы, которые могут помочь выбрать оптимальные условия для измерения магнитных возмущений на поверхности Земли или на борту спутников с целью обнаружения электроструй ГЭЦ, существование которых предсказано в ходе нашего моделирования. На **Рис. 46** показано модельное распределение электрического поля в ионосфере, характерное для июля в условиях низкой солнечной активности в 04:00 универсального времени.

Организация: ИВМ СО РАН.

Автор: Денисенко В.В.

Публикации:

1. Denisenko V.V., Rycroft M.J. WWLLN Data Used to Model the Global Ionospheric Electric Field Generated by Thunderstorms. // Annals of geophysics. 65, 2022; PA536. DOI: 10.4401/ag-8821

2. Денисенко В.В., Райкрофт М.Дж., Харрисон Р.Дж. Математическая модель глобального ионосферного электрического поля, создаваемого грозами. // Известия Российской академии наук. Серия физическая. 2023. том 87, № 1, с. 141-147. DOI: 10.31857/S0367676522700260 3

3. Denisenko V.V., Rycroft M.J. Seasonal Dependence of the Equatorial Electrojets Generated by Thunderstorms. // Advances in Space Research. 2024, Vol. 73, No 7, P. 3464-3471. DOI: 10.1016/j.asr.2023.08.017

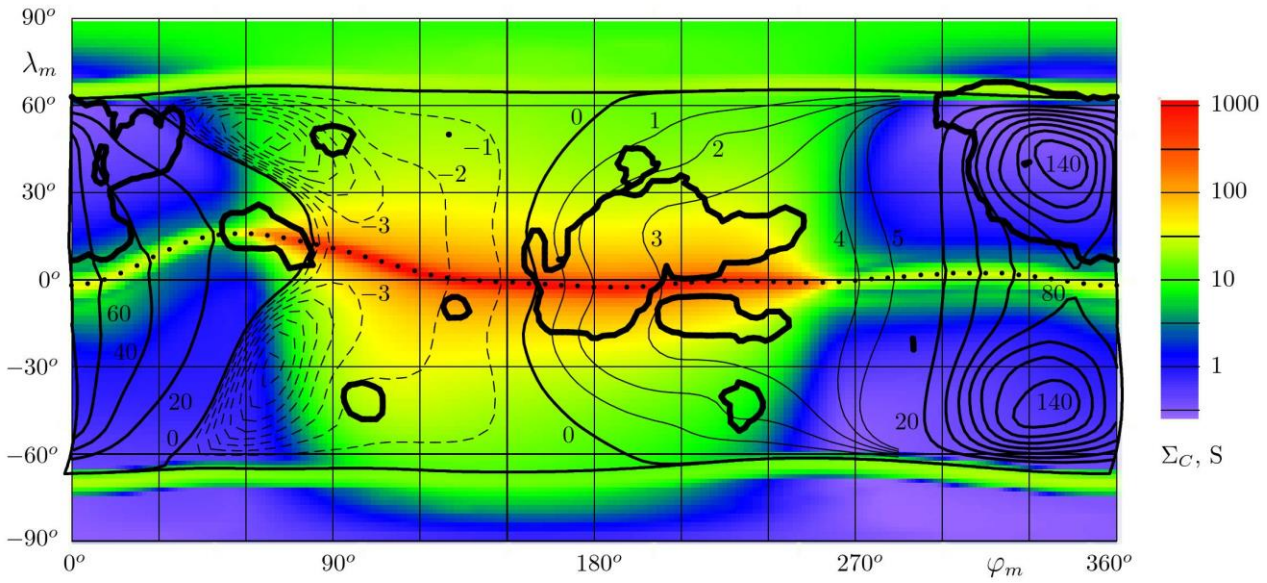


Рис. 46. Распределение электрического потенциала в ионосфере на высоте 120 км в геомагнитных координатах φ_m, λ_m. Эквипотенциали построены с интервалом 20 В и дополнительные с интервалом 1 В (тонкие линии). Жирными контурами выделены грозовые области. Геомагнитный экватор показан точками. Цветом показано глобальное распределение интегральной проводимости Каулинга Σ_C в логарифмическом масштабе

Секция вычислительных, локационных, телекоммуникационных систем и элементной базы

1. Спинтроника: детектирование микроволновых и терагерцевых электромагнитных волн с помощью антиферромагнитных гетероструктур при комнатной температуре

Проведено систематическое исследование возможности использования гетероструктур «антиферромагнетик-нормальный металл» в качестве детекторов микроволнового и терагерцевого излучения, работающих при комнатной температуре. Впервые экспериментально показано, что антиферромагнитные материалы могут использоваться как резонансные элементы детекторов, а преобразование магнитных колебаний в постоянное напряжение осуществляется за счет обратного спинового эффекта Холла в слое нормального металла, напыленного на магнетик (**Рис. 47**). Эксперименты по резонансному детектированию микроволнового излучения на частотах от 7 до 35 ГГц были проведены [1,2] на объемных кристаллах гематита и бората железа (**Рис. 48**), а терагерцевого излучения [3] на частоте 1100 ГГц (**Рис. 49**) на основе тонкой пленки (15 нм) оксида никеля. Все измерения проводились при комнатной температуре. На основе проведенных исследований могут быть реализованы перестраиваемые резонансные детекторы микроволновых и терагерцевых электромагнитных волн для систем связи шестого поколения, неразрушающего контроля и биомедицинской визуализации.

Организация: ИРЭ РАН.

Авторы: Калябин Д.В., Никитов С.А., Сафин А.Р.

Публикации:

1) D. Gabrielyan, D. Volkov, E. Kozlova, A. Safin, D. Kalyabin, and S. Nikitov. Room-temperature spin pumping from canted antiferromagnet α-Fe2O3. Journal of Applied Physics. 2024. Vol.136. Issue 8. DOI: 10.1063/5.0219139.

2) D.A. Gabrielyan, D.A Volkov, E.E Kozlova, A.R Safin, D.V. Kalyabin, A.A. Klimov, V.L. Preobrazhensky, M.B. Strugatsky, S.V. Yagupov, I.E. Moskal, and S.A. Nikitov.

Microwave spin-pumping from an antiferromagnet FeBO3. J. Phys. D: Appl. Phys. 2024. Vol. 57. No. 305003. DOI: 10.1088/1361-6463/ad3f28.

3) P. Stremoukhov, A. Safin, C.F. Schippers, R. Lavrijsen, M. Bal, U. Zeitler, A. Sadovnikov, E. Kozlova, K. Saeedi, S. Nikitov, A. Kirilyuk. Strongly nonlinear antiferromagnetic dynamics in high magnetic fields. Results in Physics. 2024. No. 1. DOI: 10.1016/j.rinp.2024.107377.

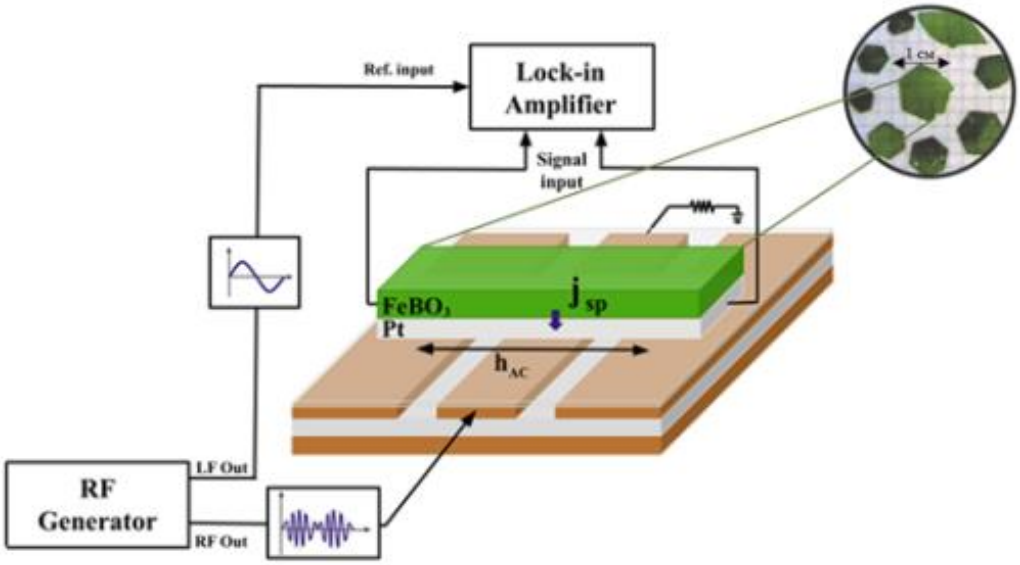


Рис. 47. Схема экспериментальной установки по детектированию микроволнового электромагнитного излучения с помощью антиферромагнитной гетероструктуры при комнатной температуре

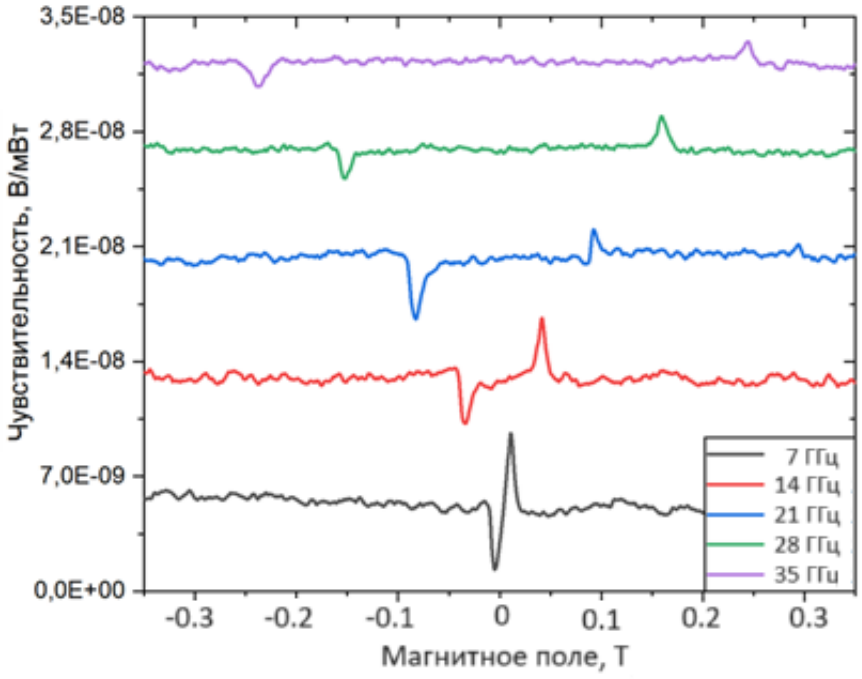


Рис. 48. Результаты измерения микроволновой чувствительности антиферромагнитной гетероструктуры на основе бората железа на разных частотах накачки (от 7 до 35 ГГц)

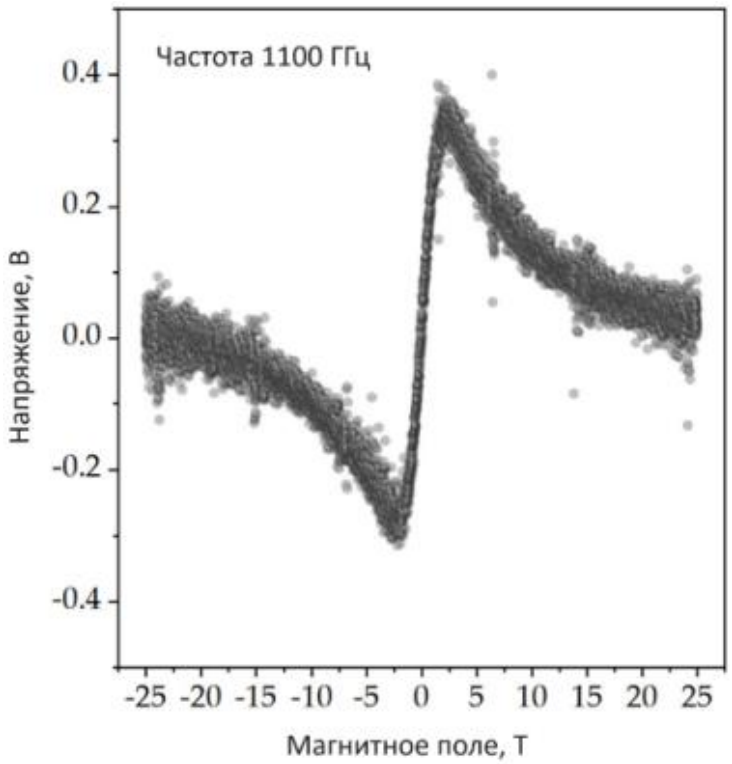


Рис. 49. Экспериментальная зависимость выпрямленного напряжения от магнитного поля на частоте накачки 1100 ГГц для оксида никеля

2. Оптический метод локального спектрального анализа для нанодиагностики элементной базы микроэлектроники

Предложен оптический метод локального спектрального анализа для определения локальных механических деформаций и природы наноразмерных структурных дефектов в полупроводниковых наноструктурах, включая графен и дихалькогениды металлов, размещенных на массиве золотых нанодисков. Метод основан на усилении ближнепольного комбинационного рассеяния света (нано-КРС) в режиме «щелевого» плазмона и важен для спектрального анализа перспективных материалов и элементной базы микроэлектроники. Так, при изучении графена, помещенного на золотые нанодиски, достигнуто локальное 150-кратное плазмонное усиление основных колебательных мод графена при высоком пространственном разрешении 10 нм, обнаружены локальные области, подверженные механической деформации растяжения до 1,5% (**Рис. 50**).

Организация: ИФП СО РАН.

Авторы: Милёхин А.Г., Курусь Н.Н., Калинин В.В., Небогатикова Н.А., Милёхин И.А., Антонова И.В., Родякина Е.Е., Латышева А.В.

Публикация:

Resonant Raman scattering on graphene: SERS and gap-mode TERS. RSC Advances, vol. 14, № 6, pp. 3667-3674, 2024.

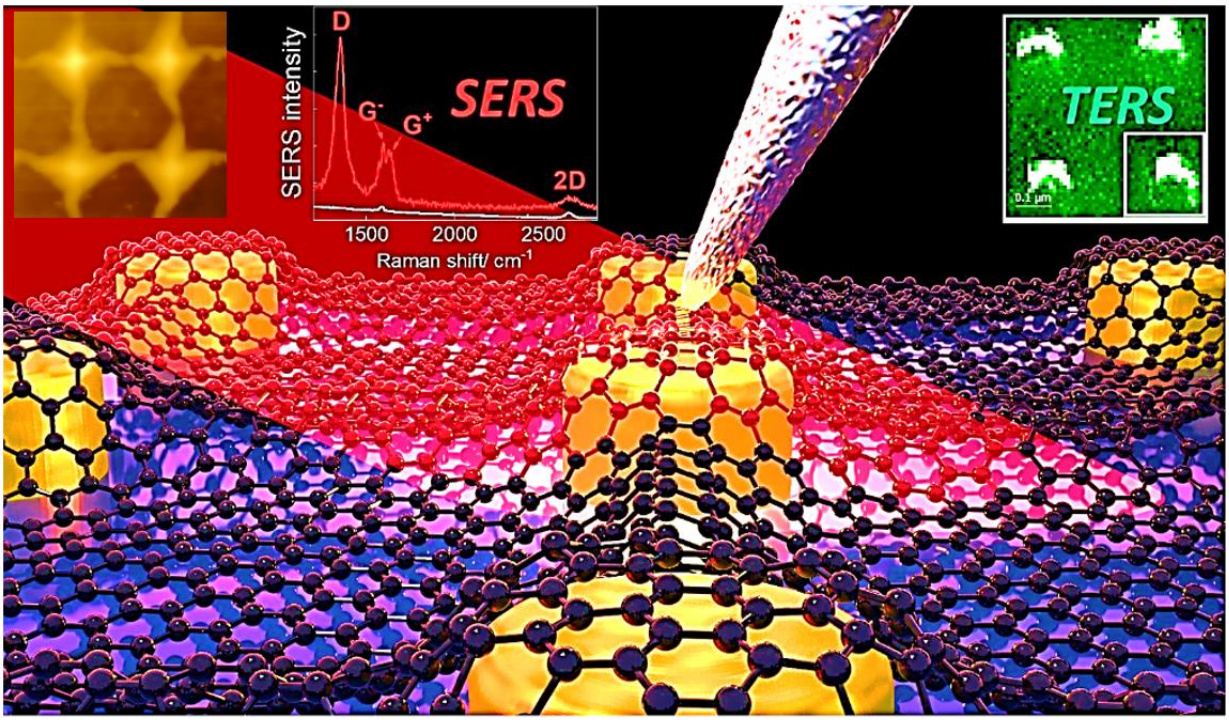


Рис. 50. Схема эксперимента ближнепольного комбинационного рассеяния света пленки графена на массиве золотых нанодисков

На **Рис. 50** слева направо: атомно-силовое изображение фрагмента массива золотых нанодисков с пленкой графена (400x400 нм^2), типичный спектр КРС деформированной пленки графена и карта нано-КРС от той же области.

3. Терагерцовый квантово-каскадный лазер с непрерывным излучением

Сущность результата заключается в создании квантово-каскадного лазера с двухполосным терагерцовым (ТГц) излучением в диапазоне частот 3,1—3,9 ТГц. Новизна результата заключается в создании непрерывно генерирующего ТГц ККЛ на основе оригинального двухфотонного зонного дизайна с рекордно низкими плотностями порогового тока (менее 100 А/см^2) и максимальной рабочей температурой около 90 К. Схема двухфотонного дизайна и спектр генерации приведены на **Рис. 51** и **Рис. 52**, соответственно. Значимость результата заключается в создании перенастраиваемого источника ТГц излучения для систем беспроводной связи, медицинской диагностики и исследовании атмосферы Земли и межзвездного космического пространства.

Организация: ИСВЧПЭ РАН.

Авторы: Антонов А.В.[1], Анфертьев В.А.[1], Белов Д.А.[2], Вакс В.Л.[1], Васильев А.П.[3], Гавриленко В.И.[1], Галиев Р.Р.[4], Дубинов А.А.[1], Зубов Ф.И.[5], Жукавин Р.Х.[1], Иконников А.В.[2], Ковалевский К.А.[1], Курицын Д.И.[1], Кузьменков А.Г.[6], Лаврухин Д.Л.[1], Максимов М.В.[5], Малеев Н.А.[6], Морозов С.В.[1], Павлов А.Ю.[4], Пономарев Д.С.[4,7], Хабибуллин Р.А.[4,7]

Публикация:

R.A. Khabibullin, D.V. Ushakov, A.A. Afonenko, A.Yu. Pavlov, R.R. Galiev, D.S. Ponomarev, A.P. Vasilyev, A.G. Kuzmenkov, N.A. Maleev, F.I. Zubov, M.V. Maksimov, D.A. Belov, A.V. Ikonnikov, D.I. Kuritsyn, R.Kh. Zhukavin, K.A. Kovalevsky, V.A. Anfertev, V.L. Vaks, A.V. Antonov, A.A. Dubinov, S.V. Morozov, V.I. Gavrilenko // Journal of Applied Physics, (2024).

Примечание: 1. ИФМ РАН; 2. МГУ им. М.В. Ломоносова; 3. НТЦ микроэлектроники РАН; 4. ИСВЧПЭ РАН; 5. СПбАУ РАН им. Ж.И. Алферова; 6. ФТИ им. А.Ф.Иоффе РАН; 7. МФТИ

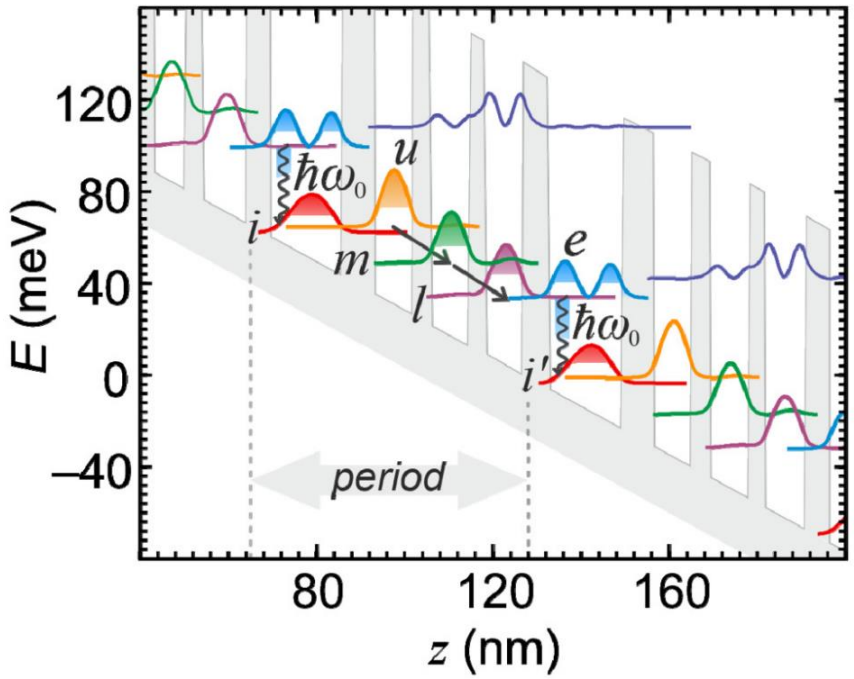


Рис. 51. Диаграммы зон проводимости и квадраты модулей волновых функции оптимизированной двухфотонной конструкции

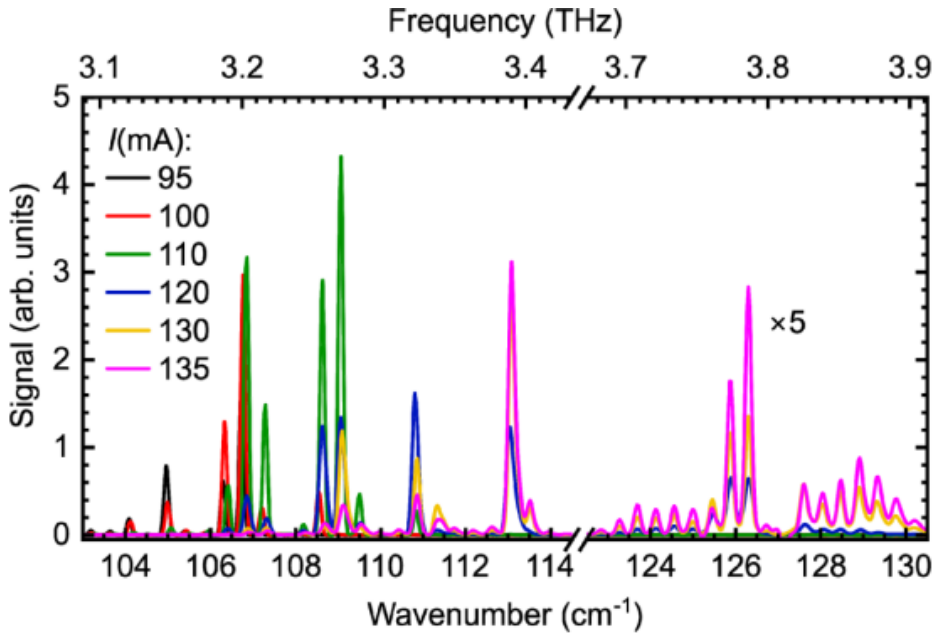


Рис. 52. Спектры генерируемого терагерцового излучения при рабочей температуре 12 К и разной плотности тока

4. Гетерогенная технология изготовления биосенсоров на полевом эффекте

Разработана и реализована технология изготовления ионно-чувствительных полевых транзисторов с плавающим затвором для биосенсорных применений. Разработанная конструкция ионно-чувствительного полевого транзистора позволяет снизить эффекты, связанные с паразитными емкостями, и сформировать высокочувствительную стабильную поверхность для измерений в различных жидких средах. Реализованная технология позволяет активировать химический датчик путем использования цикла финишной обработки КМОП-пластин (**Рис. 53**) (вскрытие пассивации, формирование чувствительной поверхности методом низкотемпературного атомно-слоевого осаждения). Предложенный подход позволяет реализовать монолитную

интеграцию чувствительного элемента со схемами обработки сигнала, открывая возможность изготовления биосенсоров на основе полевого эффекта в составе СФ блоков на стандартных КМОП фабриках для решения широкого спектра задач аналитической химии.

Организация: ИНМЭ РАН.

Авторы: Губанова О.В., Комарова Н.В., Кузнецов А.Е., Рязанцев Д.В.

Публикация:

Gubanova O. et al. A novel extended gate ISFET design for biosensing application compatible with standard CMOS //Materials Science in Semiconductor Processing. – 2024. – Т. 177. – С. 108387. https://doi.org/10.1016/j.mssp.2024.108387

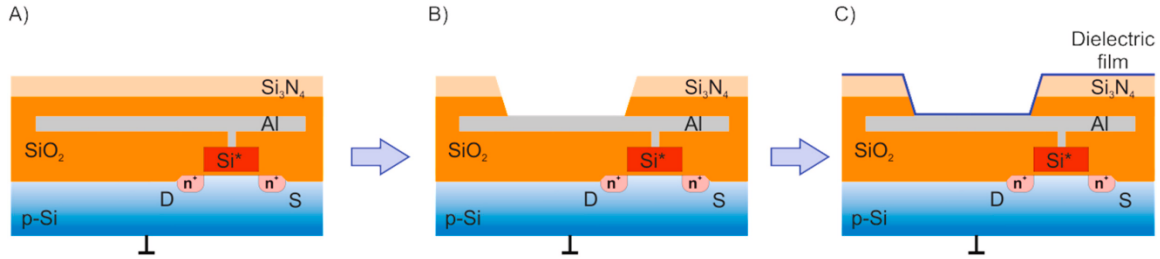


Рис. 53. Технологический цикл финишной обработки КМОП пластин. А) пластина с ИС, изготовленными на стандартной КМОП-фабрике. В) вскрытие пассивации для формирования плавающего затвора С) формирование чувствительной поверхностью методом низкотемпературного атомно-слоевого осаждения

5. Космическая радиолокация

Применение космической радиолокационной интерферометрии позволяет отслеживать динамику поверхности берегов озера. Проведённое исследование материалов космической съёмки за период с 3 февраля 2023 года по 4 февраля 2024 года позволило оценить средние скорости смещения поверхности двух опасных оползневых участков на левом и правом берегах озера, а также влияние на оползневую динамику землетрясения 23.02.2023 магнитудой $M_w = 6{,}9$ с эпицентром в 60 км от головной части озера. Максимальные величины смещения за 1 год наблюдений составили 16,9 см на левом берегу и 24,3 см на правом берегу, усреднённые по поверхности склона скорости смещений оценены в 10,3 см/год и 10,5 см/год, соответственно. Необходимо продолжать мониторинг оползневой ситуации, чтобы не пропустить возможную активизацию смещений, которая может привести к крупномасштабным обрушениям в озеро с образованием высоких волн, способных перехлестнуть через завал с труднопрогнозируемыми последствиями.

Методом космической радиолокационной интерферометрии выявлены подвижки берегов Сарезского озера (Таджикистан) в период с февраля 2023 года по февраль 2024 года (**Рис. 53**). За год максимальные смещения на левобережном оползне достигают 17 см, на правобережном – 24 см, средние смещения на обоих оползневых склонах составляют 0,9 см/мес (более 10 см/год). Выявлено кратковременное ускорение смещений до 2,4 см/мес в результате землетрясения 23.02.2023. Необходим постоянный мониторинг состояния берегов для предупреждения возможного обрушения в головной части озера и размытия дамбы.

Организация: ИРЭ РАН.

Авторы: Захаров А.И., Захарова Л.Н.

Публикации:

1. Захарова Л.Н., Захаров А.И., Стром А.Л. Интерферометрическая оценка смещений поверхности в результате землетрясения 23.02.2023 в Таджикистане// Всеросс. открытые Армандовские чтения. Муром: МИ ВлГУ, 2024. С. 197-201.

2. Захарова Л.Н., Захаров А.И., Стром А.Л. Развитие склоновых процессов в головной части Сарезского озера в 2023 году по данным космической радиолокационной

интерферометрии// Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса (принято к публикации).

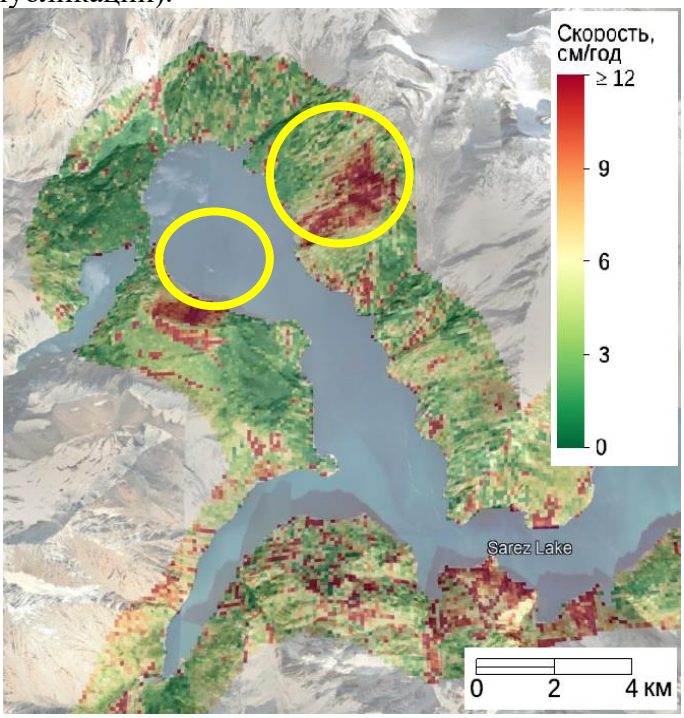


Рис. 54. Величины скорости смещений поверхности вдоль склонов по берегам Сарезского озера в 2023-2024 гг.

Секция нанотехнологий

1. Осцилляции Раби при трехфотонном лазерном возбуждении одиночного ридберговского атома рубидия в оптической дипольной ловушке

В эксперименте по трехфотонному лазерному возбуждению $5S_{1/2}\rightarrow5P_{3/2}\rightarrow6S_{1/2}\rightarrow37P$ одиночного ридберговского атома ^{87}Rb, захваченного в оптическую дипольную ловушку, впервые наблюдались трехфотонные осцилляции населенностей Раби между основным и ридберговским состоянием. Измерялась относительная вероятность атому остаться в ловушке после действия трех синхронизованных возбуждающих лазерных импульсов. Особенностью было использование интенсивного лазерного излучения на второй ступени возбуждения. Это обеспечивало однофотонную частоту Раби до 2 ГГц для управления эффективными отстройками промежуточных уровней за счет динамического эффекта Штарка.

При настройке на центр трехфотонного резонанса (**Рис. 55**a) были зарегистрированы осцилляции Раби (**Рис. 55**b) с частотой от 1 до 5 МГц в зависимости от интенсивности лазерных импульсов первой и второй ступеней возбуждения при времени когерентности 0,7-0,8 мкс и контрасте до 70%. Определены пути увеличения времени когерентности и контраста трехфотонных осцилляций Раби. Такие осцилляции могут быть использованы для выполнения двух- и многокубитовых квантовых операций.

Организация: ИФП СО РАН.

Авторы: Бетеров И.И., Якшина Е.А., Сулиман Г., Бетлени П.И., Прилуцкая А.А., Скворцова Д.А., Загиров Т.Р., Третьяков Д.Б., Энтин В.М., Безуглов Н.Н., Рябцев И.И.

Публикация:

Бетеров И.И., Якшина Е.А., Сулиман Г., Бетлени П.И., Прилуцкая А.А., Скворцова Д.А., Загиров Т.Р., Третьяков Д.Б., Энтин В.М., Безуглов Н.Н., Рябцев И.И. «Осцилляции Раби при трехфотонном лазерном возбуждении одиночного ридберговского атома рубидия в оптической дипольной ловушке», ЖЭТФ, 2024, т.166, в.4(10), с.535-547.

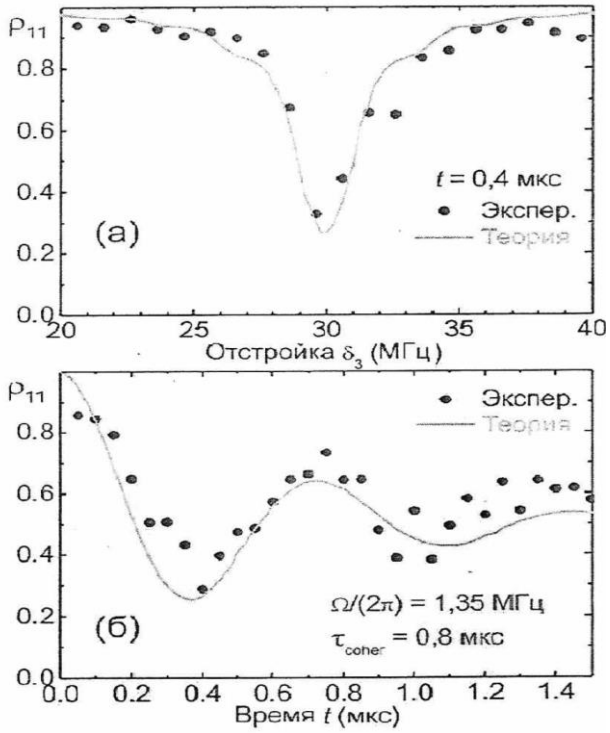


Рис. 55. Трехфотонный резонанс a) с зарегистрированными осцилляциями Раби b)

2. Оптимизационное моделирование процессов атомно-слоевого осаждения оксидных материалов

Путем моделирования потоков (**Рис. 56**) и кинетики физико-химических процессов на поверхности подложки (**Рис. 57**) проведена оптимизация технологии осаждения тонких пленок оксидных материалов толщиной от 3 до 20 нм. Экспериментальное изучение состава и свойств пленок позволило разработать дополнительные технологии управления содержанием вакансий кислорода путем импульсного и плазменного отжига в атмосфере кислорода (**Рис. 58**). Для диагностики качества слоев разработан чувствительный и не разрушающий метод люминесценции, позволяющий оценивать изменение концентрации вакансий кислорода после проведения технологических процессов. Для повышения точности метода разработана математическая методика разделения полос люминесценции с учетом электрон-фононного взаимодействия и метода конфигурационных координат (**Рис. 59**). Выполненная работа позволяет расширить применение тонких оксидных слоев в изделиях наноэлектроники и фотоники.

Организация: ИНМЭ РАН.

Авторы: Булярский С.В., Гусаров Г.Г., Дудин А.А., Литвинова К.И., Львов П.Е., Рудаков Г.А.

Публикации:

1. S. V. Bulyarskiy, K. I. Litvinova, G. A. Rudakov, A. A. Shibalova, G. G. Gusarov Effect of oxygen plasma treatment on the properties of ALD hafnium oxide films.// Surfaces and Interfaces 55 (2024) 105403.

2. S. V. Bulyarskiy, K. I. Litvinova, G. A. Rudakov , A. A. Dudin , G. G. Gusarov , P. A. Edelbekova. Luminescence of oxygen vacancies in hafnium oxide, characteristics of emission bands and use for diagnostics of technological processes./ Optical Materials 154 (2024) 115693.

3. S.V. Bulyarskiy, P.E. L'vov, K.I.Litvinova, G.A.Rudakov, Water Dose influence to the ALD hafnium oxide process: simulation and experiment, Materials Today Communications, (2024)/v.608 p.172415-174420

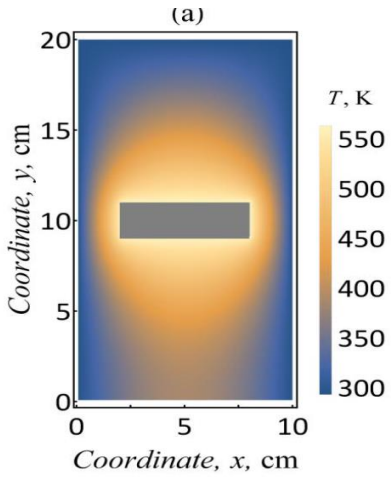


Рис. 56. Моделирование температуры и потоков газов в реакторе

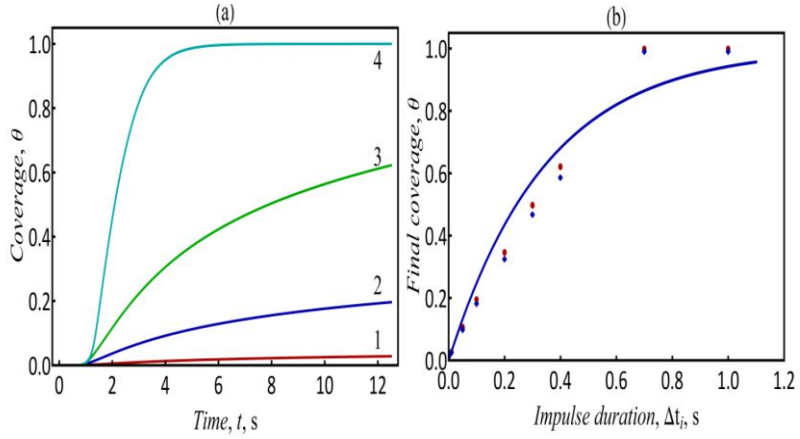


Рис. 57. Моделирование кинетики физико-химических процессов от длительности импульса

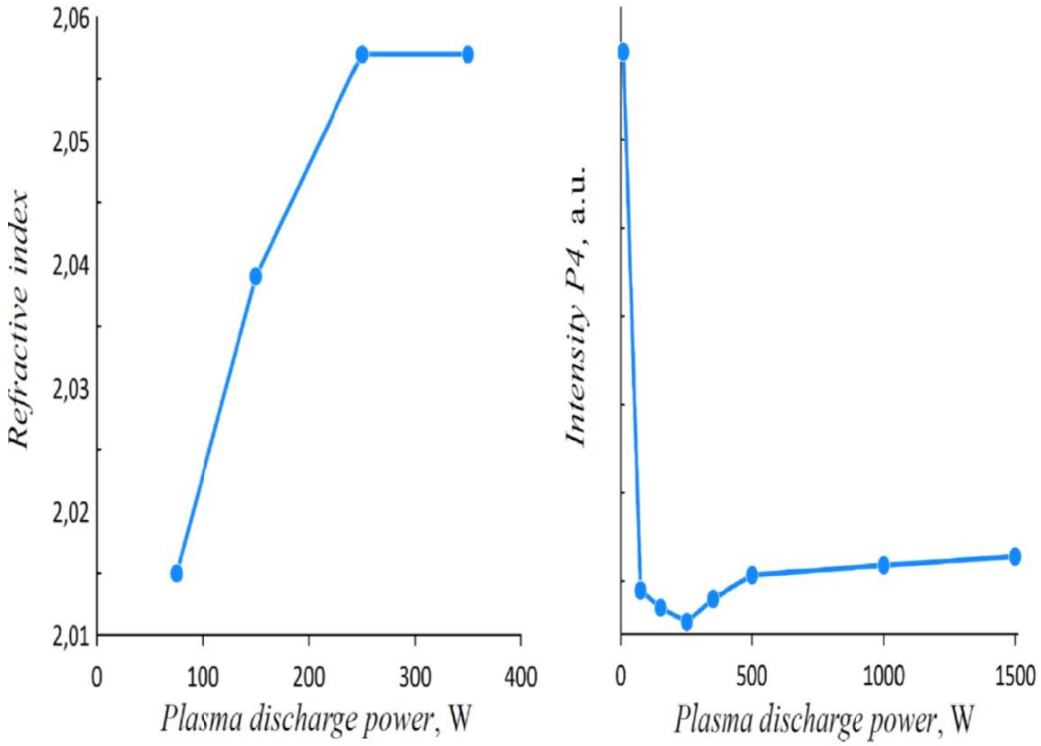


Рис. 58. Изменение свойств пленок при обработке в плазме кислорода

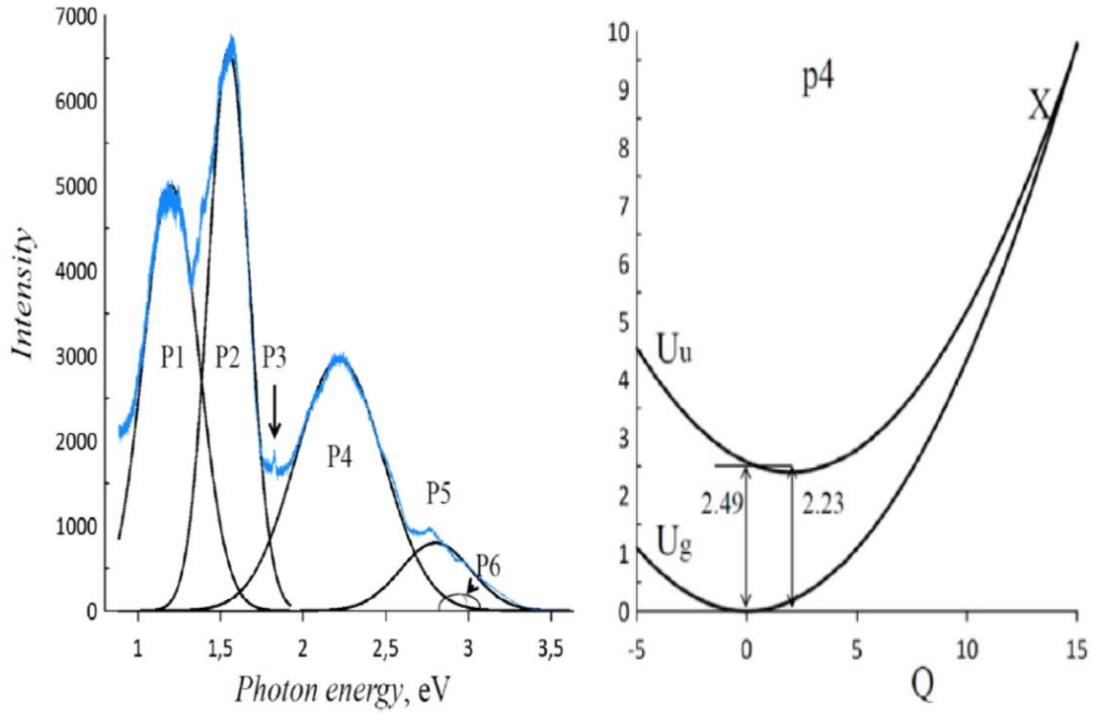


Рис. 59. Разделение полос люминесценции с учетом электрон-фононного взаимодействия

3. Создание и исследование структуры сплава Гейслера Ni-Mn-In с магнитоуправляемым эффектом памяти формы

Сплав Гейслера Ni_2MnIn привлекает внимание яркими эффектами магнитоуправляемых деформаций и гигантским обратным магнетокалорическим эффектом и перспективен для применений в устройствах микро- и наномеханики и калоритроники. Его функциональные свойства связаны с протекающими в нем магнитными и структурными фазовыми переходами. Методами синхротронной, нейтронной, рентгеновской дифракции, а также просвечивающей электронной микроскопии высокого разрешения показано, что в процессе охлаждения от температуры гомогенизации нестехиометрические образцы сплавов семейства Ni_2MnIn претерпевают следующие структурные фазовые превращения: атомное упорядочение B2→L21 и псевдоспинодальный распад, которые протекают одновременно и образуют неоднородный твёрдый раствор аустенита, способного к термоупругому мартенситному превращению при последующем охлаждении из кубической ферромагнитной фазы в немагнитную моноклинную. Методом нейтронной дифракции установлено, что низкотемпературная мартенситная фаза имеет антиферромагнитное упорядочение (**Рис. 60**). Этот факт объясняет экспериментально наблюдаемые эффекты магнитоуправляемой памяти формы и гигантского обратного магнитокалорического эффекта.

Организация: ИРЭ РАН.

Авторы: Коледов В.В., Кузнецов Д.Д., Ари-Гур П., Шавров В.Г., Мусабиров И.

Публикации:

1. Kuznetsov D. D., Koledeov V. et al. Magnetocaloric Effect, Structure, Spinodal Decomposition and Phase Transformations Heusler Alloy Ni-Mn-In //Nanomaterials. – 2023 – Т. 13.– №. 8. – С. 1385.

2. Kuznetsov D., Koledov, V. et al. Influence of the Cooling Rate on Austenite Ordering and Martensite Transformation in a Non-Stoichiometric Alloy Based on Ni-Mn-In //Journal of Composites Science. – 2023. – Т. 7. – №. 12. – С. 514.

3. Ari-Gur P., V,Shavrov et al. The use of diffraction techniques for understanding structure–property relationships in Heusler alloys //Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 2024. – Т. 596. – С. 171809

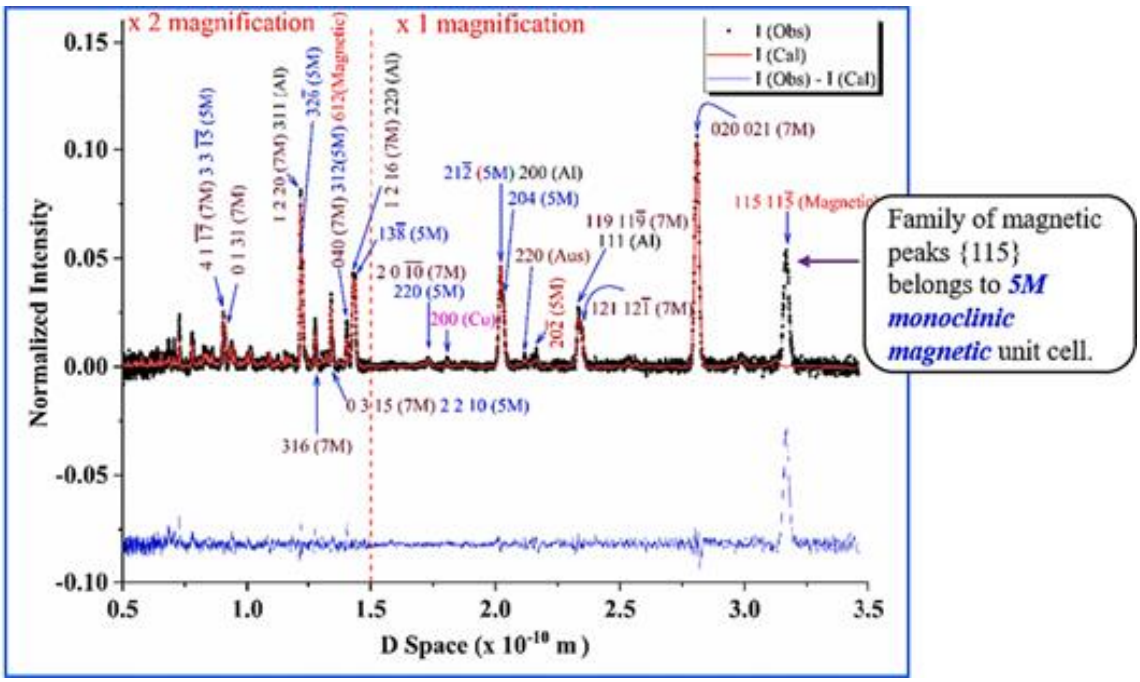


Рис. 60. Метод нейтронной дифракции показал семейство магнитных пиков {115} в моноклинной магнитной элементарной ячейке с удвоенным периодом по сравнению с данными синхротронной дифракции, что доказывает наличие антиферромагнитной фазы

4. Физико-химические закономерности формирования пористых фильтровальных материалов в режиме горения в поле центробежных сил

На созданной лабораторной установке по разработанной математической модели процесса синтеза из тонкодисперсных порошков никеля и алюминия [1] в режиме горения в поле центробежных сил [2] получены образцы высокопористых (50–60%) металлокерамических фильтроэлементов цилиндрической формы (**Рис. 61**). Новизна заключается в том, что вектор центробежных сил направлен перпендикулярно волновому фронту процесса самораспространяющегося высокотемпературного синтеза в отличие от параллельного вектора поля центробежных сил, используемого в других исследованиях. Это позволило мягко управлять процессом порообразования в ходе химического взаимодействия компонентов и получать образцы, исключающие трещинообразования в конечном продукте. Исследованы их фазовый состав и микроструктура, а также целевые свойства: плотность, пористость, прочность, жаростойкость и стойкость в агрессивных средах. Установлены закономерности формирования фильтровальных материалов. Область применения: производство металлокерамических фильтров с широким спектром структурных и каркасных свойств. В литературе отсутствуют сведения о применении подобных решений на практике.

Организация: НИИ «Реактивэлектрон».

Автор: Садовая И.В.

Публикации:

1. Математическая модель процесса синтеза интерметаллидов в системе Ni – Al / И.В. Садовая, В.В. Шаповалов, Ю.А. Алехов, В.В. Афанасьев // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия. – 2024. – Т. 56, №2. – С. 26-33

2. Расчет давления, возникающего при формировании фильтроэлемента из смесей порошков никеля и алюминия под действием центробежных сил / В.С. Полищук, И.В. Садовая, Ю.А. Алехов, Ф.Н. Сагдеева // Инновационные перспективы Донбасса: материалы X Международной научно-практическая конференции, (Донецк, 28–30 мая 2024 г.). – Т 3. – Донецк: Донецкий национальный технический университет, 2024. – С. 71-75. – EDN OKQQND.

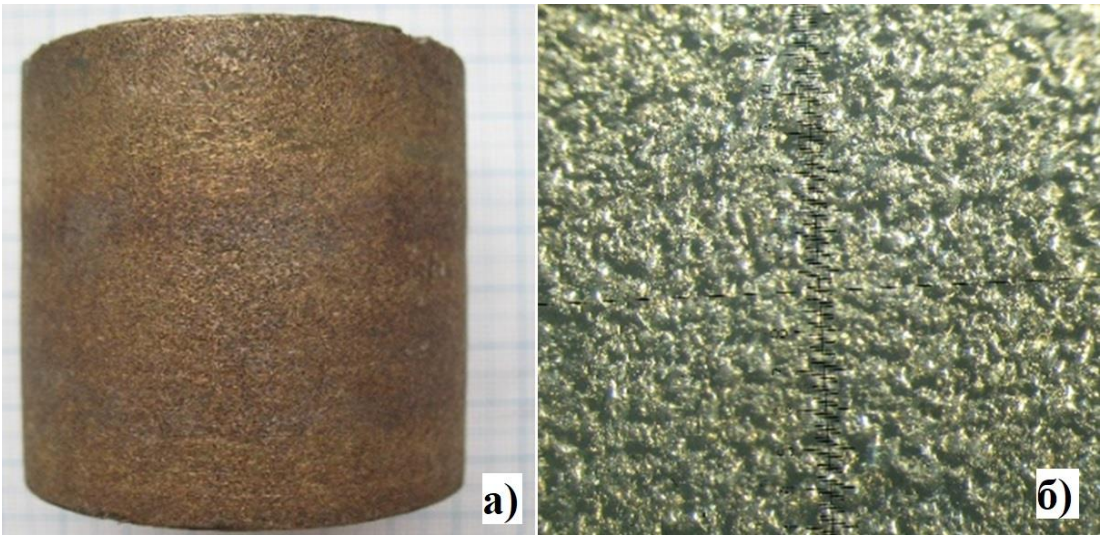


Рис. 61. Внешний вид – а): микроструктура (увеличение x16); – б): фильтроэлемента

5. Спектральный отклик единичной нанопроволоки ZnO

Массивы одномерных наностержней ZnO на кремниевых подложках получены методом химического осаждения из газовой фазы. ЭМ изображение образца массива упорядоченных наностержней ZnO приведено на **Рис. 62**(а). По технологии наноманипулирования изготовлена тестовая структура на единичной нанопроволоке ZnO. Для изготовления структуры использовали подложку Si/SiO2 с нанесенными встречно-штыревыми платиновыми электродами. Получена спектральная зависимость влияния излучения разных длин волн на сенсорные свойства структуры на одиночной нанопроволоке ZnO (**Рис. 62**(б)). Показано, что на проводимость структуры влияет только УФ-излучение во всех диапазонах, причем максимальный эффект оказывает излучение УФ-С-диапазона. Миниатюризация устройств на основе одномерных нанокристаллов ZnO весьма перспективна для создания датчиков УФ-излучения.

Организация: ИПТМ РАН.

Авторы: Евстафьева М.В., Зотов А.В., Иржак А.В., Корепанов В.И.

Публикации:

М.В. Евстафьева, А.В. Зотов, А.В. Иржак, В.В. Коледов, А.П. Орлов, А.В. Прокунин, С.В. Фон Гратовски, П.В. Лега, И.И. Мусабиров, Д.А. Винник, В.И. Корепанов, Спектральный отклик единичной нанопроволоки ZnO. Журн. Радиоэлектроники, №11, 2024. doi: 10.30898/1684-1719.2024.11.9

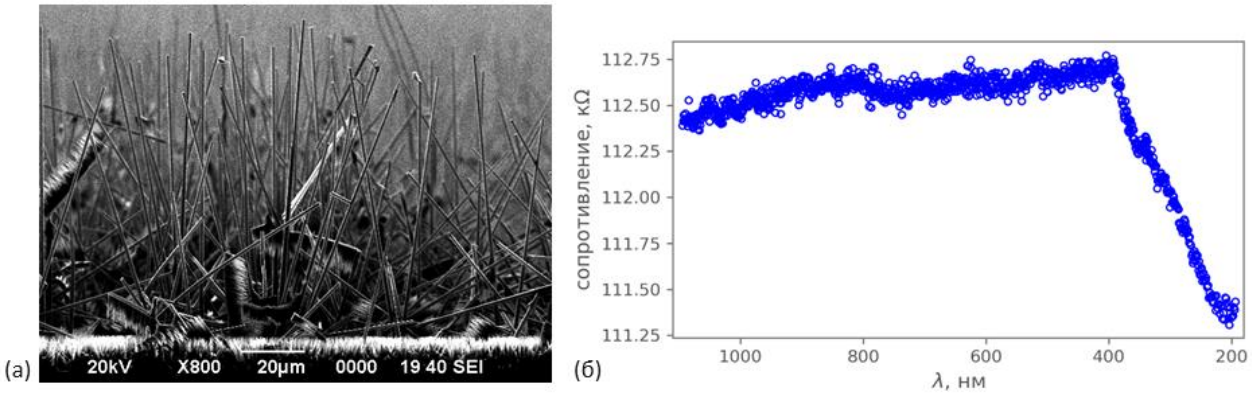


Рис. 62. (а) – Изображение образца наностержней ZnO в сканирующем электронном микроскопе, (б) – Спектральная чувствительность одиночной нанопроволоки ZnO

Энергетика, машиностроение, механика и процессы управления

Энергетика представляет собой ярко выраженную междисциплинарную науку, формирующую новые знания о методах преобразования энергии и создающую новые средства для таких преобразований путем интеграции достижений практически всех других наук. Одним из основных направлений фундаментальных исследований в энергетике являются системные исследования перехода к экологически чистой, ресурсосберегающей и конкурентоспособной энергетике. Эти исследования должны включать в себя: совершенствование методологии и инструментария прогнозирования развития мировой и отечественной энергетики на долгосрочную перспективу в условиях новой технологической революции в экономике; разработку новых подходов к прогнозированию спроса на энергоносители; прогнозирование научно-технического прогресса в технологиях производства, распределения и потребления топлива и энергии; обоснование приоритетных направлений технологического развития энергетики России; научное обоснование перехода к новой структуре и параметрам ядерной энергетики страны в условиях замыкания ядерного топливного цикла; разработку предложений по совершенствованию систем управления развитием и функционированием отраслей энергетического комплекса страны на основе новых информационно-коммуникационных технологий и принципов интеллектуализации.

Другим основным направлением является разработка физико-технических основ прорывных энергетических технологий в областях: тепло- и электрофизических исследований; энергетики на основе органических топлив; ядерной энергетики; энергетики на базе возобновляемых источников энергии; энергетики на основе электрохимических технологий производства и аккумулирования энергии; распределения энергии; добычи, переработки и транспортирования органических топлив и использования энергии.

Машиностроение является материальной базой научно-технического прогресса страны, всех секторов её экономики и национальной безопасности и должно обеспечивать перевод всех отраслей на новую технологическую базу, обеспечивающую снижение материалоёмкости и энергопотребления производства, повышение производительности труда, уровня промышленной безопасности и конкурентоспособности производимой продукции. Развитие машиностроительного комплекса опирается на фундаментальные и прикладные исследования в таких областях знания, как механика, физика, химия, процессы управления.

Машиноведение. Машиноведение является междисциплинарной наукой о технологиях, используемых при создании машин, машинных комплексов и сложных системах «человек-машина-среда», динамике машин, волновых и вибрационных процессах в технике, ресурсе, живучести и безопасности машин и сложных технических систем. Междисциплинарные проблемы машиноведения, создания и функционирования сложных человеко-машинных и робототехнических комплексов включают в себя: вопросы анализа и синтеза машинных комплексов; эргономики и биомеханики человеко-машинных и робототехнических систем и комплексов; динамики машин и вибрационных процессов в технике; разработки перспективных материалов и технологий; техногенной безопасности. Реализация наукоемких технологий предполагает проведение исследований, связанных с разработкой и развитием новых направлений машиностроения, – управляемых машин и аппаратов, технологий, автоматизированных технологических линий и энергосберегающих технологий на волновых принципах.

Механика – фундаментальная наука. Результаты, полученные в её области, позволили решить многие важнейшие проблемы при создании космических и транспортных систем, при разработке новых материалов, машин и конструкций, при решении актуальных проблем освоения природных ресурсов страны и обеспечения её обороноспособности. В рамках реализации национальных приоритетов развития научных исследований необходимо: решение новых фундаментальных задач динамики

космических тел; дальнейшее развитие теории устойчивости движения; построение новых моделей мехатроники и разработка принципов движения роботов для перемещения в различных средах.

В области механики экстремальных состояний необходимо: проведение экспериментальных исследований и теоретического анализа процессов и явлений в пикосекундном диапазоне длительностей нагрузки при реализации напряженных состояний твёрдых тел; проведение экспериментальных исследований прочностных свойств пластичных и хрупких материалов при высоких скоростях деформации и давлениях; создание моделей для расчётов динамики вещества в состояниях, далёких от механического, термодинамического и химического равновесия. В области механики сплошных сред необходимо: дальнейшее развитие математических моделей и методов расчёта сплошных сред; развитие методов Ланжевеновской динамики и построение новых моделей механики микро- и наносистем. В области исследования газодинамических процессов необходимо: исследование газодинамических процессов в реальных газах и плазме высокой плотности для земных и космических условий; разработка новых способов управления потоком в гиперзвуковой аэродинамике; исследование неравновесных физико-химических процессов в камерах сгорания прямоточных двигателей высокоскоростных летательных аппаратов. В области физики и механики деформирования и разрушения материалов необходимо: решение фундаментальных задач физики и механики деформирования и разрушения материалов различной структуры; построение моделей формообразования и инжиниринга поверхностей; изучение механики экстремальных энергетических воздействий на вещество мощных ударных и детонационных волн; создание определяющих соотношений для описания поведения современных композиционных и SMART-материалов; моделей прогнозирования ресурса материала в условиях динамических, комбинированных и усталостных воздействий, в том числе в режиме гигацикловой усталости. В области исследования природных процессов необходимо: построение моделей поведения природных объектов и многомасштабных технических систем; моделей деформирования сред, находящихся в состоянии непрерывного разрушения; расчётно-теоретических моделей ионосферы; моделей поведения атмосферы и океана в Арктических климатических условиях. В области механики живых систем необходимо: построение моделей процессов в живых системах; моделей поведения объёмно растущих сред; методов диагностики патологических состояний биологических тканей; развитие методов моделирования конструкций из биодеградируемых материалов и композитов для создания искусственных органов.

Процессы управления. Современная теория управления представляет собой разветвленное научное направление, использующее аппарат классической теории автоматического регулирования и управления, кибернетики, методов оптимизации, исследования операций и искусственного интеллекта, теории принятия решений и др. и охватывающее проблемы управления системами самой разнообразной природы, масштаба и назначения. В то же время более традиционные области использования теории управления – сложные технические системы: робототехника, авиация, навигация, космос, обработка изображений и многие другие – будут сохранять существенную роль стимула для развития теории управления и областей её приложения.

Современную теорию управления можно разделить на следующие основные области: теория, методы и технологии оптимизации и управления динамическими системами; теория, методы и технологии управления техническими и технологическими системами; теория, методы и технологии управления системами междисциплинарной природы.

Разработка теории, методов и технологий оптимизации и управления динамическими системами предполагает создание теории, методов и технологий, обеспечивающих требуемое качество функционирования сложных систем управления (оптимальность, устойчивость, функциональную и эксплуатационную надёжность,

работоспособность, отказоустойчивость и живучесть) в условиях ограниченности ресурсов управления; противодействия; недостаточной априорной информации об объекте управления и среде функционирования; большого количества разнородных и трудно учитываемых факторов нестационарности детерминиминированной, стохастической и субъективной природы; значительных объёмов существенной неструктурированной информации, поступающей и обрабатываемой в реальном масштабе времени; деградации (отказов аварий) и/или необходимости реконфигурации объекта и системы управления с приложениями к перспективным и совершенствуемым интеллектуальным системам навигации и управления объектами различного масштаба и назначения в разных физических средах в таких отраслях, как авиационные, космические, наземные, морские и другие подвижные объекты.

Разработка теории, методов и технологий управления техническими и технологическими системами предполагает создание теории, методов и технологий интеллектуальных технических средств и систем автоматического и/или автоматизированного управления жизненными циклами организационно-технических и технологических систем с учётом критериев производительности, стоимости, энергоэффективности, экологичности и др., включая сетевые мультимодальные многоуровневые многоагентные системы автоматизации проектирования и производства на расширенных предприятиях высокотехнологических отраслей с обеспечением конкурентноспособности и гибкости производства и логистики, диагностики сложных технических и технологических систем на фазах эксплуатации и модернизации с оценками риска потери качества функционирования, индивуализации продукции и реализации контрактов полного жизненного цикла с приложениями в различных отраслях промышленности, энергетики, телекоммуникационных системах, транспортно-логистических системах, сельскохозяйственном производстве в условиях его роботизации, добыче полезных ископаемых.

Разработка теории, методов и технологий управления системами междисциплинарной природы предполагает создание теории, методов и технологий гетерогенных интеллектуальных распределенных и иерархических автоматизированных систем и поддержки принятия решений в условиях неопределенности, ограниченной рациональности субъектов и объектов управления с приложениями в социальных, экономических, биологических, экологических, производственных и инфраструктурных системах различного уровня и масштаба.

Важнейшие достижения

Секция механики

1. Замкнутая дискретная упругопластиковая модель, описывающая поведение армированного металломатричного композита при ударном нагружении

Численно подтверждены экспериментальные данные о преимущественном влиянии объемного армирования на ослабление ударных волн в композитных защитных экранах за счет многократного рассеяния на границах раздела материалов, предотвращающих откольное разрушение при скоростях взаимодействия до 6 км/с.

Предложена дискретная упругопластическая модель металломатричного композита (ММК), позволяющая предсказывать отклик гетерогенной среды на динамические воздействия, с высокой точностью воспроизводя процессы деформирования, разрушения ММК, на основании которой впервые получено численное решение задачи высокоскоростного воздействия космического мусора на объемно армированный композитный экран космических аппаратов. На **Рис. 63** показана структура армированного ММК, а на **Рис. 64**а и **Рис. 64**б результаты моделирования и экспериментальные данные ударного воздействия при скорости 6 км/с.

Организация: ИТПМ СО РАН.

Авторы: Фомин В.М., Краус Е.И., Шабалин И.И., Краус А.Е.

Публикации:

Kraus A., Buzyurkin A., Shabalin I., Kraus E. Numerical modelling of high-speed loading of periodic interpenetrating heterogeneous media with adapted mesostructure //Applied Sciences. 2023. Т. 13. № 12. С. 7187 DOI: 10.3390/app13127187 IF 2.838 (Q:2)

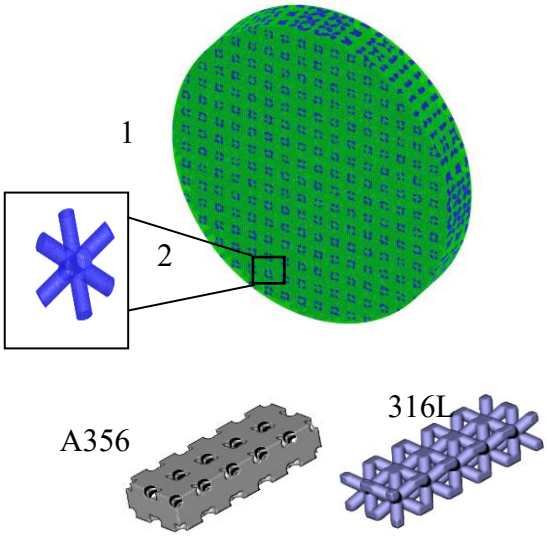


Рис. 63. Геометрическая модель объемно-армированного экрана:
1 – Матрица из A356, 2 – Армирование из 316L

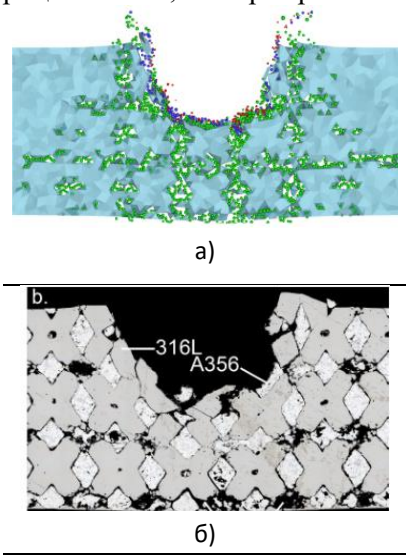


Рис. 64. Кратеры в армированном экране: а) расчет 3D; б) экспериментальные данные (Poole, L.L. etc.)

2. Расчетный анализ летных данных по конвективному нагреву марсианского спускаемого аппарата

С использованием модели совершенного газа решена пространственная задача о сверхзвуковом обтекании спускаемого аппарата Mars Science Laboratory (MSL) в плотных слоях марсианской атмосферы. Численные расчеты проведены на основе системы усредненных по Рейнольдсу уравнений Навье–Стокса с алгебраической моделью турбулентного перемешивания. Изучена структура поля течения вблизи спускаемого аппарата для условий реальной траектории. Проанализированы расчетные данные о конвективном нагреве поверхности с наветренной и подветренной сторон, с учетом существенного изменения условий нагрева при ламинарно-турбулентном переходе вблизи поверхности. На основе сравнения с расчетами по неравновесной физико-химической модели показана адекватность использования модели совершенного газа с

соответствующим образом выбранным показателем адиабаты. Сравнение с летными данными подтвердило высокую точность численных расчетов по структуре течения и тепловым потокам на поверхности спускаемого аппарата (**Рис. 65**).

Организация: ИПМех РАН.

Автор: Суржиков С.Т.

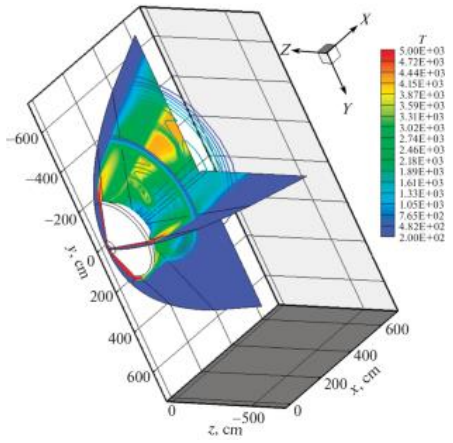


Рис. 65. Распределение температуры около модели марсианского спускаемого аппарата Mars Science Laboratory (MSL)

3. Твердосмазочные покрытия в трибосопряжениях в условиях космического пространства

Проведены комплексные исследования твердосмазочных покрытий, предназначенных для применения в трибосопряжениях в условиях космического пространства. Теоретически и экспериментально изучено влияние структуры и механических характеристик покрытий, условий контактного взаимодействия, а также характеристик шероховатости контртела на распределение контактных и внутренних напряжений в покрытиях (**Рис. 66**), а также на проявление эффекта самосмазывания при различных условиях фрикционного взаимодействия (полное скольжения, качение с проскальзыванием). Предложены теоретические модели процесса изнашивания покрытия в реальных условиях функционирования радиальных подшипников скольжения и уплотнений вала в условиях случайно изменяющихся температуры и внешней нагрузки.

Организация: ИПУ РАН.

Автор: Горячева И.Г.

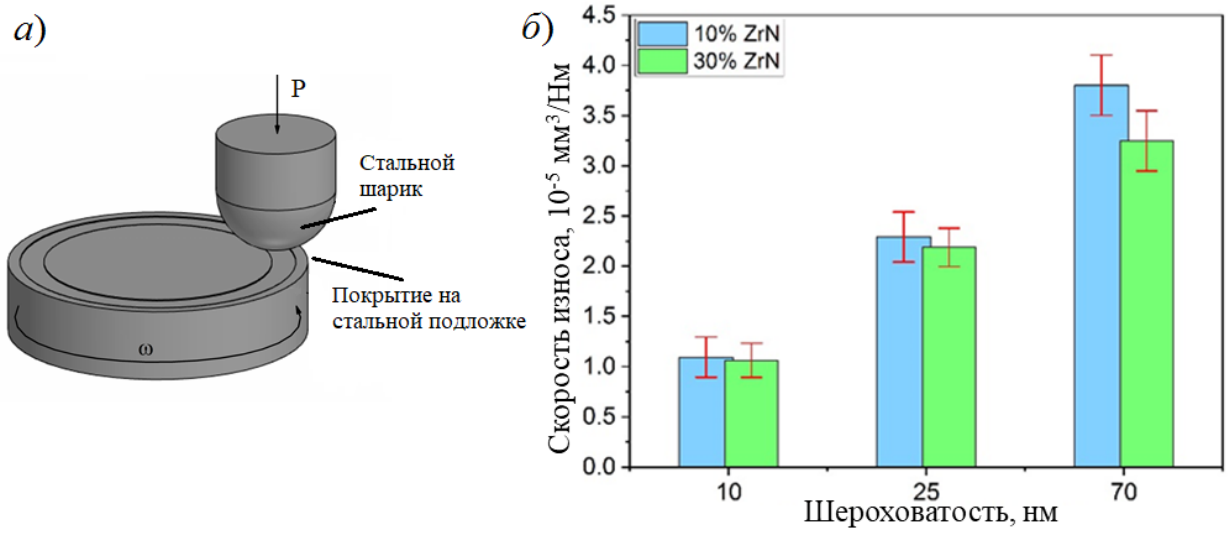


Рис. 66. а) схема эксперимента по скольжению шероховатого штампа по исследуемым покрытиям; б) зависимость скорости износа от шероховатости контртела

4. Разработка методики получения специальных подложек кубического карбида кремния на кремнии для роста транзисторных гетероструктур с высокой подвижностью носителей заряда (HEMT)

Разработанный в ИПМаш РАН метод формирования специального типа поверхности гибридных подложек SiC/Si для роста эпитаксиальных гетероструктур Ga(Al)N с высокой подвижностью носителей заряда является основой для создания новой технологии выращивания буферного слоя карбида кремния на кремнии, на котором будут формироваться слои широкозонных полупроводников на кремнии. Данный продукт после внедрения в производство может быть использован предприятиями-производителями гетероэпитаксиальных структур и силовой электроники на основе нитрида галлия. К таким предприятиям относятся: АО «Эпиэл», АО «НИИМЭ», АО «НПП Салют», АО «ЗНТЦ», АО «НПП «Пульсар» и другие.

Исследования, проведенные в ИПМаш РАН, показали, что в процессе протекания гетерогенной химической реакции взаимодействия газообразного моноксида углерода с поверхностью монокристаллического кремния при синтезе карбида кремния (SiC) на кремнии (Si) происходят изменения структуры атомной укладки слоев кремния и углерода на поверхности SiC. Эти изменения зависят от времени синтеза SiC. Установлено, что в процессе синтеза на поверхности карбида кремния происходят двумерные фазовые переходы, меняющие реконструкцию поверхности SiC (**Рис. 67**). Обнаружение эффекта смены типа реконструкции поверхности SiC от времени синтеза имеет важное практическое значение для развития технологий роста пленок различных соединений на SiC/Si, в частности плёнок широкозонных полупроводников, таких как AlN, GaN, AlGaN. Хороший рост и высокое качество этих полупроводниковых пленок обеспечивается выходом атомов кремния на поверхность карбида кремния. Для роста полупроводниковых пленок, содержащих атомы кислорода (ZnO, Ga_2O_3 и др.), необходимо обеспечить условия выхода атомов углерода на поверхность карбида кремния.

Организация: ИПМаш РАН.

Авторы: Кукушкин С.А., Воробьев М.Г., Осипов А.В., Гращенко А.С., Убыйвовк Е.В.

Публикация:

С.А. Кукушкин, М.Г. Воробьев, А.В. Осипов, А.С. Гращенко, Е.В. Убыйвовк. Эволюция структуры при превращении Si в SiC методом самосогласованного замещения атомов. // Физика твёрдого тела, 2024, том 66, вып. 7, с. 1133-1143. DOI: 10.61011/FTT.2024.07.58385.120.

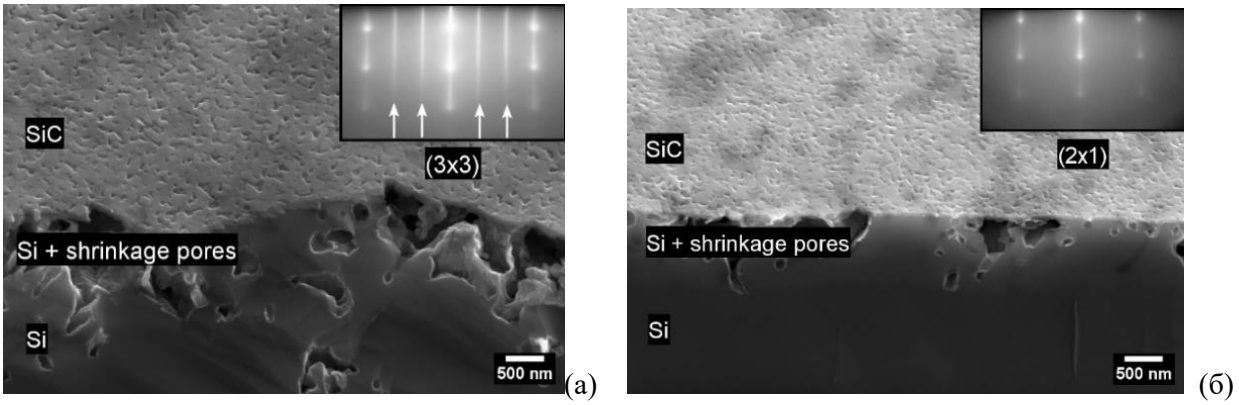


Рис. 67. Изменение типа реконструкции поверхности образца SiC/Si(111) от времени синтеза; на вставках приведены электронограммы, снятые с поверхности образов в азимуте <110>. (a) время синтеза 1 min, тип реконструкции (3×3), стрелками показаны дифракционные полосы третьего порядка. (b) время синтеза 3 min, тип реконструкции (2×1).

5. Механика жидкостей и газов. Нелинейные колебания газа и динамика аэрозоля в резонаторах различной геометрии

Проведены экспериментальные исследования вынужденных колебаний газа и осаждения аэрозоля в однородных цилиндрических резонаторах разного радиуса, цилиндрическом резонаторе со скачком сечения и прямоугольном канале (**Рис. 68**). Установлено, что с увеличением площади поверхности колеблющейся границы резонатора (поршня) (**Рис. 68***а*) амплитуда колебаний давления газа возрастает. Ее максимум наблюдается в канале, а минимум – в однородной трубе с наименьшим радиусом. Выявлено, что при наличии колебаний аэрозоль во всех резонаторах осаждается быстрее, чем при свободном осаждении (**Рис. 68***б*). Наименьшее время осаждения соответствует однородной более широкой трубе, а наибольшее – каналу. Полученные результаты могут быть полезны для выявления наиболее эффективных способов осаждения аэрозоля в ограниченных средах, для создания новых либо совершенствования существующих технологий очистки газов в различных отраслях промышленности. Они дополняют научные представления о механике многофазных систем.

Организация: ИММ ФИЦ КазНЦ РАН.

Руководитель: Губайдуллин Д.А.

Авторы: Зарипов Р.Г., Ткаченко Л.А., Фадеев С.А., Шайдуллин Л.Р.

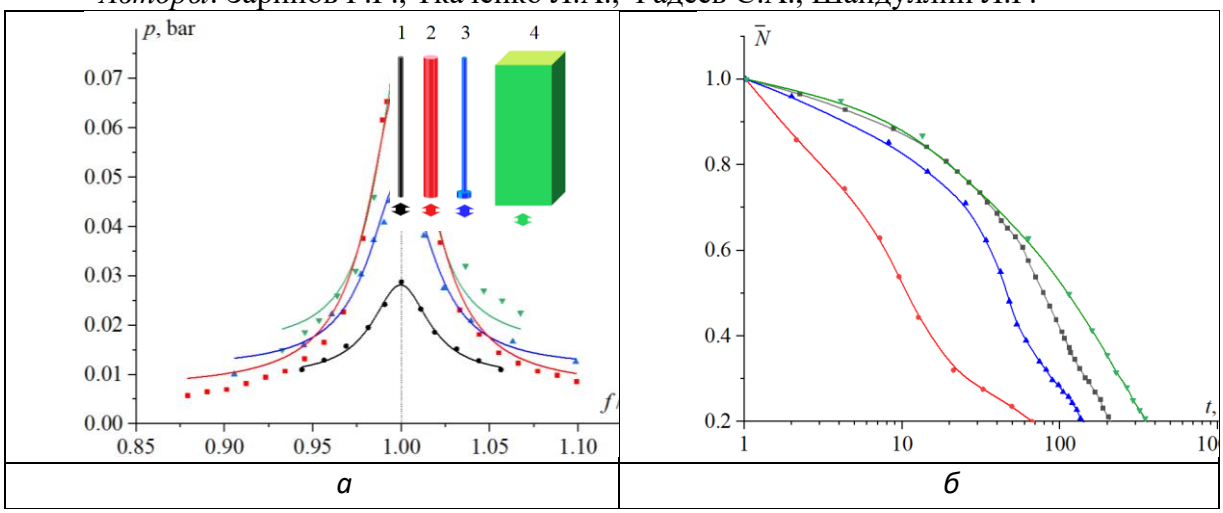


Рис. 68. Исследуемые резонаторы и амплитудно-частотная характеристика колебаний газа в них вблизи их резонансных частот f_0 (*а*), зависимость безразмерной (отнесенной к начальной) концентрации частиц аэрозоля от времени на резонансной частоте (*б*). Длина резонаторов 100 см, площадь сечения резонатора 1 – 10.46 см^2, 2 – 78.54 см^2, 3 – 10.46 см^2, 4 – 1600 см^2. Площадь поршня резонатора 3 – 78.54 см^2. При отсутствии колебаний время осаждения аэрозоля превышает 1000 сек.

Публикации:

Gubaidullin D.A., Zaripov R.G., Tkachenko L.A., Shaidullin L.R. Aerosol deposition on resonances at nonlinear oscillations in a closed cross section jump tube // Continuum Mechanics and Thermodynamics, 2022. 35. Pp. 1473-1479. (Scopus Q1, WoS Q2, УБС 1).

Губайдуллин Д.А., Зарипов Р.Г., Ткаченко Л.А., Шайдуллин Л.Р., Фадеев С.А. Резонансные колебания газа и аэрозоля в открытой трубе со скачком сечения // Теплофизика высоких температур. 2023, Т. 61 №1. С. 145-148 (WoS Q4, Scopus Q3, УБС 1).

Губайдуллин Д.А., Зарипов Р.Г., Ткаченко Л.А., Шайдуллин Л.Р., Фадеев С.А. Осаждение полидисперсного аэрозоля в узкой закрытой трубе при резонансном режиме колебаний // Теплофизика высоких температур. 2023, Т. 61, № 6. С. 953–956 (WoS Q4, Scopus Q3, УБС 1).

Губайдуллин Д.А., Шайдуллин Л.Р., Фадеев С.А. Вынужденные продольные колебания газа и аэрозоля в открытой трубе со скачком сечения / Доклады Российской

академии наук. Физика, технические науки, 2023, том 510, с. 59–63 (WoS Q4, Scopus Q3, УБС 3).

Gubaidullin D. A., Fadeev S. A. and Shaidullin L. R. Effect of the cone-shaped end vertex angle of a closed tube on resonant gas oscillations / Lobachevskii Journal of Mathematics, 2023 Vol. 44, № 5, pp. 1629–1633 (WoS Q2, Scopus Q2, УБС 2).

Gubaidullin D. A., Zaripov R. G., Tkachenko L. A, Shaidullin L. R. and Fadeev S. A. Resonant oscillations of gas in tubes with different tips / Lobachevskii Journal of Mathematics, 2023 Vol. 44, №5, 1638–1643 (WoS Q2, Scopus Q2, УБС 2).

Shaidullin L. R. and Fadeev S. A. Effect of a rigid cone inserted in a tube on resonant gas oscillations / Lobachevskii Journal of Mathematics, 2024. Vol. 45, No. 5, pp. 2144–2150 (WoS Q2, Scopus Q2, УБС 2).

Fadeev S. A. and Shaidullin L. R. Resonant gas oscillations in a closed tube with a coaxial heat source / Lobachevskii Journal of Mathematics, 2024. Vol. 45, No. 5, pp. 1947–1954 (WoS Q2, Scopus Q2, УБС 2).

Губайдуллин Д.А., Зарипов Р.Г., Ткаченко Л.А., Шайдуллин Л.Р., Фадеев С.А. Исследование нелинейных колебаний газа и осаждения аэрозоля в замкнутых резонаторах разной геометрии / XIII Всероссийский съезд по теоретической и прикладной механике : сборник тезисов докладов в 4 томах, 21–25 августа, 2023 г. Т. 2. Механика жидкости и газа. – СПб.: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС, 2023. С. 951 - 953 (РИНЦ).

6. Методика расчета параметров спирального МГД-насоса, дающая возможность рассчитывать и создавать МГД-насосы, которые даже на таких низкопроводящих сплавах, как свинец способны создавать высокие давления

Создание атомных электростанций, использующих в качестве хладагента свинец, делает актуальным исследования и проектирование устройств, способных эффективно его перекачивать. Целью данного исследования является оценка эффективности развиваемого давления в стопорном режиме спиральным-МГД насосом трансформаторного типа, способного создавать высокие давления, даже работая с низко проводящими жидкими металлами. На **Рис. 69** показан внешний вид такого спирального МГД-насоса, а также обозначены магнитно-силовые линии внутри его сердечника и индуцированный ток в его канале. Выполнено численное моделирование электродинамических процессов в насосе. В работе приведена оценочная аналитическая зависимость, которая помогает без расчетных пакетов сравнивать характеристики различных вариантов конструируемого насоса. В рамках верификации математической модели произведен расчет экспериментально исследуемой конструкции по оценочной форме и численной модели.

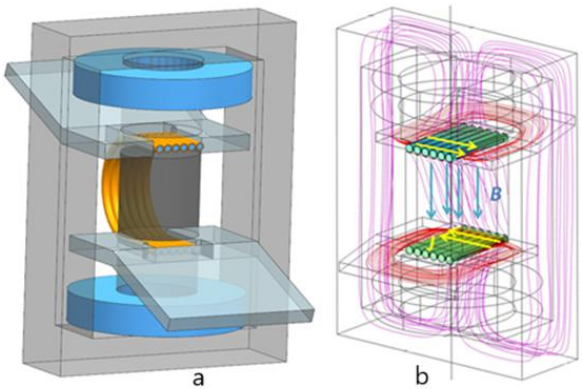


Рис. 69. Спиральный насос (a), распределение магнитного поля и индуцированного тока в сердечнике и канале (b)

В работе получены характеристики насоса в стопорном режиме при некоторых конструктивных его вариантах, а также при его работе с металлами различных электропроводностей (**Рис. 70**). Произведено сравнение расчетов по оценочной формуле и численной модели с результатами эксперимента. Показано, что насос может создавать высокие давления порядка единиц мегапаскалей, работая даже с такими металлами, как жидкий свинец, обладающий низкой электропроводностью.

Организация: ИМСС УрО РАН.

Руководитель: Хрипченко С.Ю.

Авторы: Хрипченко С.Ю., Долгих В.М., Тонков Е.Ю.

Публикации:

Хрипченко С.Ю., Тонков Е.Ю. Электродинамические процессы в спиральном магнитогидродинамическом насосе трансформаторного типа// Журнал технической физики » 2024, том 94 выпуск 10 с. 1729-1737 DOI: 10.61011/JTF.2024.10.58868.181-24.

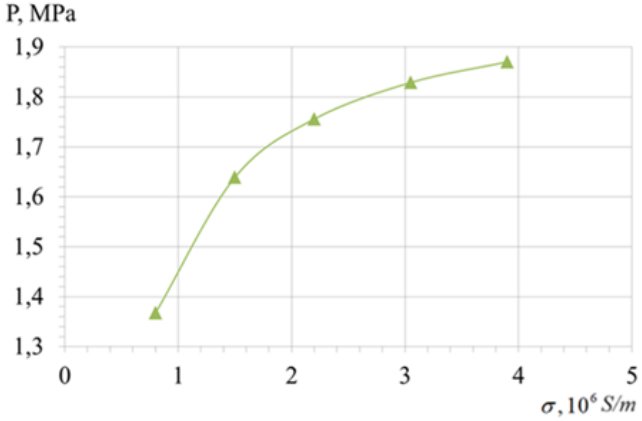


Рис. 70. Зависимость развиваемого насосом давления от проводимости перекачиваемого металла

Секция проблем машиностроения и процессов управления

1. Моделирование работы камер сгорания перспективных авиационных двигателей в реальных условиях

Шесть актов сдачи-приемки работ по договорам с ОДК.

Проведено комплексное расчетно-экспериментальное исследование процессов распыла и горения жидкого топлива для фронтовых устройств перспективных отечественных двигателей (ПД-14, ПД-35, изделие 30). С применением современных панорамных и локальных оптических методов диагностики реагирующих течений проведены исследования структуры течения, распределений по размерам и скоростям капель жидкого топлива, динамики и положения фронта пламени за фронтовыми устройствами камер сгорания перспективных авиационных двигателей с использованием в качестве топлива авиационного керосина марки ТС-1. С применением верифицированных методов вихреразрешающего численного моделирования проанализированы режимы горения керосина в камере сгорания в широком диапазоне режимных параметров (давление в диапазоне до 30 кгс/см^2, температура воздуха до 560°С).

Созданные стенды и методики готовы к практическому использованию при разработке перспективных фронтовых устройств газотурбинной техники (**Рис. 71**).

Организация: ИТ СО РАН.

Авторы: Маркович Д.М., Чикишев Л.М., Толстогузов Р.В., Дектерев А.А., Лукашов В.В., Савицкий А.Г., Дектерев Ар.А., Шараборин Д.К., Лебедев А.С., Дулин В.М.

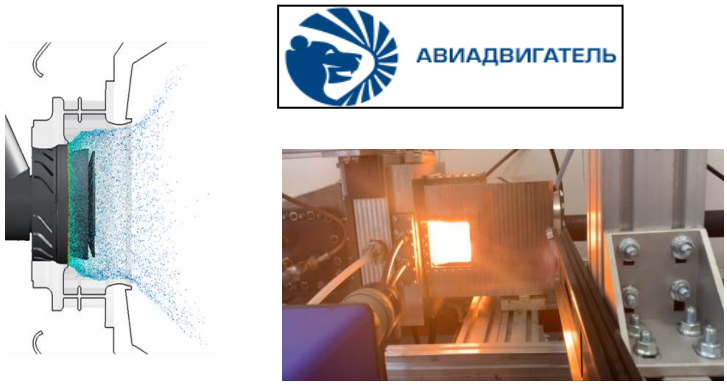


Рис. 71. Стенд с расходом воздуха до 1,5 кг/с и топлива до 0,05 кг/с, максимальное давление до 20 атм и температура на входе в камеру сгорания до 600°С. Исследование распыла и горения топлива (метан, керосин, синтетическое топливо) с использованием современных оптических методов

2. Конструирование решений в минимаксных дифференциальных играх с фиксированным моментом окончания

Изучена игровая задача о сближении конфликтно управляемой системы в конечномерном евклидовом пространстве в фиксированный момент времени. Для решения задачи применён метод, дополняющий метод унификации Н.Н. Красовского в теории дифференциальных игр. Исследована в общей постановке проблема конструирования множества разрешимости задачи о сближении. Введено понятие А-системы множеств, аппроксимирующей множество разрешимости задачи о сближении, обоснована корректность этого понятия. Изучена позиционная стратегия первого игрока, основанная на принципе экстремального прицеливания движения конфликтно управляемой системы на А-систему. Для игровых задач о сближении достаточно общего вида разработан алгоритм приближённого вычисления множеств разрешимости, основанный на ключевом понятии *u*-стабильного тракта.

Полученные результаты применимы к широкому спектру прикладных задач, таких как, например, задачи наведения управляемых механических систем в условиях помех на целевые множества (**Рис. 72**), задачи, связанные с обеспечением конфликтно-устойчивого взаимодействия производственно-экономических систем с внешней средой и др.

Организация: ИММ УрО РАН.

Авторы: Ушаков В.Н., Тарасьев А.М., Ершов А.А., Ушаков А.В.

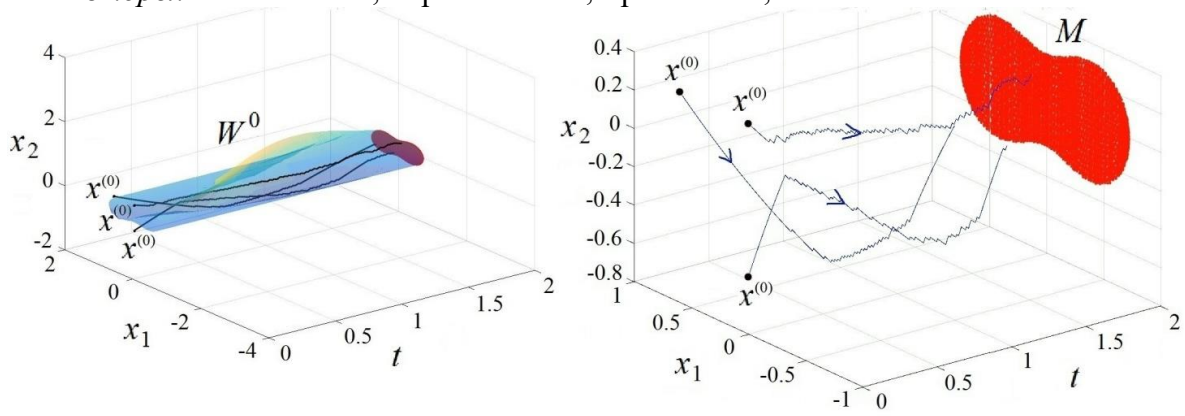


Рис. 72. Множество разрешимости W^0 и траектории, приходящие на M, для модели математического маятника в вязкой среде при наличии помех

Публикации:

1. Ушаков В.Н., Тарасьев А.М., Ершов А.А. Об одном дополнении к методу унификации Н.Н. Красовского в теории дифференциальных игр // Доклады Российской академии наук. Математика, информатика, процессы управления. 2024. Т. 64. С. 74–80.

2. Ушаков В.Н., Ершов А.А. К конструированию решений игровой задачи с фиксированным моментом окончания // Труды Института математики и механики УрО РАН. 2024. Т. 30, №3 С. 255–273.

3. Ушаков В.Н., Тарасьев А.М., Ушаков А.В. Минимаксная дифференциальная игра с фиксированным моментом окончания // Математическая теория игр и её приложения. 2024 Т. 16, № 3. С. 77–112.

3. Методы и алгоритмы обработки детерминированных и вибрационных сигналов в условиях сильных помех

Разработаны методы и алгоритмы обнаружения слабых детерминированных сигналов в белом шуме на основе порядковых статистик нормированного спектрального распределения. Научная новизна состоит во введении новой информационной характеристики сигналов, основанной на теоретическом оконном спектральном распределении белого шума. Значимость заключается в повышении эффективности обнаружения детерминированных сигналов в условиях сильных помех, статистически близких к аддитивному белому гауссовскому шуму (**Рис. 73**).

Разработаны методы и алгоритмы обнаружения слабых полезных сигналов в условиях сильных помех на основе диаграмм статистической и спектральной сложностей. Научная новизна состоит в исследовании диаграмм энтропии/сложности как инструмента для обнаружения и классификации сигналов. Значимость заключается в повышении качества классификации сигналов в условиях сильных помех различной природы.

Предложенные методы обработки слабых сигналов на основе информационных признаков позволяют решать широкий класс задач обнаружения и классификации детерминированных сигналов в условиях сильных помех различной природы, включая акустические и гидроакустические, что может найти применение в создании систем мониторинга обстановки и защиты объектов от таких угроз, как БПЛА и БЭКи.

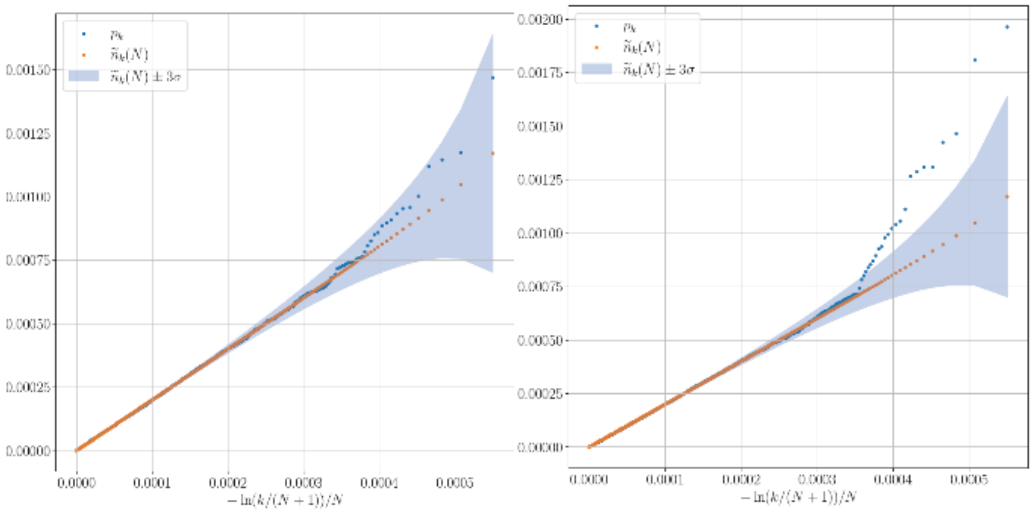


Рис. 73. Дискретные спектральные распределения для временной последовательности данных шума и сигнала с шумом

Организация: ИПУ РАН.

Авторы: Галяев А.А. – руководитель, Лысенко П.В., Берлин Л.М., Бабиков В.Г., Колоколов А.С.

Публикации:

Галяев А.А., Берлин Л.М., Лысенко П.В., Бабиков В.Г. Порядковые статистики нормированного спектрального распределения для обнаружения слабых сигналов в белом шуме // Автоматика и телемеханика. - 2024. - № 12. - С. 49 - 69. - DOI: 10.31857/S0005231024120039. (УБС2).

Бабиков В.Г., Галяев А.А. Диаграммы статистической и спектральной сложности // Проблемы передачи информации. - 2024. - Т. 60, № 2. - С. 127 - 140. - DOI:

10.31857/S0555292324020037. (УБС2).

Колоколов А.С., Вороничев П.П. Сравнительное исследование двух подходов к диагностике состояния роторного оборудования, основанных на анализе вибрации и неравномерности вращения вала // Датчики и Системы. - 2024. - № 3. - С. 42 - 48. - DOI: 10.25728/datsys.2024.3.7. (УБС4).

4. Решение проблемы качественного управления, оценивания и наблюдения в условиях неопределенности, возмущений и запаздывания

Разработаны новые методы качественного управления динамическими системами, а также наблюдения состояния и оценивания производных неизвестного сигнала в условиях неопределенности, возмущений и запаздывания. Требуемое качество задается разработчиком априори, и оно должно выполняться в любой момент времени, что невозможно ранее было гарантировать при использовании методов адаптивного и робастного управления, наблюдения и оценивания. Использование нового дивергентного метода позволило расширить класс исследуемых систем наряду с использованием метода функций Ляпунова. Расчет параметров регулятора сведен к решению линейных матричных неравенств, что делает алгоритм универсальным в инженерной практике.

Разработанные алгоритмы внедрены ПАО «Газпром-нефть» для текущего оценивания содержания нефти, воды и газа в нефтепроводе на месторождениях на основе информации, полученной только с датчиков вибрации (**Рис. 74**). Достоинство данного решения состоит в том, что оно просто с точки зрения инженерной реализации и настройки, обеспечивает точность содержания компонент около 87% и гораздо дешевле существующих аналогов, которые требуют врезания соответствующих датчиков в трубопровод, что подвергает их воздействию агрессивной среды и делает неработоспособными при продолжительном времени эксплуатации. Решение последней проблемы особенно важно при реализации измерений в географически труднодоступных местах таких, как крайний север.

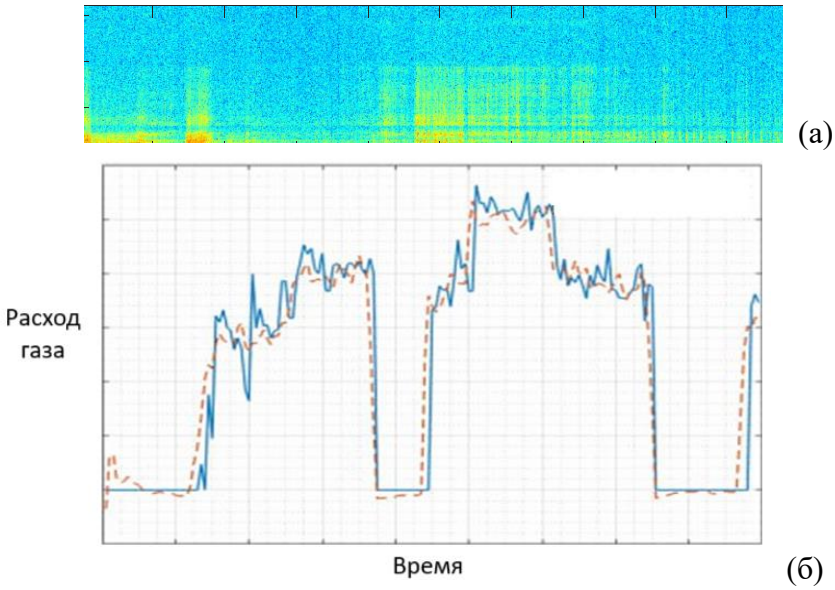


Рис. 74. По информации с датчиков вибрации (а) оценивается информация о содержании газа в трубопроводе ((б), сплошная кривая – реальное значение расхода газа, пунктирная кривая – оценка расхода газа) на одном из нефтегазовых месторождений на территории РФ.

Организация: ИПМаш РАН.

Авторы: Фуртат И.Б., Гущин П.А., Перегудин А.А., Копысова Е.А.

Публикации:

Furtat I.B., Gushchin P.A., Nguyen B.H. Nonlinear control providing the plant inputs and outputs in given sets // European Journal of Control. 2024. Vol. 76, 100944. DOI:

10.1016/j.ejcon.2023.100944.

Furtat I., Gushchin P., Kopisova E. Nonlinear output feedback control laws based on linear ones for improving ultimate bound//Journal of the Franklin Institute. 2024. Vol. 361, no. 4. 106636 DOI: 10.1016/j.jfranklin.2024.01.037.

Peregudin A., Furtat I. New Duality Relations in Linear Systems and Optimal Control under Bounded Disturbances//IEEE Transactions on Automatic Control. 2024. Vol. 69, no. 8. P. 5569-5576. DOI: 10.1109/TAC.2024.3371356.

5. Эффективные методы маршрутизации в приложении к дискретным задачам высокоточной листовой резки

Оптимальная маршрутизация рабочего инструмента в процедурах высокоточной листовой резки является одной из известных проблем исследования операций, обладающей широким спектром актуальных производственных приложений, например в авиационной и автомобильной промышленности, а также индустрии полупроводников. До последнего времени частные постановки задачи, учитывающие различные типы производственных ограничений, исследовались по отдельности, что затрудняло сравнительный анализ предлагаемых алгоритмов и сужало область применимости получаемых решений.

Впервые предложен общий подход к алгоритмическому анализу задачи, основанный на серии полиномиальных алгоритмов сведения ее постановок к эквивалентным постановкам обобщенной задачи коммивояжера с ограничениями предшествования. Это обеспечило применимость к построению оптимальных (субоптимальных) по стоимости маршрутов авторских результатов в области полиэдральной теории и методов ветвей и секущих плоскостей, а также метаэвристик рекордной производительности (**Рис. 75**).

Организация: ИММ УрО РАН.

Авторы: Хачай М.Ю., Петунин А.А., Sadykov R., Khachai D., Battaia O.

Публикации:

1. Khachai, D., Battaia, O., Petunin, A., and Khachay, M. Discrete cutting path problems: a general solution framework and industrial applications. Int. J. of Prod. Res. 2024, https://doi.org/10.1080/00207543.2024.2365360.

2. Khachai D., Sadykov, R., Battaia, O., and Khachay, M. Precedence constrained generalized traveling salesman problem: Polyhedral study, formulations, and branch-and-cut algorithm. Eur. J. of Oper. Res. 2023. 309(2), pp. 488–505, https://doi.org/10.1016/j.ejor.2023.01.039.

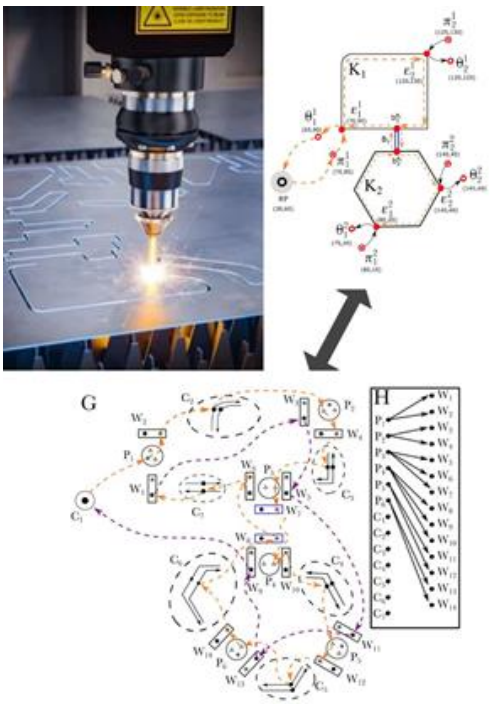


Рис. 75. Иллюстрация предложенного подхода

Секция энергетики

1. Развитие моделей кода РОМ

Выполнены работы по развитию моделей кода РОМ, предназначенного для проведения расчетов атмосферного переноса с целью оценки возможных радиологических последствий для населения от разовых и штатных радиоактивных выбросов в задачах обоснования безопасности на основе многолетнего ретроспективного анализа (**Рис. 76**). Для этого были реализованы модели подготовки метеорологических полей из данных измерений, глобального и регионального анализа динамики атмосферы, в том числе получила развитие модель интерполяции метеорологических данных с нескольких постов метеорологического мониторинга. Разработана и реализована технология проведения расчетов на вложенных сетках метеорологических данных, полученных из разных источников, что позволяет сохранять точность на локальном и региональном масштабах. Также получила развитие модель расчета доз облучения, в которой был гармонизирован перечень и модели путей облучения с международными стандартами и последними исследованиями в области формирования доз облучения, в том числе осуществлен переход на определение эффективной дозы по 103 публикации МКРЗ. Расширен перечень моделируемых процессов взаимодействия примеси и объектов окружающей среды, на уровне моделей подсеточного масштаба развиты и реализованы новые зависимости параметров осаждения и вымывания радиоактивных газов с учетом фактических метеорологических условий. Валидация полученных моделей показывает снижение погрешности расчета более чем в 2 раза для ключевых процессов, влияющих на результат оценки доз облучения.

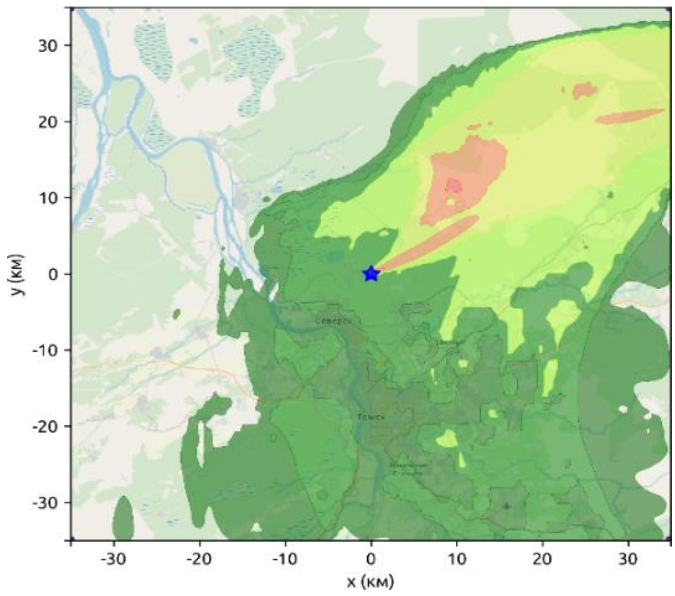


Рис. 76. Результаты вариантных расчетов атмосферного переноса для условий распространения радиоактивных веществ при локальных осадках

Организация: ИБРАЭ РАН.

Руководитель: Красноперов С.Н.

Авторы: Киселёв А.А., Бакин Р.И., Коняев П.А., Игнатов Р.Ю., Никифоров В.С., Зангиев Р.А.

Публикации:

1. Киселев А.А. Сравнительный анализ размеров зон планирования защитных мероприятий для двух гипотетических радиационных аварий // Ядерная и радиационная безопасность. 2023. № 3 (109). С.36–49. DOI: 0.26277/SECNRS.2023.109.3.001.

2. Kiselev, A.A., 2023. Analysis of the national and international framework for the EPZ establishment including harmonization and applicability for next generation reactors. Nuclear Engineering and Design 414, 112655. doi:10.1016/j.nucengdes.2023.112655.

2. Стационарная ультрахолодная плазма, созданная путем непрерывной фотоионизации охлажденных лазером атомов

Сочетание низкой температуры и низкой плотности делает ультрахолодную плазму (УХП) уникальной плазменной системой, которая может обладать большим параметром неидеальности плазмы. Динамика плазмы высокой плотности имеет масштаб времени в диапазоне от аттосекунд до фемтосекунд. Это серьезно усложняет диагностику. Напротив, динамика УХП развивается во временном масштабе от пикосекунд до микросекунд. В представленной работе была впервые в мире создана стационарная ультрахолодная плазма (СУХП) Ca-40, приготовленная путем непрерывного оптического возбуждения в непрерывно работающей магнитооптической ловушке. Этот новый физический объект позволяет использовать превосходные методы диагностики, в том числе LIF, с большим временным разрешением и изучать различные физические явления, в том числе процессы рекомбинации и турбулентности в градиентных магнитных полях в условиях слабой и сильной неидеальности. Таким образом, СУХП может быть универсальной и экспериментально доступной модельной системой для изучения плазмы различной природы, в том числе плазмы токамаков и астрофизической плазмы. На рисунке**Рис. 77** показана схема установки для получения УХП, спектр флюоресценции ионов стационарной УХП и фотография ионов.

Организация: ОИВТ РАН.

Авторы: Зеленер Б.Б. - руководитель, Вильшанская Е.В., Морозов Н.В., Саакян С.А., Бобров А.А., Саутенков В.А., Зеленер Б.В.

Публикации:

Zelener, B.B., Vilshanskaya, EV., Morozov, N.V., Saakyan, S.A., Bobrov, A.A., Sautenkov, V.A., & Zelener, B.V., Steady-State Ultracold Plasma Created by Continuous Photoionization of Laser Cooled Atoms // Physical Review Letters, 2024, 132, 115301. https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.132.115301.

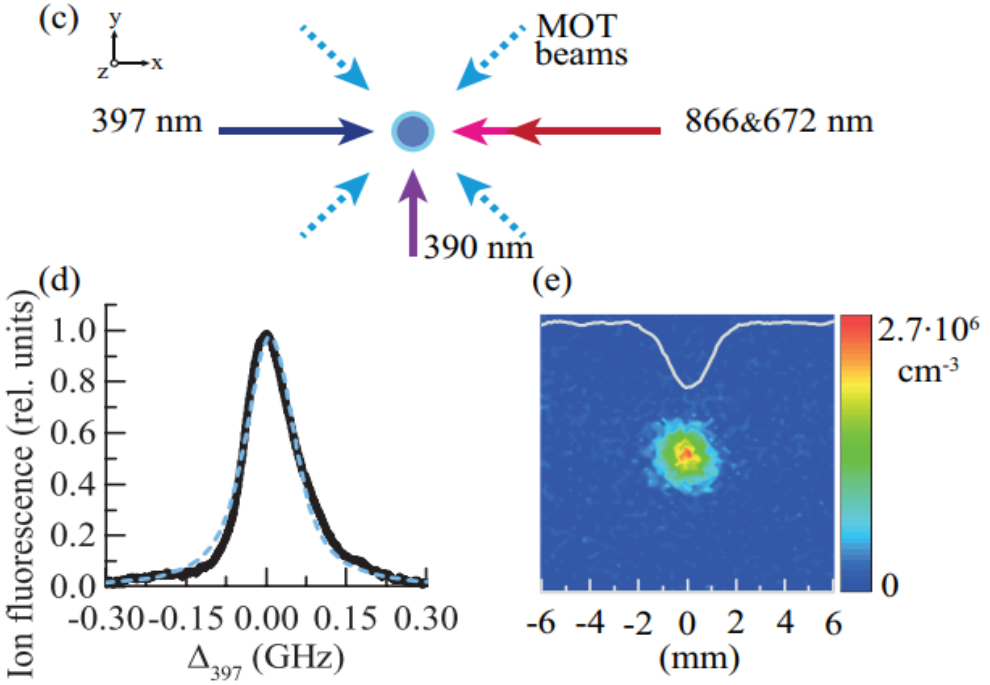


Рис. 77. c) схема установки, d) спектр флюоресценции ионов стационарной ультрахолодной плазмы, e) фотография ионов стационарной ультрахолодной плазмы Ca-40 на длине волны 397 нм

3. Стеклометаллический порошковый ферромагнитный материал для применения в композитах, предназначенных для СВЧ диапазона

Разработка термостойких ферромагнитых материалов для СВЧ-диапазона остаётся актуальной проблемой. Ферромагнитные металлы и сплавы обладают высокой реакционной способностью по отношению к кислороду, поэтому разработка химических методов защиты и пассивации поверхности сплавов на основе железа имеет важное прикладное значение.

Предложен метод синтеза порошкового композитного материала спеканием смеси порошков стекла и карбонильного железа Р-20 в атмосфере аргона при температуре 800°С. При помощи предложенного метода синтезирован порошок металлокерамики железо-стекло, имеющий существенно меньшую скорость окисления на воздухе при температуре ~600°С, чем карбонильное железо, интенсивно окисляющееся уже при 450°С. Меньшая скорость и более высокая температура начала окисления связаны с уменьшением свободной поверхности железа в частице стеклометаллокерамики по сравнению с чистым металлом.

Показано, что комплексные диэлектрическая и магнитная проницаемость композитов с синтезированным порошком описываются теорией эффективной среды. Оценочные расчёты по модели Брюггемана показывают, что синтезированный порошок имеет проводимость на ~5 порядков ниже проводимости массивного железа.

Расчёты спектров отражения СВЧ-излучения по измеренным частотным зависимостям материальных параметров полученных композитов показывают, что разработанный материал позволяет добиться удвоенной ширины полосы поглощения (7,8 ГГц, против 4,0 ГГц) при частоте минимума коэффициента отражения 13 ГГц и эффективной плотности композита существенно меньшей, чем плотность композита на

основе железа Р-20. Сплошной слой стеклометаллокерамики представляется перспективным в качестве прилегающего к металлу слоя в материалах для СВЧ-диапазона (**Рис. 78** и **Рис. 79**).

Организация: ИТПЭ РАН.

Авторы: Князьков Р.А., Старостенко С.Н., Артемова А.В.

Публикации:

Князьков Р.А., Старостенко С.Н., Артёмова А.В., Комаров И.В., Долматов А.В., Ширяев А.О., Иванов П.А., Осипов А.В., Петров Д.А., Маклаков С.А., Зезюлина П.А., Бузников Н.., Маклаков С.С. Стеклометаллический порошковый ферромагнитный материал для применения в композитах, предназначенных для СВЧ диапазона // Современная электродинамика, № 4 (12), 2024. doi:10.24412/2949-0553-2024-412-21-29.

Зарубина А.Ю., Семененко В.Н., Кибец С.Г., Басков К.М., Чистяев В.А.. Измерение диэлектрической проницаемости органических растворителей в сверхширокомдиапазоне частот // XIII Всеросс. научно-техн. конф. «Метрология в радиоэлектронике», Менделеево, Московская обл., 20–22.06.2023, с.248–251.

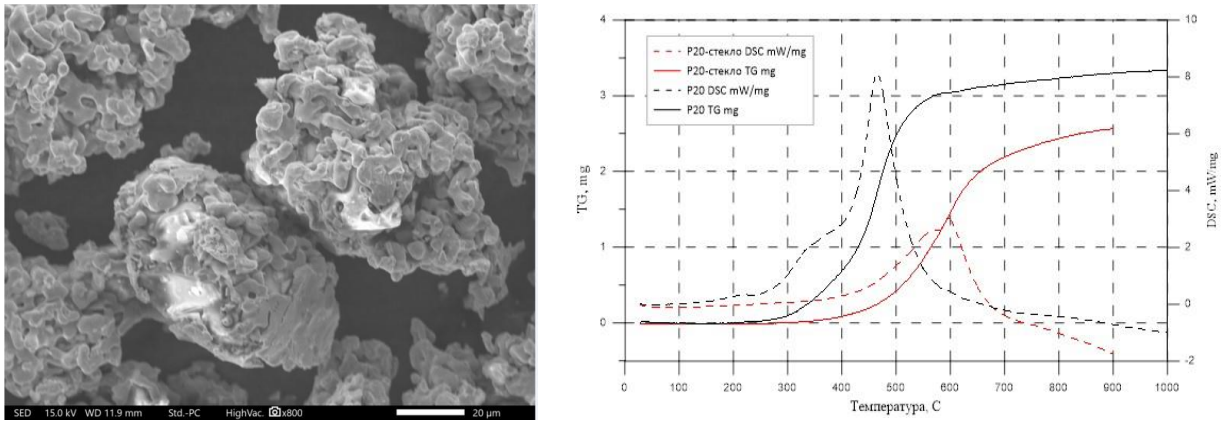


Рис. 78. Изображение электронной микроскопии частицы стеклометаллокерамического порошка и кривые набора массы и выделения тепла при окисления полученного материала в сравнении с исходным железом Р-20

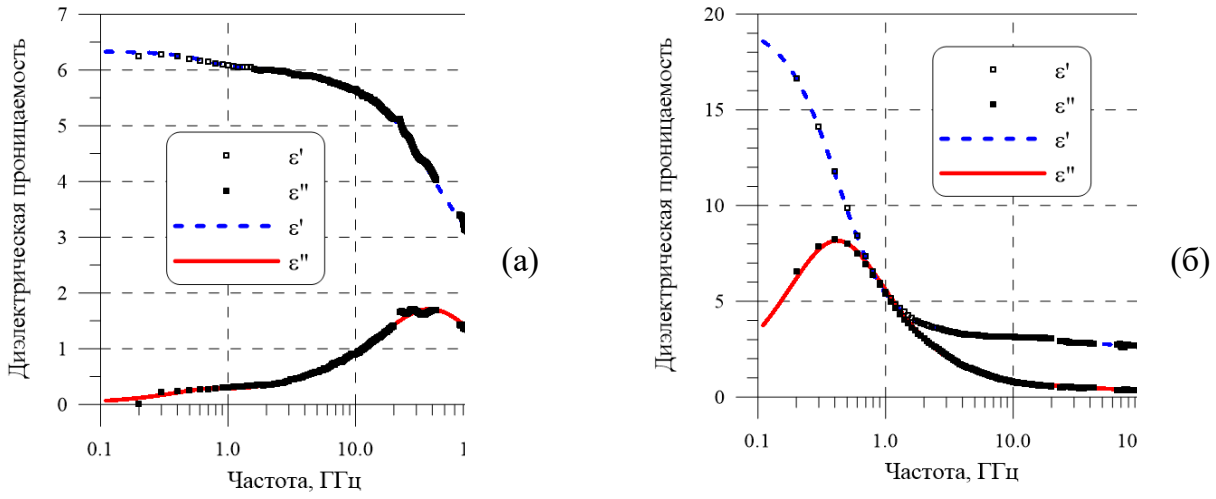


Рис. 79. Частотные зависимости действительной и мнимой частей диэлектрической проницаемости этилацетата (*а*) и изопропилового спирта (*б*): точки – измеренные данные, линии – аппроксимации измеренных кривых суммой трех зависимостей Коул–Коула

4. Разработка и внедрение инновационных технологий для эффективного управления режимами работы и состоянием энергетического оборудования с целью повышения их экономичности и надежности на основе отечественных программно-технических средств

Предложен комплексный подход к решению задачи увеличения эффективности и надежности энергетического оборудования с использованием передовых цифровых и интеллектуальных технологий. Разработана принципиально новая, не имеющая аналога, технология работы парогазовой установки (ПГУ) при прохождении провалов электрической нагрузки при остановках с переводом паровой турбины в моторный режим с целью повышения маневренности и надежности ПГУ. Построены онтологические модели бизнес-процессов планирования и реализации ремонтной программы энергетической компании, включающие вопросы оценки технического состояния, организации технического обслуживания и ремонта (ТОиР), позволяющие анализировать системные связи и взаимное влияние факторов. Разработана система поддержки принятия решений при управлении производственными активами энергетических предприятий (**Рис. 80**).

Полученные научные результаты используются холдингом ПАО «Россети», территориальными сетевыми, проектными организациями (АО «Интерматик», ЗАО «Интеравтоматика», ООО «Энергоавтоматика» и др.), генерирующими компаниями (ПАО КГК, ПАО Мосэнерго, СГК). Общий объем экономического эффекта от работы оценивается в 1 млрд рублей. Перспективный объем рынка до 2035 года может быть оценен в 3 млрд руб.

Работа удостоена премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники для молодых ученых.

Организация: ИПУ РАН.

Авторы: Пащенко Ф.Ф. - руководитель, Галяев И.А., Андрюшин К.А., Проталинский И.О., Ягупова Ю.Ю.

Публикации:

Аракелян Э.К., Андрюшин А.В., Пащенко Ф.Ф., Мезин С.В., Андрюшин К.А., Косой А.А. Повышение маневренности ПГУ-450Т с обеспечением надежности и экономичности в режимах // Теплоэнергетика. – 2024. – № 2. – С. 15–24. – DOI: 10.56304/S0040363624020024.

Arakelyan E.K., Andryushin A.V., Pashchenko F.F., Mezin S.V., Andryushin K.A. and Kosoy A.A. Simulation of Active Power Generation During Operation of a Steam Turbine Stage in Low-Steam and Motor Modes // J. Phys.: Conf. Ser. – 2024. – Vol. 2701. – DOI: 10.1088/1742-6596/2701/1/012144.

Arakelyan E.K., Mezin S.V., Pashchenko F.F., Andriushin A.V., Kosoy A.A. General Approaches to Assessing the Level of Intelligence of Automated Process Control Systems of Thermal Power Plants Based on PTC According to the Efficiency Criterion // Proceedings of the 2024 International Conference on Information, Control, and Communication Technologies (ICCT). – 2024. – IEEE.



Рис. 80. Обобщенная контекстная диаграмма выполнения системного процесса управления ТОиР и производственными активами предприятий энергетики

5. Методы анализа и обеспечения функционально-структурной надежности трубопроводных систем с активным спросом на энергию

Разработана комплексная методология создания интегрированных теплоснабжающих систем (ИТСС) с активным потребителем (АП) тепловой энергии (ТЭ), имеющим свой источник теплоты (ИТ). На ее основе впервые сформулированы базовые задачи управления надёжностью и эффективностью ИТСС, включая оптимальное распределение нагрузки между централизованными и распределенными (у АП) источниками тепловой энергии и обеспечение надёжности функционирования ТСС с учётом резервных функций АП. Для их решения предложен математический и методический инструментарий двухуровневого программирования, корректно описывающий модель взаимодействия ИТСС и АП, аппарат Марковских случайных процессов, элементов теории графов, моделей и методов теории гидравлических цепей (ТГЦ) и закономерностей теплофизических процессов (**Рис. 81**). Результат такого согласования решений приведен на **Рис. 82**а, где показана оптимальная загрузка источников АП (Р7) и централизованного ИТ2 в течение отопительного периода. Доля АП в покрытии нагрузки составила 13,2% от суммарного потребления ТЭ. При этом экономия эксплуатационных затрат (**Рис. 82**б) от перераспределения нагрузок между ИТ2 и АП составила 7,6%. Оптимальное решение находится в точке B(opt) с загрузки АП 60%. На **Рис. 82**в оно соответствует пересечению линий A'-B(opt)-C', отражающей изменение минимальных затрат от соотношения параметров надежности элементов и B-B(opt)-B'', интерпретирующей минимальные затраты относительно загрузки АП.

Организация: ИСЭМ СО РАН.

Авторы: академик РАН Стенников В.А. - руководитель, Постников И.В., Пеньковский А.В.

Публикации:

Стенников В.А., Постников И.В., Пеньковский А.В. Методы и модели оптимального управления теплоснабжающей системой с учетом надежности на основе метода множителей Лагранжа и Марковского случайного процесса // Известия Российской академии наук: Энергетика, 2023, №6, с. 3–16. doi: 10.31857/S0002331021030092;

Postnikov I. Methods for the reliability optimization of district-distributed heating systems with prosumers // Energy Reports, 2023, vol. 9(1), p. 584–593. doi: 10.1016/j.egyr.2022.11.085 (Q2 WoS, ИФ 5,2);

Раздел монографии – Stennikov V.A., Postnikov I.V. General methodological

provisions of the hierarchical and comprehen-sive reliability analysis of district heating system // chapter 6 “Hierarchical modeling of analysis and control of operating conditions of pipeline energy systems” in book “Hierarchical Modeling of Energy Systems”, 2023, Elsevier Inc., ISBN 978-0-443-13917-8, pp. 419–428. doi: 10.1016/B978-0-44-313917-8.00015-8.

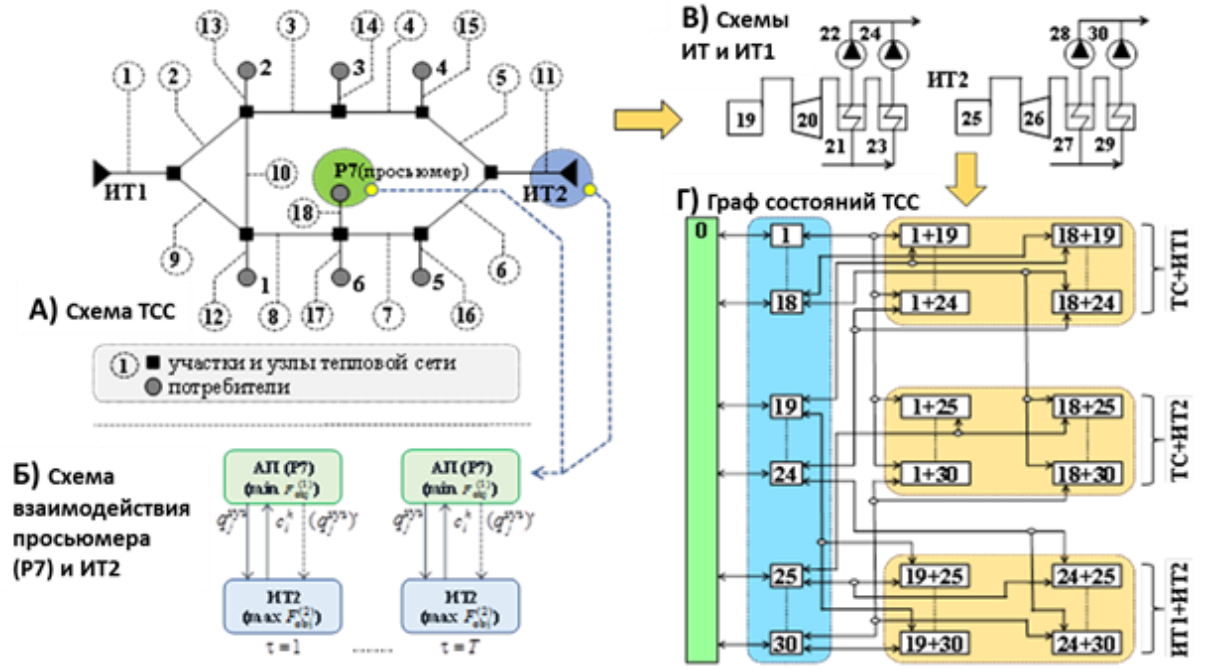


Рис. 81. Общая схема методологии

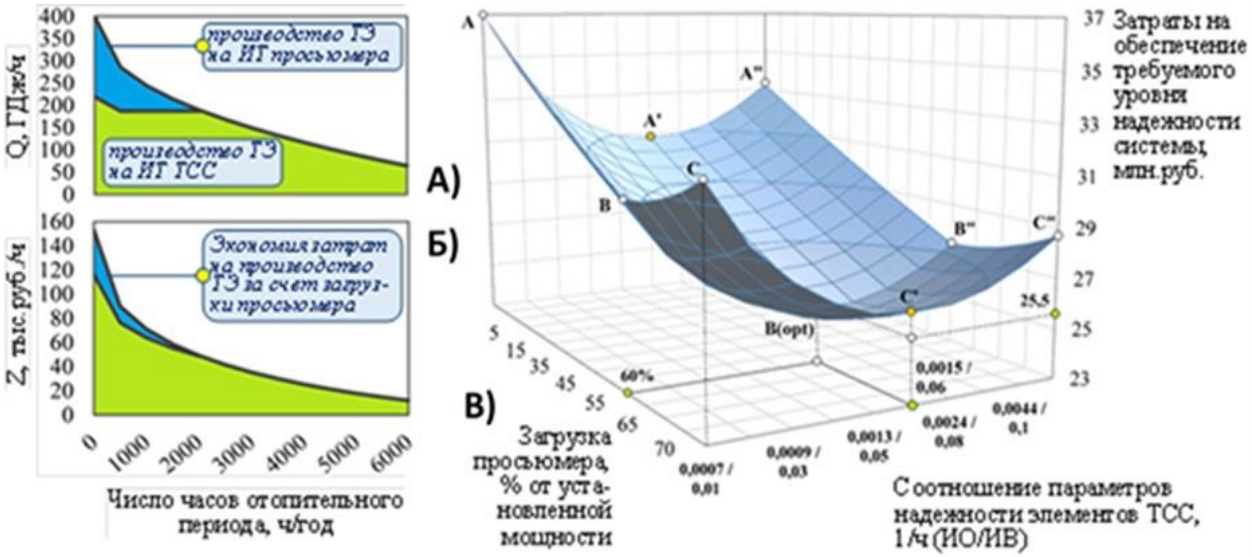


Рис. 82. Оптимальное распределение нагрузок и функционально-структурной надежности

Химия и науки о материалах

Оценка состояния фундаментальных наук и прогноз развития области науки по профилю Отделения химии и наук о материалах РАН

Научно-исследовательские работы в 2024 году в организациях, в отношении которых ОХНМ РАН осуществляет отдельные полномочия (научно-методическое руководство), предусмотренные постановлениями Правительства Российской Федерации от 5 июня 2014 года № 521 и от 24 декабря 2018 года № 1652, по научным направлениям, относящимся к Отделению, велись в соответствии с «Основными направлениями фундаментальных исследований РАН», «Планом фундаментальных исследований РАН на период до 2025 года», «Программой фундаментальных научных исследований на 2021–2030 годы» и Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации.

В число приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации на ближайшие 10–15 лет включены разделы «Переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта», «Переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии» и «Переход к персонализированной медицине, высокотехнологичному здравоохранению и технологиям здоровьесбережения, в том числе за счет рационального применения лекарственных препаратов (прежде всего антибактериальных)».

Последнему направлению полностью соответствуют активно развивающиеся фундаментальные физико-химические исследования механизмов физиологических процессов и создание на их основе фармсубстанций и лекарственных форм, а также работы в области синтеза и исследования биоактивных свойств новых соединений и тераностики. Здесь же необходимо упомянуть о создании современных и селективных агентов фотодинамической терапии (ФДТ) и радиофармпрепаратов, представляющих интерес и для медицинского и для химического научных сообществ.

Инновационные терапевтические агенты содержат в своем составе фотосенсибилизирующий блок, конъюгированный с опухоль-специфичными фрагментами на основе таргетных цитостатиков или классических антимитотических агентов. В качестве связующего звена для фотосенсибилизирующего и цитотоксического блока используются специфические связующие фрагменты (линкеры), высвобождающие фрагменты препаратов непосредственно в опухолевых тканях. Таким образом, реализуется стратегия двойного таргетирования опухолей, в ходе которой препарат сначала избирательно накапливается в опухолевых клетках и последовательно активируется микроокружением опухоли или действием света. Результаты свидетельствуют о том, что новые препараты ФДТ обладают селективным накоплением в опухолевых клетках и обладают синергетическим фотодинамическим и химиотерапевтическим действием.

Всё более востребованными становятся исследования, сфокусированные на борьбе с нейродегенеративными расстройствами, медикаменты для полевой медицины и препараты, способные воздействовать на дормантные и резистентные вирусы и бактерии или купировать такую резистентность. Не менее важным является возможность детектирования биоактивных веществ и субстанций. Направление развивается и будет востребованным, а на данный момент реализован оригинальный подход, заключающийся в использовании для этих целей металл-органических координационных полимеров на основе ионов редкоземельных металлов. Введение их в состав каррагинанового гидрогеля позволило получить гибкий, стабильный и биосовместимый тонкопленочный материал с

селективным откликом, визуализируемым яркой люминесценцией. Системы доставки по-прежнему далеки от тех требований, которые необходимы для высокоэффективного здравоохранения, поэтому данное направление продолжает оставаться в фокусе внимания как учёных, занимающихся фундаментальными исследованиями, так и тех, кто решает прикладные задачи. Отдельно стоят новые типы материалов для использования при создании имплантов и/или протезировании. Новым направлением в разработках мета-материалов является разработка ауксетиков (материалов, расширяющихся при деформации): уже полученные образцы имеют модуль упругости мета-биоматериалов, соответствующий модулю упругости трабекулярной кости человека, что подтверждает возможность использования таких конструкций в качестве имплантатов без отрицательных последствий для человека. Ауксетические свойства могут также быть использованы для разработки протезов стоп со свойствами суставов пальцев, подобными человеческим, и бытовых изделий с улучшенными характеристиками, таких как обувь на основе ауксетических вращающихся треугольных структур.

В части перехода к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике очень актуальными становятся практическое внедрение солнечных батарей, и, соответственно, повышение их эффективности при преобразовании света и эксплуатационной стабильности. Оригинальной стратегией можно считать направленный инжиниринг перовскитных полупроводниковых материалов путем частичного замещения небольшой доли ионов свинца на катионы других металлов. Необходимо отметить, что продолжает держаться на высоком уровне востребованность в источниках энергии. Это обуславливает интенсификацию фундаментальных исследований по материалам, использующимся для создания топливных ячеек, аккумуляторных батарей и малогабаритных реакторных источников энергии. Поэтому работы, связанные с водородной энергетикой, продолжают оставаться в топовой части исследований. Это же справедливо и по отношению к высокомолекулярным соединениям и полимерам, применяемым в аккумуляторах и топливных ячейках.

В свете расширения применения радиоактивных изотопов в гражданских и медицинских целях крайне востребованными становятся инновационные решения по утилизации, переработке или временному хранению отработанного ядерного топлива и ядерных отходов, и необходимо отметить, что это долговременный тренд.

Продолжаются и интенсифицируются исследования по вовлечению искусственного интеллекта (ИИ) в методологию фундаментальных научных исследований, что в области химии и наук о материалах обеспечивает значительное сокращение затрат на структурный анализ материалов и ускорение процессов разработки новых соединений и материалов. Полученные результаты подчеркивают практическую важность подхода для химической, фармацевтической и материаловедческой отраслей, и представляют собой значительный шаг в развитии инструментов искусственного интеллекта для химического анализа, обеспечивая новый уровень детализации структурных исследований органических материалов.

Дальнейшее развитие этого направления можно прогнозировать для решения задач и в области наук об окружающей среде для оценки рисков, изучения загрязняющих веществ, выявления и характеристики источников загрязнения, а также для моделирования технологических процессов.

Ещё одно важное направление – материаловедение, но надо отметить, что в настоящее время наиболее актуальны два подраздела: материаловедение в целях СВО и ориентированное на условия региона Арктики. По первому подразделу можно отметить неуклонный рост актуальности исследований в части высокоэнергетических соединений и материалов для создания средств защиты. Впервые в мировой практике создан керамический материал, являющийся композитом алмаз-карбид кремния, и разработана технология формирования броневых панелей на его основе. Проведены положительные пулевые испытания, показавшие, что материал обеспечивает лучшую защиту и является

более легким, чем стандартная броня на основе корунда. Также с использованием 3D-печати созданы керамические материалы, которые позволяют придавать изделию практически любую форму и размер. Это решение открывает новые возможности для формирования активных сред, которые могут использоваться в твердотельных лазерах высокой и сверхвысокой мощности для высокотемпературных оптических окон летательных аппаратов, бронестекол для защиты оптических элементов современных типов вооружений и военной техники.

Достаточно востребованы работы по созданию новых типов люминофоров, причём основное направление исследований – повышение эффективности преобразования возбуждающего излучения.

Очень актуальна проблема глобального потепления, и одно из основных направлений её решения – уменьшение выбросов углекислого газа. Оптимальным вариантом решения является его переработка, и один из наиболее перспективных подходов заключается в превращении CO_2 в востребованные продукты высокотехнологичной переработкой. Показано, что использование оптимизированных каталитических систем позволяет осуществлять сополимеризацию пропиленоксида и CO_2 при комнатной температуре и повышенном давлении и получать с высокой селективностью (полимер практически не содержит эфирных звеньев) поликарбонат с достаточно высокой молекулярной массой и узким молекулярно-массовым распределением. Такой поликарбонат в зависимости от температуры переработки может проявлять свойства пластика или эластомера. Это позволяет предложить его в качестве: а) упаковочного материала; б) биоразлагаемой пластиковой посуды для холодных пищевых продуктов; в) связующих (благодаря высоким адгезионным свойствам), которые легко удаляются при термообработке. По окончании использования поликарбонат можно полностью переработать в циклический карбонат. Это может иметь существенное значение в решении экологических вызовов, одним из которых (и достаточно важным) является решение проблемы пластикового мусора.

Повышение эффективности проведения любого типа химических реакций остаётся первостепенной задачей. Один из способов решения – роботизированные микрофлюидные системы под управлением технологий искусственного интеллекта. Это ускоряет разработки новых перспективных и реинжиниринга стратегически важных материалов и их диагностики в режиме реального времени. При внедрении ожидается очень существенная (более чем в 100 раз) экономия исходных химических реагентов для проведения скрининга и оптимизации параметров реакций синтеза по сравнению с классическим методом объёмного синтеза в колбе.

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.

Космические исследования остаются одними из наиболее важных, при этом эффективность выведения любых космических аппаратов на орбиту до сих пор недостаточно высока и, вне всяких сомнений, требуются и фундаментальные и прикладные исследования для её повышения. Одно из направлений – использование высокоэнергетических смесевых твёрдых ракетных топлив. Эти же топлива могут быть применены и в других, не ориентированных на космос, приборах/аппаратах, где используется реактивная тяга.

Развитие фундаментальных наук по направлениям ОХНМ РАН имеет тенденцию к интеграции нескольких научных направлений и развитию междисциплинарных связей, но все направления исследований и разработок критически важны для спектра приоритетных направления Стратегии НТР Российской Федерации, фактически определяющие их эффективную практическую реализацию. Это требует увеличения адресной

государственной поддержки исследований в данных направлениях в рамках отдельных проектов различного масштаба, а также создания новых специализированных лабораторий и научных центров мирового уровня.

По уровню фундаментальных исследований в области химии и наук о материалах Российская Федерация остаётся на уровне ведущих развитых стран, как за счет наличия квалифицированных научных кадров и новых разработок, так и (частично) за счет научно-технического задела предыдущих лет.

В качестве основных факторов, сдерживающих развитие науки, можно отметить недостаточное финансирование закупок нового технологического и исследовательского оборудования и расходных материалов для его поддержания в работоспособном состоянии, недостаточное количество ставок научных сотрудников (прежде всего – молодых ученых) в организациях, занимающихся фундаментальной наукой, а также имеющий место отток ученых в иные сферы деятельности, где уровень зарплат существенно выше, даже по сравнению с зарплатами уже состоявшихся высококвалифицированных ученых, занимающихся фундаментальными и прикладными разработками.

Также сохраняются проблемы, связанные как с инертностью бизнеса по внедрению фундаментальных разработок в промышленность, так и с отсутствием прямого государственного заказа на разработку конкретных перспективных материалов и технологий. Не проработаны механизмы, облегчающие продвижение НИР на этап НИОКР, отсутствуют налоговые и иные способы поощрения заинтересованности производственных и научно-производственных организаций в заказе НИР.

При условии целенаправленной государственной поддержки фундаментальной науки достигнутый уровень фундаментальных и поисковых исследований в области химии и наук о материалах позволит в течение 5–7 лет добиться технологического суверенитета России в этой части.

Важнейшие достижения ОХНМ РАН за 2024 год

1. Частичное замещение ионов свинца в его галогенидах как стратегия управления стабильностью и радиационной стойкостью перовскитных солнечных батарей

Впервые благодаря детальным исследованиям частичного замещения Pb^{2+} ионами других металлов в комплексных галогенидах свинца с перовскитной структурой $APbX_3$ выявлены катионы, способные к внедрению в кристаллическую решетку в B-позиции, а также ионы, формирующие преимущественно отдельные фазы на поверхности и границах зерен. Оба варианта локализации вводимых катионов кардинально влияют на свойства пленок: морфологию, концентрацию дефектов, подвижности носителей зарядов, а также контролируют их стабильность *по отношению к свету и ионизирующему излучению.*

Практическое внедрение перовскитных солнечных батарей, приблизившихся по КПД преобразования света в солнечных батареях (26,6%) к характеристикам устройств на основе кристаллического кремния, ограничивает их невысокая эксплуатационная стабильность. В данной работе развита оригинальная стратегия направленного инжиниринга перовскитных полупроводниковых материалов путем частичного замещения небольшой доли ионов свинца на катионы других металлов. Показано, что рациональная модификация может подавить фотолиз PbI_2 и кардинально улучшить фотостабильность пленок. Частичное замещение свинца в $CsPbI_2Br$ подавляет индуцированную светом сегрегацию галоидных фаз. Введение модифицирующих катионов существенно увеличивает радиационную стойкость комплексных галогенидов свинца по отношению к γ-лучам и электронам высоких энергий (**Рис. 83**).

Разработанные полупроводниковые материалы с улучшенными свойствами стали основой для создания перовскитных солнечных батарей, демонстрирующих высокую

эффективность и долговременную эксплуатационную стабильность, в том числе в жестких условиях под воздействием ионизирующего излучения. Результаты работы важны для практического применения перовскитных солнечных батарей как в наземных солнечных электростанциях, так и в аэрокосмической технике.

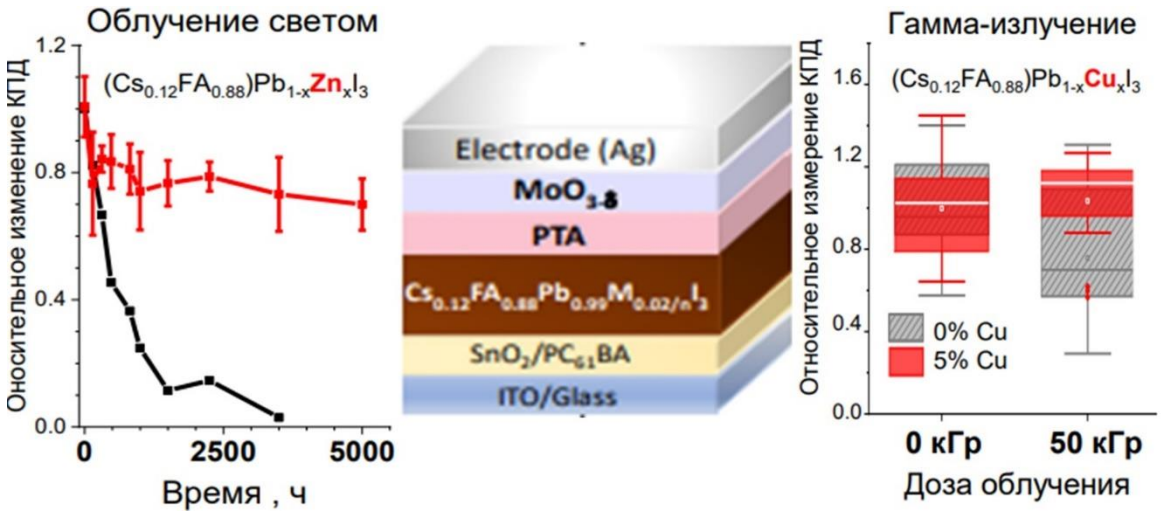


Рис. 83. Иллюстрация перовскитных солнечных батарей с улучшенной фотостабильностью и устойчивостью при воздействии γ-излучения ^{60}Co

Организации: ФИЦ ПХФ и МХ РАН, УрФУ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина.

Руководитель: ак. РАН Алдошин С.М.

Авторы: Устинова М.И., Емельянов Н.А., Кирюхин Д.П., Кущ П.П., Кичигина Г.А., Фролова Л.А., Жидков И.С., Алдошин С.М., Трошин П.А.

Публикации:

M.I. Ustinova et al. Adv. Funct. Mater., 2024, 2407571; M.I. Ustinova et al. Mater. Today Energy, 2024, 101687.

2. Конъюгаты клозо-декаборатного аниона и фталоцианинатов гадолиния(III)

Впервые получен новый тип потенциальных тераностиков для комбинированной БНЗТ/МРТ на основе клозо-декаборат-содержащих фталоцианинатов гадолиния(III). Авторами разработан многостадийный метод синтеза, в ходе которого исходный фталоцианинат гадолиния(III) с периферийными гилроксиметильными функциональными группами вводили в реакцию нуклеофильного присоединения к нитрилиевым группам анионов $[2\text{-}B_{10}H_9NCR]^-$. В результате получены целевые конъюгаты, содержащие по четыре кластера бора в качестве периферийных заместителей в макрогетероциклических системах строение нового тераностика представлено на рисунке (**Рис. 84**). Таким образом, удалось не только достичь достаточно высокого содержание бора в комплексе (до 21,5 мас.%, 40 атомов в молекуле), но и повысить водорастворимость фталоцианината. Установленное значение времени релаксации в водном фантоме (r1) составляет 6,1 ± 0,7 $мМ^{-1}с^{-1}$ (при 3,0 Т, 20°С, H_2O), что сравнимо со значениями r1 для обычно используемых в медицинской практике контрастов.

Организация: ИОНХ РАН.

Организации-соисполнители: ИФХЭ РАН и НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина.

Авторы: ак. РАН А.Ю. Цивадзе, ак. РАН Ю.Г. Горбунова, ак. РАН Н.Т. Кузнецов, чл.-корр. РАН К.Ю. Жижин, к.х.н. А.П. Жданов, к.х.н. А.В. Нелюбин.

Публикации:

Svetlana V. Monich, Andrey P. Zhdanov, Alexey V. Nelyubin, Vsevolod A. Skribitsky, Alexey A. Lipengolts, Dmitry A. Bunin, Alexander G. Martynov, Konstantin Yu. Zhizhin,

Nikolay T. Kuznetsov, Yulia G. Gorbunova, Aslan Yu. Tsivadze. The first example of a polyhedral boron derivative of gadolinium (III) phthalocyaninate as a promising prototype of a theranostic agent // Inorganic Chemistry Communications. – 2024. – V.167. – 112820. https://doi.org/10.1016/j.inoche.2024.112820

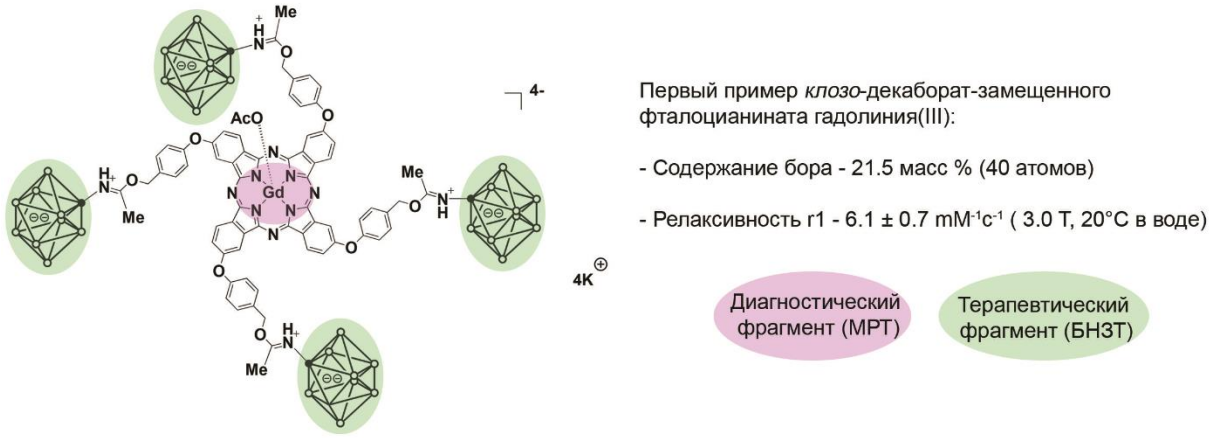


Рис. 84. Строение нового тераностика на основе клозо-декаборатного аниона и фталоцианината гадолиния

3. Гидрогелевые пленки на основе металл-органических координационных полимеров с регулируемой люминесценцией и послесвечением для визуального обнаружения офлоксацина и защиты от подделки

Включение металл-органических координационных полимеров на основе ионов тербия(III) или европия(III) в состав каррагинанового гидрогеля позволило получить гибкий, стабильный и биосовместимый тонкопленочный материал с яркой люминесценцией и с селективным откликом на антибиотик офлоксацин. Возможно визуальное обнаружение антибиотика в мясе птицы при содержании около 10 ppm, что в десять раз ниже предельно допустимого. Пленки обладают необычным эффектом люминесценции с послесвечением, делающим их перспективными в качестве меток для защиты объектов от подделки. Иллюстрация к статье вынесена на обложку журнала (**Рис. 85**).

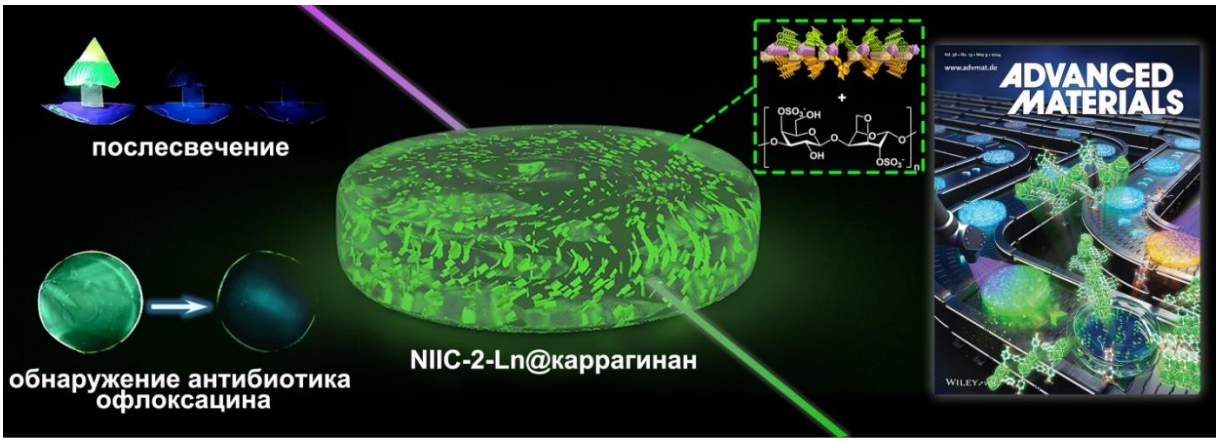


Рис. 85. Тонкопленочный материал с яркой люминесценцией и селективным откликом на антибиотик офлоксацин

Организации: ИНХ СО РАН.

Организация-соисполнитель: Новосибирский государственный университет.

Авторы: А.С. Потапов, В.П. Федин, С. Юй, А.А. Рядун, Д.И. Павлов, Т.Я. Гусельникова.

Публикации:

Yu X., Ryadun A.A., Pavlov D.I., Guselnikova T.Y., Potapov A.S., Fedin V.P. “Ln-MOF-based hydrogel films with tunable luminescence and afterglow behavior for visual detection of ofloxacin and anti-counterfeiting applications” // Advanced Materials. 2024. V.36. N19. 2311939. DOI: 10.1002/adma.202311939, импакт-фактор журнала 27,4.

4. Новый материал для защиты от механических, динамических нагружений

Предложен и обоснован критерий выбора материалов для защиты от механических, динамических нагрузок. Впервые в мировой практике создан материал «Идеал» (композит алмаз-карбид кремния) для бронезащиты. Разработана технология броневых панелей. Проведены положительные пулевые испытания. Керамический материал «Идеал» обеспечивает лучшую защиту и является более легким, чем стандартная броня на основе корунда (**Рис. 86**).



Рис. 86. Схема пулевых испытаний бронепанелей, включающих керамические плитки «Идеал»

Организация: НИЦ «Курчатовский институт» – ЦНИИ «КМ «Прометей».

Руководитель: ак. РАН В.Я. Шевченко.

Авторы: ак. РАН В.Я. Шевченко, д.т.н. С.Н. Перевислов, д.т.н. М.М. Сычев.

Публикации:

Shevchenko V.Ya., Dolgin A.S., Sychov M.M., Perevislov S.N. et al. Ideal: a promising diamond-silicon carbide composite for enhanced ceramic armor // Ceramics International. 2024. V. 50. № 3. P. 4264-4273.

Шевченко В.Я., Орыщенко А.С., Перевислов С.Н. Об одном фундаментальном свойстве контакта (удара) жестких упругих тел // Физика и химия стекла. 2024. Т. 50. 4. С. 284-292.

Лепин В.Н., Рязанцев О.Н., Орыщенко А.С., Шевченко В.Я., Перевислов С.Н. Бронепанель // Патент на полезную модель RU 223744 U1, Опубл. 29.02.2024. Заявка.

5. Новые высокоэффективные электрокатализаторы процесса окисления аминов на основе комплексов металлов подгруппы никеля (Ni, Pd, Pt) с неинноцентными пинцерными лигандами

Показано, что полученные катализаторы, образованные диариламидобис(фосфиновым) и NHC-бис(фенолятным) лигандами, способны электрохимически окисляться с образованием стабильных каталитически активных лиганд-центрированных аминил- и феноксил-радикальных комплексов (**Рис. 87**). Полученные результаты могут быть использованы в процессах деградации стойких органических загрязнителей.

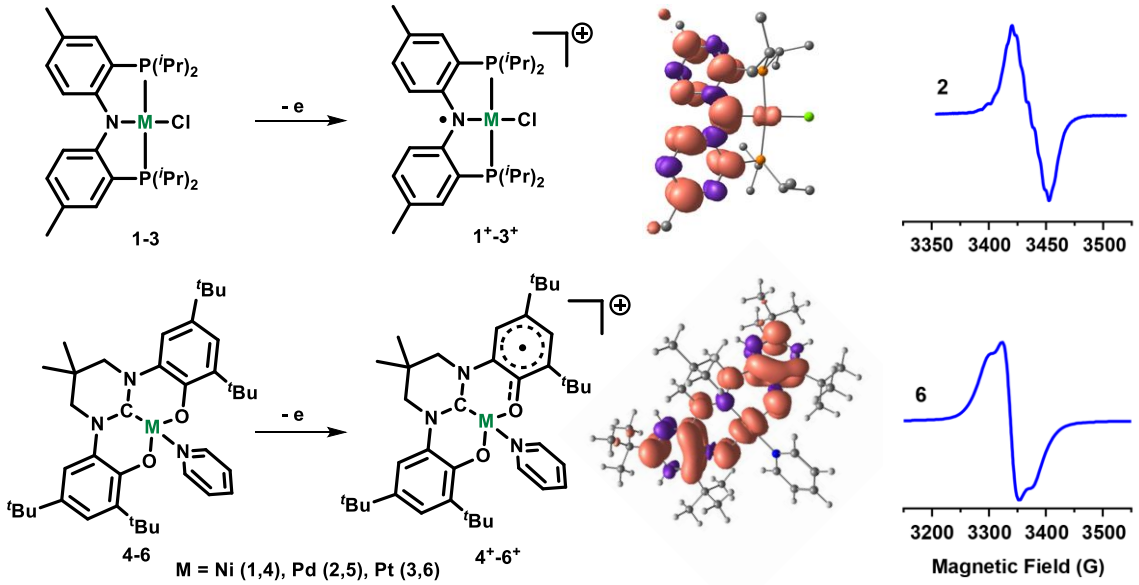


Рис. 87. Электрохимическое окисление амидо- и NHC-комплексов. Распределение электронной плотности в радикалах и их ЭПР-спектры

Организация: ИОФХ им. А.Е. Арбузова – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН.

Организации-соисполнители: КФТИ – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН; ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»; ИНЭОС РАН; ИМХ РАН.

Руководитель: ак. РАН Синяшин О.Г.

Авторы: Яхваров Д.Г., Гафуров З.Н., Кагилев А.А., Сахапов И.Ф., Морозов В.И., Кантюков А.О., Зарипов Р.Б. (КФТИ ФИЦ КазНЦ РАН), Зуева Е.М., Михайлов И.К., Добрынин А.Б., Литвинов И.А., Ганеев Г.Р. (КФУ), Торопчина А.В., Гурина Г.А. (ИМХ РАН), Трифонов А.А., Куликова В.А., Киркина В.А., Гуцул Е.И., Шубина Е.С., Белкова Н.В. (ИНЭОС РАН).

Публикации:

Catalysts, 2023, Art. No.1291 Doi: 10.3390/catal13091291. Q2;

Journal of Solid State Electrochemistry, 2023, P.897–910. Doi: 10.1007/s10008-023-05765-7. Q3;

Journal of Electroanalytical Chemistry, 2024, Art. No.118084. Doi: 10.1016/j.jelechem.2024.118084. Q2;

Applied Magnetic Resonance, 2024, P. 1323–1333. Doi: 10.1007/s00723-024-01710-7. Q3.

Биологические науки

Биология представляет собой совокупность дисциплин о живой природе. Предметом ее изучения являются все проявления жизни: разнообразие, строение и функции живых существ и их природных сообществ, распространение, происхождение и развитие, связи друг с другом и с неживой природой как в настоящем, так и в прошлом.

Согласно современным представлениям, в биологии выделяют несколько *уровней изучения жизни: молекулярный* уровень, описывающий взаимодействия молекул, составляющих клетки и обуславливающих все её процессы, *клеточный* уровень рассматривает клетки как элементарные единицы строения живого, *тканевой и органный* – совокупности клеток, образующих ткани, и отдельных *органов*, обладающих собственным строением и местоположением в организме. *Организменный* уровень описывает функции отдельных организмов, *популяционный* – структуру и динамику популяций, *биогеоценотический* – взаимодействие видов между собой и факторами окружающей среды и *биосферный* уровень – совокупность всех биогеоценозов Земли. В последние десятилетия происходит существенное взаимопроникновение этих двух областей биологии. В общей биологии все большее значение приобретают физико-химические методы, а физико-химическая биология все в большей степени опирается на знания, полученные общими биологами. Так, обнаруженные общими биологами в природе организмы (биоразнообразие на нашей планете еще до конца не изучено) и явления в дальнейшем становятся объектами физико-химической биологии, и результаты этих работ позволяют понять процессы, происходящие в природных биосистемах.

В последнее время роль биологии в современном обществе возрастает. Опережающее развитие комплекса наук о жизни и расширение практической сферы их применения в значительной степени обусловлено социально-экономическими потребностями общества. Такие актуальные проблемы, как биобезопасность – возникновение новых и возвращение «старых», казалось бы, забытых инфекций, дефицит чистой воды и пищевых ресурсов, загрязнение окружающей среды, инвазии чужеродных видов, деградация земель, недостаток, и, как следствие, чрезмерная эксплуатация возобновляемых природных ресурсов и многие другие, не могут быть решены традиционными методами. Во многом все эти проблемы порождены научно-техническим прогрессом общества и должны решаться также с использованием его новейших достижений.

Совокупность дисциплин, изучающих указанные выше уровни, принято подразделять на две большие области – *общая биология* и *физико-химическая биология*, изучающие биосистемы разного уровня. Общая биология изучает процессы на уровне организмов, популяций, видов и экосистем, а физико-химическая биология – молекулярные основы живого: состав и строение клеток, лежащие в основе их жизнедеятельности процессы, а также использование живых организмов, их систем или продуктов их жизнедеятельности для решения технологических задач (биотехнология). Биотехнологии находятся в ряду наиболее приоритетных направлений научно-технического прогресса и являются ярким примером «высоких технологий», с которыми связывают перспективы развития многих производств и обеспечение безопасности страны, а также рациональное использование биологических ресурсов и сохранение природных биосистем. Следует отметить, что это деление в значительной степени условно, более того, развитие биологии характеризуется всё большим взаимопроникновением всех биологических дисциплин. Нередко учёные одной дисциплины работают с биосистемами разного уровня организации, например, от клеточного до организменного или от видового до биоценотического.

Знания о природе, живой и неживой, начали складываться еще во времена античности. Термин «Биология» появился только лишь в XIX веке и те учёные, кого мы сегодня называем биологами, раньше назывались врачами или естествоиспытателями. Роль биологов в развитии медицины, в фармацевтике, в изучении строения человека и

окружающего нас мира не просто огромна, а составляет основу развития множества наук. Имена ученых-биологов прочно вошли в историю человечества, и каждый уважающий себя человек должен понимать их значимость и ценить их вклад в нашу жизнь и в наше развитие. Большая роль в решении указанных задач отводится биотехнологиям, применяющим биологические системы и процессы в различных сферах человеческой деятельности.

Русские и советские ученые-биологи и их открытия известны всему миру: Н.И. Вавилов, И.П. Павлов, А.О. Ковалевский, Н.К. Кольцов, И.И. Мечников, Д.И. Ивановский, А.И. Опарин, В.А. Энгельгардт, А.С. Спирин и многие другие.

Биология по праву считается «наукой XXI века» и развивается бурными темпами во всех развитых странах. Биологические исследования в России занимают достойное место в этом ряду. Трудности в развитии, связанные с беспрецедентным санкционным режимом в отношении нашей страны, достаточно успешно преодолеваются, хотя остается еще много нерешенных вопросов. Прежде всего, существенно сократились научные контакты с «недружественными» странами, в которых проводится подавляющая часть высококлассных исследований. Общение с учеными дружественных стран может компенсировать эту проблему лишь частично. По-прежнему острым остается оплата публикаций в высокорейтинговых международных журналах. Невозможность прямых переводов, наряду с резко возросшей стоимостью вследствие падения курса рубля, существенно затрудняет процесс публикации. Попытки большей ориентированности на российские научные журналы пока неудачны, что связано, с одной стороны, с отсутствием (за редкими исключениями) по-настоящему высокорейтинговых журналов, и, с другой стороны, запутанность отношений с издательством Pleiades, осуществляющим перевод российских журналов на английский язык. Очевидно, что проблема с российскими журналами весьма остра и требует принятия нестандартных решений.

Как и в прошедшие годы, фундаментальные и прикладные исследования в области наук о жизни в 2024 году находились под пристальным вниманием руководства Российской Федерации. Наиболее значительным событием на государственном уровне явилось обновление Правительством Российской Федерации Федеральной научно-технической программы по развитию генетических технологий на 2019–2030 годы. Программа предполагает создание центров геномных исследований мирового уровня, развитие технологий генетического редактирования, создание научно-технологических заделов для медицины, совершенствование системы предупреждения чрезвычайных ситуаций биологического характера и контроля в этой области, а также другие мероприятия. Теперь программа развития генетических технологий продлена на шесть лет.

С 2019 года в рамках программы работают три центра геномных исследований мирового уровня – Центр высокоточного редактирования и генетических технологий для биомедицины, Центр по обеспечению биологической безопасности и технологической независимости, а также Курчатовский геномный центр. Действующие меры поддержки по созданию и развитию центров геномных исследований будут сохранены. В 2025 году запланировано проведение конкурса по предоставлению грантов из федерального бюджета, по результатам которого в 2025–2030 годах будут отобраны не менее трех центров геномных исследований мирового уровня.

В обновленной программе уточнены следующие показатели: число обучающихся в профильных центрах должно к 2030-му году возрасти (с установленных ранее 3 тыс. к 2027 году) до 4 тыс.; количество генетических технологий, разработанных и адаптированных для обеспечения биологической безопасности и технологической независимости, – с 36 до 50. Количество лекарств, разработанных с использованием генетических исследований, должно вырасти с 20 в 2023 году до 36 в 2030 году.

С 1 сентября 2024 года вступает в силу закон о создании государственной системы в области генетический информации. Ее оператором будет Курчатовский институт. Для

обеспечения национальной безопасности, охраны жизни и здоровья граждан будет создана Национальная база генетической информации. Она гарантирует суверенитет в сфере хранения и использования генетических данных, а также обмен информацией между государственными органами и обладателями информации. В базе будут содержаться 60 тысяч объектов учета, она предоставит всем научным институтам доступ к коллекциям генетических образцов.

Ярким трендом 2024 года в области биомедицины стало появление ряда законов и подзаконных актов, регламентирующих проведение индивидуальных клинических исследований высокотехнологических лекарственных препаратов в формате госпитальных исключений. Это привело к резкому росту интереса к новым методам персонализированной терапии заболеваний, прежде всего онкологических, таким как CAR-T продукты, онколитические вирусы, неоантигенные онковакцины. Одним из препятствий к расширению сотрудничества между институтами РАН, медицинскими научными центрами и фармацевтическими компаниями является сохраняющаяся сложность с передачей прав на результаты интеллектуальной деятельности.

Еще одним трендом в развитии современной биологии является все усиливающаяся тенденция к практическому применению результатов фундаментальных исследований. Так, одним из самых значимых достижений российских ученых в 2024 году стало создание сразу двух средств для борьбы с раком. Первым из них стал «АнтионкоРАН-М» – невирусный генотерапевтический противоопухолевый препарат. Летом 2024 года ученые сообщили об успешном завершении первой фазы его клинических испытаний с участием 13 пациентов в возрасте от 30 до 78 лет. Другая группа исследователей завершила доклинические испытания первой отечественной онковакцины «Энтеромикс». Этот препарат представляет собой смесь четырех непатогенных вирусов, которые могут уничтожать злокачественные клетки и активировать противоопухолевый иммунитет пациента. Успехи испытаний на модельных животных дали возможность приступить к клиническим испытаниям на людях, которые начнутся с участия 48 добровольцев и завершатся, как ожидается, в октябре 2026 года.

В 2024 году зарегистрирован первый в мире препарат для лечения болезни Бехтерева «сенипрутуг», представляющий собой моноклональное антитело, способствующее торможению и остановке иммуновоспалительного процесса с перспективами предотвращения прогрессирования болезни. Сенипрутуг разработан BIOCAD совместно с группой ученых РНИМУ им. Н.И. Пирогова и зарегистрирован Минздравом России 24 апреля 2024 года.

За прошедшие пять лет нами создан национальный интерактивный электронный каталог патогенных микроорганизмов и биотоксинов, располагающий информацией примерно о 40 тыс. патогенах.

В целом практическое значение биологических исследований трудно переоценить. Их практическое значение определяется, главным образом, по вкладу в развитие сельского и лесного хозяйства, промыслового использования биоресурсов, а также медицины. Совершенствование селекционной практики на основе законов генетики даёт возможность получать новые, высокопродуктивные сорта растений, породы животных. Знание экологии промысловых видов животных, ценных представителей растительного царства позволяет планировать наиболее адекватные нормы изъятия, не снижающие, а повышающие естественную продуктивность. Продолжают развиваться биологические методы борьбы с вредителями сельского и лесного хозяйства, ведутся работы по минимизации биоповреждений, совершенствованию профилактики природно-очаговых и паразитарных заболеваний. Достижения молекулярной биологии, биохимии, микробиологии и смежных дисциплин позволят бороться с заболеваниями человека на клеточном и субклеточном уровнях. Микробиологическая промышленность производит необходимые антибиотики, культивирует микроорганизмы, важные для различных отраслей биотехнологии. На основе биологических знаний решаются проблемы клонирования, генетической

инженерии и геномного редактирования. Насущными задачами становятся создание режима биобезопасности, борьба с последствиями антропогенных загрязнений (радиоактивные отходы, нефтепродукты, тяжёлые металлы и др.). При компетентном участии биологов оцениваются и проводятся мероприятия по интродукции, реинтродукции, акклиматизации полезных организмов. Одной из важнейших задач биологической науки является оценка специфики и форм взаимодействия биосистем различных уровней целостности и сложности. Можно надеяться, что именно биологические знания помогут человеку достичь гармонии с природой и восстановить экологическое равновесие в окружающей природной среде, обеспечив тем самым устойчивое развитие биосферы.

Во второй части аналитической записки традиционно приводятся наиболее яркие работы, выполненные в ведущих российских научно-исследовательских институтах и вузах. В 2024 году биологические исследования проходили в соответствии с *Программой фундаментальных научных исследований в Российской Федерации (далее – ПФНИ)* на 2021–2030 годы и разработанного Детализированного плана. Это способствует сосредоточению усилий учёных на наиболее важных научных направлениях, позволяет оперативно реагировать на последние научные достижения и вносить необходимые корректировки и изменения в планы исследований. По каждой из указанных выше областей биологических наук в 2024 году велись фундаментальные научные исследования по нескольким основным направлениям, аннотации наиболее значимых из них представлены ниже.

В области *общей биологии* такими направлениями, в соответствии с рубрикатором ПФНИ, являются:

1.6.1. Биология развития и эволюция живых систем,

1.6.2. Экология организмов и сообществ,

1.6.3. Биологическое разнообразие и биоресурс,

1.6.4. Общая генетика,

1.6.5. Почвы как компонент биосферы.

В области *биологии развития и эволюции живых систем* в 2024 году успешно развивались работы по изучению влияния интерферонов I типа (IFN-β) на ранние процессы клеточной дифференцировки; механизмов регенерации мужской гонады; формирования нервной системы ганглионарного и ламеллярного типов; уникальной находки ископаемой саблезубой кошки *Homotherium latidens* из плейстоцена Якутии, находки хорошо сохранившейся мумии шерстистого носорога *Coelodonta antiquitatis*.

Полученные результаты позволили создать клеточную модель для изучения влияния IFN-β на ранние процессы эмбрионального развития человека и открывают новые подходы к изучению патогенетических путей развития патологий, возникающих в условиях активации системы интерферонов I типа (IFN-I), в частности при вирусных инфекциях.

Получены результаты, указывающие на возможную связь нарушений функции гонад у взрослых млекопитающих с расстройствами функции щитовидной железы в ранний постнатальный период, что может быть использовано для диагностики и терапии заболеваний мужской половой системы человека.

В нейрогенезе брюхоногих моллюсков выявлены молекулярно-генетические инновации для формирования сложного мозга, который по всей видимости возник у общего предка моллюсков, а сформировавшиеся молекулярно-генетические механизмы послужили основой для возникновения сложного мозга животных в ходе эволюции.

Впервые в истории палеонтологии с помощью прямого наблюдения установлен внешний вид вымершего вида млекопитающих, не имеющего аналогов в современной фауне. Томографическими методами исследована уникальная мерзлая мумия трехнедельного детеныша саблезубой кошки гомотерия (*Homotherium latidens*) из

верхнеплейстоценовых отложений (35 471–37 019 лет) северо-востока Якутии *(работа включена ОБН РАН в число 10 важнейших достижений 2024 года).*

Изучение найденной ранее на берегу р. Тирехтях (Якутия) хорошо сохранившейся мумии шерстистого носорога *Coelodonta antiquitatis,* принадлежащей подростку возрастом 4–4,5 года и пролежавшей в мерзлоте более 32 тысяч лет, позволило получить новые данные по морфологии давно вымершего животного. Оказалось, что в области шеи и холки шерстистый носорог имел хорошо различимый горб, основной объем которого сформирован жировой тканью.

По направлению *экология организмов и сообществ* были продолжены работы по оценкам секвестирования углерода природными экосистемами, инвазиям чужеродных видов, составу и распределению сообществ живых организмов.

Впервые показано, что у 70–80-летних деревьев *Pinus sylvestris L.* содержание углерода (*C*) в ядровой (HW) древесине на 1,6–3,4% выше, чем в заболонной (поверхностной) (SW). Установлено, что концентрация *C* увеличивается как в SW, так и в HW по мере снижения продуктивности древостоев (в ряду: (1) сосняк черничный – сосняк брусничный – сосняк лишайниковый; (2) средняя подзона тайги – северная подзона тайги – граница тайги и лесотундры) и ухудшения статуса дерева (доминантные растения – средние по древостою деревья – отстающие в росте деревья). Полученный результат подчеркивает необходимость крупномасштабных эмпирических оценок содержания углерода в надземной древесной биомассе в различных лесорастительных условиях для выявления роли бореальных лесов в запасании углерода.

Исследование реакции аборигенных и интродуцированных растений на круглосуточное освещение в естественной среде в Субарктике и в условиях контролируемого климата показано, что круглосуточное освещение растений в искусственных условиях вызывает у них целый спектр физиолого-биохимических изменений, свидетельствующих о нарушении метаболизма и развитии фотоокислительного стресса. Обнаруженные нарушения отчетливо проявляются не только у видов-интродуцентов, но и у представителей аборигенной флоры. Однако последние отличаются более выраженной способностью накапливать флавоноиды, которые играют важную роль в защите фотосинтетического аппарата от фотоповреждений.

Выявлено, что распределение сообществ раковинных амеб по градиенту глубины коррелирует с температурой, электропроводностью и концентрацией фикоэритрина цианобактерий. На литорали распределение видов определяется составом донных осадков, а в глубоководных местообитаниях коррелирует с концентрациями растворенного кислорода и фикоэритрина, а также значением pH. Анализ распределения донных раковинных амеб вдоль температурного градиента позволяет предположить, что металимнион с термоклином играет роль экотона между мелководной и глубоководной зонами в стратифицированных пресноводных озерах и поддерживает целостность и устойчивость донных сообществ раковинных амеб. Показано, что распределение наиболее многочисленных видов и доминирующих морфотипов раковинных амеб может быть индикатором условий окружающей среды *(работа включена ОБН РАН в число 10 важнейших достижений 2024 года).*

Впервые проведено крупномасштабное исследование феномена обитания беспозвоночных животных, традиционно считающихся почвенными, в кронах деревьев. С применением метабаркодинга и единого дизайна исследования в трех типах лесных экосистем (тайга, широколиственный и муссонный тропический лес) оценено разнообразие свободноживущих нематод в почве и на коре различных частей дерева. Несмотря на обнаруженную низкую таксономическую насыщенность нематод на коре деревьев, высокая гетерогенность таких сообществ приводит к значительному общему разнообразию группы, сопоставимому с таковым в почве. Обнаруженная закономерность проявляется в различных типах лесных экосистем и не изменяется вдоль широтного

градиента. Полученные результаты существенно расширяют представление о характере распределения нематод в лесных экосистемах.

Вышла из печати книга «Введение в инвазионную биологию растений», в которой представлены официальные документы по проблеме биоинвазий, сделан обзор ключевых проблем фитоинвазий, протестированы основные гипотезы, объясняющие успех расселения инвазионных видов, сформулированы задачи и изложены методы исследований инвазионного процесса, проанализирована роль различных векторов в распространении инвазионных видов растений.

В области исследований *биологического разнообразия и биоресурсов* получены новые результаты по описанию новых видов и групп организмов, особенностям их морфологии и образа жизни; обобщению данных (созданию сводок) по крупным таксонам.

Подготовлено и опубликовано новое издание Красной книги Российской Федерации, посвященное растениям и грибам. В издание вошел 741 вид сосудистых растений, мохообразных, водорослей, грибов и лишайников. Красная книга Российской Федерации является официальным документом, содержащим свод сведений о редких и находящихся под угрозой исчезновения видах (подвидах, популяциях) диких животных, дикорастущих растений и грибов, а также о необходимых мерах по их охране и восстановлению, что должно обеспечивать сохранение биологического разнообразия нашей страны *(работа включена ОБН РАН в число 10 важнейших достижений 2024 года)*.

Издана коллективная монография «Базидиальные макромицеты аридных регионов европейской России». В книге представлены обобщенные сведения о базидиальных макромицетах, выявленных в степной и пустынной зонах на юго-востоке России. Аннотированный список включает 1198 видов и внутривидовых таксонов грибов. Большинство таксонов подтверждено гербарными образцами, хранящимися в ведущих отечественных микологических коллекциях.

Впервые обобщены данные по видовому, таксономическому составу и распределению фитопланктона на обширных акваториях у берегов Камчатского края за период с середины XIX века по настоящее время. Составлен иллюстрированный оригинальными микрофотографиями таксономический каталог, включающий основную синонимику и источники с учетом современных номенклатурных преобразований. Обнаружены виды, новые для дальневосточных морей России и района исследования, включая потенциально токсичные. Результаты позволяют решать задачи обеспечения токсикологической безопасности населения на Дальнем Востоке России *(работа включена ОБН РАН в число 10 важнейших достижений 2024 года)*.

В области *почвоведения* получены следующие результаты.

Впервые выявлено влияние продолжительного снежного сезона (7–8 мес) на суммарный годовой выброс CO_2 из почвы зеленых насаждений в Арктике. Показано, что совокупная годовая почвенная эмиссия CO_2, а также вклад дыхания в зимний период в городских условиях составляет 36–54% от совокупного годового почвенного баланса *(работа включена ОБН РАН в число 10 важнейших достижений 2024 года)*.

Впервые проведен сравнительный анализ физическо-химических и биологических параметров почв, функционирующих под разными типами субальпийских лугов (1500–2800 м над уровнем моря) Центрального Кавказа при различной интенсивности выпаса скота. Установлено, что наиболее подвержены пастбищной деградации почвы остепненных лугов. Уже при умеренном выпасе плотность таких почв увеличивается на 25%, что влечет нарушение водного режима и газообмена. Содержание органического углерода и углерода микробной биомассы снижается на 36 и 39%, что свидетельствует о сокращении плодородия и биологической активности почв. Почвы умеренно нарушенных мезофитных лугов, напротив, сохраняют стабильное состояние, не утрачивая биологического потенциала переработки органических остатков. Почвы влажных лугов при умеренном выпасе также стабильны, за исключением падения на 24% содержания

органического углерода. Сильно нарушенные субальпийские луга характеризуются негативными изменениями почвенного покрова, особенно выраженными при дефиците или избытке увлажнения. Для почв остепненных лугов отмечено переуплотнение, закисление, низкое содержание органического углерода, невысокие показатели биологической активности микробного населения. Сильная пастбищная деградация влажных лугов связана с содержанием органического углерода и углерода микробной биомассы, скоростью базального дыхания. Почвенные индикаторы сильно нарушенных мезофитных лугов – закисление и падение (на 28%) содержания органического углерода. Полученные результаты важны для разработки рекомендаций по рациональному ведению сельского хозяйства.

В засушливом Прикаспийском регионе изучены особенности функционирования искусственных и естественных экосистем из ясеня пенсильванского (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.) – вида, широко используемого в защитном лесоразведении. В экологическом ряду почвенной влагообеспеченности от зональных типов почв с минимальным ежегодным количеством доступной почвенной влаги до интразональных пойменных почв с постоянно доступными грунтовыми водами выявлена, с одной стороны, высокая степень адаптации ясеня к почвенной засухе, с другой, – к кратковременному затоплению и выживанию в условиях полного влагонасыщения почв. Показано, что на зональных светло- и тёмно-каштановых типах почв с недоступными грунтовыми водами применение ясеня в защитном лесоразведении вполне оправдано и экологически безвредно. В то время как на интразональных аллювиальных почвах пойм рек его использование обычно вызывает неконтролируемое образование вторичного инвазионного ареала «взрывным» распространением анемо- и гидрохорных плодов-крылаток по пойменным лугам с проникновением в естественные лесные экосистемы. Сделан вывод о необходимости предотвращать распространение ясеня во влажных условиях пойм рек.

Ряд важных фундаментальных и прикладных результатов получены в области *общей генетики.*

В настоящее время растения рассматриваются в качестве «фабрики» рекомбинантных фармацевтических молекул, включая ферменты, вакцины и антитела. Основное преимущество растительной системы экспрессии по сравнению с другими – это биобезопасность, т.е. возможность получить рекомбинантные белки, свободные от потенциальной контаминации патогенными для человека прионами, а также вирусами животных и человека или их нуклеиновыми кислотами. К настоящему времени разработаны разнообразные системы продукции, дающие возможность синтезировать рекомбинантные белки в растениях. Понимание принципов, лежащих в основе взаимодействия растения-хозяина и патогена, создает фундамент для разработки новых подходов к использованию растений в качестве системы производства целевого белка.

В результате проведенного исследования изучен индуцируемый газообразным метанолом ген MIG21 растений, показано его стимулирующее воздействие на вирусную инфекцию и разработана система контролируемой продукции целевого белка в листьях *Nicotiana benthamiana*, основанная на использовании как самого гена MIG21, так и его индуцируемого промотора.

Установлено, что экзогенные двухцепочечные дцРНК вызывают существенные изменения в количественном и качественном составе микроРНК растений, что в конечном итоге влияет на экспрессию широкого спектра генов. Экзогенное нанесение дцРНК, кодирующих халконсинтазу (CHS), на розеточные листья *Arabidopsis thaliana* вызывало значительные изменения в профиле микроРНК, в то время как неспецифические дцРНК оказывали минимальное влияние. Результаты имеют важное значение для понимания эпигенетических последствий индуцированной РНК-интерференции. Усовершенствована и успешно применена на томате методика использования дцРНК, что открывает возможность применения дцРНК в сельском хозяйстве.

В геноме гребневика *Beroe ovata* (Ctenophora) обнаружено три типа белок-кодирующих последовательностей, относящихся к семейству опсинов, которые отвечают за световосприятие у большинства Metazoa. На основе структурно-функционального анализа этих последовательностей обоснована фоторецепторная функция двух типов опсинов гребневиков. Филогенетический анализ показал, что они образуют монофилетическую группу, разделившуюся после дупликации гена опсина у общего предка всех существующих классов гребневиков. Вероятно, что опсины гребневиков являются древнейшей ветвью эволюционного дерева опсинов животных. Полученные результаты позволяют обосновать способность гребневиков к направленной фоторецепции, дальнейшее изучение механизмов которой позволит пролить свет на ранние этапы эволюции сенсорных систем у животных, не имеющих централизованной нервной системы.

В геномах двустворчатых моллюсков и шестилучевых кораллов обнаружены ДНК-транспозоны нового надсемейства, названного L31. Надсемейство является древней разнообразной группой, включающей более десяти филогенетических кластеров. Элементы L31 имеют помимо гена транспозазы, как большинство ДНК-транспозонов, еще один ген. Белок, кодируемый вторым геном, может осуществлять трансмембранный транспорт и/или регулировать транскрипционную активность.

Основными направлениями *физико-химической биологии* являются:

1.6.6 Функциональная микробиология,

1.6.7. Экспериментальная биология растени,

1.6.8. Биохимия, биофизика и структурная биология,

1.6.9. Молекулярная биология, молекулярная генетика и геномные исследования,

1.6.10. Клеточная биология и иммунология,

1.6.11. Системная биология и биоинформатик,

1.6.12. Биотехнология и синтетическая биология.

1.6.6 Функциональная микробиология

Охарактеризованы таксономический состав, биоразнообразие, метаболический и биохимический потенциал микробиома объекта культурного наследия пещеры Шульган-Таш. Методами метагеномного анализа впервые описан таксономический состав широкого круга биотопов, включая 12 основных морфотипов настенных обрастаний, планктонные сообщества и биопленки подземных водоемов. Показано, что пещерные сообщества обладают высоким биоразнообразием и уникальным таксономическим составом, включающим неизвестные таксоны высокого ранга. Полученные материалы использованы при подаче заявки на включение объекта в список всемирного наследия ЮНЕСКО.

Получен быстрорастущий рекомбинантный штамм цианобактерий – продуцент миристиновой и миристолеиновой кислот. Миристиновая (МК; C14:0) и миристолеиновая (МОК; 14:1) кислоты являются компонентами клеточных мембран, масла семян растений и источником миристоилирования белков. МК используется в качестве эмульгаторов в продуктах питания и напитках, как поверхностно-активное вещество в моющих средствах или смазочных материалах. Полученный рекомбинантный штамм *Synechococcus* может использоваться для биотехнологического производства миристиновой и миристолеиновой кислот.

Предложен метод тестирования восприимчивости бактерий *Pseudomonas putida* TSh-18 в составе биопленок к ампициллину с помощью биологической электрооптической системы. Проведен контроль воздействия ампициллина на жизнеспособность бактерии в составе биопленки методом конфокальной лазерной сканирующей микроскопии. Полученные результаты являются перспективными для развития новых методов определения минимальной концентрации антибиотика, ингибирующей микробные клетки в составе биопленки.

1.6.7. Экспериментальная биология растений

Выявлены механизмы токсического воздействия цинка на физиологические и биохимические процессы корневого роста и микроэлементного питания у различных видов растений. Впервые установлено, что токсическое действие цинка на сосну обыкновенную проявляется в прогрессирующем обезвоживании хвои, снижении содержания эссенциальных элементов, нарушении роста корневой системы и уменьшении содержания лигнина. Удаление избытка цинка из среды способствовало быстрому восстановлению роста главного корня, водного статуса, поглощения Mg и Cu, а также содержания фотосинтетических пигментов. Однако не наблюдалось увеличения содержания лигнина, снижения уровня стресс-индуцированных фенолов, инициации и роста боковых корней, полного восстановления прироста массы сеянцев и аккумуляции Mn в хвое. Впервые показано, что у растений-гипераккумуляторов цинка ингибирование роста корня происходит как в результате прямого воздействия металла из-за его накопления в растущей части корня, так и в результате косвенных факторов, таких как нарушение водного режима, металл-индуцированный окислительный стресс и общий метаболический дисбаланс, причем это наблюдается при значительно более высоком содержании цинка в среде и корнях по сравнению с растениями-исключателями. Результаты исследования вносят весомый вклад в развитие природоподобных технологий фиторемедиации и восстановление земель, пострадавших от техногенного загрязнения.

Определен механизм функционирования карбоангидраз в высших растениях и их основополагающая роль в фотосинтезе. Показано, что неорганический углерод из стромы хлоропласта высших растений транспортируется в люмен тилакоида и что в этом процессе, как и, вероятно, в поставке неорганического углерода ферментам цикла Кальвина-Бенсона-Бассама, участвуют карбоангидразы – ферменты, катализирующие реакцию обратимой гидратации углекислого газа. Полученные данные раскрывают новый механизм функционирования карбоангидраз в высших растениях и подчеркивают их основополагающую роль в фотосинтезе, а также позволяют предположить существование в хлоропласте ранее неизвестного механизма сопряжения ассимиляции неорганического углерода и регуляции работы фотосинтетической электрон-транспортной цепи с помощью изменения величины pH люмена с участием карбоангидраз. Данный результат открывает перспективы для направленного увеличения адаптационного потенциала сельскохозяйственных культур и увеличения их продуктивности.

На основе комплексного анализа формирования и функционирования третичной клеточной стенки установлено, что принципы её организации в волокнах растений различных таксономических групп сходны и могут служить основой для дизайна «умных» материалов и устройств. Третичная клеточная стенка – особый тип клеточной стенки, характерный для волокон многих видов растений. Волокна с такими клеточными стенками обладают контрактильными свойствами и позволяют перемещать органы растений в пространстве или создавать натяжение, обеспечивающее механическую стабильность растения. Основные принципы работы третичной клеточной стенки включают: особый состав (два основных игрока – целлюлозные микрофибриллы и версия рамногалактуронана I, которая образует специфические надмолекулярные структуры); оригинальный дизайн клеточной стенки с аксиальной ориентацией всех целлюлозных микрофибрилл, выраженными латеральными взаимодействиями между ними и наличием захваченного рамногалактуронана I; динамические изменения в надмолекулярной организации клеточной стенки из-за модификаций рамногалактуронана I *in muro* в ходе созревания волокон; встроенные сенсоры, отслеживающие состояние клеточной стенки; включение третичной клеточной стенки в систему, содержащую другие компоненты, что позволяет варьировать направленность эффектов. Принципы, лежащие в основе работы волокон с третичной клеточной стенкой *in planta*, могут быть использованы при дизайне «умных» материалов и устройств.

1.6.8. Биохимия, биофизика и структурная биология

Обнаружены и охарактеризованы румицидины – новое семейство защитных пептидов млекопитающих. Биоинформатический поиск и анализ биоразнообразия кателицидинов млекопитающих позволил обнаружить новое уникальное семейство пролин-богатых антимикробных пептидов (ПБ-АМП), гены которых распространены среди жвачных парнокопытных. Благодаря множественным контактам пептида в выходном тоннеле и пептидилтрансферазном центре рибосомы, румицидины способны эффективно ингибировать стадию элонгации трансляции у бактерий. Румицидины обладают высокой активностью против микобактерий и ряда важных грамотрицательных бактерий, относящихся к так называемым «ESKAPE»-патогенам. Их эффективность как антибиотиков была также доказана на модели летальной септицемии у мышей, вызванной *E. coli (работа включена ОБН РАН в число 10 важнейших достижений 2024 года).*

С применением программ AlphaFold 3 (AF3) и DeepPeptide и с учетом результатов экспериментального определения 3D-структур белков оксигеназной системы Риске для бактерий разных классов в базе данных PDB, на N- и C-концах соответствующих белков ахромобактерий впервые идентифицированы пропептиды, участки с последовательностями длиной 5-36 ао, которые отщепляются во время их созревания или активации, но не имеют аннотированной независимой функции и не обладают выраженной биологической активностью (Teufel et al., 2023). Установлена воспроизводимость и устойчивость 3D-структур и функционала, отличающихся гетерогенностью белков-гомологов, чья изменчивость первичной структуры достигает значений около 80%. Впервые проведены корректные вычислительные исследования формирования сложных 3D-комплексов зрелых белков с участием ионов и коферментов, обеспечивающих перенос электрона между компонентами оксигеназной системы Риске у бактерий рода *Achromobacter*, определены их физико-химические и термодинамические характеристики.

Установлены изменения в регуляции активности NADPH оксидазы в гранулоцитах мышей с сахарным диабетом 2 типа, вызванного ожирением. Для вызванного ожирением сахарного диабета 2 типа (СД2Т) характерны гипергликемия, хроническое воспаление, нарушения обмена веществ и иммунных реакций. Благодаря высокому цитотоксическому потенциалу нейтрофильные гранулоциты (нейтрофилы), клетки врожденного иммунитета, способствуют развитию системного воспаления и осложнений. Генерация нейтрофилами активных форм кислорода (АФК), катализируемая мембранным ферментом NADPH-оксидазой, одна из мощных защитных функций, нарушается при СД2Т. Для понимания причин развития метаболического синдрома и СД2Т важно знать механизмы этих нарушений. Исследование проведено на изолированных гранулоцитах костного мозга мышей, потреблявших высококалорийный корм. Клетки инкубировали при нормо- и гипертермии, имитирующей условия воспалительной реакции. С помощью активаторов NADPH-опосредованной генерации АФК и специфических ингибиторов выявлены участники сигнализации, роль которых изменялась при СД2Т.

Создан прототип препарата для лечения деменций, связанных со старением, болезнью Альцгеймера, паркинсонизмом, депрессией, стрессовых расстройств, аутизма, ДЦП. В результате рационального дизайна сконструировано и получено соединение 12226127, селективно изменяющее уровень ряда медиаторов в центральной нервной системе. Его эффективность была продемонстрирована в ряде моделей когнитивных расстройств на различных видах животных: старческая деменция, депрессия, болезнь Паркинсона, хроническая мигрень, тревожность, посттравматическое стрессовое расстройство, аутизм, когнитивные функции здоровых и очень старых животных и т.д. Во всех экспериментах была показана непревзойденная активность соединения 12226127 в сравнении с контрольными препаратами. Изучены многочисленные биохимические показатели влияния соединения 12226127 на центральную нервную систему и показано, что его механизм действия связан с активацией тирозингидроксилазы в голубом пятне

мозга, что приводит к комплексному изменению профиля аминов в разных участках и в конечном итоге, по-видимому, к образованию новых межнейронных связей.

1.6.9. Молекулярная биология, молекулярная генетика и геномные исследования

Установлено, что белки-аргонавты защищают бактерии от плазмид и вирусов, вызывая гибель инфицированных клеток. Белки-аргонавты узнают РНК- или ДНК-мишени с использованием коротких гидовых молекул. Некоторые аргонавты имеют нуклеазную активность и способны расщеплять специфические мишени. В отличие от них, неактивные «короткие» аргонавты бактерий не имеют нуклеазной активности, но кодируются совместно с белками-партнерами. В работе показано, что короткие аргонавты образуют комплекс с эффекторной нуклеазой, который получил название SPARDA (short prokaryotic Argonaute, DNase/RNase associated, «короткий прокариотический аргонавт, ассоциированный с ДНКазой/РНКазой»). Распознавание плазмидной или вирусной ДНК при помощи РНК-гида запускает нуклеазную активность SPARDA и вызывает неизбирательное расщепление клеточной и чужеродной ДНК. Это приводит к гибели инфицированной клетки вместе с плазмидой или вирусом и защищает остальные клетки в популяции. Коллатеральная нуклеазная активность SPARDA может быть использована в биоинженерии для детекции целевых молекул ДНК, в том числе, при диагностике инфекций *(работа включена ОБН РАН в число 10 важнейших достижений 2024 года).*

Предложена новая модель двойной роли модификации РНК N6-метиладенозина в регуляции стабильности R-петель, объясняющая динамику этих структур в физиологических и патологических биологических контекстах, и, в перспективе, позволяющая разработку новых подходов к диагностике и терапии рака, аутоиммунных и нейродегенеративных заболеваний. R-петли, трехцепочечные структуры, включающие ДНК:РНК гибрид вместе с фрагментом одноцепочечной ДНК широко распространены в геномах млекопитающих и необходимы для таких важнейших биологических процессов, как регуляция экспрессии генов, репарация ДНК и переключение классов иммуноглобулинов. В то же время патологическое повышение уровня R-петель приводит к геномной нестабильности и патогенезу раковых, аутоиммунных и нейродегенеративных заболеваний. Ряд исследований продемонстрировал, что наличие модификации РНК N6-метиладенозина (m^6A) на ДНК:РНК гибридах влияет на стабильность этих структур; при этом в ряде работ сообщается о том, что m^6A стабилизирует R-петли, согласно другим исследованиям наличие этой модификации, наоборот, ведет к их дестабилизации и разрушению. Согласно предложенной в данной работе модели, m^6A может непосредственно (либо взаимодействуя с ДНК:РНК-хеликазами и нуклеазами) дестабилизировать ДНК:РНК гибриды, что приводит к разрушению R-петель. В других условиях m^6A в R-петлях может служить субстратом для ферментов-гликозилаз, удаляющих модифицированное основание, что стабилизирует гибрид ДНК:РНК. Сумма активностей ключевых факторов будет определять конечный результат (разрушение либо стабилизацию R-петли) в конкретной биологической ситуации. Предложенная модель может быть использована для модуляции уровня R-петель и, потенциально, для разработки новых подходов к терапии заболеваний, связанных с R-петлями, таких как рак, аутоиммунные и нейродегенеративные заболевания.

Длина «поли(А)-хвоста» мРНК влияет на стадии трансляции эукариот. Поли(А) хвост матричной РНК является важным регулятором её стабильности и трансляционной эффективности. Поли(А)-связывающий белок (PABP), взаимодействуя с поли(А) хвостом, стимулирует различные стадии биосинтеза белка и защищает мРНК от деградации. В работе подробно исследовано влияние длины поли(А) хвоста мРНК на скорость отдельных стадий трансляции и образование рибосомных комплексов. Показано, что в присутствии поли(А) хвоста скорость трансляции увеличивалась, но не зависела от длины хвоста. Только при длине поли(А) хвоста в 75 нт скорость трансляции возрастала. Удлинение поли(А) хвоста также увеличивало стабильность мРНК. Показано, что

инициаторные трансляционные комплексы собирались более эффективно в присутствии поли(А) хвоста в результате взаимодействия PABP и фактора инициации трансляции eIF4F, однако длина поли(А) не играла существенной роли. Напротив, на стадии терминации трансляции удлинение поли(А) хвоста повышало эффективность связывания факторов терминации eRF1 и eRF3 с рибосомой, что стимулировало высвобождение синтезированного белка. Полученные результаты демонстрируют, что размер поли(А) хвоста мРНК играет значительную роль в увеличении эффективности терминации и не оказывает существенного влияния на других стадиях трансляции. Результаты работы могут быть использованы для оптимального дизайна терапевтических мРНК, а также при создании генно-инженерных конструкций для увеличения эффективности синтеза биотехнологических белковых препаратов.

1.6.10. Клеточная биология и иммунология

Создан препарат для интраоперационной визуализации глиальных опухолей. Глиома – самая трудноизлечимая опухоль мозга, точное определение границ которой во время операции имеет решающее значение. В исследовании представлен инновационный метод интраоперационной визуализации с использованием хирургической флуоресцентной микроскопии для точного определения границ опухоли. Новый контрастирующий агент создан на основе инфракрасно-меченых аптамеров. Специфичность показана на клеточных моделях. Эффективность *in vivo* доказана с использованием ортотопической ксенотрансплантации человеческих глиом мышам и кроликам с лекарственно подавленным иммунитетом с использованием различных методов визуализации, включая флуоресцентную хирургическую визуализацию *in vivo*, лазерную сканирующую микроскопию и ПЭТ/КТ. Препарат проникает через гематоэнцефалический барьер и может использоваться как для внутривенного, так и для поверхностного применения. Уровень готовности технологии (УГТ 6): Модель или прототип – проверка и демонстрация в соответствующей среде, проведены доклинические исследования, планируется продажа патента фармкомпании Р-Фарм *(работа включена ОБН РАН в число 10 важнейших достижений 2024 года).*

Установлена двойная роль белка аутофагии p62 в регуляции активации каспазы-2. Каспаза-2 играет ключевую роль в апоптозе, а также выполняет ряд неапоптотических функций, таких как контроль клеточного цикла, поддержание стабильности генома и защита от окислительного стресса. Авторы исследования показали, что p62 связывается с каспазой-2 через белок убиквитин и в нормальных условиях способствует протеасомной деградации излишних молекул профермента. При генотоксическом стрессе или повышенном уровне p62 данный белок подвергается олигомеризации, что приводит к сближению связанных с p62 молекул прокаспазы-2, их автокаталитическому расщеплению и образованию активного фермента. Установленный механизм регуляции активности каспазы-2 с помощью p62 может лежать в основе патогенеза различных заболеваний, в частности, неалкогольного стеатогепатита, который способен прогрессировать в цирроз печени и гепатоцеллюлярную карциному. Результаты исследования дают новое представление о путях регуляции гибели клеток по механизму апоптоза и могут быть использованы для разработки методов оценки эффективности противоопухолевой терапии.

Проведено мультиомиксное сравнение остеогенной дифференцировки интерстициальных клеток клапана человека и остеобластов различными методами анализа. Долгое время предполагалось, что при патологической кальцификации аортального клапана клетки образуют структуры наподобие обычной кости. В работе проанализирована кальцификация (остеогенная дифференцировка) клеток аортального клапана от пациентов с кальцификацией и клеток нормальной кости человека. Проведено комплексное сравнение массивов белков и транскриптов двух типов клеток с использованием нескольких типов анализа данных. Впервые в мире продемонстрировано, что клетки кости человека при нормальной кальцификации отличаются от клеток

аортального клапана при патологической кальцификации. Данная находка позволит более направленно искать терапевтические мишени для борьбы с патологической кальцификацией, не затрагивая здоровую кость.

1.6.12. Биотехнология и синтетическая биология

Разработаны методы имиджинга автономной биолюминесценции у эукариот. Разработаны основы синтетической биологии мультигенных признаков растений. На примере системы автономной биолюминесценции проведена интеграция чужеродного для царства растений сложного признака – свечения. Данная разработка закладывает основы для придания и регуляции заранее заданных полезных свойств высшим растениям *(работа включена ОБН РАН в число 10 важнейших достижений 2024 года).*

Разработан новый высокоэффективный биомиметический подход к созданию материалов с выраженным остеогенным, ангиогенным и гемопоэз-индуцирующим потенциалом. Предложен способ получения костно-замещающих материалов, основанный на биомиметическом осаждении (реминерализации) на поверхность деминерализованных костно-коллагеновых матриц с интактной природной ультраструктурой (ДКМ) низкотемпературных прекурсоров гидроксиапатита (ДКМ+КФС) в присутствии сывороточного альбумина (ДКМ+КФС+БСА). Материалы имплантировались экспериментальным животным в условиях внекостного микроокружения (под кожу) для оценки их истинного остеогенного потенциала. Итогом данного подхода стал выраженный и не имеющий аналогов результат, свидетельствующий о выраженном ангиогенном и остеогенном свойствах полученных композитных материалов, заключавшийся не только в ускоренном эктопическом образовании и минерализации полноценной неокостной ткани и формировании зрелой сосудистой сети, но и формировании в межтрабекулярном пространстве полноценного костного мозга *de novo* с гемопоэтической (кровеобразующей) активностью. Предложенный подход может быть с успехом использован при производстве биоактивных материалов для спинальной хирургии или хирургической коррекции объемных дефектов костной ткани, поскольку такие материалы могут одновременно быть как эффективным остеогенным каркасом, так и источником клеток-предшественниц.

Открыты ранее неизвестные бактерии, способные паразитировать на метанотрофах рода *Methylococcus*, используемых в промышленной технологии производства кормового белка из природного газа. Промышленное культивирование *Methylococcus* идет в нестерильных условиях и сопровождается развитием бактерий-спутников, стимулирующих рост метанотрофа за счет использования продуктов его метаболизма. Примеров отрицательного взаимодействия до сих пор описано не было, хотя о сбоях в процессах культивирования сообщалось неоднократно. Авторами выделена новая факультативно-метилотрофная бактерия, штамм S20, массовое развитие которой в биореакторе приводит к падению продуктивности процесса. Клетки штамма S20 прикрепляются к клеткам метилококков с помощью полярного адгезина и разрушают клеточную стенку метанотрофа, получая доступ к метанолу, образующемуся в периплазме клетки. Анализ генома штамма S20T позволил пролить свет на механизмы его взаимодействия с метанотрофом-жертвой. Новая бактерия описана в качестве нового рода и вида семейства *Ancalomicrobiaceae*, *Methyloraptor flagellatus* gen. nov., sp. nov. Источником этих бактерий является водопроводная вода, поэтому ее контроль на наличие *Methyloraptor*-подобных бактерий важен для обеспечения стабильности процесса промышленного культивирования.

Важнейшие достижения

1. Белки-аргонавты защищают бактерии от плазмид и вирусов, вызывая гибель инфицированных клеток

Белки-аргонавты узнают РНК- или ДНК-мишени с использованием коротких гидовых молекул. Некоторые аргонавты имеют нуклеазную активность и способны расщеплять специфические мишени. В отличие от них, неактивные «короткие» аргонавты бактерий не имеют нуклеазной активности, но кодируются совместно с белками-партнерами. В работе показано, что короткие аргонавты образуют комплекс с эффекторной нуклеазой, который получил название SPARDA (short prokaryotic Argonaute, DNase/RNase associated, «короткий прокариотический аргонавт, ассоциированный с ДНКазой/РНКазой»). Распознавание плазмидной или вирусной ДНК при помощи РНК-гида запускает нуклеазную активность SPARDA и вызывает неизбирательное расщепление клеточной и чужеродной ДНК. Это приводит к гибели инфицированной клетки вместе с плазмидой или вирусом и защищает остальные клетки в популяции (**Рис. 88**, сверху). Коллатеральная нуклеазная активность SPARDA может быть использована в биоинженерии для детекции целевых молекул ДНК, в том числе при диагностике инфекций (**Рис. 88**, снизу).

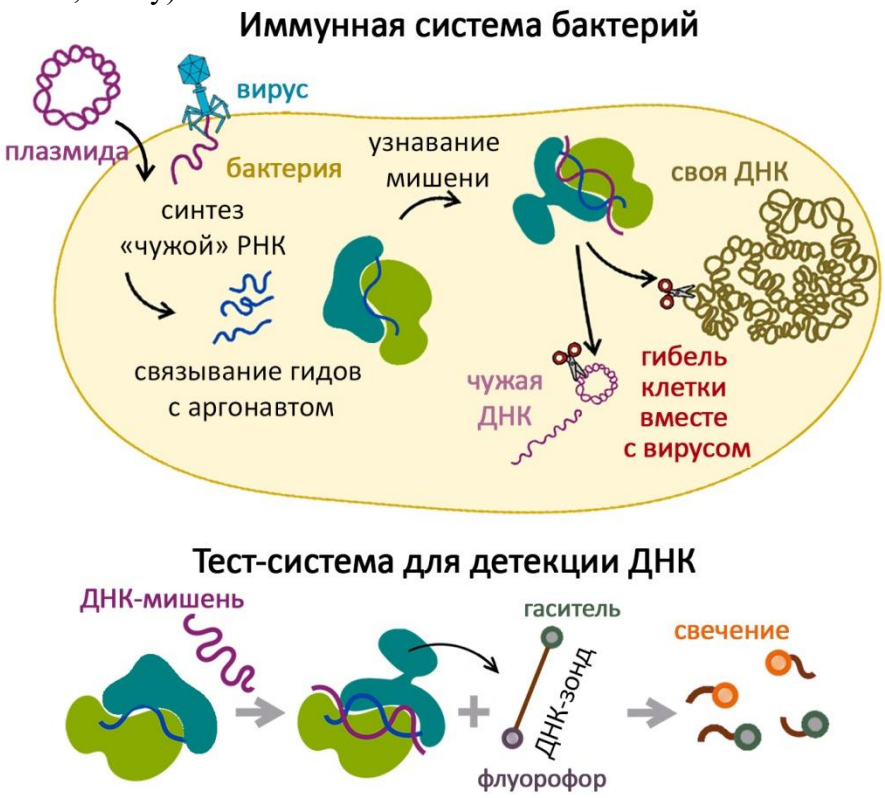


Рис. 88. Схема антивирусного действия белков-аргонавтов и их использования для детекции вирусов

Организация: ИБГ РАН.
Руководитель: чл.-корр. РАН Кульбачинский А.В.
Авторы: Кульбачинский А.В., Есюнина Д.М., Каневская А.А.
Публикации:

Prostova M., Kanevskaya A., Panteleev V., Lisitskaya L., Perfilova Tugaeva K.V., Sluchanko N.N., Esyunina D., Kulbachinskiy A. DNA-targeting short Argonautes complex with effector proteins for collateral nuclease activity and bacterial population immunity. 2024. Nature Microbiology. 9(5):1368-1381. doi: 10.1038/s41564-024-01654-5.

2. Новое издание Красной книги Российской Федерации (растения и грибы)

Красная книга Российской Федерации является официальным документом, содержащим свод сведений о редких и находящихся под угрозой исчезновения видах (подвидах, популяциях) диких животных, дикорастущих растений и грибов, а также о необходимых мерах по их охране и восстановлению. Эти меры должны обеспечивать сохранение биологического разнообразия нашей страны, координацию природоохранных мероприятий между субъектами Российской Федерации, а также выполнение международных обязательств России.

Под руководством Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН подготовлено и опубликовано новое здание Красной книги Российской Федерации, посвященное растениям и грибам (**Рис. 89**). Предыдущее издание было опубликовано в 2008 году. В нынешнее издание вошел 741 вид сосудистых растений, мохообразных, водорослей, грибов и лишайников. По сравнению с предыдущим изданием 101 вид исключен, впервые занесены 166 видов.

Для каждого вида подготовлен отдельный очерк, в котором указаны категории статуса редкости, угрозы исчезновения, а также степени и первоочередности принимаемых и планируемых к принятию природоохранных мероприятий, подробно охарактеризовано распространение в России и за ее пределами, указаны места обитания, экологические особенности, принятые и необходимые дополнительные меры охраны. Каждый очерк иллюстрирован цветным рисунком и картой распространения (**Рис. 89**, справа).

Сотрудниками Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН являются ответственный редактор, редакторы крупнейшего раздела «Покрытосеменные растения», разделов «Водоросли», «Лишайники», «Грибы», а также 40 из примерно 200 авторов очерков.

Данное издание в течение не менее чем десятилетия будет являться научной основой работ по сохранению биологического разнообразия растений и грибов России.

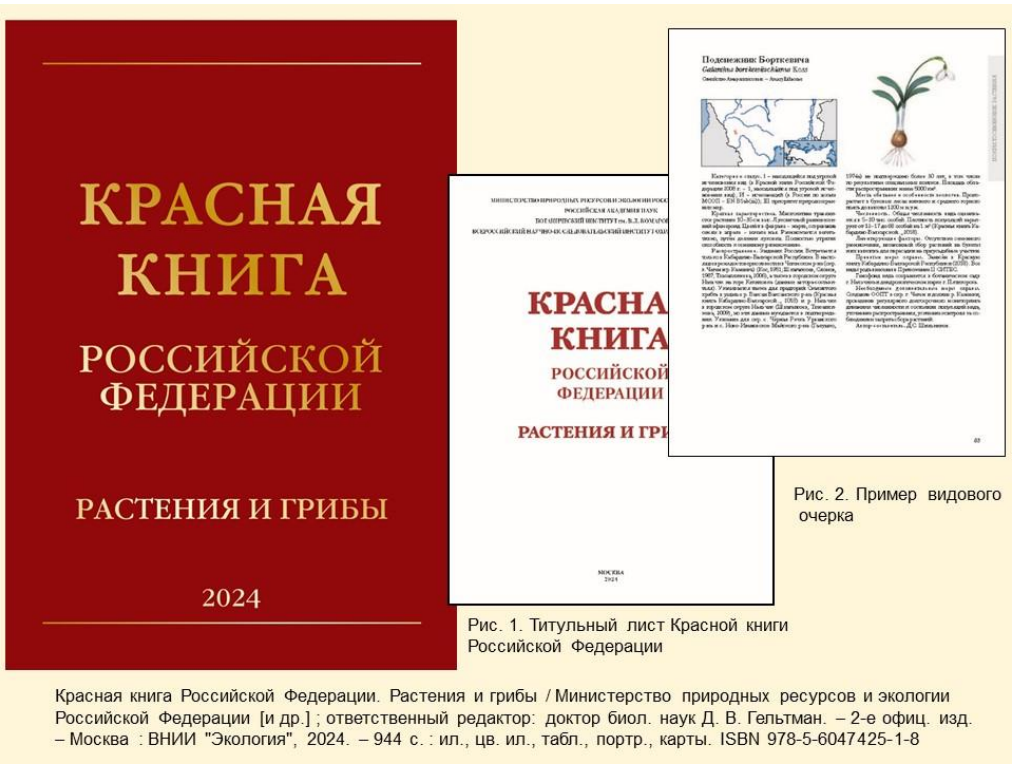


Рис. 89. Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы

Организация: БИН РАН.

Авторы: ответственный редактор д.б.н. Д.В. Гельтман, коллектив сотрудников БИН РАН.

Публикации:

Красная книга Российской Федерации. Растения и грибы / Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации [и др.] ; ответственный редактор: доктор биол. наук Д. В. Гельтман. – 2-е офиц. изд. – Москва: ВНИИ «Экология», 2024. – 944 с. : ил., цв. ил., табл., портр., карты. ISBN 978-5-6047425-1-8

3. Имиджинг автономной биолюминесценции у эукариот

Разработаны основы синтетической биологии мультигенных признаков растений. На примере системы автономной биолюминесценции проведена интеграция чужеродного для царства растений сложного признака – свечения (**Рис. 90**). Данная разработка закладывает основы для придания и регуляции заранее заданных полезных свойств высшим растениям.

Организация: ИБХ РАН.

Руководитель: д. х. н. Ямпольский И.В.

Публикации:

Shakhova E.S. et al. An improved pathway for autonomous bioluminescence imaging in eukaryotes. 2024. Nature Methods. 2(3):406-410.

Palkina K.A. et al. 2024. A hybrid pathway for self-sustained luminescence. Science Advances. 10(10):eadk1992. doi: 10.1126/sciadv.adk1992.



Рис. 90. Созданные светящиеся растения: Arabidopsis thaliana (А), Chrysanthemum morifolium (Б), Populus canadensis (В), Petunia hybrida (Г и Д), Nicotiana tabacum (Е), Nicotiana benthamiana (Ж)

4. Влияние снежного сезона на суммарный годовой выброс CO2 из почвы зеленых насаждений в Арктике

Впервые выявлено влияние снежного сезона (7–8 месяцев) на суммарный годовой выброс CO_2 из почвы зеленых насаждений в Арктике. Показано, что совокупная годовая почвенная эмиссия CO_2, а также вклад дыхания в зимний период в городских условиях составляет 36–54% от совокупного годового почвенного баланса (**Рис. 91**). Разница между дыханием почвы в городской среде и лесной зоне преимущественно обусловлена микроклиматическими особенностями: более высокой температурой почвы и мощностью

снежного покрова. Различия в дыхании городских почв вызваны разной доступностью органического углерода для микроорганизмов и эффектом оттаивания. Для адекватной оценки баланса углерода в почве арктических городов необходимо учитывать зимнее почвенное дыхание как существенную часть совокупного годового выброса CO_2 и градиент мезоклиматических условий, вызываемый эффектом «острова тепла», а также возрастом и эксплуатацией городских объектов и сетей.

Организация: ПАБСИ КНЦ РАН.

Организация-соисполнитель: РУДН.

Руководитель: Корнейкова М.В.

Авторы: Салтан Н.В., Святковская Е.А., Заводских М.С.

Публикации:

Natalya Saltan, Viacheslav Vasenev, Maria Korneykova, Marina Slukovskaya, Marina Zavodskikh, Dmitrii Sarzhanov. The effect of urbanization on wintertime soil respiration in Russian Arctics // Journal of Soils and Sediments, 2024. DOI: 10.1007/s11368-024-03885-9.

Ivashchenko K., Gavrichkova O., Korneykova M., Vasenev V., Salnik N., Saltan N., Sarzhanov D., Babenko E., Urabova S., Slukovskaya M., Zavodskikh M., Gorbov S., Petrov D., Dolgikh A., Yu S., Vasileva M., Skripnikov P., Ryzhkov O., Nikerova K., Sushko S., Ananyeva N.D., Bochko T., Kuzyakov Y. Extension of the soil monitoring network via tea bag initiatives: A 3000 km latitudinal gradient in European Russia // Science of The Total Environment, 2024. Vol. 927. P. 171881. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171881

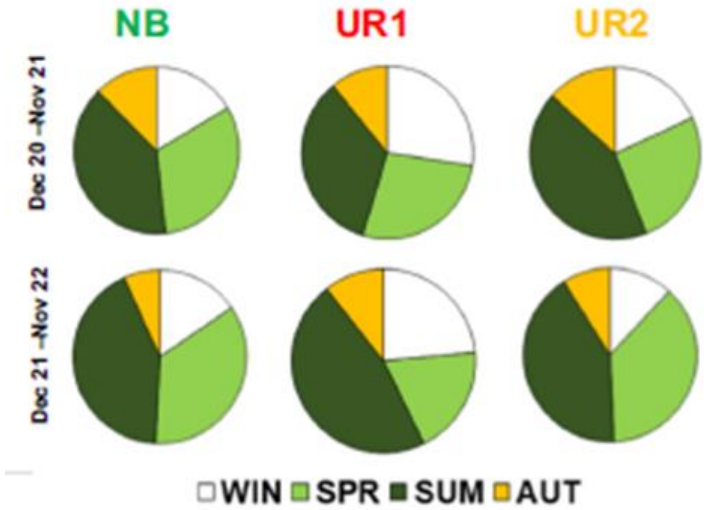


Рис. 91. Вклад сезонов зимы (WIN), весны (SPR), лета (SUM) и осени (AUT) в периоды наблюдений декабрь 2020 – ноябрь 2021 г. и декабрь 2021 – ноябрь 2022 г.
NB – лесная зона; UR1 - рекреационная/общественная зона в центре города Апатиты; UR2 - рекреационная/общественная зона на окраине города Апатиты

5. Румицидины – новое семейство защитных пептидов млекопитающих

Биоинформатический поиск и анализ биоразнообразия кателицидинов млекопитающих позволил обнаружить новое уникальное семейство пролин-богатых антимикробных пептидов (ПБ-АМП), гены которых распространены среди жвачных парнокопытных (**Рис. 92**).

Благодаря множественным контактам пептида в выходном тоннеле и пептидилтрансферазном центре рибосомы, румицидины способны эффективно ингибировать стадию элонгации трансляции у бактерий. Ключевой структурной особенностью румицидинов является наличие консервативной диады Trp23-Phe24, которая образует ряд ключевых взаимодействий с 50S субъединицей в области сужения выходного тоннеля.

Румицидины обладают высокой активностью против микобактерий и ряда важных грамотрицательных бактерий, относящихся к так называемым «ESKAPE»-патогенам. Их эффективность как антибиотиков была также доказана на модели летальной септицемии у мышей, вызванной E. coli.

Организация: ИБХ РАН.

Руководители: д.х.н. Овчинникова Т.В., ак. РАН Донцова О.А.

Публикации:

Panteleev PV et al. Rumicidins are a family of mammalian host-defense peptides plugging the 70S ribosome exit tunnel. 2024. Nat Commun. 15(1):8925. doi: 10.1038/s41467-024-53309-y (IF=14.7, Qwos1)

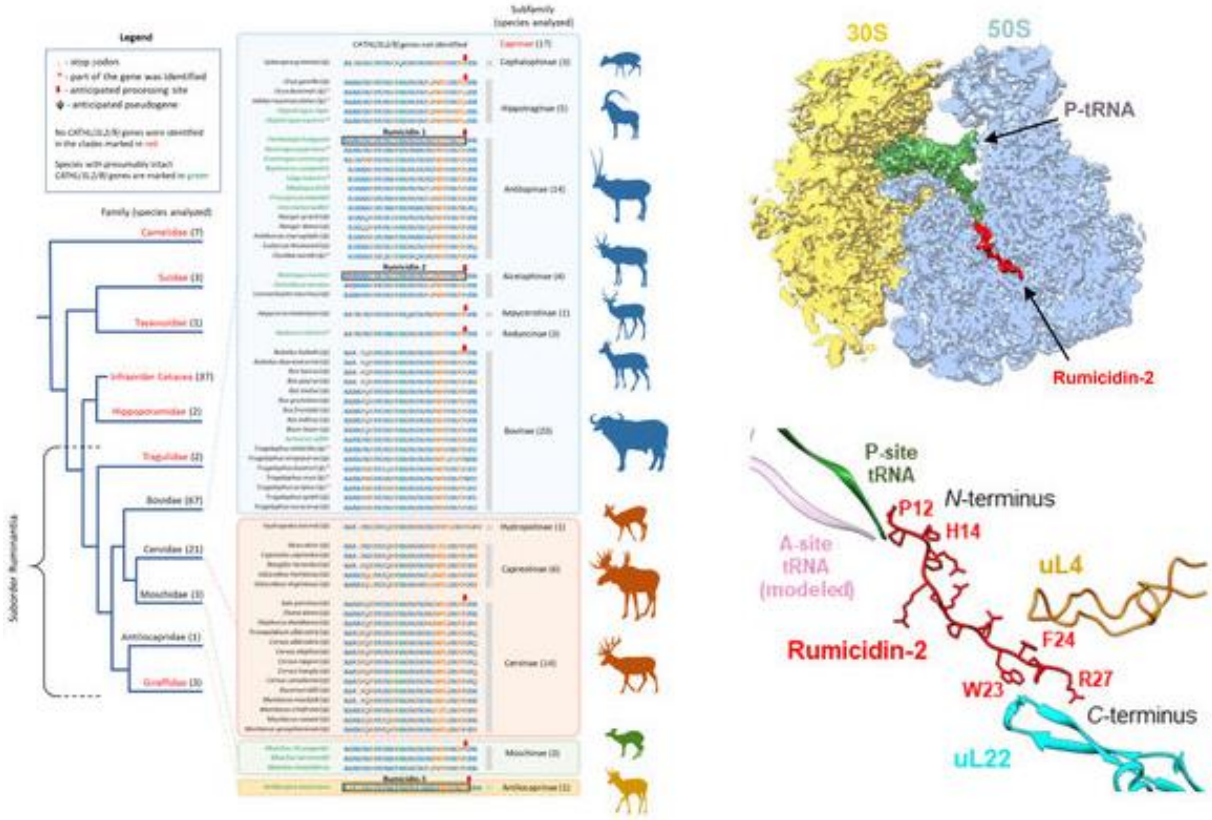


Рис. 92. Анализ семейства богатых пролином ортологов кателицидинов, выявленных у жвачных животных (слева); структура румицидина-2 и его взаимодействие с бактериальной рибосомой по данным криоэлектронной микроскопии (справа)

6. Установление характера распределения раковинных амеб в пресноводных озерах для биоиндикации и палеоклиматических реконструкций

Раковинные амебы (тестацеи) широко используются в качестве биоиндикаторов состояния водных экосистем и для палеоклиматических реконструкций. Однако прогностическая точность применяемых подходов остается ограниченной ввиду недостатка знаний о факторах, определяющих пространственное распределение раковинных амеб.

Выявлено, что распределение сообществ тестацей по градиенту глубины коррелирует с температурой, электропроводностью и концентрацией фикоэритрина цианобактерий (**Рис. 93**). На литорали распределение видов определяется составом донных осадков, а в глубоководных местообитаниях коррелирует с концентрациями растворенного кислорода и фикоэритрина, а также значением pH. Анализ распределения донных раковинных амеб вдоль температурного градиента позволяет предположить, что металимнион с термоклином играет роль экотона между мелководной и глубоководной зонами в стратифицированных пресноводных озерах и поддерживает целостность и устойчивость донных сообществ тестацей. Показано, что распределение наиболее

многочисленных видов и доминирующих морфотипов раковин может быть индикатором условий окружающей среды. Выявлены виды и комплексы морфопризнаков полезные для палеореконструкций.

Установлено, что глубина, температура, pH и угол склона дна в значительной степени объясняют общую дисперсию составов сообществ. Набор морфопризнаков тестацей (**Рис. 93**) резко различается выше и ниже термоклина и может быть использован как индикатор глубин. Полученные данные способствуют интерпретации палеоэкологических находок субфоссильных раковинных амеб в поверхностных отложениях озер и служат основой для разработки трансферной функции реконструкции глубин озер.

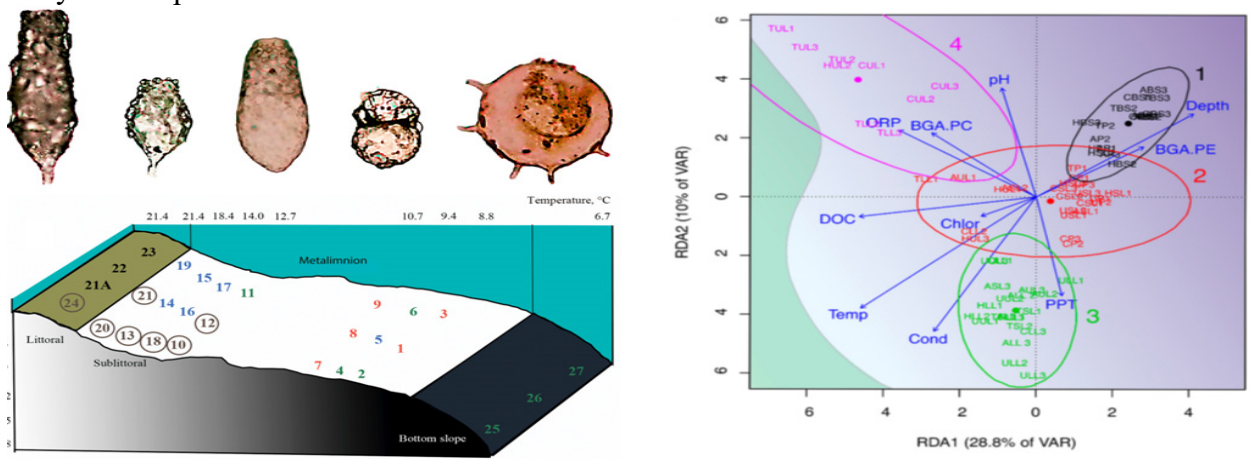


Рис. 93. Распределение морфотипов раковинных амеб вдоль градиентов глубины и температуры и определяющие его факторы

Организация: ИБВВ РАН.

Авторы: В.В. Сысоев, Д.Г. Селезнев, В.В. Законнов, Д.В. Тихоненков.

Публикации:

Sysoev, V.V., Seleznev, D.G., Reshetnikov, F.Y., Zakonnov, V.V., & Tikhonenkov, D.V. Metalimnion as an ecotone in stratified freshwater lakes: A case study on benthic testate amoebae in Lake Valdayskoe // Freshwater Biology. 2024. 69. P. 754–768. https://doi.org/10.1111/fwb.14243.

Sysoev, V.V., Seleznev, D.G., Reshetnikov, F.Y., & Tikhonenkov, D.V. Assessment of the correlation between environmental variables and the spatial distribution and species structure of testate amoebae (Arcellinida and Euglyphida) in a stratified freshwater lake // Freshwater Biology. 202469. P. 1814–1829. https://doi.org/10.1111/fwb.14344.

Sysoev, V.V., Seleznev, D.G., Tran, H.Q., Reshetnikov, F.Y., & Tikhonenkov, D.V. Can the morphological traits of benthic testate amoebae in a freshwater lake be indicators of depth and environmental conditions? // Limnology. 2024. https://doi.org/10.1007/s10201-024-00758-5.

7. Новая модель двойной роли модификации РНК N6-метиладенозина в регуляции стабильности R-петель, объясняющая динамику этих структур в физиологических и патологических биологических контекстах, и, в перспективе, позволяющая разработку новых подходов к диагностике и терапии рака, аутоиммунных и нейродегенеративных заболеваний

R-петли, трехцепочечные структуры, включающие ДНК:РНК гибрид вместе с фрагментом одноцепочечной ДНК, широко распространены в геномах млекопитающих и необходимы для таких важнейших биологических процессов, как регуляция экспрессии генов, репарация ДНК и переключение классов иммуноглобулинов. В то же время патологическое повышение уровня R-петель приводит к геномной нестабильности и патогенезу раковых, аутоиммунных и нейродегенеративных заболеваний. Поэтому

механизмы регуляции стабильности R-петель привлекают значительное внимание исследователей. Начиная с 2020 года, ряд исследований продемонстрировал, что наличие модификации РНК N6-метиладенозина (m^6A) на ДНК:РНК гибридах влияет на стабильность этих структур. Важно отметить, что в то время как в ряде работ сообщается о том, что m^6A стабилизирует R-петли, согласно другим исследованиям наличие этой модификации, наоборот, ведет к их дестабилизации и разрушению. Предложенная модель впервые позволяет объяснить это противоречие (**Рис. 94**). Согласно этой модели, m^6A может непосредственно (либо взаимодействуя с ДНК:РНК-хеликазами и нуклеазами) дестабилизировать ДНК:РНК гибриды что приводит к разрушению R-петель (левая нижняя панель). В других условиях, m^6A в R-петлях может служить субстратом для ферментов-гликозилаз, удаляющих модифицированное основание, что стабилизирует гибрид ДНК:РНК (правая нижняя панель). Сумма активностей ключевых факторов будет определять конечный результат (разрушение либо стабилизацию R-петли) в конкретной биологической ситуации. Предложенная модель может быть использована для модуляции уровня R-петель и, потенциально, для разработки новых подходов к терапии заболеваний, связанных с R-петлями, таких как рак, аутоиммунные и нейродегенеративные заболевания.

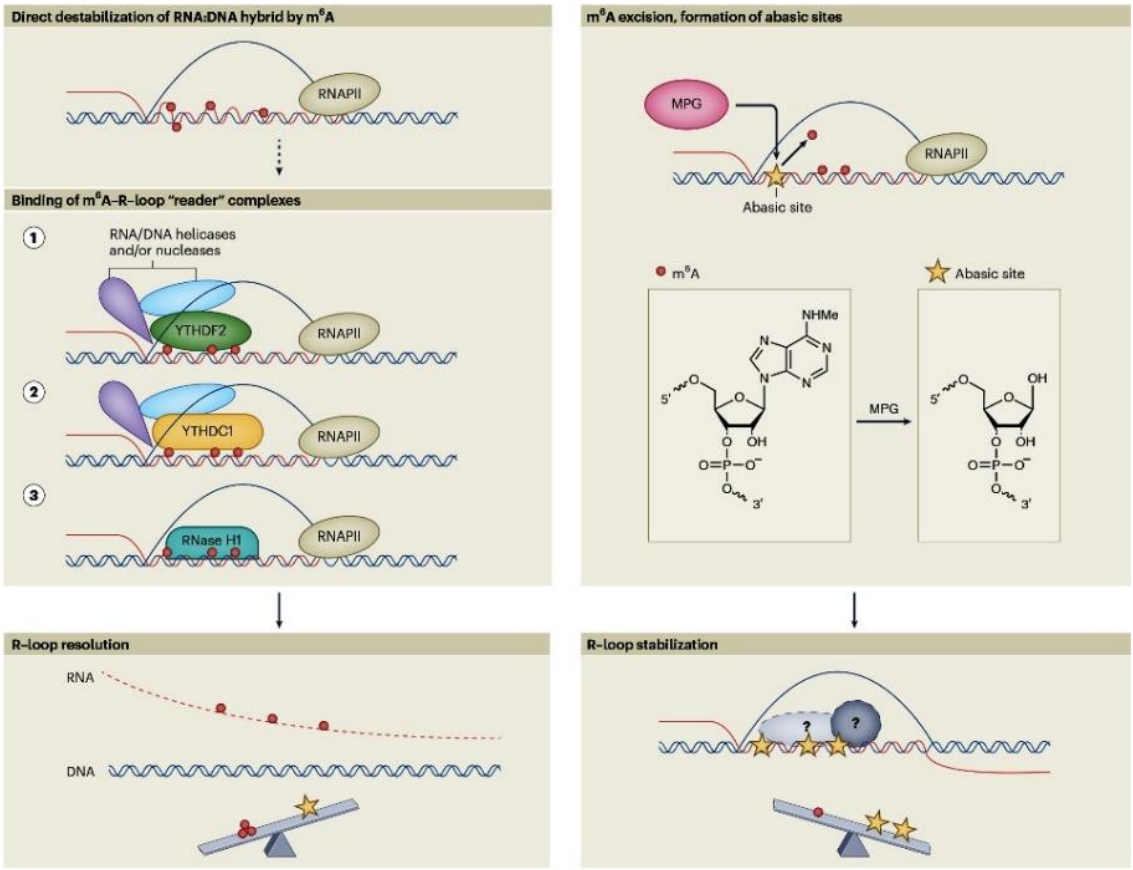


Рис. 94. Модель двойной роли N6-метиладенозина в регуляции R-петель

Организация: ФИЦ Биотехнологии РАН.
Авторы: Рузов А.С., Абакир А.
Публикации:

Abakir A., Ruzov A. A model for a dual function of N6-methyladenosine in R-loop regulation. 2024. Nature Genetics 56:1995–1998. doi.org/10.1038/s41588-024-01905-5

8. Коллективная монография «Фитопланктон прибрежных вод Камчатки и сопредельных акваторий»

Впервые обобщены данные по видовому, таксономическому составу и распределению фитопланктона на обширных акваториях у берегов Камчатского края за период с середины XIX века по настоящее время (**Рис. 95**). Составлен иллюстрированный оригинальными микрофотографиями таксономический каталог, включающий основную синонимику и источники с учетом современных номенклатурных преобразований. Обнаружены новые виды для дальневосточных морей России и района исследования, включая потенциально токсичные. Результаты позволяют решать задачи обеспечения токсикологической безопасности населения в районе исследования.

Организации: ННЦМБ ДВО РАН совместно с КамчатНИРО.

Авторы: Орлова Т.Ю., Селина М.С., Стоник И.В. и др.

Публикации:

Орлова Т.Ю., Селина М.С., Стоник И.В., Морозова Т.В., Бегун А.А., Лепская Е.В. Фитопланктон прибрежных вод Камчатки и сопредельных акваторий; под общей редакцией А.В. Адрианова. Владивосток: Изд-во «ЛИТ», 2024. 184 с. ISBN 978-5-6052886-3-3.

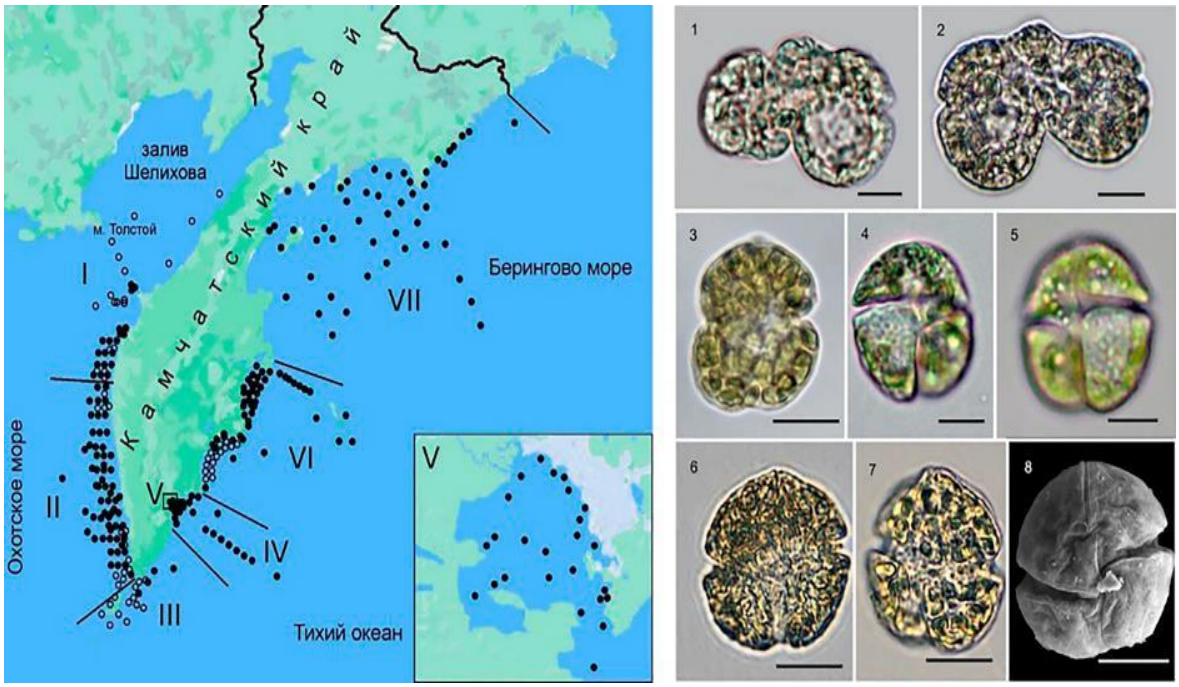


Рис. 95. Карта-схема района исследования фитопланктона за период с середины XIX века по настоящее время и микрофотографии динофлагеллят рода *Karenia*, вызвавших цветение воды у берегов Камчатки в 2020 году

9. Препарат для интраоперационной визуализации глиальных опухолей

Глиома – самая трудноизлечимая опухоль мозга, точное определение границ которой во время операции имеет решающее значение. В исследовании представлен инновационный метод интраоперационной визуализации с использованием хирургической флуоресцентной микроскопии для точного определения границ опухоли.

Новый контрастирующий агент создан на основе инфракрасно-меченых аптамеров. Специфичность показана на клеточных моделях. Эффективность *in vivo* доказана с использованием ортотопической ксенотрансплантации человеческих глиом мышам и кроликам с лекарственно подавленным иммунитетом с использованием различных методов визуализации, включая флуоресцентную хирургическую визуализацию *in vivo*, лазерную сканирующую микроскопию и ПЭТ/КТ. Препарат проникает через

гематоэнцефалический барьер и может использоваться как для внутривенного, так и для поверхностного применения (**Рис. 96** и **Рис. 97**).

Уровень готовности технологии (УГТ 6): Модель или прототип – проверка и демонстрация в соответствующей среде, проведены доклинические исследования, планируется продажа патента фармкомпании Р-Фарм.

Организации: ФИЦ КНЦ СО РАН, ООО МТК «АптамерЛаб», Красноярский государственный медицинский университет им. профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого МЗ РФ.

Авторы: Замай Г.С., Коловская О.С., Замай Т.Н., Вепринцев Д.В., Лукьяненко К.А., Артюшенко П.В., Щугорева И.А., Глазырин Ю.Е., Томилин Ф.Н., Федотовская В.Д., Мезько В.С., Кичкайло А.С.

Публикации:

Zamay G. et al. Visualization of Brain Tumors with Infrared-Labeled Aptamers for Fluorescens-Guided Surgery. 2024. J Am Chem Soc 146(36):24989–25004 (IF 14.5, Qwos1).

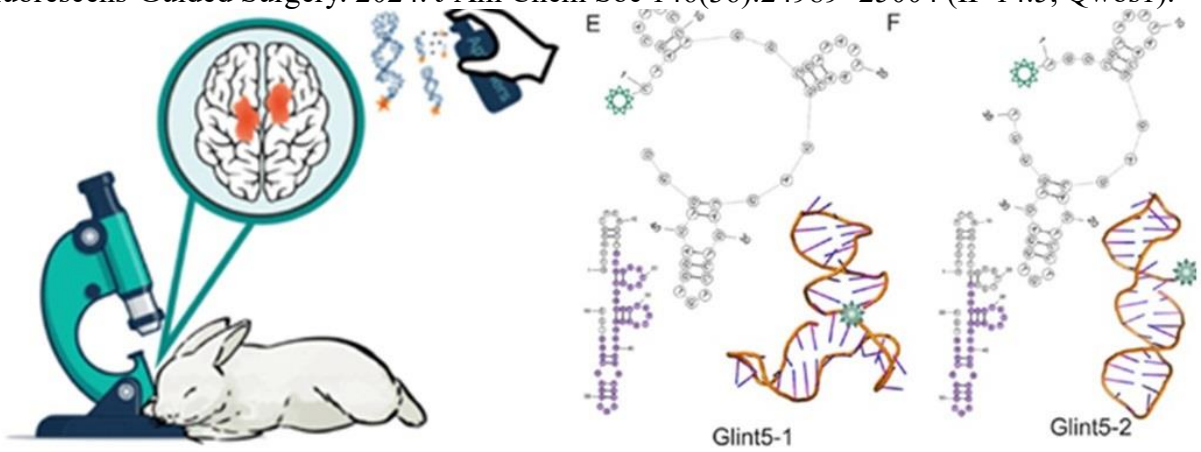


Рис. 96. Нетоксичный контрастирующий агент для интраоперационной визуализации глиобластомы на основе инфракрасно-меченых аптамеров

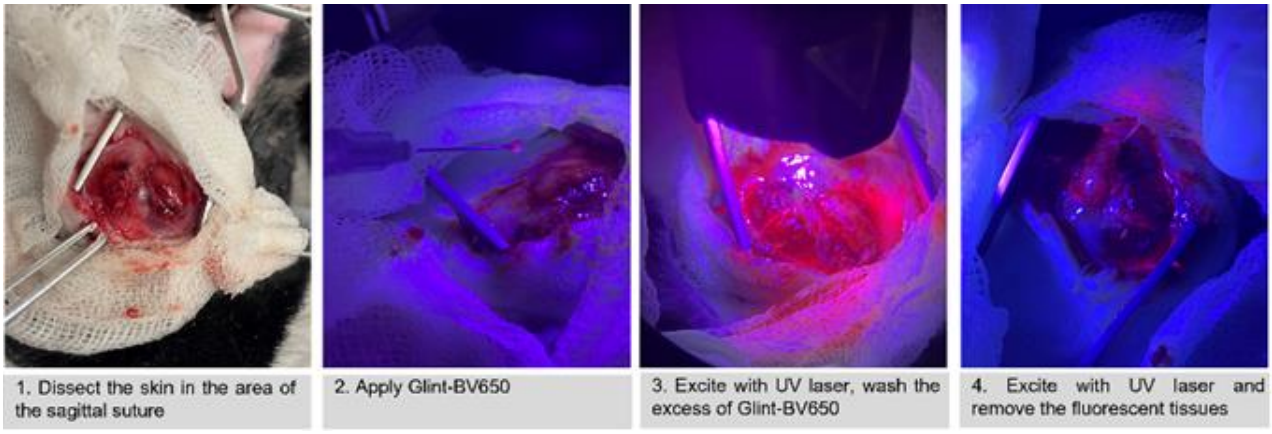


Рис. 97. Интраоперационная визуализация глиобластомы с помощью контрастирующего агента

10 Исследования уникальной находки ископаемой саблезубой кошки Homotherium latidens из плейстоцена Якутии

Описана и томографическими методами исследована уникальная мерзлая мумия трехнедельного детеныша саблезубой кошки гомотерия (*Homotherium latidens*) из верхнеплейстоценовых отложений северо-востока Якутии (р. Бадяриха, бассейн Индигирки) (**Рис. 98**). Датировка мумии по углероду: 35 471–37 019 лет. Впервые в истории палеонтологии с помощью прямого наблюдения установлен внешний вид вымершего вида млекопитающих, не имеющего аналогов в современной фауне. Мощные мышцы шеи, укороченное туловище и удлиненные передние конечности детеныша

отражают характерные особенности строения тела взрослых гомотериев. Широкие лапы могут быть связаны с приспособлением к передвижению по снегу, а небольшие и низкие ушные раковины – с адаптацией к холодному климату. Увеличенное ротовое отверстие детеныша связано с последующим развитием гипертрофированных верхних клыков у взрослых особей.

Организации: ПИН РАН, ГИН РАН, Академия наук Республики Саха (Якутия), ИЭРиЖ УрО РАН, Новосибирский государственный университет.

Авторы: Лопатин А.В., Сотникова М.В., Климовский А.И., Лавров А.В., Протопопов А.В., Гимранов Д.О., Пархомчук Е.В.

Публикации:

Lopatin A.V., Sotnikova M.V., Klimovsky A.I., Lavrov A.V., Protopopov A.V., Gimranov D.O., Parkhomchuk E.V. Mummy of a juvenile sabre-toothed cat Homotherium latidens from the Upper Pleistocene of Siberia // Scientific Reports. 2024. V. 14. Art. 28016. P. 1–10. DOI: 10.1038/s41598-024-79546-1].

Справочно:

За первый месяц после публикации статью в открытом доступе на сайте журнала прочитали, посмотрели и скачали более 270 тыс. раз (за первую неделю – свыше 200 тыс. раз). По показателю внимания (Altmetric Attention Score) она быстро заняла первое место среди 2400 статей журнала Scientific Reports и третье место среди 270 тыс. статей из всех источников того же возраста, войдя в верхние 1080 среди 27,5 млн научных статей (т.е. в верхние 0,004 процента). Сотни новостных изданий из разных стран написали об этом открытии российских ученых, интервью и обзоры опубликовали CNN, NBC News, The New York Times, The Washington Post, USA Today, The Times, Le Parisien, The Wall Street Journal, National Geographic, BBC Wildlife, Science et Vie и др.

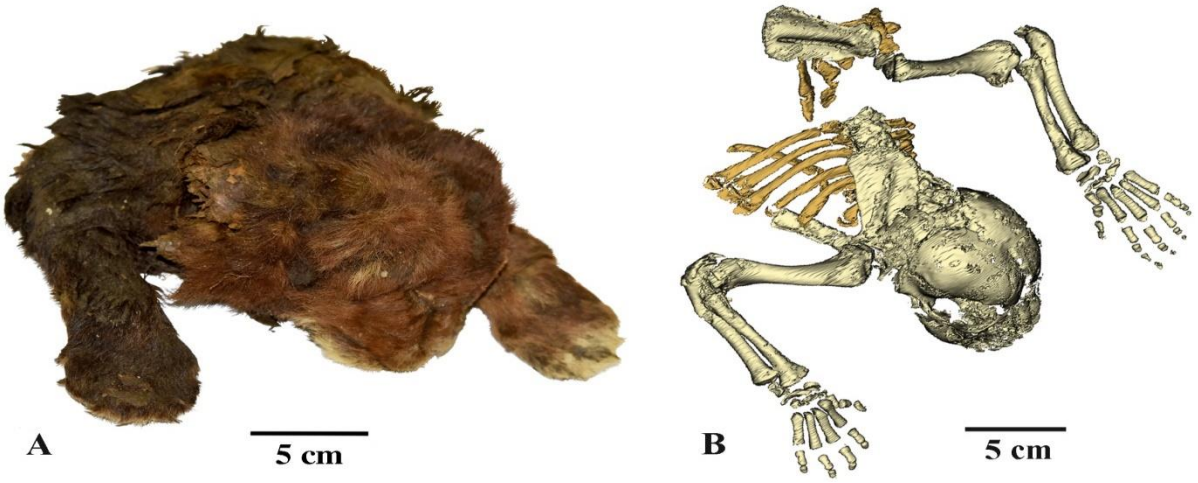


Рис. 98. Мерзлая мумия детеныша гомотерия (*Homotherium latidens*), Россия, Якутия, р. Бадяриха, верхний плейстоцен: A – внешний вид; B – скелет (компьютерная томография)

Физиологические науки

Состояние и прогноз развития физиологических наук на 2025-2027 годы (по отчетам Отделения физиологических наук РАН и отчетам вузов и ГНЦ за 2024 год)

Анализ публикаций в области физиологии и отчетов РАН и вузов за 2024 год позволяет говорить как о сформировавшейся тенденции увеличения количества и качества исследований во всех областях физиологии с привлечением новейших комплексных технологий, позволяющих анализировать полученные данные на уровне геномной регуляции активности клеток и систем организма. Фактически в повседневную практику вошли новые генетические и молекулярно-биологические технологии во всех областях физиологии, особенно выделяются нейротехнологии, которые открывают новые возможности для исследования механизмов нейропатологий.

В частности, в 2024 году продолжено создание новых модельных *in vitro* клеточных систем, экспрессирующих целевые гены-кандидаты рецепторов человека для изучения процессов регуляции активности клеток на молекулярном уровне и разработки тест-системы, которые по клеточным ответам позволят осуществлять скрининг биологически активных соединений (Институт биофизики клетки ФИЦ ПНЦБИ РАН, член-корреспондент РАН Колесников С.С.).

Экспериментально исследуется баланс эпигенетических регуляций разного уровня при формировании и хранении долговременной пластичности и памяти. Показано, что ослабление метилирования ДНК блокирует уже сформированную память, тогда как ослабление деацетилирования ядерных белков оказывает противоположное действие, восстанавливая пластичность нейронных сетей (ФГБУН Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, академик Балабан П.М.).

Разработан новый подход направленной стимуляции структур головного мозга с помощью технологии термогенетики. Особенностью разработанного термогенетического инструмента является то, что он основан на использовании температурочувствительного канала TRPV1 человека. Это делает новую технологию термогенетики потенциально транслируемой в медицину, например, для нейромодуляции, лечения хронической боли, терапии нейродегенеративных заболеваний. (Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН, Федеральный центр мозга и нейротехнологий ФМБА России, член-корреспондент РАН Белоусов В.В.).

В области фармакологии продолжается развитие новых областей на основе знаний о молекулярных механизмах регуляции физиологических функций. Получила развитие технология производства аутологичных Т-лимфоцитов с химерным антигенным рецептором, направленных против молекул CD19 и CD22, широко экспрессированных на поверхности В-лимфоцитов, что делает их привлекательной мишенью для терапии рецидивов и рефрактерных форм В-лимфоидных опухолевых заболеваний системы крови. Потребность в данном методе терапии в Российской Федерации составляет порядка десяти тысяч пациентов в год. Помимо аутологичных Т-лимфоцитов с химерными антигенным рецептором идет работа по производству генно-модифицированных Т-лимфоцитов, направленных против антигена MAGE-A4, что имеет большой потенциал для терапии синовиальной саркомы (МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ Радиологии» Минздрава России).

Фундаментальные исследования механизмов кровообращения и роли тромбоцитов в регуляции пространственной динамики свертывания крови показали, что в таких системах, как свертывание крови, формируются пространственные структуры с двумя масштабами. Тромб обладает линейными размерами, которые зависят от скоростей медленных реакций, таких как активация фактора IX, в то время как скорости быстрых реакций, например активации тромбина, независимо определяют размер узкой переходной

зоны между жидким и твёрдым состоянием. Это является основой образования хорошо оформленных тромбов, чётко отделенных от жидкой крови. Полученные результаты указывают на существование нового механизма образования тромбов, что открывает новые возможности для фармакологии: управление скоростями реакций может помочь создать более эффективные препараты для лечения нарушений свертываемости крови (Центр теоретических проблем физико-химической фармакологии РАН, Центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева).

Физиологические исследования адаптации человека к экстремальным условиям 12-месячной изоляции здоровых добровольцев в рамках международного проекта SIRIUS показали необходимость учета целого ряда факторов в медико-биологическом обеспечении перспективных пилотируемых космических программ (ГНЦ Институт медико-биологических проблем РАН).

Продолжаются исследования, ставящие перед собой цель создания новых эффективных моделей патологий. Разработана новая *in vitro* экспериментальная модель болезни Паркинсона. Установлено, что одним из патогенетических механизмов заболевания является активация фермента хинонредуктазы 2 (NQO2), способствующая образованию свободнорадикальных продуктов в клетке. Экспериментально доказано, что ингибирование фермента является новой фармакологической мишенью, обеспечивающей защиту макромолекул, в том числе ДНК, от повреждений (ФГБНУ «ФИЦ оригинальных и перспективных биомедицинских и фармацевтических технологий»).

Впервые показано, что рекомбинантный белок GRP78 человека, введенный интраназально животным в модели доклинической стадии болезни Паркинсона (БП), проникает в мозг и поглощается дофаминовыми нейронами и микроглией, останавливая дегенерацию нейронов. Нейропротективный эффект экзогенного белка GRP78 связан с его способностью предотвращать образование нейротоксичных форм белка альфа-синуклеина, активацию апоптотических путей и развитие хронического нейровоспаления. Полученные данные о возможности рекомбинантного белка GRP78 человека предотвращать гибель нейронов при развитии Паркинсон-подобной патологии позволяют рассчитывать на его использование для превентивного нейропротекторного лечения БП на ранних стадиях развития заболевания (ФГБУН Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН).

Предложен новый способ подавления мишеней, ассоциированных с атеросклерозом, основанный на РНК-интерференции (РНКи). РНКи – это клеточный механизм посттранскрипционного подавления экспрессии генов, реализуемый посредством малых интерферирующих РНК (миРНК). Терапия, основанная на РНКи, позволяет целенаправленно модифицировать активность гена, вовлеченного в патогенез заболевания. Практический результат работы будет заключаться в экспериментальном обосновании эффективности подавления экспрессии липопротеинов низкой плотности по механизму РНК-интерференции. Конъюгаты на основе миРНК и молекулы-носителя для подавления экспрессии генов-мишеней, ассоциированных с накоплением липопротеинов, получены на данном этапе работы. Разработанные и полученные конъюгаты будут использоваться на следующем этапе работы (ФГБУ «Государственный научный центр «Институт иммунологии» Федерального медико-биологического агентства).

Основные новые направления физиологии зрения, слуха, обоняния направлены на расшифровку субмолекулярных и молекулярных механизмов трансдукции внешнего сигнала в физиологический стимул, детальный анализ механизмов обработки информации, кодировки и опознания сенсорного образа на всех уровнях сенсорных систем. Эти фундаментальные знания необходимы для создания принципиально новых методов диагностики, лечения, протезирования и профилактики наследственных и приобретенных заболеваний нервной системы.

Важнейшие достижения

1. Скорости протекания химических реакций могут управлять размерами образующихся пространственных структур

Множество биологических процессов, таких как свертывание крови или динамика популяций, регулируются реакциями, которые происходят с разной скоростью. Одни реакции протекают быстро, другие – медленно, и их взаимодействие определяет режим работы всей системы. Часто отдельные реакции этих процессов протекают в разных участках организма, что может вызывать формирование пространственных структур. Для того чтобы понять, как именно разница в скоростях реакций влияет на формирование пространственных структур, было проведено моделирование нескольких систем типа реакция-диффузия, включая систему свертывания крови и модель хищник-жертва.

Исследование показало, что в таких системах, как свертывание крови, формируются пространственные структуры с двумя масштабами. Тромб обладает линейными размерами: протяженностью и границей – областью перехода из жидкого в твердое состояние. При этом, линейный размер тромба независимо регулируются скоростями медленных реакций, таких как активация фактора IX, в то время как скорости быстрых реакций, например, активации тромбина, независимо определяют размер узкой переходной зоны между жидким и твёрдым состоянием (**Рис. 99**). Это позволяет системе образовывать хорошо оформленные тромбы, чётко отделенные от жидкой крови, которые необходимы для эффективного гемостаза.

Полученные результаты указывают на существование нового механизма образования пространственных паттернов, который дополняет известные ранее модели, такие как механизмы Тьюринга. Эти результаты открывают новые возможности для фармакологии: управление скоростями реакций может помочь создать более эффективные препараты для лечения нарушений свертываемости крови.

Организация: Центр теоретических проблем физико-химической фармакологии РАН, Центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева.

Авторы: Шибеко А.М., Пантелеев М.А.

Публикации:

Shibeko, A.M., Panteleev, M.A. Slow-fast dynamics in non-linear enzyme cascades gives rise to spatial multiscaling. Chaos, Solitons & Fractals. 2024. 188, 115594. doi: 10.1016/j.chaos.2024.115594. Q1 WoS Scopus IF=5.3.

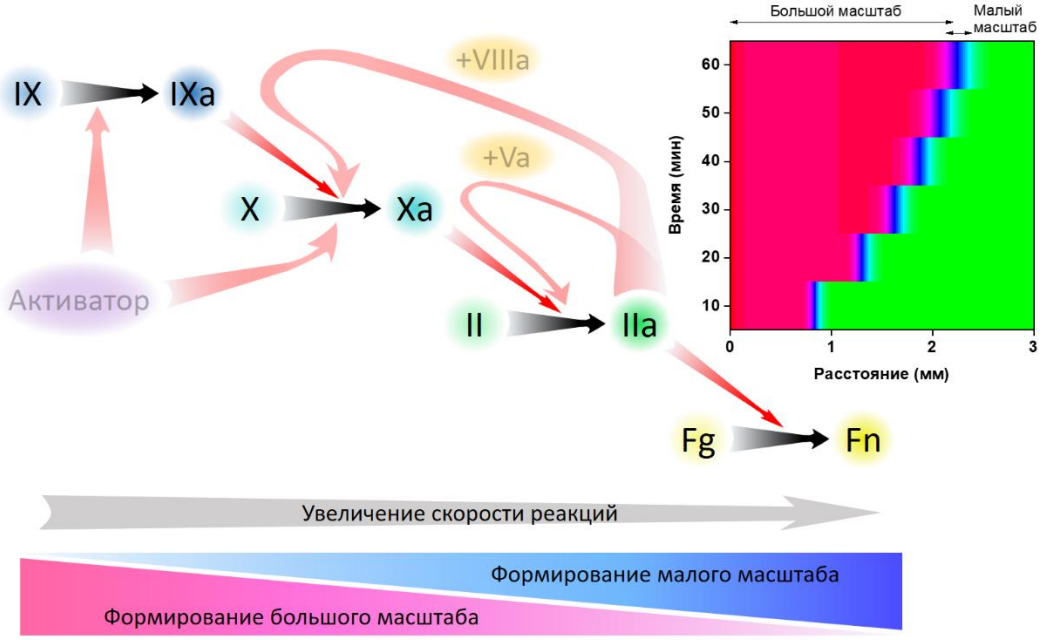


Рис. 99. Влияние скорости реакций свертывания крови на масштабы тромба

2. Генерация и исследование клеточных линий с единственной функциональной изоформой IP3 рецептора

Многие агонисты, включая гормоны и нейротрансмиттеры, регулируют физиологические функции органов и тканей, стимулируя поверхностные рецепторы клеток и инициируя внутриклеточные Ca^{2+} сигналы. Ключевой в этом процессе является агонист-зависимая продукция вторичного медиатора IP_3 в цитозоле и выброс депонированного Ca^{2+} при участии IP_3 рецепторов, являющихся IP_3-активируемыми Ca^{2+}-каналами, функционирующими в эндоплазматическом ретикулуме (ЭР). Геномы позвоночных содержат три гена, кодирующие IP_3 рецепторы – IP_3R1, IP_3R2 и IP_3R3, характеризуемые различными свойствами и регуляторными механизмами. В разных клетках функционируют различные комбинации IP_3 рецепторов, что определяет индивидуальные особенности агонист-зависимых Ca^{2+} сигналов и специфическую роль IP_3 рецепторов в физиологии клеток.

IP_3 рецепторы являются ключевыми регуляторами внутриклеточной Ca^{2+} сигнализации в самых разнообразных клетках, нарушения которой ассоциируется с рядом патологий, включая кардиопатию, кардиогипертрофию, диабет, нейродегенеративные заболевания. В связи с этим IP_3 рецепторы потенциально являются привлекательной фармакологической мишенью, и изучение их структуры, фармакологических свойств и физиологических функций по-прежнему актуально. Между тем специфические агонисты и антагонисты IP_3 рецепторов фактически не разработаны, что является определенным вызовом в области фармакологии и конструирования лекарств.

Клетки линии HEK-293, которые часто используются как модельная система для изучения агонист-зависимых процессов, экспрессируют три гена IP_3 рецепторов человека. С использованием системы редактирования генома CRISPR/Cas9 нами были инактивированы определенные гены IP_3 рецепторов в клетках HEK-293 (WT-HEK) и были, в частности, получены клеточные линии, IP_3R1-HEK, IP_3R2-HEK, IP_3R3-HEK, в клетках которых оставалась функциональной единственная изоформа IP_3R1, IP_3R2 или IP_3R3. Кроме того, были получена линия клеток TKO-HEK, в которых не функциональны все три изоформы IP_3 рецепторов.

Сравнительный физиологический анализ клеток IP3R1-HEK, IP3R2-HEK и IP3R3-HEK показал, что агонисты (в частности, ацетилхолин (ACh)) инициировали Ca^{2+} сигналы в их цитозоле. Как и в случае клеток WT- HEK, генетически модифицированные клетки генерировали Ca^{2+}-ответы на ACh по принципу «всё или ничего»: при концентрации ниже пороговой ответы не регистрировались, но при дозах выше пороговых Ca^{2+}-сигналы кинетически и по амплитуде были практически идентичны (**Рис. 100**A). Поскольку подобные пороговые свойства клеточным ответам придает механизм Ca^{2+}-индуцированного выброса депонированного Ca^{2+} (CICR), полученные данные свидетельствуют о том, что все три изоформы и IP3R-рецепторов способны поддерживать триггероподобный процесс CICR. Концентрации полуэффекта ACh для клеток HEK-IP3R1, HEK-IP3R2 и HEK-IP3R3 были оценены как примерно 0.5, 0.25 и 1 мкМ, соответственно. В целом ряд чувствительности модифицированных клеток к ACh соответствовал ряду афинностей экспрессируемой изоформы IP3R к IP3: IP3R2>IP3R1>IP3R3. Благодаря данному свойству, полученные моноклональные линии представляют собой простые клеточные тест-системы, которые по клеточным ответам позволяют осуществлять скрининг соединений, способных непосредственно влиять на активность IP3 рецепторов.

В ряде экспериментов анализировался Ca^{2+} гомеостаз в клетках TKO-HEK. В частности показано, что в отсутствие функциональных IP3 рецепторов, клетки TKO-HEK не способны генерировать Ca^{2+} ответы на агонисты гептпспиральных (GPCR) рецепторов, которые в норме сопряжены с IP3 рецепторами и мобилизацией Ca^{2+} (**Рис. 100**B). Клетки

TKO-HEK представляют собой удобную экспрессионную систему для экспрессии рекомбинантных IP3 рецепторов человека и изучения влияния различных мутаций на их фармакологию и функцию.

Организация: Институт биофизики клетки ФИЦ ПНЦБИ РАН.

Авторы: Кочкина Е.Н., Копылова Е.Е., Рогачевская О.А., Коваленко Н.П., Кабанова Н.В., Быстрова М.Ф., Колесников С.С.

Публикации:

Kochkina E.N., Kopylova E.E., Rogachevskaja O.A., Kovalenko N.P., Kabanova N.V., Kotova P.D., Bystrova M.F., Kolesnikov S.S. (2024) Agonist-induced Ca2+ signaling in HEK-293-derived cells expressing a single IP3 receptor isoform. Cells 13(7), 562.

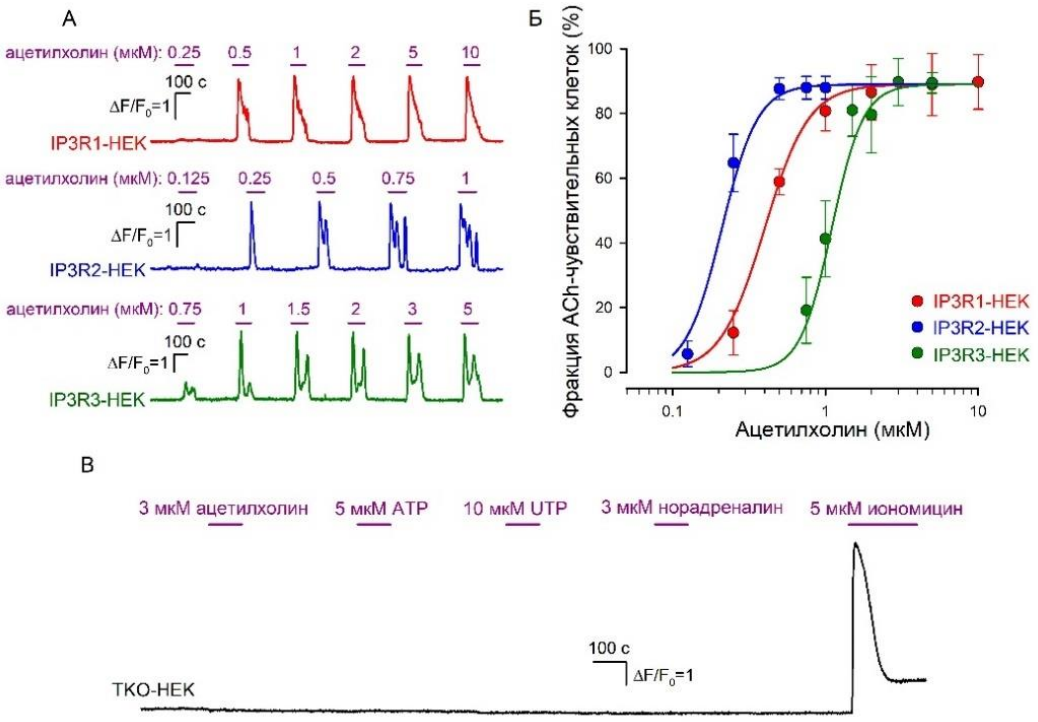


Рис. 100. Ответы на ацетилхолин (ACh) клеток с единственной функциональной изоформой IP3 рецептора. (А) Ca^{2+} сигналы индуцированные ACh в одиночных клетках линий IP3R1-HEK, IP3R2-HEK и IP3R3-HEK загруженных Ca^{2+} зондом Fluo-4. Изменение внутриклеточного Ca^{2+} оценивали по относительному изменения флуоресценцию Fluo-4 $\Delta F/F_0$, где $\Delta F=F–F_0$, F – текущая интенсивность флуоресценции, F_0 – средняя интенсивность флуоресценции в начальный момент регистрации $F=F–F_0$, F – текущая интенсивность флуоресценции, F_0 – средняя интенсивность флуоресценции в начальный момент регистрации. (Б) Относительное количество клеток, чувствительных к ACh при различных дозах агониста в каждой их популяций, включая WT-HEK (n=256), IP3R1-HEK (n=191), IP3R2-HEK (n=178) и IP3R3-HEK (n-164). (В) Репрезентативный мониторинг внутриклеточного Ca^{2+} в клетке TKO-HEK (n=46), стимулируемой различными агонистами и Ca^{2+} ионофором иономицином. Ca^{2+} ответ на иономицин является контролем, свидетельствует о функциональности системы регистрации внутриклеточного Ca^{2+}

3. Баланс эпигенетической регуляции памяти: ингибитор ДНК метилтрансферазы блокирует, а ингибитор гистондеацетилаз восстанавливает память и пластичность нейронных сетей

Эпигенетические регуляторы играют решающую роль в механизмах долговременной синаптической пластичности и долговременной памяти. Нами показано, что ингибитор ДНК метилтрансферазы (RG108) через 24 часа подавлял долговременное увеличение пластичности нейронной сети и сформированную память на модельном животном. Применение ингибиторов гистондеацетилаз восстанавливало память на уровне поведения животного и, оцениваемую электрофизиологически, пластичность нейронных сетей. Результаты исследования описывают баланс эпигенетических регуляций разного уровня при формировании и хранении долговременной пластичности и памяти (**Рис. 101**).

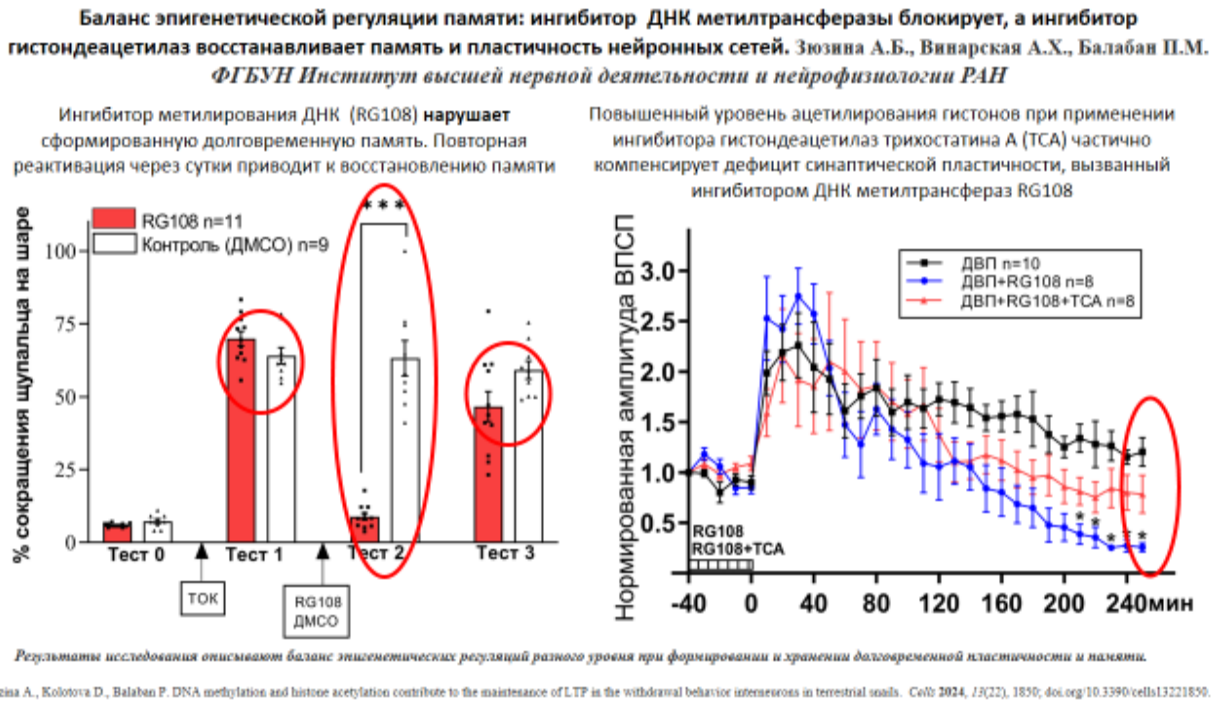


Рис. 101. Баланс эпигенетических регуляций разного уровня при формировании и хранении долговременной пластичности и памяти

Организация: ИВНД и НФ РАН.

Авторы: к.б.н. Зюзина А.Б., к.б.н. Винарская А.Х., ак. РАН Балабан П.М.

Публикации:

Zuzina AB, Vinarskaya AK, Balaban PM. DNA Methylation Inhibition Reversibly Impairs the Long-Term Context Memory Maintenance in Helix. Int J Mol Sci. 2023 Sep 14;24(18):14068. doi: 10.3390/ijms241814068.

Zuzina A., Kolotova D., Balaban P. DNA methylation and histone acetylation contribute to the maintenance of LTP in the withdrawal behavior interneurons in terrestrial snails. Cells 2024, 13(22), 1850; https://doi.org/10.3390/cells13221850.

4. Моделирование эффектов космического полета в эксперименте с долговременной изоляцией

14 ноября 2024 года успешно завершилась 12-месячная изоляция здоровых добровольцев в рамках международного проекта SIRIUS. В международный российско-белорусский экипаж вошли 4 женщины и 2 мужчины. Уникальный наземный медико-технический экспериментальный комплекс (НЭК) позволяет проводить исследования в условиях, аналогичных условиям реального космического полета (за исключением невесомости и радиации) за пределы низкой околоземной орбиты, включая выполнение научной и операторской деятельности и работу со сложными техническими системами (**Рис. 102**). В проекте принимали участие организации и ученые из 9 стран.

Результаты комплексных исследований, полученные в рамках реализации проекта SIRIUS, найдут применение в медико-биологическом обеспечении перспективных пилотируемых космических программ, в экстремальной физиологии, а также в практическом здравоохранении.

Организация: ИМБП РАН.

Руководитель: ак. РАН Орлов О.И.

Публикации:

Fedyay S., Niiazov A. , Ponomarev S. , Polyakov A. , Belakovskiy M. , Orlov O. Medical Support for Space Missions: The Case of the SIRIUS Project. Aerospace. 2023. V.10. N6. 518.

DOI: 10.3390/aerospace10060518; Agaptseva T.N., Kussmaul A.R., Belakovskiy M.S., Orlov O.I. Analog isolation projects: An opportunity for bench-testing technologies and products designed for long-distance space missions. Journal of Space Safety Engineering. 2024.P.291-294. DOI: 10.1016/j.jsse.2024.03.005; Орлов О.И., Швед Д.М., Гущин В.И., Бубеев Ю.А., Попова Ю.А., Маркин А.А. , Рыкова М.П. , Ильин В.К. , Пономарев С.А. Психологические и физиологические аспекты экспериментов с изоляцией (по материалам российских исследований). Авиакосмическая и экологическая медицина. 2023. Т.57. №5. С.5-19. DOI: 10.21687/0233-528X-2023-57-5-5-19.



Рис. 102. Наземный эксперимент SIRIUS

5. Термогенетика для нейромодуляции головного мозга

Разработан новый подход направленной стимуляции структур головного мозга с помощью метода термогенетики. Исследование опубликовано в журнале Cellular and Molecular Life Sciences.

Термогенетика – это область синтетической биологии, в которой контроль над живыми системами осуществляется посредством нагревания. В основе термогенетики лежат термочувствительные каналы из семейства TRP, в том числе канал TRPV1. Эти каналы есть преимущественно в сенсорных нейронах, клетках слизистых, различных клетках кожи, а также клетках, задействованных в воспалении. Температурочувствительные TRP реагируют на температуру, механическое воздействие, pH и присутствие некоторых соединений, например, растительных алкалоидов вроде ментола, который мы субъективно воспринимаем как что-то холодное, и капсаицина, который кажется нам обжигающим. Экспрессию TRP в клетках, которые в норме их не экспрессируют, можно запустить путем доставки кодирующих их последовательностей с помощью генно-инженерных конструкций.

Ученые показали, что доставка человеческого термочувствительного канала TRPV1 в мозг мышей и его последующее небольшое нагревание оказывает существенный эффект на поведение животного. Выбранный авторами канал TRPV1 человека находится в закрытом состоянии при 37°C и имеет пороговую температуру активации около 42°C. Активация TRPV1 сопровождается повышением уровня кальция в цитоплазме клеток. Ученые с помощью генно-инженерной конструкции доставили TRPV1 одновременно с индикатором ионов кальция GCaMP6s в нейроны гиппокампа мозга мыши. Нагревание нейронов, в которых присутствовал TRPV1, инфракрасным лазером приводило к повышению мембранного потенциала и уровня кальция в цитоплазме. При нагревах с

35°C до 38°C и выше нейроны начинали генерировать пачки нервных импульсов, которые сопровождались кальциевыми «вспышками» в цитоплазме.

Далее ученые ввели термочувствительный канал в локомоторную область в среднем мозге, которую обозначают CnF. Ранее было установлено, что возбуждающие нейроны CnF запускают движение и «заставляют» мышей, до того находящихся в состоянии покоя, бегать по арене. После доставки TRPV1 в мозг мыши был имплантирован оптоволоконный интерфейс, который размещался чуть выше места инъекции и закреплялся на поверхности черепа, как показано на рисунке (**Рис. 103**). К этому интерфейсу в последствии присоединялось длинное оптоволокно, через которое осуществлялся нагрев. Пока лазер был выключен, мыши с TRPV1, находились в состоянии покоя, но стоило его включить, как животные начинали активно бегать по арене. Подтверждением того, что нагревы осуществлялись в безопасном температурном диапазоне, являлось полное отсутствие признаков деструкции ткани мозга ниже оптоволоконного интерфейса у животных, которых подвергали термостимуляции на протяжении трех дней.

Особенностью разработанного термогенетического инструмента является то, что он основан на использовании температурочувствительного канала TRPV1 человека. Это делает технологию термогенетики потенциально транслируемой в медицину, например, для нейромодуляции, лечения хронической боли, терапии нейродегенеративных заболеваний.

Организация: Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН, Федеральный центр мозга и нейротехнологий ФМБА России, Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Институт биологии и биомедицины Университета Лобачевского, Казанский федеральный университет, Общество с ограниченной ответственностью «ЛИФТ ЦЕНТР».

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

Авторы: Мальцев Д.И., Солотенков М.А., Мухаметшина Л.Ф., Соколов Р.А., Солюс Г.М., Джеппи Д., Цопина А.С., Федотов И.В., Ланин, А.А., Федотов А.В., Круть В.Г., Ермакова Ю.Г., Мощенко А.А., Розов А.В., Желтиков А.М., Подгорный О.В., Белоусов В.В.

Публикации:

Human TRPV1 is an efficient thermogenetic actuator for chronic neuromodulation. Cell Mol Life Sci. 2024 Oct 25;81(1):437. doi: 10.1007/s00018-024-05475-x.

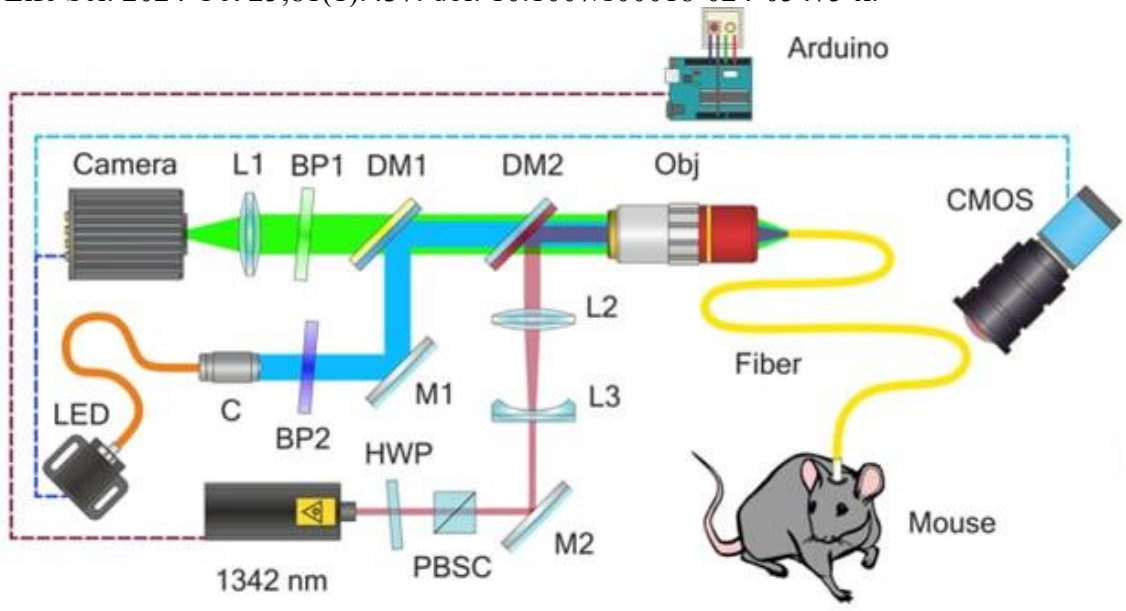


Рис. 103. Экспериментальная установка для одновременной термогенетической стимуляции инфракрасным лазером и детекции уровня кальция по сенсору GCaMP6s

6. Внедрение клеточных и генных технологий для терапии пациентов с солидными и гематологическими опухолевыми заболеваниями

Основные направления наших исследований направлены на развитие технологий производства аутологичных Т-лимфоцитов с химерным антигенным рецептором, направленных против молекул CD19 и CD22, широко экспрессированных на поверхности В-лимфоцитов, что делает их привлекательной мишенью для терапии рецидивов и рефрактерных форм В-лимфоидных опухолевых заболеваний системы крови. Потребность в данном методе терапии в Российской Федерации составляет порядка десяти тысяч пациентов в год. Помимо Т-лимфоцитов, направленных против опухолевых В-лимфоицитов разрабатываются способы формирования аутологичных Т-лимфоцитов с химерным антигенным рецептором против молекулы GD2, что имеет высокий потенциал при терапии нейробластомы.

При обоих вариантах клеточной терапии проводится трансдукция вирусного вектора на основе лентивируса, используя закрытые автоматизированные системы производства клеточных продуктов с последующей инкубацией и экспансией модифицированных Т-лимфоцитов. Среднее время изготовления клеточного продукта в условиях ФГБУ «НМИЦ Радиологии» Минздрава России составляет около 10 дней, что значительно ниже по сравнению с коммерческими клеточными продуктами, доступными преимущественно в западных юрисдикциях. Для снижения токсического влияния экспансии Т-лимфоцитов in vivo, сопровождающегося массивным выбросом цитокинов, в день трансфузии клеточного продукта проводится инфузия ингибитора интерлейкина-6.

Помимо аутологичных Т-лимфоцитов с химерными антигенным рецептором идет работа по производству генно-модифицированных Т-лимфоцитов, направленных против антигена MAGE-A4, что имеет большой потенциал для терапии синовиальной саркомы. Для производства данного генетического продукта проводится селекция больных с экспрессией MAGE-A4 на поверхности опухолевых клеток, а также имеющих генотип HLA-A*02, так как презентация антигена MAGE-A4 рестриктирована главным комплексом гистосовместимости. Производственные мощности ФГБУ «НМИЦ Радиологии» позволяют симультанно производить несколько генетических и клеточных продуктов.

Организация: МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ Радиологии» Минздрава России.

7. Монетарность ожидаемой выгоды снижает вовлечение мозговой системы, обеспечивающей способности понимать эмоции оппонента при социальных взаимодействиях

Способность понимать мысли, намерения и убеждения другого человека, так называемая «Theory of Mind» (ToM), обеспечивается специализированной нейрональной системой головного мозга человека. Несмотря на то, что звеньевой состав крупномасштабной мозговой системы ToM известен довольно давно, как именно организованы их функциональные взаимодействия в процессе социальных взаимодействий известно мало. Важность исследования этого вопроса обусловлена не только центральной ролью работы этой системы в обеспечении социальной коммуникации, сопереживания, манипулятивного поведения, но и тесной связью нарушений ее работы с заболеваниями аутического спектра, синдромом дефицита внимания с гиперактивностию и др.

В рамках изучения закономерностей работы мозговой системы ToM нами в 2024 году было проведено фМРТ исследование, направленное на решение ранее неисследованного вопроса о влиянии монетарной выгоды на характеристики вовлечения ToM в обработку социально-значимой информации. Одним из широко применяемых подходов для изучения аффективных свойств процессов ментализации является тест на считывание эмоций другого человека по выражению глаз – Reading mind from the eyes test

(RMET). Используя русскоязычный вариант данного тестового задания, к фМРТ данным полученным на 65 здоровых испытуемых применялись методы функциональной коннектомики. В результате нами получены принципиально новые данные свидетельствующие в пользу того, что в условиях определения эмоций других людей, мозговая система ToM в меньшей степени вовлекается в деятельность, эффективная реализация которой вознаграждается деньгами по сравнению с вознаграждением немонетарной природы. В частности, для целого ряда звеньев системы ToM, обеспечивающих обработку аффективной информации об оппоненте (например, его эмоциональном состоянии), было выявлено снижение функциональной связности, ассоциированное с монетарным вознаграждением, по сравнению с немонетарным. Более того, оказалось, что индивидуальная склонность к получению монетарной выгоды характеризуется аналогичными свойствами функциональной связности – у таких индивидов функциональные взаимодействия между звеньями системы ToM при чтении эмоций по изображениям глаз оказываются сниженными (**Рис. 104**).

Таким образом, суть полученного результата заключается в том, что появление денежного вознаграждения за эффективную реализацию деятельности, приводит к меньшей востребованности в обеспечении текущего поведения мозговой системы, которая обеспечивает оценку эмоций другого человека.

Организация: ИМЧ РАН.

Авторы: Коротков А.Д., Желтякова М.А., Мызинков А.Д., Машарипов Р.С., Князева И.С., Дидур М.Д., Киреев М.В. и Чередниченко Д.В.

Руководитель: Чередниченко Д.В.

Публикации:

М.А. Желтякова, А.Д. Мызников, А.Д. Коротков, И.С. Князева, Р.С. Машарипов, Д.В. Чередниченко, М.В. Киреев. Мозговая активность при распознавании эмоций по выражению глаз. Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова.

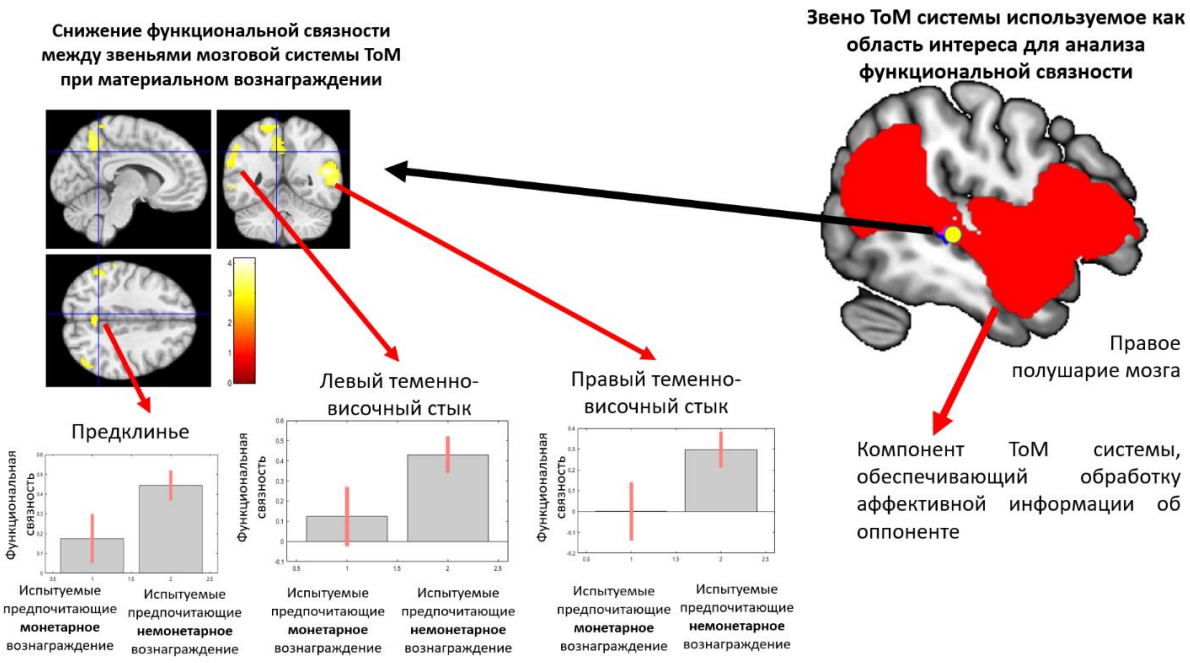


Рис. 104. Влияние монетарной выгоды на характеристики функциональной связности между звеньями мозговой системы ToM, обеспечивающей обработку аффективной социально-значимой информации об оппоненте, при считывании эмоций по изображениям глаз. В левой части рисунка желтым цветом обозначены кластеры значимого снижения показателей функциональной связности с областью интереса, пространственная локализация которой отмечена желтой сферой на правой части рисунка. Под изображениями мозга человека расположены графики, отображающие уровень функциональной связности в структурах мозга (которые входят в звеньевой состав системы ToM)

8. Ингибирование NQO2 – перспективная мишень для фармакотерапии болезни Паркинсона

В *in vitro* экспериментальной модели болезни Паркинсона установлено, что одним из патогенетических механизмов заболевания является активация фермента хинонредуктазы 2 (NQO2), способствующая образованию свободнорадикальных продуктов в клетке (**Рис. 105**). Доказано, что ингибирование фермента является новой фармакологической мишенью, обеспечивающей защиту макромолекул, в том числе ДНК, от повреждений.

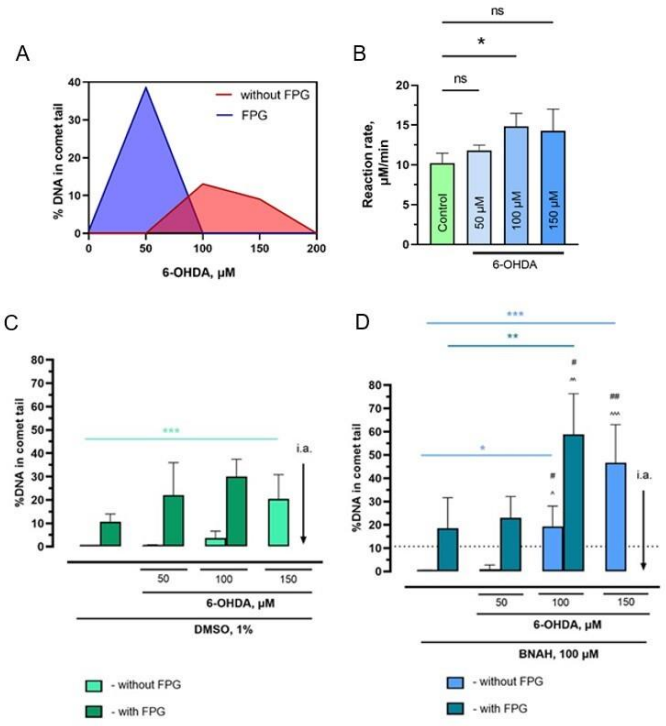


Рис. 105. Повреждение клеток SH-SY5Y в условиях инкубации с 6-OHDA зависимо от активности NQO2

Повреждение ядерной ДНК оценено методом ДНК-комет. Активность NQO2 флюорометрическим методом по убыванию концентрации косубстрата BNAH. **A** – влияние 6-часовой инкубации клеток SH-SY5Y с 6-OHDA на % ДНК в хвосте кометы. Данные представлены в виде медианы (анализировалось не менее 50 клеток со слайда). **B –** влияние 6-часовой инкубации клеток SH-SY5Y с 6-OHDA на ферментативную активность NQO2. Скорость реакции нормирована на 1 мг общего белка. Данные представлены в виде mean ± SD. ANOVA, Dunnett's post-hoc. *p < 0,05 – статистически значимые различия по сравнению с контролем без 6-OHDA. **C** – влияние 1-часовой инкубации клеток SH-SY5Y с 6-OHDA на % ДНК в хвосте кометы в присутствии ДМСО. **D** – влияние 1-часовой инкубации клеток SH-SY5Y с 6-OHDA на % ДНК в хвосте кометы в присутствии косубстрата NQO2 BNAH. Пунктирная линия указывает на контроль без 6-OHDA в присутствии ДМСО после обработки FPG. Данные представлены в виде mean ± SD (получены из медиан не менее 4 слайдов), i.a. – недостаточно для анализа. ANOVA, Sidak's post-hoc: % ДНК в хвосте кометы контрольных групп без 6-OHDA в присутствии ДМСО и BNAH не имеет статистически значимых различий по сравнению с интактными клетками в обоих вариантах метода ДНК-комет (с или без FPG); #p<0,05, ##p<0,001 – по сравнению с соответствующими группами (с или без FPG) в присутствии ДМСО. ANOVA, Dunnett's post-hoc: *p < 0,05, **p < 0,01, ***p < 0,001 – по сравнению с соответствующим контролем (с или без FPG) без 6-OHDA; ^ p<0,05, ^^ p<0,01, ^^^ p<0,001 – по сравнению с соответствующим контролем (с или без FPG) без 6-OHDA в присутствии DMSO.

Организация: ФГБНУ «ФИЦ оригинальных и перспективных биомедицинских и фармацевтических технологий».

Руководитель: ак. РАН Середенин С.Б.

Авторы: Вербовая Е.Р., Кадников И.А., Логвинов И.О., Антипова Т.А., Воронин М.В., Середенин С.Б.

Публикации:

Verbovaya E. R. et al. In vitro modelling of Parkinson's disease using 6-OHDA is associated with increased NQO2 activity //Toxicology in Vitro. – 2024. – Т. 101. – С. 105940.

9. Соотношение баланса сил позволяет надежно оценивать стабильность артериальных тромбов

Крупные артериальные тромбы демонстрируют достаточно сложную динамику и в некоторых случаях могут разрушаться под действием гидродинамических сил. Эмболизация тромбов может приводить к угрожающим жизни состояниям, поэтому изучение ключевых факторов, определяющих стабильность тромбов в условиях потока, представляется актуальной задачей.

При помощи компьютерного моделирования было показано, что соотношение баланса сил – безразмерная физическая величина, описывающая отношение приведенной силы, действующей стороны потока на тромбоциты, к критическим межтромбоцитарным силам – является достаточно надежным предиктором стабильности тромбоцитарных агрегатов в широком диапазоне гемодинамических параметров кровотока, геометрических параметров тромба и механических параметров межклеточного взаимодействия (**Рис. 106**).

Полученные результаты позволили исследовать потенциальную стабильность тромбов как в микрососудах, так и в крупных артериях. Показано, что наличие стеноза в артерии может существенным образом увеличивать стабильность артериальных тромбов. В совокупности наши результаты дают новое понимание взаимодействия критических межтромбоцитарных сил, локальной гидродинамики и общей стабильности тромба по отношению к потоку, что позволяет объяснить ряд клинических данных.

Организации: Центр теоретических проблем физико-химической фармакологии РАН, Центр детской гематологии, онкологии и иммунологии им. Дмитрия Рогачева.

Авторы: Бершадский Е.С., Ермохин Д.А., Куратцев В.А., Пантелеев М.А., Нечипуренко Д.Ю.

Публикации:

Bershadsky, E. S., Ermokhin, D. A., Kurattsev, V. A., Panteleev, M. A., & Nechipurenko, D. Y. (2024). Force balance ratio is a robust predictor of arterial thrombus stability. Biophysical Journal, 123(4), 464-477. doi: 10.1016/j.bpj.2024.01.009. Q1 WoS Scopus IF=3.4

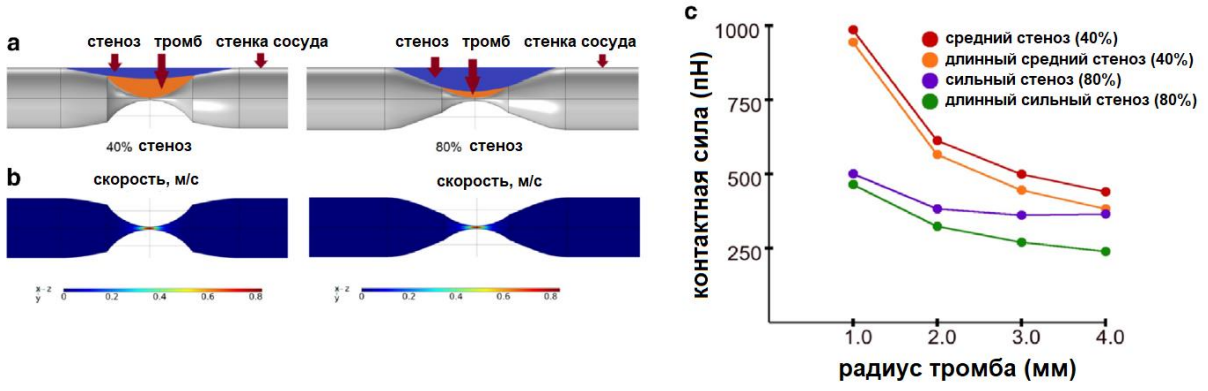


Рис. 106. Влияние степени стеноза артерии на контактную силу, определяющую величину соотношения баланса сил

10. Профилактика внезапной сердечной смерти, производные пиридинов, соединение ZMEI-3

Согласно современным представлениям, регуляторным белкам Epac принадлежит одна из ключевых ролей в инициации злокачественных желудочковых нарушений сердечного ритма, которые, как известно, являются предикторами внезапной сердечной смерти.

В ФИЦ оригинальных и перспективных биомедицинских и фармацевтических технологий с использованием метода молекулярного моделирования в ряду арилсульфониламинопиридинов был сконструирован ряд потенциальных ингибиторов белков Epac, среди которых было выявлено соединение-лидер под шифром ZMEI-3 (**Рис. 107**). Показано, что соединение ZMEI-3 обладает выраженной антиаритмической и антифибриллярной активностью, которая связана со способностью соединения в условиях аритмогенной патологии увеличивать продолжительность деполяризации правого и левого желудочков сердца и/или восстанавливать последовательность их деполяризаций, что значимо снижает риск возникновения злокачественных желудочковых аритмий.

Результаты настоящих исследований создают фундаментальную базу для создания на основе соединения ZMEI-3 инновационного лекарственного препарата для профилактики/лечения злокачественных нарушений сердечного ритма у пациентов как с коронарогенной, так и некоронарогенной патологией миокарда, что позволит снизить риск возникновения внезапной сердечной смерти у этой категории больных.

Организация: ФГБНУ «ФИЦ оригинальных и перспективных биомедицинских и фармацевтических технологий».

Руководитель: д.м.н. Крыжановский С.А.

Авторы: Мокров Г.В., Крыжановский С.А., Воробьева Т.Ю., Столярук В.Н., Барчуков В.В., Вититнова М.Б., Цорин И.Б., Рощевская И.М., Смирнова С.Л., Колик Л.Г., Дурнев А.Д., Гудашева Т.А., Дорофеев В.Л.

Публикации:

Заявка на патент РФ № 2023131685. Производные пиридинов со свойствами Epac-ингибиторов.

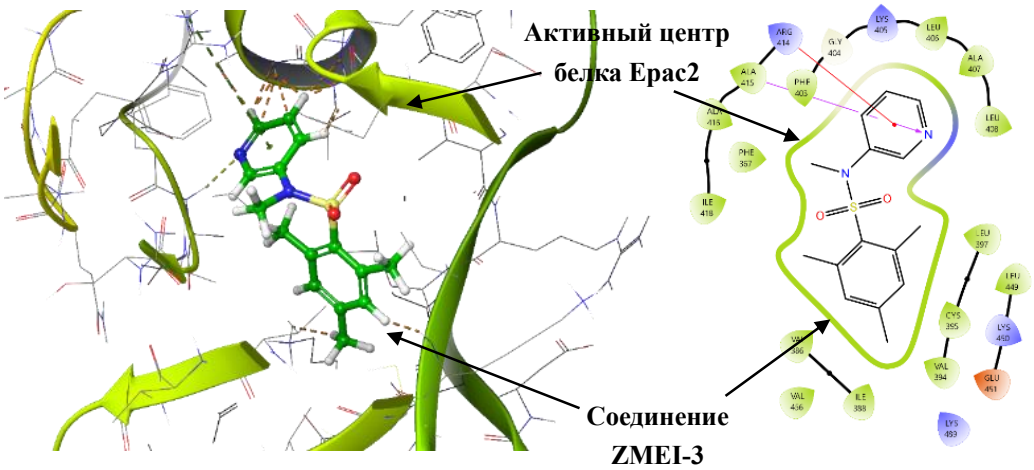


Рис. 107. Схематическое изображение взаимодействия соединения ZMEI-3 с активным центром белка Epac2 в форматах 3D и 2D

11. Методика ощелачивающей терапии злокачественного асцита

Впервые в мире мы разработали и успешно апробировали методику ощелачивающей терапии злокачественного асцита. Злокачественный асцит является серьезной проблемой в онкологии, его наличие часто свидетельствует о крайне плохом прогнозе и существенно ухудшает качество жизни пациентов. Традиционные методы лечения злокачественного асцита, такие как лапароцентез, применение диуретиков и химиотерапия, имеют ограниченную эффективность. Известно, что опухоль закисляет свое микроокружение из-за измененного метаболизма, в частности, усиленного гликолиза, который приводит к выделению молочной кислоты и снижению pH внеклеточной среды. Закисление способствует выживанию и пролиферации опухолевых клеток, создавая благоприятные условия для их роста и инвазии. Мы предположили, что локальное ощелачивание микроокружения, например, с помощью внутрибрюшинной перфузии раствором гидрокарбоната натрия при злокачественном асците, может эффективно тормозить злокачественный процесс за счет алкализации как окружения опухоли, так и внутриклеточного пространства опухолевых клеток. Наши эксперименты на лабораторных животных с асцитной формой карциномы Эрлиха показали, что однократная процедура ощелачивающей перфузии приводит к уменьшению или исчезновению асцита и к практически двукратному увеличению выживаемости мышей по сравнению с животными, подвергавшимися лапароцентезу (**Рис. 108**, слева). На основе этих данных мы разработали методику ощелачивающей терапии злокачественного асцита, которая включает серию ощелачивающих перфузий брюшной полости. Методика была успешно применена у пациентки с раком яичников и канцероматозом брюшины, у которой наблюдалась резистентность ко всем ранее проведенным методам терапии. В результате завершения терапии мы отметили исчезновение признаков асцита, стабилизацию канцероматоза (**Рис. 108**, справа). Разработанная методика является безопасной в условиях отделения интенсивной терапии и имеет потенциал для применения у широкой группы онкологических пациентов после проведения дополнительных клинических испытаний.

Организация: Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический) имени Н.П. Напалкова».

Руководитель: чл.-корр. РАН, д.м.н., Моисеенко В.М.

Авторы: Богданов А.А., Богданов Ан.А., Верлов Н.А., Бурдаков В.С., Семилетов В.В., Егоренков В.В., Волков Н.М., Моисеенко В.М.

Публикации:

Bogdanov A, Verlov N, Bogdanov A, Burdakov V, Semiletov V, Egorenkov V, et al. Tumor alkalization therapy: misconception or good therapeutics perspective? – the case of malignant ascites. Front Oncol. 2024;14; Богданов АА, Богданов АА, Моисеенко ВМ. Ощелачивающая терапия в лечении рака. Практическая онкология. 2024;25(3):272-80.

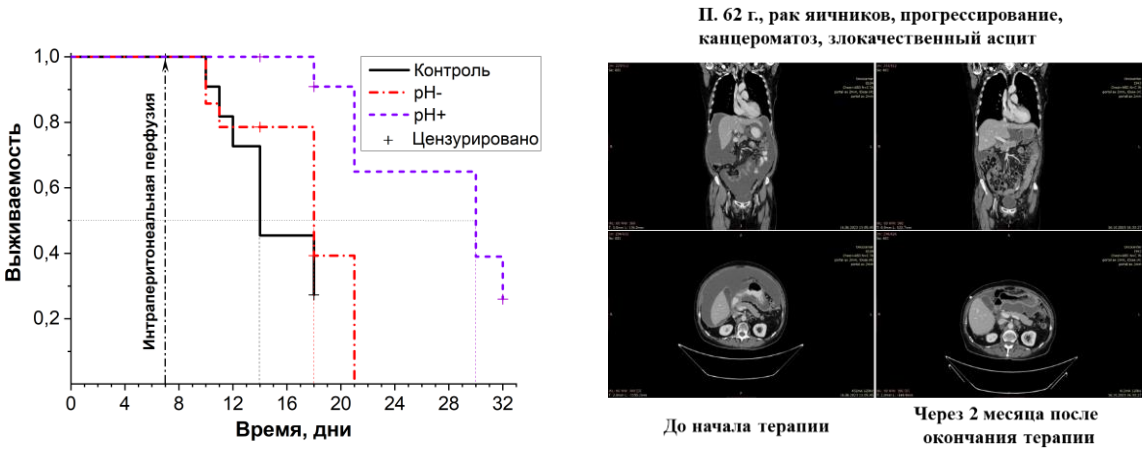


Рис. 108. Слева: выживаемость животных с асцитной формой карциномы Эрлиха после выполнения лапарацентеза (pH-) или внутрибрюшинной ощелачивающей перфузии (pH+). Справа: КТ пациентки, получившей ощелачивающую терапию по разработанной методике до и через 2 месяца после лечения

12. Ремоделирование структур миокарда после длительных космических полетов на низкой околоземной орбите

После оценки параметров левого желудочка и митрального клапана методом МРТ-сканирования сердца (без контрастирования) до и после космического полета 9-ти российских космонавтов (мужчины, возраст 44 ± 6 лет, ИМТ 26.28 ± 1.83), совершивших полугодовые и годовые космические полеты на РС МКС было показано, что:

1. Масса миокарда левого желудочка не претерпевает достоверных изменений после космического полета (при применении штатных рекомендованных средств профилактики). Однако, и это установлено впервые, достоверно снижается масса папиллярных мышц (10,1 ± 1,8 до полета и 8,7 ± 1,8 после полета, p = 0,017).

2. Увеличиваются значения индекса сферичности левого желудочка при воздействии микрогравитации.

Выявлено, что снижение массы папиллярных мышц и увеличение индекса сферичности левого желудочка являются детерминантами синдрома удлинения створок митрального клапана (пролапса) из-за чего они провисают вовнутрь и возможен обратный ток крови из одной камеры сердца в другую (регургитация).

Получены впервые уникальные данные, касающееся морфологии клапанного аппарата – снижение массы папиллярных мышц и ремоделирование левого желудочка, без пролапса митрального клапана (**Рис. 109**).

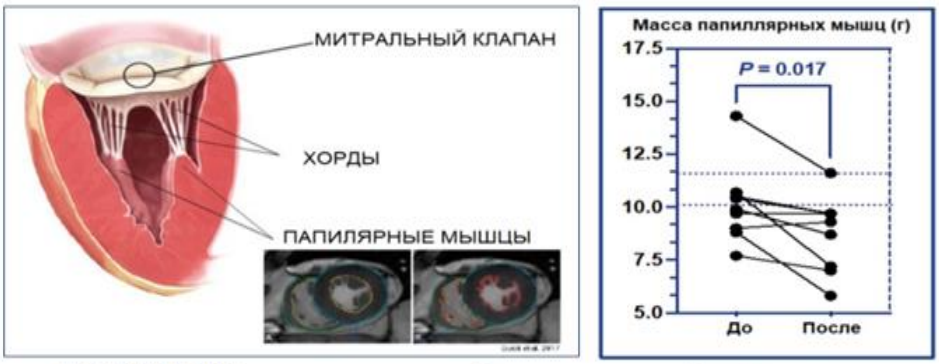
Организация: ИМБП РАН.

Руководитель: д.м.н. Русанов В.Б.

Авторы: д.м.н. Русанов В.Б., к.м.н. Лучицкая Е.С.

Публикации:

Cyril Tordeur, Elza Abdessater, Amin Hossein, Francesca Righetti, Valentin Sinitsyn, Elena Mershina, Elena Luchitskaya, Enrico Caiani, Vitalie Faoro, Jens Tank, Philippe van de Borne, Jérémy Rabineau Abnormal mitral valve-related parameters following long-duration spaceflight 75th International Astronautical Congress Milan, Italy, 14-18 October 2024; Tordeur, C., Abdessater, E., Hossein, A., Sinitsyn, V., Mershina, E., Luchitskaya, E., Schulz- Menger, J., Caiani, E., Faoro, V., Tank, J., van de Borne, P., Rabineau, J. Long-Duration Spaceflight Induces Atrophy in Left Ventricular Papillary Muscles. npj Microgravity (препринт).



ПОКАЗАТЕЛЬ	До (n = 9)	После (n = 9)	P-value
Масса миокарда ЛЖ (г)	137.3 ± 23.5	150.6 ± 30.1	*0.083*
Масса папиллярных мышц (г)	10.1 ± 1.8	8.7 ± 1.8	**0.017**

Рис. 109. Ремоделирование структур миокарда левого желудочка после космических полетов

13. Разработка нового метода превентивного лечения болезни Паркинсона, позволяющего замедлить прогрессирование

При поддержке госзадания (№ 075-00264-24-00) ученые ИЭФБ РАН предложили новый метод превентивного лечения болезни Паркинсона (БП), который позволит замедлить прогрессирование болезни и улучшить качество жизни пациентов. Этот метод предполагает интраназальную доставку в мозг рекомбинантного белка теплового шока GRP78 человека, способного воздействовать на ряд мишеней патологического процесса на самых ранних стадиях развития БП (**Рис. 110**). БП – прогрессирующее нейродегенеративное заболевание, которое диагностируется на основе появления характерных моторных симптомов через 20–30 лет после начала нейродегенеративного процесса. К этому моменту большая часть регуляторных дофаминергических (ДА) нейронов в компактной части черной субстанции (кчЧС) погибает, и излечение на этой стадии невозможно. Лекарственных средств, которые могли бы остановить прогрессирование заболевание или излечить его, не существует. В результате исследования, проведенного совместно с коллегами ИЦ РАН, впервые показано, что рекомбинантный белок GRP78 человека, введенный интраназально животным в модели доклинической стадии БП, проникает в мозг и поглощается ДА нейронами кчЧС и микроглией. Дегенерация нейронов останавливается. Нейропротективный эффект экзогенного GRP78 связан с его способностью предотвращать образование нейротоксичных форм белка альфа-синуклеина, активацию апоптотических путей и развитие хронического нейровоспаления. Полученные данные о возможности рекомбинантного белка GRP78 человека предотвращать гибель нейронов при развитии Паркинсон-подобной патологии позволяют рассчитывать на его использование для превентивного нейропротекторного лечения БП на ранних стадиях развития заболевания.

Организация: ИЭФБ РАН.

Руководитель: чл.-корр. РАН Фирсов М.Л.

Автор: к.б.н. Екимова И.В.

Публикации:

Pazi M. B., Belan D. V., Komarova, E.Y., Ekimova I.V. (2024). Intranasal administration of GRP78 protein (HSPA5) confers neuroprotection in a lactacystin-induced rat model of Parkinson's disease. International Journal of Molecular Sciences, 25(7), 3951. https://doi.org/10.3390/ijms25073951. Q1. IF 5.6. Ekimova I.V., Pazi M.B., Belan D.V. (2020). Assessment of the neuroprotective potential of glucose- regulated heat shock protein in a model of Parkinson’s disease in rats. Neurosci. Behav. Physiol., 50(1)119-125. https://doi.org/10.1007/s11055-019-00877-y. Q4. Ekimova I.V., Pazi M.B., Belan D.V. 2019. The

impact of pharmacological inhibition of Hsp70 chaperone expression on protective effects of the glucose-regulated 78 kDa protein in a Parkinson's disease model. J. Evol.Biochem. Physiol., 55(5)419-422. https://doi.org/10.1134/S0022093019050107. Q4.

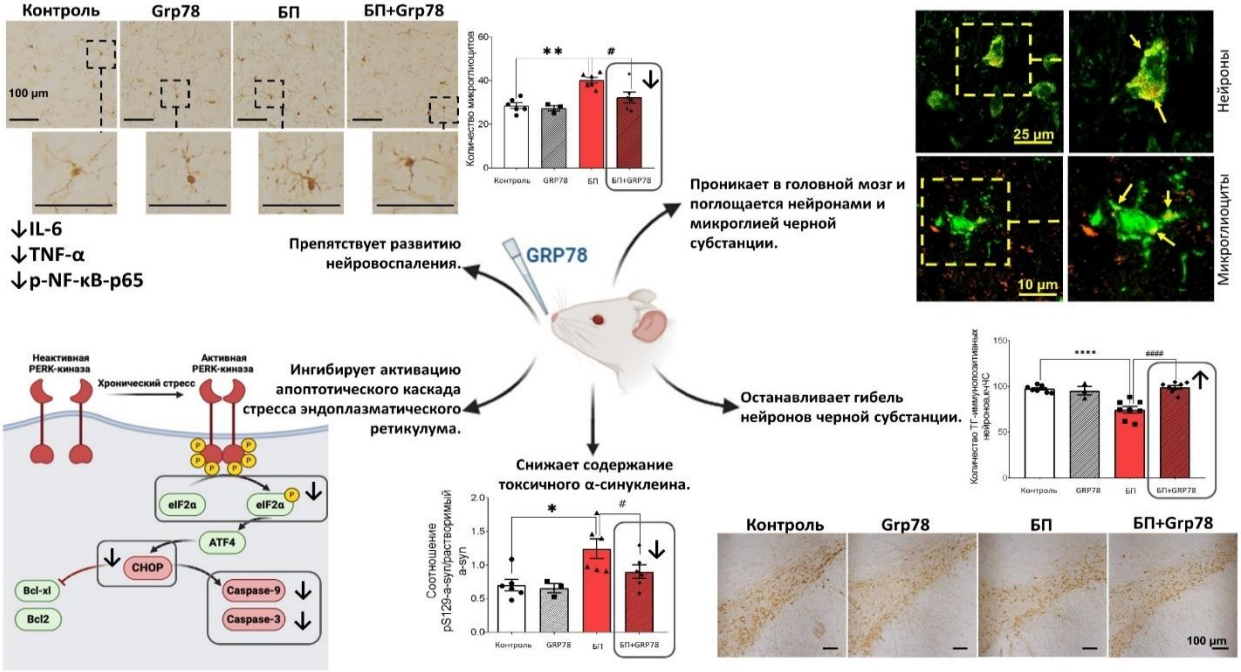


Рис. 110. Разработка нового метода превентивного лечения болезни Паркинсона

14. Антипротозойная активность мукоадгезивных полиэлектролитных комплексов фукоидана и хитиновых нанонитей, содержащих метронидазол

Совместно с Институтом высокомолекулярных соединений РАН, Институтом химии силикатов РАН и Институтом цитологии РАН исследованы физико-химические свойства и биологические эффекты препарата, представляющего собой нагруженный метронидазолом полиэлектролитный комплекс фукоидана с нанонитями хитина. Установлено, что наряду с высокой степенью адгезии к слизистым и низкой цитотоксичностью, препарат обладает пролонгированным антипротозойным эффектом в отношении клинических изолятов *Trichomonas vaginalis*, в том числе резистентных к метронидазолу (**Рис. 111**). Созданный препарат является перспективным для дальнейших клинических испытаний с целью разработки новых методов лечения трихомонадной инфекции.

Организация: ОФИЦ УрО РАН.

Руководитель: чл.-корр. РАН Черкасов С.В.

Авторы: Сгибнев А.В., Черкасова Ю.И.; ИВС РАН, Дубашинская Н.В., Петрова В.А., Устюхина И.С., Власова Е.Н., Скорик Ю.А.; ИХС РАН, Романов Д.П.; ИЦ РАН, Нащекина Ю.А.

Публикации:

Dubashynskaya N.V., Petrova V.A., Ustyukhina I.S., Sgibnev A.V., Cherkasova Y.I., Nashchekina Y.A. & Skorik Y.A. Mucoadhesive polyelectrolyte complexes of fucoidan and chitin nanowhiskers to prolong the antiprotozoal activity of metronidazole. Carbohydrate Polymers. 2024. Vol. 349. Part A. DOI:10.1016/j.carbpol.2024.122975. (Web of Science, Q1).

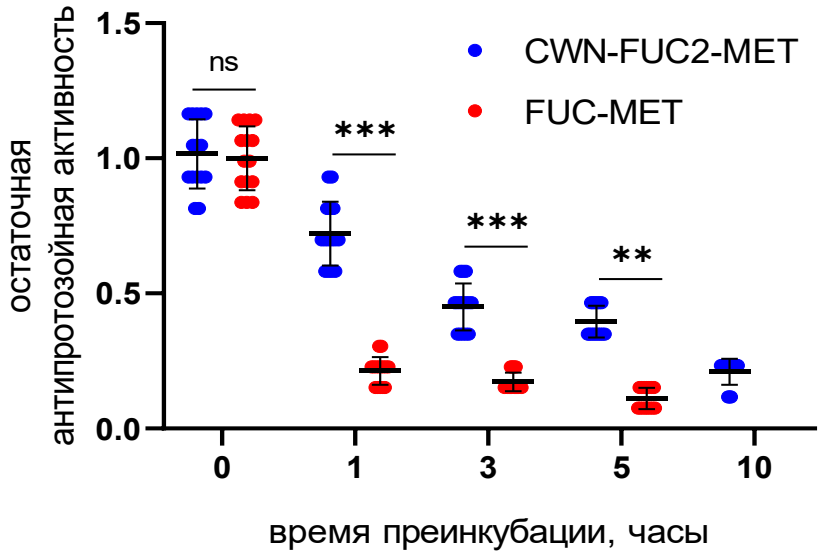


Рис. 111. Остаточная антипротозойная активность полиэлектролитного комплекса фукоидана и хитиновых нанонитей (CNW-FUC2-MET) и фукоидана (FUC-MET), содержащих метронидазол

15. Разработка лекарственного препарата для борьбы с атеросклерозом путем подавления экспрессии генов, ассоциированных с накоплением липопротеинов низкой плотности

В рамках настоящего исследования мы предлагаем разработать новый способ подавления мишеней, ассоциированных с атеросклерозом, основанный на РНК-интерференции (РНКи). РНКи – это клеточный механизм посттранскрипционного подавления экспрессии генов, реализуемый посредством малых интерферирующих РНК (миРНК). Терапия, основанная на РНКи, позволяет целенаправленно модифицировать активность гена, вовлеченного в патогенез заболевания. Практический результат работы будет заключаться в экспериментальном обосновании эффективности подавления экспрессии липопротеинов низкой плотности по механизму РНК-интерференции. Полученные результаты создадут основу для переноса концепции миРНК опосредованного ингибирования генов *LPA* и *PCSK9* на человека. Подавление генов *LPA* и *PCSK9* может рассматриваться в данном случае как перспективный способ снижения риска развития атеросклероза и связанных с ним сердечно-сосудистых патологий.

При терапевтическом использовании миРНК для предотвращения развития нежелательных реакций необходимо также разработать метод их адресной доставки в клетки-мишени. Для достижения эффективного и специфического проникновения в клетку возможна конъюгация миРНК с лигандами рецепторов, экспрессирующихся преимущественно на целевой клетке, такими как N-ацетилгалактозамин (GalNAc).

Конъюгаты на основе миРНК и молекулы-носителя GalNAc для подавления экспрессии генов *LPA* и *PCSK9*, ассоциированных с накоплением липопротеинов, получены на данном этапе работы. Разработанные и полученные конъюгаты будут использоваться на следующем этапе работы для изучения стабильности и биологической активности данных конъюгатов.

Организация: Институт иммунологии ФМБА России.

Руководитель: чл.-корр. РАН М.Р. Хаитов.

Авторы: И.А. Кофиади; В.Н. Иванов, А.В. Холстов, В.А. Василичин, Н.А. Дмитриев, О.С. Протазанова, П.В. Чернов.

16. Технология избирательной активации фовеолярных структур

С помощью организованных в матрицы традиционных оптотипов, часть из которых являлась сигналами, а часть помехой, измеряли вероятности правильных ответов и вероятности ошибок. Впервые показано, как распознавание, принятие решений и понимание контекста, зависит от архитектуры входных звеньев зрительного анализатора (фовеа, фовеолы и фовеолиты). Установили, что если стимул-матрицы, содержащие сигнал и маску небольших размеров, полностью попадают в фовеолиту, нет распознавания и нет перевода взора на цель. Если помеха превосходит по размеру фовеолиту (более 22 угл. минут) возникает перевод взора (**Рис. 112**). Предложена пирамидальная модель организации фовеолярного и парафовеолярного зрения. Результаты важны как для развития нейротехнологий автономных устройств, работающих в сложной динамической среде, так и в решении задач медицины, маркетинга и эргономики.

Организация: ИФ РАН.

Руководитель: д.б.н. Дюжикова Н.А.

Авторы: Шелепин Ю.Е., Шелепин Е.Ю., Бондарко В.М., Чихман В.Н., Бондарко Д.В.

Публикации:

Bondarko, V. M., Chikhman, V. N., Danilova, M. V., & Solnushkin, S. D. Foveal crowding for large and small Landolt Cs: Similarity and Attention // Vision Research. 2024. V. 215. https://doi.org/10.1016/j.visres.2023.108346 (WoS, Scopus, Q2).

Шелепин Ю. Е., Шелепин Е. Ю., Бондарко В. М., Чихман В. Н., Бондарко Д. В. Структурно-функциональная организация зрительной системы в обеспечении целенаправленной деятельности // Успехи физиологических наук. 2024. Т. 55. № 3. С. 3–21. DOI: 10.31857/S0301179824030017 EDN: BCBSFY.

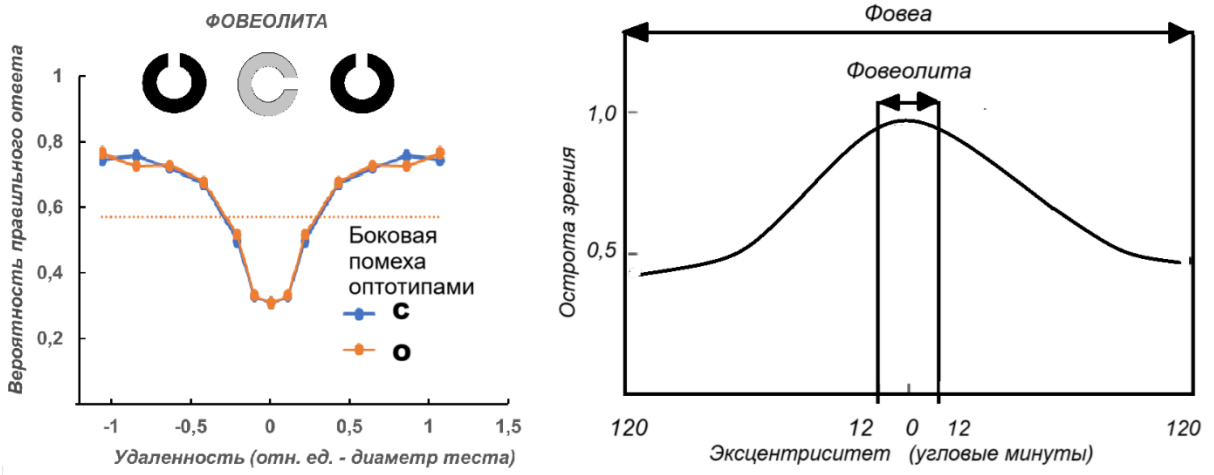


Рис. 112. Влияние положения сигнала в поле зрения на остроту зрения (справа) и расположения и формы помехи на вероятность правильного распознавания сигнала (слева)

17. Новая нейроиммуновоспалительная концепция хронического стресса и депрессии

Представлена новая нейроиммуновоспалительная концепция хронического стресса и депрессии. Согласно этой концепции, высокая активность нейротрансмиссеров в определённых участках мозга способствует развитию в нейронах и клетках микроглии провоспалительного клеточного стресса (**Рис. 113**), а затем и локального нейровоспаления низкой интенсивности. Это приводит не только к стабилизации нейропсихических расстройств, но и нарушению нейроэндокринной регуляции других органов с развитием уже системного хронического воспаления низкой интенсивности и формированию порочного патогенетического круга. Таким образом, хронический стресс и депрессия

могут быть связаны с воспалительными процессами локального и системного уровня (**Рис. 114**).

Возможные сферы применения результата: Клиника нейропсихических заболеваний.

Организация: ИИФ УрО РАН.

Организации-соисполнители: Российско-китайский учебно-научный центр системной патологии, Южно-Уральский государственный университет; Department of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Union Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, China.

Авторы: Сарапульцев А.П., Гусев Е.Ю., Черешнев В.А., Комелькова М.В., Ху Д.

Публикации:

Sarapultsev A, Gusev E, Chereshnev V, Komelkova M, Hu D. Neuroimmune Interactions in Stress and Depression: Exploring the Molecular and Cellular Mechanisms within the Neuroinflammation-depression Nexus. Current Medicinal Chemistry. 2024 Sep 30. doi: 10.2174/0109298673320710240920055041 (УБС-1).

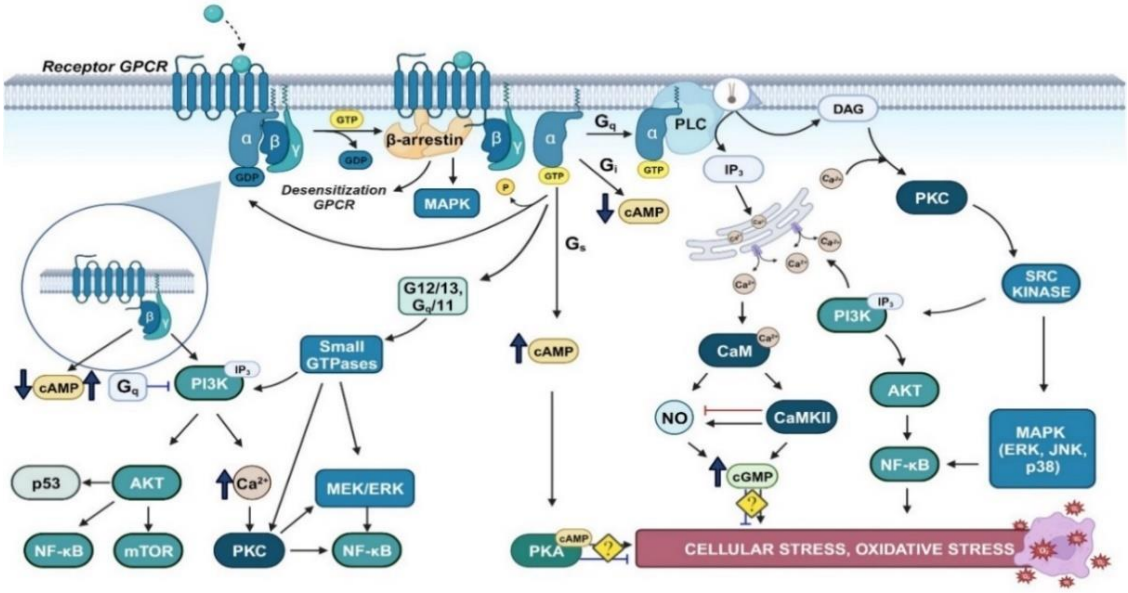


Рис. 113. Сигнальные пути, интегрирующие действие нейромедиаторов и развитие провоспалительного стресса в нейронах

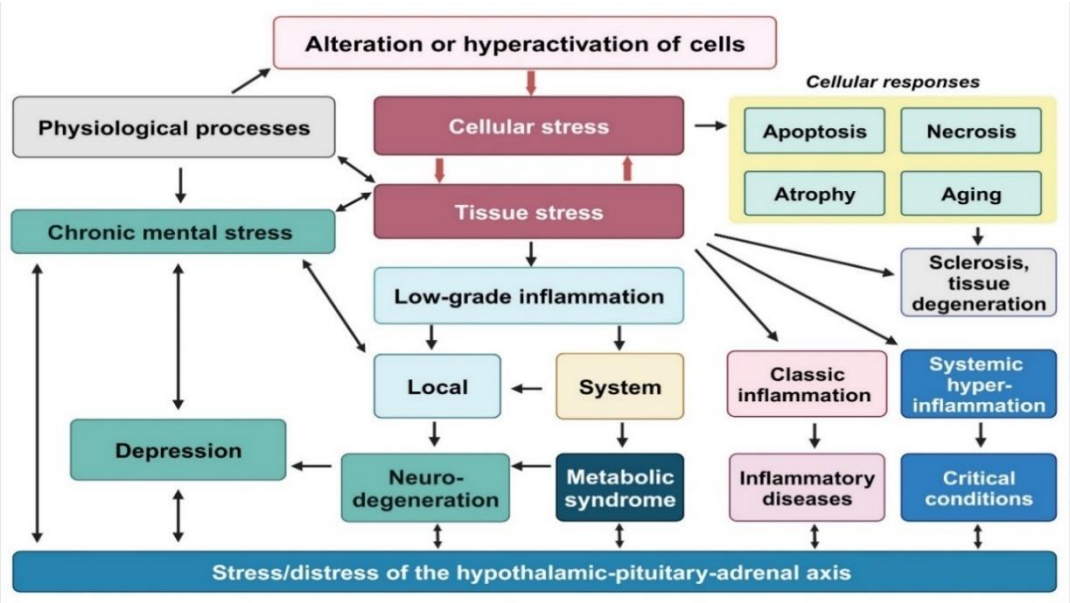


Рис. 114. Связь хронического стресса и депрессии с общепатологическими процессами воспаления

18. Новый механизм участия эссенциальных n-3 полиненасыщенных жирных кислот в нитрит-нитратном пути синтеза NO у высококвалифицированных лыжников-гонщиков

Раскрыт новый механизм участия эссенциальных n-3 полиненасыщенных жирных кислот в нитрит-нитратном пути синтеза NO у высококвалифицированных лыжников-гонщиков – действующих членов сборных команд (**Рис. 115**). Более низкое значение n-3 линоленовой кислоты в крови (0,2 моль/%) сопряжено с дефицитом нитратов (n-3 C18:3&NO_3^-Rs=0,461; p=0,003). Более высокий уровень n-3 эйкозапентаеновой кислоты (0,8 моль/%) ассоциирован с концентрацией нитритов выше нормы (n-3 C20:5&NO_2^-Rs 0,449; p=0,004). Результаты этих исследований могут быть востребованы в спортивной физиологии и медицине для разработки мер долговременного поддержания высокого уровня функционального состояния организма человека.

Организация: Институт физиологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН.

Руководитель: д.м.н. Бойко Е.Р.

Авторы: Людинина А.Ю., Паршукова О.И., Бойко Е.Р.

Публикации:

Lyudinina A.Y., Parshukova O.I., Bojko E.R. n-3 polyunsaturated fatty acids are associated with stable nitric oxide metabolites in highly trained athletes // Cells. 2024. Vol. 13, N 13. C. 1110. doi:10.3390/cells13131110.

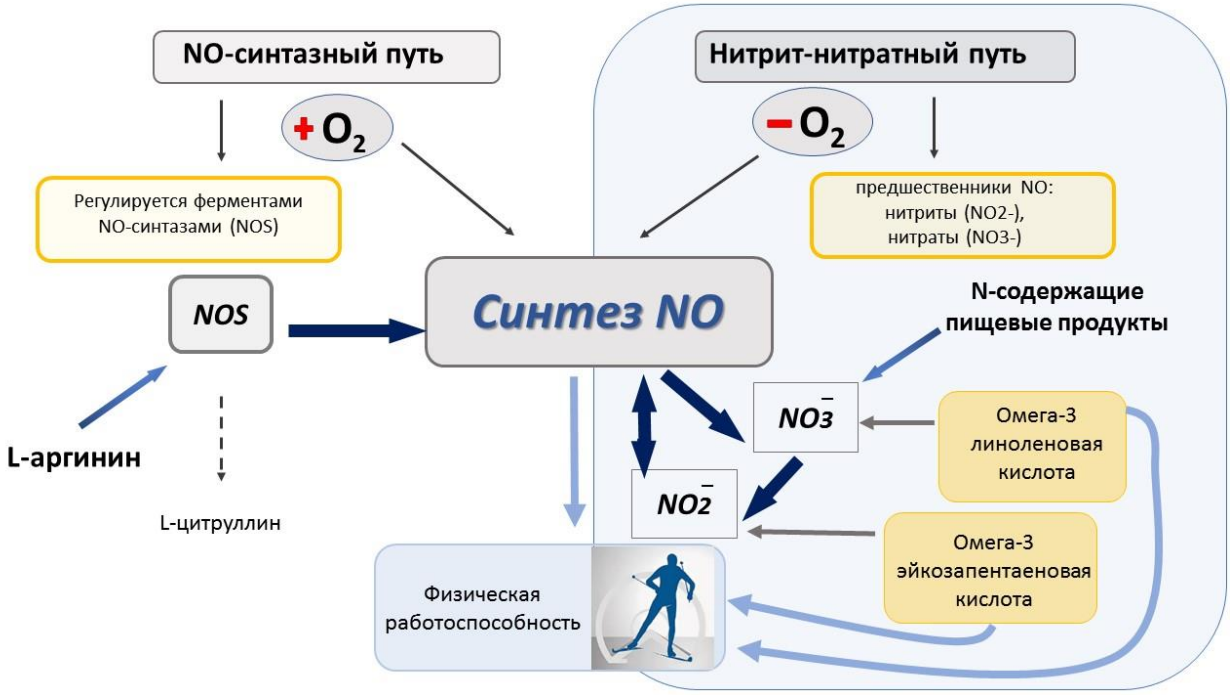


Рис. 115. Основные метаболические пути синтеза оксида азота и участие эссенциальных жирных кислот в наработке NO_2 и NO_3 у высококвалифицированных лыжников-гонщиков

Медицинские науки

Состояние отраслей фундаментальной науки и важнейшие научные достижения российских ученых в 2024 году

В клиническую практику входят передовые методы высокотехнологичной медицинской помощи, в том числе с использованием технологий виртуальной и дополненной реальности, нейропротезирования, интерфейсов мозг-компьютер, а также клеточная и генная терапия, новые методы лучевой и лабораторной диагностики заболеваний, технологии неинвазивной нейрохирургии, персонифицированные подходы к лечению заболеваний.

Перспективы развития клинической медицины

1. В области акушерства, гинекологии, репродуктивной и перинатальной медицины: разработка и внедрение персонифицированных методов диагностики в практику перинатологии и репродуктивной медицины; создание инновационных технологий преодоления репродуктивных нарушений в паре, разработка технологий формирования медико-биологических матриц здорового материнства и антенатального программирования плода, совершенствование персонифицированных стратегий, направленных на улучшение качества жизни и активное долголетие пары.

Разработка инновационных микрофлюидных чипов для селекции мужских половых клеток в программах лечения бесплодия методами вспомогательных репродуктивных технологий; разработка тест-системы для обнаружения ранних признаков рака шейки матки и эндометрия на основе анализа метилирования ДНК в цервикальных мазках; разработка генотерапевтического препарата на основе вирусной доставки для лечения синдрома Криглера-Найяра I и II типа; прототипа аутологичных клеток CD34+ экспрессирующих арилсульфатазу A (APCA, ARSA) для терапии метахроматической лейкодистрофии; технологии персонализированных генотерапевтических ЛП на платформе ВПГ с доставкой гелем и препарата для лечения буллёзного эпидермолиза.

2. В области хирургии: развитие минимально-инвазивной хирургии; расширение возможностей и совершенствование методов лечения с применением роботизированной хирургии; развитие цифровых медицинских технологий дистанционного наблюдения для мониторинга результатов хирургического лечения, эффективности проводимых реабилитационных мероприятий; развитие симультанных операций, в том числе хирургическое лечение онкологических больных с конкурирующей сердечно-сосудистой патологией; хирургическое лечение местно-распространенных опухолей гепатопанкреатобилиарной зоны, органов малого таза и забрюшинных опухолей; дальнейшее совершенствование методов визуализации с применением искусственного интеллекта; развитие трансплантационных технологий в онкологии; междисциплинарные исследования с участием клиницистов, медицинских физиков, биологов, химиков.

3. В области нейрохирургии: разработка технологий интраоперационной магнтино-резонансной томографии при вмешательствах по поводу опухолевых и сосудистых заболеваний нервной системы, в том числе – реконструктивных сосудистых операциях; разработка методов малоинвазивного лечения опухолевых заболеваний головного мозга человека, включая инновационные подходы на основе аптотераностики и дифференцировочной терапии; разработка высокоэффективных радиофармпрепаратов для диагностики и аптотераностики в нейроонкологии; развитие технологий биобанкирования, создания коллекций клеточных культур опухолей мозга человека с сопутствующим цифровым архивом интегрированных клинических, нейровизуализационных, гистологических и молекулярно-генетических данных; совершенствование технологий компьютерного мультимодального моделирования патологических процессов и образований нервной системы; развитие технологий управления рисками в нейрохирургической клинике, идентификация и прогнозирование осложнений, результатов лечения; развитие методов реконструктивной нейрохирургии с

использованием 3D-компьютерных моделей и аддитивных технологий; развитие оптических технологий в микронейрохирургии, включая технологии управления нейрохирургическими микроскопом и экзоскопом; совершенствование технологий интраоперационной флюоресцентной навигации и быстрой диагностики биологических тканей на основе анализа их оптико-спектральных характеристик; развитие технологий нейронавигации с использованием виртуальной и дополненной реальности; развитие технологий обучения микрохирургическим навыкам в нейрохирургии; совершенствование технологий получения молекулярных и нейровизуализационных биомаркеров, в том числе с помощью радиомики и радиогеномики; развитие технологий искусственного интеллекта в нейрохирургии.

4. В области онкологии: таргетная и комбинированная терапия онкологических заболеваний; вторичная профилактика злокачественных новообразований на уровне терапии предопухолевых состояний; создание новых поколений лекарственных средств на основе микро-РНК, специфичных антител, вирусных элементов, химически модифицированных молекул; радионуклидная тераностика онкологических заболеваний; роботизированная и видеоассистированная хирургия злокачественных новообразований; разработка имплантов для реконструктивной хирургии онкологических заболеваний.

5. В области терапии: изучение и анализ вариабельности фенотипов среди лиц с моногенными аутосомно-доминантными заболеваниями; развитие и совершенствование алгоритмов клинической интерпретации геномных данных; разработка алгоритмов диагностики моногенных аутосомно-доминантных заболеваний и стратификации риска на основе генетических данных; разработка шкал полигенного риска развития хронических неинфекционных заболеваний с целью выявления лиц с высоким генетическим риском и реализации для них своевременных профилактических мероприятий; изучение эпигенетических механизмов развития различных хронических неинфекционных заболеваний для создания алгоритмов персонализированных подходов к их профилактике, диагностике и лечению; разработка алгоритмов генетического скрининга на носительство вариантов нуклеотидной последовательности, вызывающих развитие рецессивных заболеваний, с целью предоставления репродуктивного выбора и снижения распространенности таких заболеваний на популяционном уровне; развитие генной терапии для лечения внутренних болезней; развитие сети биобанков в России и накопление биологического материала пациентов с внутренними болезнями в биобанках России для проведения крупномасштабных научных исследований; автоматизация обработки результатов высокопроизводительного секвенирования, позволяющая проводить биоинформатический анализ данных секвенирования образцов по единой методике и при минимальном ручном труде; изучение генетических факторов в формировании ответа организма человека на лекарственные средства с целью разработки терапевтических алгоритмов лечения с учетом индивидуальных генетических особенностей пациентов; изучение вариабельности метагеномов у здоровых лиц в российской популяции; изучение вариабельности метагеномов у лиц с различными хроническими неинфекционными заболеваниями с целью уточнения патофизиологических механизмов развития и прогрессирования заболеваний, поиска маркеров характерного микробиологического паттерна для конкретного заболевания и разработки инновационных технологий лечения; выявление новых биомаркеров социально значимых в России заболеваний и их осложнений на основе крупномасштабных эпидемиологических исследований; разработка методологии выявления женщин с риском сердечно-сосудистых осложнений с помощью диагностики кальциноза артерий молочной железы по результатам маммографии; развитие системы регистров больных с хроническими неинфекционными заболеваниями с целью оценки структуры факторов риска и мультиморбидности, качества диагностики и лечения, ближайших и отдаленных исходов в клинической практике, определения групп наиболее высокого риска неблагоприятного прогноза с последующей разработкой алгоритмов и

рекомендаций по профилактике и повышению качества лечения больных с хроническими неинфекционными заболеваниями; разработка диспансерного наблюдения коморбидных пациентов; разработка автоматизированных алгоритмов принятия клинических решений в области внутренних болезней (выбор антитромботической, гиполипидемической и др. терапии); изучение вопросов реабилитации лиц с хроническими неинфекционными заболеваниями; идентификация генетических маркеров нарушений липидного обмена, первичных электрических заболеваний сердца, наследственных кардиомиопатий, характерных для российской популяции, и усовершенствование подходов к их диагностике; разработка принципов персонализированного подбора терапии на основе полного геномного секвенирования с применением математических моделей риска развития заболеваний в клинике внутренних болезней; поиск новых маркеров хронических неинфекционных заболеваний с помощью протеомного профилирования сыворотки крови; изучение эпигенетических механизмов и маркеров (микроРНК и др.), обусловливающих развитие различных хронических неинфекционных заболеваний; внедрение методов коррекции вирусно-микробно-тканевого комплекса кишечника человека как базисной составляющей современной этиопатогенетической терапии заболеваний в условиях эколого-профессионального напряжения.

Оптимизация подходов к оценке проспективного кардиоваскулярного риска на различных этапах «предболезни» на основе использования комплекса данных молекулярно-генетических, клинических и психологических исследований.

Разработка и внедрение эффективных медицинских технологий превентивного управления рисками развития неблагоприятных исходов при кардиоваскулярной патологии на этапах развития «предболезни» (на стадии обратимой когнитивной дисфункции, предстадии сердечной недостаточности и стадии до развития органной дисфункции, предиабета, субклинического мультифокального атеросклероза).

6. В области неврологии и нейронаук: дальнейшее изучение характеристик функциональной сети головного мозга; возможностей регистрации и прогнозирования изменений жизнеспособности, функциональной активности, метаболической пластичности и коммуникации клеток-компонентов гистогематических барьеров мозга; механизмов ускоренного старения головного мозга при нейродегенерации; разработка новых *in vitro* моделей ткани головного мозга для тестирования лекарственных соединений, в том числе в персонифицированном формате; создание «цифровых двойников» клеток головного мозга; изучение фундаментальных основ нейропластичности путем реконструкции нейросетей мозга с использованием искусственного интеллекта, новейших технологий нейровизуализации, ЭЭГ сверхвысокого разрешения и навигационной транскраниальной магнитной стимуляции; разработка методов молекулярного профилирования и идентификации специфичных и чувствительных биомаркеров поражения мозга; создание персонализированных нейронных матриц; развитие сквозных технологий в неврологии: искусственного интеллекта, включая технологии машинного обучения и когнитивные технологии, технологии виртуальной и дополненной реальностей.

Создание полного цикла диагностики и лечения ряда социально значимых заболеваний нервной системы. Разработка стандартизованных методов диагностики и коррекции нарушений интероцепции.

7. В области офтальмологии: совершенствование лечебных подходов и прогнозирования исходов глазных заболеваний с использованием мультимодальных диагностических систем и технологии искусственного интеллекта; совершенствование алгоритма диагностики и лечения глаукомы с позиций персонифицированной медицины;

Дальнейшая разработка методов оптико-реконструктивной хирургии переднего отрезка глаза и современных подходов к микростентированию в хирургии глаукомы, новых микроинвазивных лазерных и хирургических вмешательств для лечения инвалидизирующей витрео-ретинальной патологии, новых методов

реконструктивно-пластической хирургии при синдроме лимбальной недостаточности с использованием клеточных технологий и искусственных аналогов роговицы.

Разработка скрининговой тест-системы ранней метаболической и молекулярно-генетической диагностики злокачественных опухолей придаточного аппарата глаза и орбиты на основе биогенного синтеза наночастиц металлов серебра и мутационного профиля опухоли; создание системы минимально инвазивных прогностических и дифференциально-диагностических маркеров и критериев эффективности лечения увеальной меланомы; разработка способа лечения атрофии ретинального пигментного эпителия путем трансплантации пигментного эпителия сетчатки (ПЭС), полученного из индуцированных плюрипотентных стволовых клеток (ИПСК) в эксперименте.

Развитие нового научного направления по изучению использования объяснимого искусственного интеллекта при анализе биомедицинских сигналов и изображений; моделирование и генная терапия нейродегенеративных процессов в офтальмологии; новые стратегии контроля первичных и вторичных, в том числе декомпенсированных аметропий на основе концепции 5П медицины.

8. В области ревматологии: разработка алгоритмов применения инновационной таргетной противоревматической терапии, включая новые молекулы, при иммуновоспалительных ревматических заболеваниях; исследование новых биомаркеров для ранней диагностики и прогнозирования эффективности базисной терапии ревматических заболеваний; репозиционирование лекарственных препаратов для лечения резистентных форм ревматических заболеваний у взрослых и орфанных аутовоспалительных заболеваний у детей; разработка методов физической реабилитации пациентов с поражением крупных и мелких суставов.

Дальнейшее изучение фундаментальных основ развития коморбидности при воспалительных ревматических заболеваниях; развитие и внедрение методов оценки риска наличия остеопороза при ревматоидном артрите; совершенствование способа выделения моноцитов из крови с использованием фторполимера с модифицированной поверхностью.

9. В области фтизиатрии: совершенствование методов генотипирования штаммов микобактерий туберкулеза и нетуберкулезных микобатерий и изучение генотипических механизмов устойчивости микобактерий к новым противотуберкулезным препаратам; разработка новых тест систем; совершенствование подходов к химиотерапии больных туберкулезом легких, в том числе с лекарственной устойчивостью возбудителя и коморбидной патологией; совершенствование комплексного подхода к хирургическому лечению туберкулеза органов дыхания, совершенствование этиотропной терапии больных микобактериозом легких, в том числе с применением новых антибактериальных препаратов, дальнейшее изучение наночастиц алмаза биомедицинского применения в респираторном отделе легких в эксперименте; изучение маркеров и регуляторных механизмов иммунопатологии микобактериальных инфекций.

10. В области педиатрии: трансляция выводов всех новейших результатов научных исследований в реальную клиническую практику для быстрого совершенствования медицинской помощи, оказываемой детям; комплексирование в рамках научных исследований детской популяции по разделу «медицинские науки» не только с представителями других медицинских и научных организаций, подведомственных Минздраву России, Минобрнауки России, ФМБА, Роспотребнадзору, но также с коллективами, относящимися к министерствам и ведомствам, работающим в рамках гуманитарных и общественных наук (Минпросвещения России, Минспорта России, Минкультуры России и т.д.); перенос фокуса научных исследований на «здоровье здоровых» (организация широкомасштабных сетевых исследований популяционного соматического, ментального и когнитивного здоровья российских детей для поиска технологий сохранения и укрепления трудового, интеллектуального и репродуктивного потенциала страны) с использованием больших массивов данных и искусственного

интеллекта для их обработки с последующим погружением в информационный контур системы здравоохранения.

11. В области кардиологии: первичная профилактика сердечно-сосудистых заболеваний, разработка технологий сохранения здоровья, способных повлиять на развитие «конечных точек» в виде общей смертности, внезапной смертности, смертности от сердечно-сосудистых заболеваний и комбинированных «конечных точек»; разработка и внедрение методов высокотехнологичной диагностики, лечения и реабилитации кардиологических хронических неинфекционных заболеваний и их коморбидности с оценкой резидуальных рисков, поиском мишеней для персонализированной фармакологической коррекции и стимуляции регенерации; разработка и внедрение ургентных технологий диагностики и лечения острых болезней системы кровообращения; развитие технологий пренатальной и ранней антенатальной диагностики и лечения жизнеугрожающих аритмий и врожденных пороков сердца; разработка технологий обмена и анализа данных, алгоритмов поддержки принятия решений в кардиологии; разработка импортозамещающих и импортоопережающих медицинских изделий, лекарственных средств, цифровых медицинских изделий для профилактики, диагностики, лечения и реабилитации пациентов с болезнями системы кровообращения.

12. В области психиатрии: изучение патогенеза, развитие персонализированной терапии и досимптоматической диагностики социально-значимых нейродегенеративных заболеваний, депрессии, поведенческих расстройств, в том числе на основе мультиомиксных технологий.

Перспективы развития медико-биологических наук

1. **В области медицинской генетики:** полноэкзомное и полногеномное секвенирование в молекулярной диагностике наследственных заболеваний; создание моделей наследственных болезней в системах in vivo и in vitro; установление геномных мишеней, ответственных за развитие патологий и разработка методов их диагностики; биоинформатический анализ генетических структур, обусловливающих патологические процессы; первичная профилактика наследственных болезней на основе технологий неинвазивного пренатального и преимплантационного генетического тестирования.

2. Создание генетических тест-систем для прогнозирования риска развития хронических неинфекционных заболеваний.

3. **В области фармакологии:** разработка лекарственных средств на основе новых фармакологических мишеней и данных о механизмах развития заболеваний; поиск новых лекарственных кандидатов с использованием методов генной инженерии, биотехнологии, медицинской химии и компьютерного моделирования; создание моделей на основе клеточных линий и/или лабораторных животных для доклинического исследования.

Поиск и конструирование новых лекарств с применением методов машинного обучения и искусственного интеллекта. Проведение фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований в области биомедицины, направленных на сохранение и укрепление здоровья человека, развитие медицинской науки и здравоохранения. Применение высокопроизводительных вычислений для построения моделей трехмерных структур белков – потенциальных мишеней для действия лекарственных препаратов, и применения методов молекулярного моделирования для поиска и конструирования новых фармакологических веществ in silico.

Разработка оригинальной стратегии прицельного уничтожения аутореактивных Т-лимфоцитов, позволившая создать инновационный препарат Сенипрутуг для лечения тяжелого инвалидизирующего заболевания — болезни Бехтерева. Данная инновационная разработка позволяет направленно устранять первопричину заболевания без системного подавления иммунитета и достичь полноценной ремиссии у пациентов, открывая принципиально новый подход к лечению аутоиммунных заболеваний, не имеющий мировых аналогов.

Исследование противоопухолевых и антиметастатических эффектов

репрограммированных CD8+ Т-лимфоцитов (pCD8T). Разработка нового подхода борьбы с истощением и повышения противоопухолевой активности Т-лимфоцитов с использованием малых молекул. Предлагаемый метод позволяет репрограммировать CD8+ Т-лимфоциты селезенки и может оказаться полезным при разработке подхода лечения рака легкого и метастатической болезни у пациентов старшей возрастной группы.

4. В области биомедицинских исследований: развитие биомиметических подходов к созданию изделий медицинского назначения с возможностью синтеза компонентов структур сердечно-сосудистой системы de novo in situ; расширение возможностей омиксных технологий с обязательным трансляционным характером исследования, миниатюризации технологий; создание аутологичного и атромбогенного эндотелиального покрытия тканеинженерных изделий (в первую очередь на основе биосовместимых полимеров) из колониеформирующих эндотелиальных клеток периферической крови человека.

Перспективы развития профилактической медицины

1. Разработка национальной системы эпидемиологического надзора за инфекциями, связанными с оказанием медицинской помощи. Разработка компьютерных программ развития эпидемий на территории России и методик стратификации групп риска формирования множественной лекарственной устойчивости у пациентов с инфекциями, связанными с оказанием медицинской помощи, с целью оптимизации антибиотикотерапии.
2. Разработка системы оценки популяционных и индивидуальных рисков развития заболеваний, обусловленных как нарушениями структуры питания, так и качеством пищевой продукции.
3. Разработка платформ создания универсальных вакцин, защищающих человека и животных от широкого спектра патогенов на основе генов природной системы стимуляции врожденного иммунного ответа, путем конструирования рекомбинантных векторных систем, содержащих нужные гены.
4. Разработка научных основ формирования эффективной политики и стратегии в области охраны здоровья населения. Разработка организационных технологий формирования здорового образа жизни, технологий популяризации санитарно-гигиенических и медико-правовых знаний среди населения.
5. Создание федерального криогенного банка биообразцов природных симбиотических микробиоценозов пищеварительного тракта человека в норме и патологии.
6. Изучение распространенности факторов риска социально значимых в России заболеваний и их осложнений с целью разработки методов контроля и профилактических мероприятий.
7. Создание моделей прогнозирования риска развития заболеваний и их осложнений на основе крупномасштабных эпидемиологических исследований и регистров для применения в системе здравоохранения (диспансеризации) и разработки стратегии профилактики на национальном уровне.

Важнейшие научные достижения медицинской науки в 2024 году

Секция клинической медицины

1. Индивидуальный раздвижной эндопротез с механизмом механической дистракции

Разработан первый в стране отечественный индивидуальный раздвижной эндопротез с миниинвазивным механизмом механической дистракции, то есть с возможностью увеличить длину установленного эндопротеза в процессе роста ребенка (**Рис. 116**). Эндопротез предназначен для замещения пострезекционных дефектов проксимального отдела бедра у пациентов с костными саркомами. Разработанный

эндопротез позволяет увеличить продолжительность жизни пациентам со злокачественным поражением проксимального отдела бедренной кости, позволяет сохранить опороспособность конечности и способствует восстановлению функциональной активности тазобедренного сустава. Особенностью созданного эндопротеза являются модульность его конструкции и наличие механизма компенсации длины конечности в процессе роста ребенка. Модульные элементы имеют различные типы размеров, полностью повторяющие анатомические особенности проксимального отдела бедренной кости, что обеспечивает физиологическое распределение нагрузки на нижнюю конечность.

Сфера применения: травматология, ортопедия, онкология.

Организации: НМИЦ детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера Минздрава России; Морозовская детская городская клиническая больница г. Москвы.

Авторы: чл.-корр. РАН Виссарионов С.В. к.м.н. Нисиченко Д.В., к.м.н. Зорин В.И., к.м.н. Бортулев П.И., к.м.н. Кубиров М.С., д.м.н. Кумирова Э.В., Бондарь М.С., к.м.н. Красовский И.Б., Панченко А.А.

Публикации:

Зорин В.И., Виссарионов С.В., Макаров А., Рыбинских Т., Родионова К. Исходы онкоэндопротезирования у детей и подростков при злокачественных новообразованиях конечностей (Систематический обзор литературы) // Травматология и ортопедия России. - 2024. - Т. 30. - №4. doi: 10.17816/2311-2905-17569.

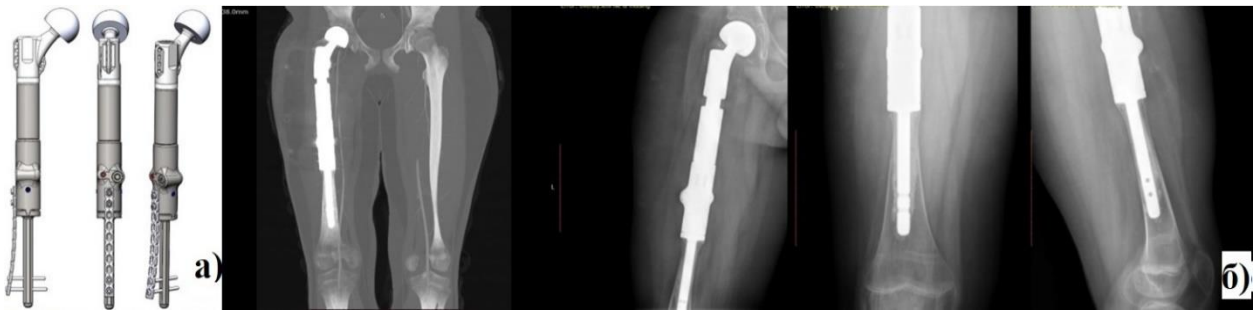


Рис. 116. Ииндивидуальный раздвижной эндопротез с механизмом механической дистракции: а) - схема эндопротеза, б) - рентгенограммы пациента с установленным эндопротезом

2. Перспективные разработки и производство медицинских изделий для сердечно-сосудистой хирургии Российской Федерации

В рамках импортозамещения разработаны уникальные биологические кондуиты для хирургии врождённых и приобретённых пороков сердца, отечественные синтетические протезы и медицинские изделия для лечения нарушений ритмов сердца и профилактики тромбоэмболических осложнений. Разработаны и внедрены в клиническую практику уникальные методы хирургических вмешательств, не имеющих аналогов в мире, в частности – протезирование всех створок аортального клапана у детей младенческого возраста (по методике Озаки). Разработана система маршрутизации детей с врожденными пороками сердца для обеспечения своевременного оказания специализированной помощи (**Рис. 117** и **Рис. 118**).

Организация: НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева Минздрава России.

Авторы: ак. РАН Е.З. Голухова, к.э.н. Р.Р. Салохединова, д.м.н. К.М. Джиджихия, к.б.н. В.Т. Костава, к.м.н. М.Б. Биниашвили.

Сфера применения: сердечно-сосудистая хирургия, кардиология.



Рис. 117. Уникальные биологические кондуиты и клапаны сердца для хирургии врожденных и приобретенных пороков сердца



Рис. 118. Медицинские изделия для лечения нарушений ритма сердца и профилактики тромбоэмболических осложнений

Публикации:

1. Патент на полезную модель № 228182, опубл. 2024 г. Стент-графт временной установки в кровеносных сосудах. Чигогидзе Н.А., Авалиани М.В., Мусаев М.К., Мусалов А.Ю.

2. Патент на полезную модель № 228466, опубл. 2024 г. Стент-графт временной установки в кровеносных сосудах. Чигогидзе Н.А., Авалиани М.В., Мусаев М.К., Мусалов А.Ю.

3. Патент на полезную модель № 229788, опубл. 2024 г. Стент-графт временной установки в кровеносных сосудах. Чигогидзе Н.А., Авалиани М.В., Мусаев М.К., Мусалов А.Ю.

4. Патент на полезную модель № 229906, опубл. 2024 г. Стент-графт временной установки в кровеносных сосудах. Чигогидзе Н.А., Авалиани М.В., Мусаев М.К., Мусалов А.Ю.

5. Патент на полезную модель № 230271, опубл. 2024 г. Стент-графт временной установки в кровеносных сосудах. Чигогидзе Н.А., Авалиани М.В., Мусаев М.К., Мусалов А.Ю.

6. Патент на полезную модель № 230317, опубл. 2024 г. Зажим для изоляции ушка левого предсердия. Голухова Е.З., Биниашвили М.Б., Потловский К.Г., Сатюкова А.С.

7. Патент на изобретение № 2829694, опубл. 2024 г. Бескаркасный протез митрального клапана. Царегородцев А.В., Джиджихия К.М., Шаталов К.В., Бритиков Д.В., Чащин И.С., Бакулева Н.П.

8. Патент на полезную модель № 228925, опубл. 2024 г. Опорный каркас для аннулопластики фиброзного кольца митрального клапана. Данилов Г.В., Фадеев А.А., Скопин И.И., Голухова Е.З., Цискаридзе И.М., Асоцкий С.П., Бибиков А.В.

Статьи:

1. Skopin I.I., Latyshev M.S., Britikov D.V., Slivneva I.V. Implantation of a mitral allograft into tricuspid valve position in active infective endocarditis. Indian Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery. 2024; (40): 1-5

2. Рычин С.В., Кокоев М.Б., Укурова З.Р. Лечение пациента с отрывом ксенокондуита от фиброзного кольца аортального клапана. Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 2024; 66 (1): 113-120

3. Беков М.Т., Пашков И.В., Смирнов К.С., Якунин Я.С., Шилкин Д.Н., Чащин И.С., Иванова Н.М., Цирульникова О.М., Готье С.В. Изготовление стента с лекарственным покрытием эверолимусом из термопластического полиуретана и полилактида с применением технологии 3d-печати. Вестник трансплантологии и искусственных органов. 2024. Т. 26. № 1. С. 47-54

4. Бокерия Л.А., Царегородцев А.В., Бритиков Д.В., Гляцев С.П. История разработки и применения бескаркасного митрального аллографта для протезирования атриовентрикулярных клапанов сердца. Часть 1. От эксперимента до разработки надежных методов консервации. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. 2024; 1 (25): 11-21.

5. Бокерия Л.А., Царегородцев А.В. Бритиков Д.В., Глянцев С.П. История разработки и применения бескаркасного митрального аллографта для протезирования атриовентрикулярных клапанов сердца. Часть 2. От разработки надежных методов сохранения жизнеспособности до децеллюляризации. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. 2024; 2(25): 131-141

6. Аванесян Г.А., Филатов А.Г., Шалов Р.З., Темирбулатов И.А. Оценка эффективности интервенционного лечения желудочковой тахикардии. Анналы аритмологии. 2024; №1: 13-20

7. Басиева М.А., Казанова П.В., Шварц В.А. Роль хронического воспаления в развитии рецидива фибрилляции предсердий после интервенционного лечения. Анналы аритмологии. 2024; №1: 31-40

8. Сергуладзе С.Ю., Проничева И.В., Кваша Б.И. Вегетативная нейромодуляция при фибрилляции предсердий: от сердечно-сосудистой физиологии и патофизиологии к клинической медицине. Анналы аритмологии. 2024; №1: 40-49

9. Голухова Е.З., Булаева Н.И., Александрова С.А., Бердибеков Б.Ш. Влияние

катетерной изоляции устьев легочных вен на прогноз пациентов с фибрилляцией предсердий и хронической сердечной недостаточностью со сниженной фракцией выброса: обновленный систематический обзор и метаанализ Российский кардиологический журнал. 2024;29(2S):5796

10. Чернышева М.Г., Бадун Г.А., Попов А.Г., Чащин И.С., Анучина Н.М., Панченко А.В. Получение композита наноалмаз-лизоцим-мирамистин и перспективы его использования в протезах сердечного клапана Коллоидный журнал. - 2024. - Т. 86. - №1. - С. 130–140

11. Chashchin I.S., Perepelkin E., Sinolits M.A., Badun G.A., Chernysheva G., Ivanova N., Vasilev V.G., Kizas O.A., Anuchina N.M., Khugaev G.A., Britikov D.V., Bakuleva N.P. Coating based on chitosan/vancomycin nanoparticles: Patterns of formation in a water-carbon dioxide biphase system and in vivo stability. International Journal of Biological Macromolecules. - 2024 - Т., № S0141-8130(24)05745-3. - С. 134940

12. Chernysheva, M.G.; Shen, T.;Badun, G.A.; Mikheev, I.V.; Chaschin, I.S.; Tsygankov, Y.M.; Britikov, D.V.; Hugaev, G.A.; Bakuleva, N.P. Tritium-Labeled Nanodiamonds as an Instrument to Analyze Bioprosthetic Valve Coatings: A Case of Using a Nanodiamond Containing Coating on a Pork Aorta Molecules 2024, 29, 3078

13. Чабаидзе Т.А., Муратов Р.М., Сигаев И.Ю., Керен М.А., Желихажева М.В., Цискаридзе И.М. Использование механических и биологических протезов в позиции аортального клапана у пациентов пожилого и старческого возраста: непосредственные результаты. Креативная кардиология. 2024; 18 (3): 362–373

14. Жоржолиани Ш., Сергеев А., Агафонов А., Городков А., Бокерия Л. Экспериментальное и модельное исследование закрученного течения жидкости в сходящемся канале в качестве модели движения крови в сердце и аорте. Доклады Российской академии наук. Науки о жизни. 2024; 515 (1): 104-121

15. Сатюкова А.С., Филатов А.Г., Панагов З.Г., Аванесян Г.А., Щербак А.В. Имплантируемые устройства в диагностике нарушений ритма сердца: прошлое, настоящее, будущее. Анналы аритмологии.2024. Т. 21. № 2: 83-90

16. Костава В.Т. Применение альбумин-глутаральдегидного клея в сердечно-сосудистой хирургии. Грудная и сердечно-сосудистая хирургия. 2024; 66 (6): 617-624

17. Салохединова Р.Р., Орлова А.А., Цыганков Ю.М. Клинические и экспериментальные данные применения биодеградируемых материалов для профилактики развития послеоперационного перикардиотомного синдрома. Бюллетень НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН. Сердечно-сосудистые заболевания №5: 432-441

18. Биниашвили М.Б. Устройство для клипирования ушка левого предсердия "BCatrium". Анналы аритмологии №3: 144-151

19. О.И.Обрезков, Ю.В. Мартыненко, М.Ю. Нагель, О.Л. Шутьев, С.Л. Шевчук, Ю.И. Рукина, В.Е. Мисников, С.Н. Кочетов, М.А. Бажин, Д.И. Минаев, А.Б. Мищенко, Т.В. Чурина. Методики и результаты электрохимического исследования рельефа пленок, осаждаемых путем магнетронного распыления. Вопросы атомной науки и техники» серия «Термоядерный синтез» 2024. т. 47, вып. 2 98-110

3. Новый метод диагностики болезни Паркинсона на основе затравочной амплификации белка α-синуклеина

Разработан новый метод диагностики болезни Паркинсона на основе затравочной амплификации белка α-синуклеина. Метод основан на конверсии нормальных молекул α-синуклеина в патологические агрегаты под действием биологических жидкостей пациентов с болезнью Паркинсона, с детекцией патологических продуктов реакции в реальном времени (**Рис. 119**). В перспективе метод позволит осуществлять раннюю (в том числе доклиническую) диагностику и возможность инициации терапии в латентной стадии нейродегенеративного процесса.

Организации: ФГБНУ «Научный центр неврологии» совместно с ИБХ РАН и

МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Авторы: Орлова Д. А., Иллариошкин С. Н., Колотьева Н. А., Белогуров А. А., Трегуб П. П., Федотова Е. Ю., Салмина А. Б., Юрченко С. О.

Сфера применения: неврология.

Публикации:

Орлова Д.А., Кудряева А.А., Колотьева Н.А., Иванова Е.О., Федотова Е.Ю., Трегуб П.П., Салмина А.Б., Иллариошкин С.Н., Белогуров А.А. Индуцированная конверсия α-синуклеина в реальном времени как перспективный метод диагностики заболеваний из группы синуклеинопатий. Acta Naturae, 2024.

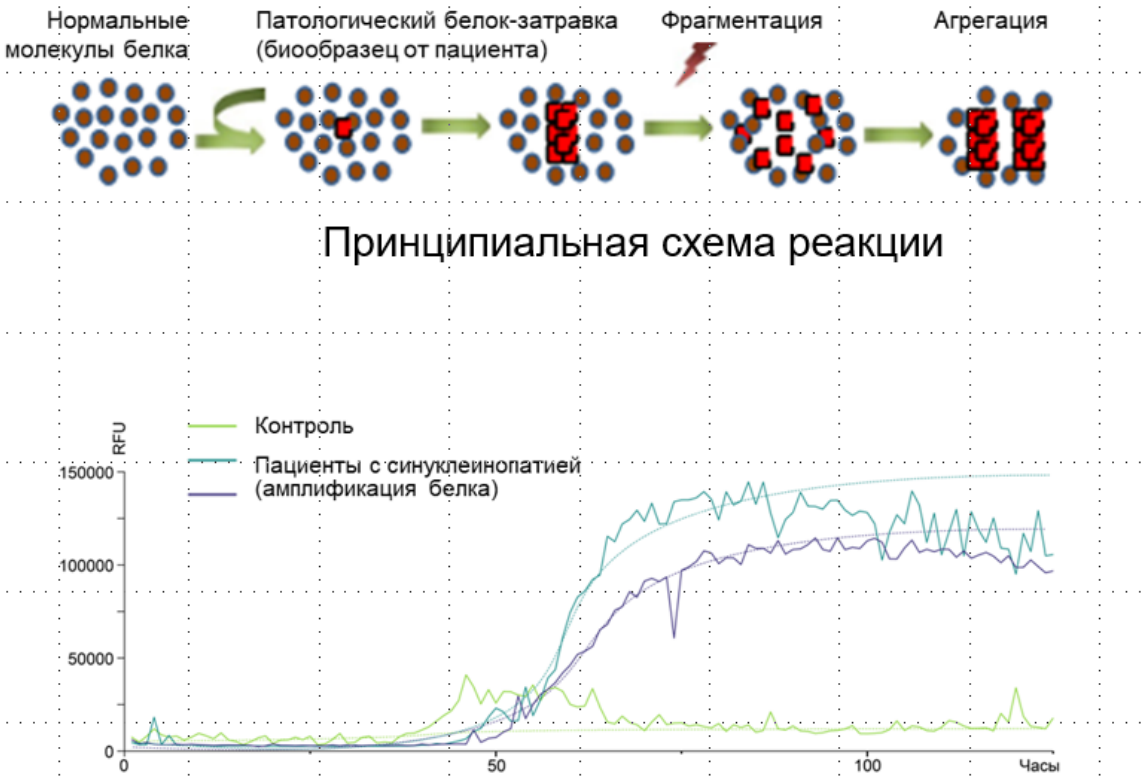


Рис. 119. Принципиальная схема реакции на основе затравочной амплификации белка α-синуклеина.

4. Разработка и обоснование новых подходов к коррекции ишемических нарушений в раннем и отдалённом послеоперационном периодах после реваскуляризации нижних конечностей

Разработаны новые подходы к коррекции ишемических нарушений в раннем и отдалённом послеоперационном периодах после реваскуляризации нижних конечностей. Разработана оптимальная тактика открытых реконструктивных, эндоваскулярных и гибридных вмешательств на артериях нижних конечностей с применением современных устройств и методов у больных с острой и критической ишемией нижних конечностей с распространённым атеросклерозом артерий нижних конечностей. Разработана методика применения бесплазменного лизата аутологичных тромбоцитов с целью проведения терапевтического ангиогенеза.

Методика оценки артериального русла и микроциркуляции с помощью гибридного исследования ОФЭКТ/КТ-АГ, диагностика и профилактика ишемических и послеоперационных компрессионных невропатий позволяют снизить частоту ампутаций и летальности и в более ранние сроки вернуться к активной социальной жизни (**Рис. 120**).

Организация: ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ».

Авторы: Коков Л.С., Михайлов И.П., Ерошкин И.А., Боровкова Н.В., Рамазанов Г.Р., Кудряшова Н.Е., Козловский Б.В., Арустамян В.А., Москаленко В.А., Шевченко Е.В.,

Лещинская О.В.

Сфера применения: хирургия, реанимация.

Публикации:

Михайлов И.П., Боровкова Н.В., Козловский Б.В., Пономарев И.Н., Кудряшова Н.Е., Лещинская О.В., Применение бесплазменного лизата аутологичных тромбоцитов в лечении неоперабельных пациентов с критической ишемией нижних конечностей. Ангиология и сосудистая хирургия. 2023; 29 (1): 7-15.

Михайлов И.П., Арустамян В.А., Козловский Б.В., Ерошкин И.А. Эверсионная эндартерэктомия из бифуркации общей бедренной артерии. Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 2024; (10): 135-142.



Рис. 120. Новые подходы к коррекции ишемических нарушений в раннем и отдалённом послеоперационном периодах после реваскуляризации нижних конечностей

5. Аддитивные технологии в эндоназальной хирургии

Разработаны гидротампоны для передней тампонады полости носа, использующиеся при спонтанных носовых кровотечениях; внутриносовые медицинские изделия (шины, сплинты) для профилактики послеоперационных осложнений при внутриносовых операциях у взрослых и детей (**Рис. 121**, **Рис. 122**).

Разработка используется врачами скорой и неотложной помощи, снижается частота рецидива в 5 раз. Изделия снижают частоту развития гематом, синехий и рецидивов, повышая эффективность операций; внедрены в клинику. Получены 12 патентов на изобретения и полезные модели.

Организация: ГБУЗ «НИКИО им. Л.И. Свержевского» ДЗМ.

Авторы: чл.-корр. РАН А.И. Крюков, д.м.н. Н.Л. Кунельская, к.м.н. Товмасян А.С., к.м.н. Чумаков П.Л., к.м.н. Яновский В.В., к.м.н. Кишиневский А.Е., Шведов Н.В., Мосин В.В.

Сфера применения: оториноларингология, реанимация.

Публикации:

1. Вариабельность анатомических размеров полости носа, влияющих на оптимизацию формы внутриносовых сплинтов / А.И. Крюков [и др.] // Российская ринология. – 2023. – Т. 31, № 2. – С. 98-104

2. Тампонада полости носа тампонами с трубками увеличенного диаметра.

А.И. Крюков [и др.]. Вестник оториноларингологии. 2023. Т. 88. № 3. С. 124-125.

3. Сравнительный анализ различных видов тампонов, применяемых после септопластики, конхотомии нижних носовых раковин. Крюков А.И. [и др.]. Вестник оториноларингологии. 2024;89(5):16-22.

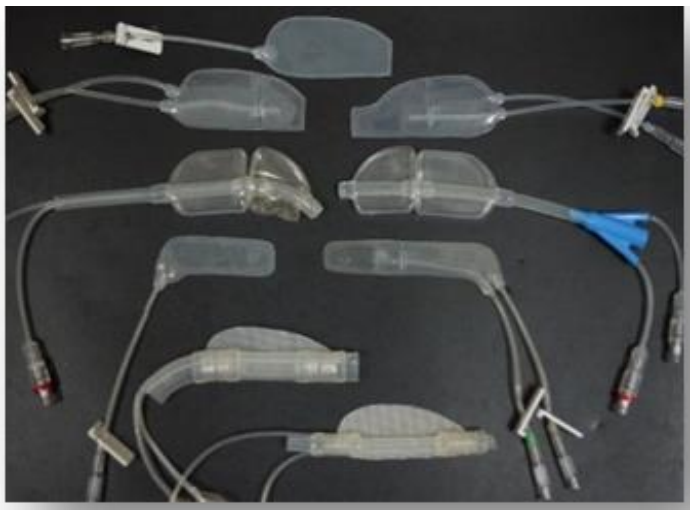


Рис. 121. Разработанные варианты внутриносовых гидротампонов

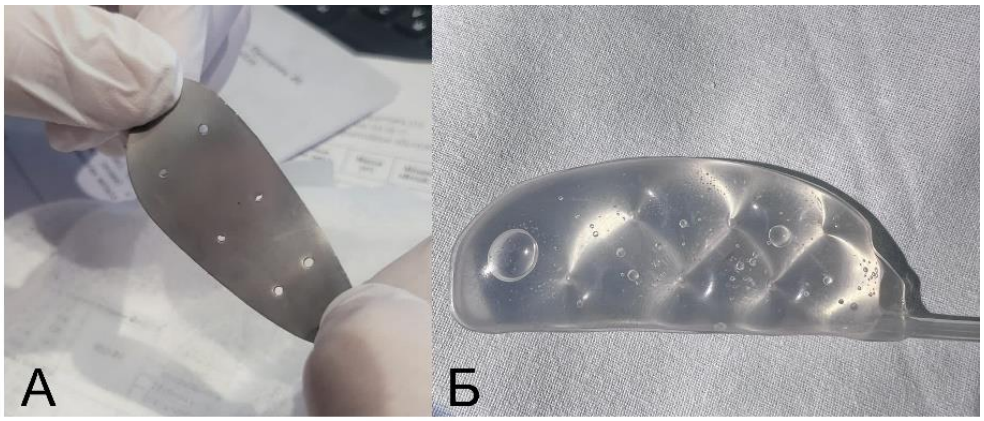


Рис. 122. А: Сплинт для перегородки носа с антисептическим нанопокрытием.
Б: Однокамерный гидротампон для полости носа с точечными склейками

6. Разработка, научное обоснование и реализация в практике отечественного здравоохранения трансплантации жизненно важных органов для излечивания тяжелых заболеваний у взрослых и детей

Государственная премия Российской Федерации в области науки и техники, Указ Президента Российской Федерации от 10.06.2024 г. № 468 (Рис. 123*)*

Научно обоснована, создана и реализована высокоэффективная система лечения больных, взрослых и детей, с приобретенными и врожденными заболеваниями жизненно важных органов в терминальной стадии.

Разработаны оригинальные высокоэффективные хирургические технологии, в том числе имеющие мировой приоритет; технологии трансплантации органов от донора, не совместимого по группе крови; способы жизнеобеспечения пациентов с нарушениями витальных функций в период ожидания донорского органа; созданы и внедрены отечественные системы вспомогательного кровообращения. Разработаны и внедрены методики сохранения и реабилитации донорских органов, необходимые для их

осуществления отечественное оборудование и материалы. Научно обоснована и внедрена в практику здравоохранения регионов Российской Федерации система оказания помощи по трансплантации жизненно важных органов.

Благодаря внедрению разработанных коллективом авторов научно-технологических, хирургических, клинических и организационных решений удалось радикально изменить значимость и эффективность трансплантации донорских органов в Российской Федерации: многократно увеличено число операций по трансплантации органов, в том числе детям самого раннего возраста; исчезла необходимость в направлении за рубеж российских детей для выполнения им трансплантации органов. Масштабно расширена география оказания трансплантологической помощи в субъектах Российской Федерации.

Организация: НМИЦ трансплантологии и искусственных органов им. ак. В.И. Шумакова.

Авторы: ак. РАН Готье С.В., д.м.н. РАН Минина М.Г., ак. РАН Хубутия М.Ш.

Публикации:

Готье С. В. Донорство и трансплантация органов в Российской Федерации в 2023 году. XVI сообщение регистра Российского трансплантологического общества / С. В. Готье, С. М. Хомяков // Вестник трансплантологии и искусственных органов. – 2024. – Т. XXVI. – № 3. – С. 8–31. DOI: 10.15825/1995-1191-2024-3-8-31

Пашков И. В. Донорство легких после остановки кровообращения. Проблемы и возможности / И. В. Пашков, М. Г. Минина, Н. В. Грудинин, В. К. Богданов // Вестник трансплантологии и искусственных органов. – 2024. – Т. XXVI. – № 1. – С. 171–177. DOI: 10.15825/1995-1191-2024-1-171-177

Патент на изобретение 2812592 РФ от 30.01.2024. Система и способ вспомогательного кровообращения при хирургических вмешательствах на печени [Текст] / Бондаренко Д.М., Сдвигова А.Г., Зубенко С.И., Монахов А.Р., Устинов С.Ю., Болдырев М.А., Грудинин Н.В., Цирульникова О.М., Готье С.В. Заявитель и патентообладатель: ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России (RU).

Патент на изобретение 2826522 РФ от 11.09.2024. Способ искусственного кровообращения у реципиента сердца при его трансплантации и система для его осуществления [Текст] / Бондаренко Д.М., Сдвигова А.Г., Зубенко С.И., Акопов Г.А., Попцов В.Н., Сирина Е.А., Цирульникова О.М., Готье С.В. Заявитель и патентообладатель: ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России (RU).

Клинические рекомендации: Трансплантация легкого (легких), трансплантация легочно – сердечного комплекса, наличие трансплантированного легкого, наличие трансплантированного легочно – сердечного комплекса, отмирание и отторжение трансплантата легкого, отмирание и отторжение легочно – сердечного трансплантата.

Трансплантология: итоги и перспективы / под ред. акад. РАН С.В. Готье. – Москва – Тверь : ООО «Издательство «Триада», 2024. – 320 с.

Трансплантология и искусственные органы: учебник / под ред. акад. РАН С.В. Готье. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Лаборатория знаний, 2025. – 348 с.



Рис. 123. Государственная премия Российской Федерации в области науки и техники

7. Микростентирование для хирургии глаукомы

Впервые в мире разработан микростент из материала с памятью формы для проведения операций при глаукоме (**Рис. 124**). Прогрессирующее неизлечимое заболевание является социально значимым и проявляется разрушением нервных волокон при повышении внутриглазного давления. Около 1,5 миллионов человек в Российской Федерации болеют глаукомой, первичная заболеваемость находится на уровне более 100 тысяч случаев в год. Ежегодно в Российской Федерации проводят более 60 тысяч операций при глаукоме, большинство из которых могут быть выполнены с применением технологий микростентирования, по аналогии с сосудистой хирургией, что позволит улучшить результаты, снизить потребность в повторных операциях и инвалидность вследствие заболевания. Микростент через прокол помещают в ткани глаза, где он расправляется из сжатого состояния, создает и поддерживает отток внутриглазной жидкости, препятствуя повышению внутриглазного давления (**Рис. 125**). Технология имеет высокий инновационный потенциал и позволит экономить на лечении пациентов с глаукомой 1–3 миллиарда рублей в год.

Сфера применения: офтальмология, микрохирургия глауком.

Организации: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт глазных болезней имени М.М. Краснова».

Авторы: Ю.Н. Юсеф, Н.Ю. Школяренко, А.А. Антонов, С.Н. Юсеф.

Публикации:

Юсеф Ю.Н., Антонов А.А., Школяренко Н.Ю., Юсеф С.Н. Экспериментальное исследование дренажа из нитинола // Национальный журнал глаукома. – 2023. – Т. 22 – №. 2. – С.11-16.

Макарова А.С., Федоров А.А., Козлова И.В., Овсепян С.А. Особенности репаративного процесса при антиглаукомных операциях (экспериментальное исследование) // Национальный журнал глаукома. – 2023. – Т. 22 – №. 2. – С.3-10.

Антонов А.А., Витков А.А., Волжанин А.В., Козлова И.В., Овсепян С.А. Периоперационная профилактика кровотечения при хирургии глаукомы. Вестник офтальмологии // Вестник офтальмологии. – 2024. – т. 140 – N5. – С.118-124.

Юсеф Ю.Н., Антонов А.А., Школяренко Н.Ю., Юсеф С.Н. Возможности микростентирования при глаукоме // Современные технологии в офтальмологии. 2024. № 2 (54). С. 175-176.



Рис. 124. Микростент из нитинола для хирургии глаукомы

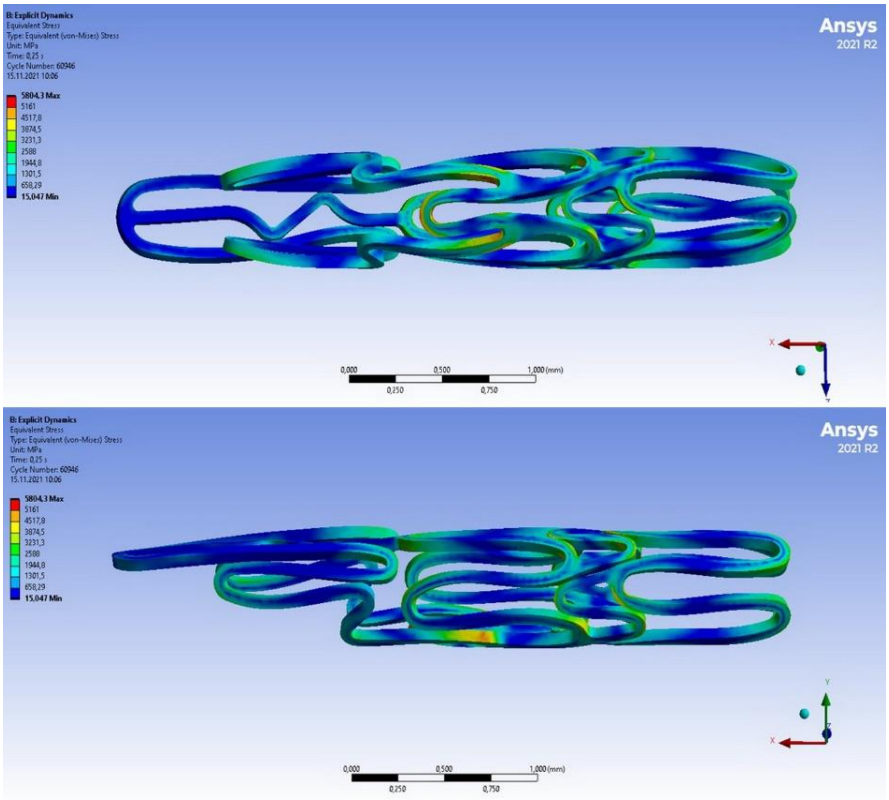


Рис. 125. Математическая модель микростента в сжатом состоянии

Секция медико-биологических наук

1. Индивидуальные нейропротезы из керамики и титана

В СамГМУ разработаны индивидуальные эндопротезы из титана с высокой остеоинтегративной функцией (**Рис. 126**), развитой 3D – структурой поверхностей эндопротезов в местах контакта с костью, доступностью различных функциональных покрытий, с возможностью изготовления любых анатомических форм и конструкций, с высокими пределами прочности и функциональности за счёт применения аддитивных

технологий (проведено более 800 операций). Разработаны индивидуальные эндопротезы из керамики с высокой остеоинтеграцией, доступностью различных функциональных покрытий, с возможностью применения в однополюсных эндопротезах суставов и лучшей парой трения за счёт минимального износа и слабых реакций организма на частицы износа керамики (проведено более 100 операций). Разработан ревизионный эндопротез голеностопного сустава связанного типа с повышенной вариативностью при использовании в повторных операциях, с возможностью выполнять органосохраняющие операции при опухолях, сложных многооскольчатых переломах. Совместно с партнёрами впервые в России разработаны и изготовлены эндопротезы с неинвазивным раздвижным механизмом.

Сфера применения: травматология, ортопедия, хирургия, ЧЛХ, нейрохирургия, онкология и др.

Организация: ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Авторы: Г.П. Котельников А.Н. Николаенко, В.В. Иванов, А.А. Ушаков.

Публикации:

1. Эндопротезирование голеностопного сустава. Гений ортопедии. Котельников Г.П., Николаенко А.Н., Иванова О.Ф., Дороганов С.О., Иванов В.В. 2021. Т. 27. № 5. С. 645-657.

2. Разработка универсального алгоритма проектирования персонифицированного эндопротеза голеностопного сустава. Медицинская техника, Иванов В.В., Николаенко А.Н. Евдокимов Д.В., Ушаков А.А. Терсков А.Ю. №1, 2023, с. 36-39

3. Цифровое моделирование критических состояний эндопротезирования пястно-фалангового сустава. Гений ортопедии. А.Н. Николаенко, В.В. Иванов, С.О. Дороганов, А.С. Букатый, Д.О. Згирский 2023. Т. 29, № 2., с 148-154

4. Анализ биомеханики проксимального межфалангового сустава после эндопротезирования. Гений ортопедии. Г.П. Котельников, А.В. Колсанов, А.Н. Николаенко, Д.О. Згирский, С.О. Дороганов 2023. Т.29, № 5, с 468-474

5. Анализ биомеханики первого плюснефалангового сустава после эндопротезирования. Хирургия. Журнал имени Н.И. Пирогова. Котельников Г.П., Николаенко А.Н., Иванов В.В., Гранкин И.О., Исайкин П.Ю. 2023, №5, с58-64

6. Эндопротезирование голеностопного сустава при лечении грубой посттравматической деформации дистального отдела большеберцовой кости. Клинический случай. Хирургия. Журнал имени Н.И. Пирогова. Котельников Г.П., Николаенко А.Н., Иванов В.В., Колсанов А.В. Долгушкин Д.А. 2024, №1, с110-118.

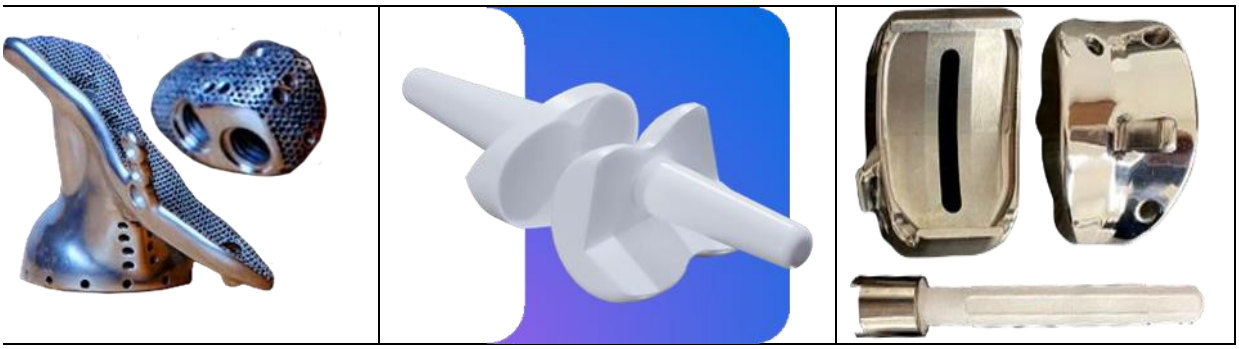


Рис. 126. Индивидуальные инновационные нейропротезы из керамики и титана

2. Индивидуальные реконструктивные имплантаты для возмещения костных дефектов

Разработаны инновационные имплантаты из фторполимеров и титановых сплавов для замещения различных дефектов у пациентов с онкологическими заболеваниями. Данная разработка позволяет решить сразу несколько клинических задач при реконструктивно-пластических операциях по замещению костных дефектов: биохимическая и биомеханическая совместимость, износостойкость, контролируемая биологическая деградация. Изделия изготавливаются индивидуально, по данным компьютерной томографии, и уже активно применяются в клинике НИИ онкологии Томского НИМЦ при проведении сложнейших реконструктивных операций по замещению крупных дефектов лицевого скелета, грудной стенки, суставов верхней конечности, таза, стопы и др. локализаций.

Один из вариантов исполнения представляет собой особый петельный модуль для каркасной многоярусной реконструкции, обладающий свойствами поддержки, наращивания и регенерации живой ткани субъекта, с функциональной многослойной поверхностью, позволяющей наносить покрытие, проявляющее антибактериальные свойства, а также стимулирующее регенерацию мягких тканей или несущее на себе цитостатические препараты (**Рис. 127** и **Рис. 128**). Техническое решение совмещает в себе каркасность, динамичность, функциональность в зависимости от клинической необходимости.

Сфера применения: онкология, травматология, ортопедия, торакальная хирургия, челюстно-лицевая хирургия, ортодонтия и др.

Организации: Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, НИИ онкологии; ООО НПК «Синтел», Томский государственный университет, Томский политехнический университет.

Руководитель: ак. РАН Чойнзонов Е.Л.

Авторы: Кульбакин Д.Е., Анисеня И.И., Булдаков М.А, Митриченко Д.В., Марченко Е.С., Твердохлебов С.И.

Публикации:

Патент на изобретение RU 2 694 213 от 09.07.2019 г. (Модуль для каркасной реконструкции грудной клетки.); подана заявка на регистрацию медицинского изделия в Росздравнадзор (УГТ 5); Разработки в области реконструктивной хирургии пациентов с онкологическими заболеваниями представлены на XI международном форуме технологического развития «Технопром-2024».

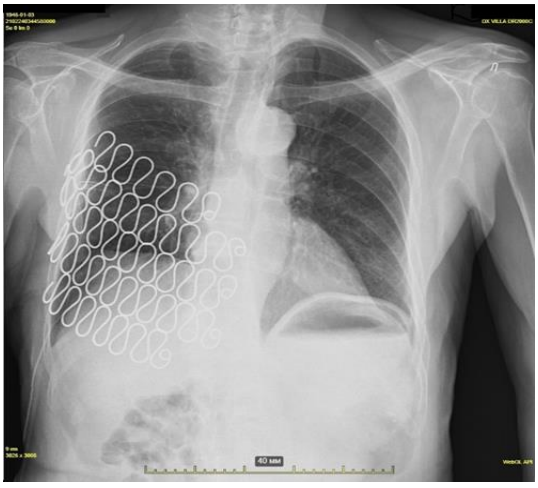


Рис. 127. Пример расположения петельного модуля для каркасной многоярусной реконструкции



Рис. 128. Петельный модуль для каркасной многоярусной реконструкции

3. Сенипрутуг, уникальный препарат для лечения болезни Бехтерева

Коллективом российских ученых была разработана оригинальная стратегия прицельного уничтожения аутореактивных Т-лимфоцитов, которая позволила создать инновационный препарат Сенипрутуг для лечения тяжелого инвалидизирующего заболевания – болезни Бехтерева. Данная инновационная разработка представляет собой моноклональное антитело, потенциально способствующее торможению и остановке иммуновоспалительного процесса с перспективами предотвращения прогрессирования аксиального спондилоартрита. В отличие от существующих опций терапии, действие лекарственного средства направлено на инициальный элемент механизма развития заболевания, а не на устранение проявлений иммунного воспаления (**Рис. 129**).

Сенипрутуг является «первым в классе», направленно устраняет первопричину заболевания без системного подавления иммунитета и позволяет достичь полноценной ремиссии у пациентов. Он открывает принципиально новый подход к лечению аутоиммунных заболеваний, не имеющий мировых аналогов. Препарат станет доступен для системы здравоохранения и обеспечения пациентов после проведения соответствующих процедур государственных закупок на поставку лекарственного средства.

Сфера применения: лечения болезни Бехтерева с полной ремиссией на период действия препарата, не имеет эффекта привыкания, нет иммуносупрессии (в июле выпущен в гражданский оборот).

Организация: РНИМУ им. Н.И. Пирогова.

Соисполнители: ИБХ РАН, Акционерное общество «БИОКАД».

Авторы: ак. РАН Лукьянов С.А., Чудаков Д.М., Британова О.В., Яковлев П.А.

Публикации:

Насонов Е.Л., Мазуров В.И., Лила А.М., Дубинина Т.В., Гайдукова И.З., Лапшина С.А., Клименко А.А., Сомов Д.В., Лукьянов С.А., Чудаков Д.М [и др.]. Эффективность и безопасность препарата BCD-180, моноклонального антитела к TRBV9+ Т-лимфоцитам, у пациентов с активным рентгенологическим аксиальным спондилоартритом: результаты 36 недель рандомизированного двойного слепого плацебо-контролируемого клинического исследования фазы 2 ELEFTA. Научно-практическая ревматология. 2024;62(1):65-80. https://doi.org/10.47360/1995-4484-2024-65-80.

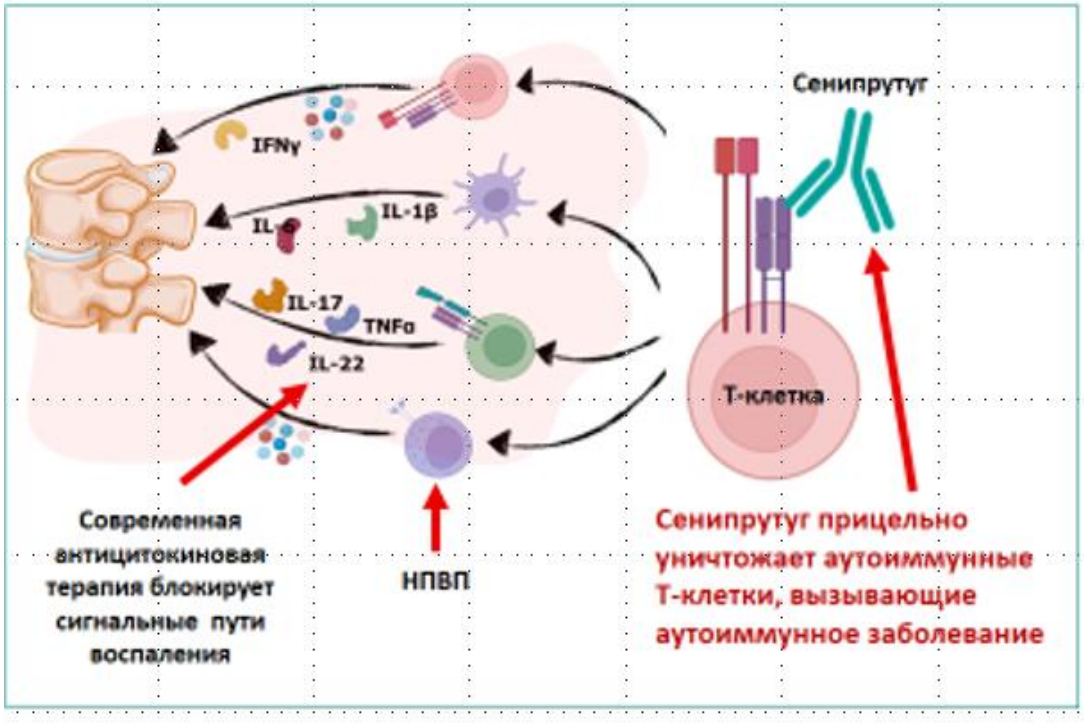


Рис. 129. Терапия аутоиммунных заболеваний

4. Разработка молекулярных вакцин на основе технологии «пептид-переносчик»

Платформа пептид-переносчик для разработки молекулярных аллерговакцин показывает многочисленные преимущества по сравнению с классическими вакцинами на основе экстрактов аллергенов. Молекулярная вакцина на базе такой платформы – для лечения аллергии на кошек – уже завершила доклинические исследования, показав высокие профили безопасности и эффективную выработку блокирующих антител, необходимых для лечения аллергии на кошек и формирования стойкой толерантности. Еще одним выявленным преимуществом данной вакцины была способность вызывать защитный иммунный ответ против перекрестно-реагирующих аллергенов. Низкая аллергенность и высокий профиль безопасности вакцины позволит в дальнейшем применять вакцину не только для лечения, но и для профилактики аллергии на кошек. Препараты внедрены в клиническую практику.

Продолжаются исследования по разработке молекулярной вакцины для аллерген-специфической иммунотерапии аллергии на собак. Была проведена детальная характеристика аллергенов собак, которая легла в основу принципов дифференциальной диагностики аллергии на пушных животных, а также стала ключевым этапом для отбора клинически значимых аллергенов в дизайн вакцины. Начаты клинические исследования вакцины для лечения аллергии на березу (**Рис. 130**).

Сфера применения: лечение аллергических реакций.

Организации: Сеченовский Университет, Венский медицинский университет.

Организации-соисполнители: Институт иммунологии ФМБА России.

Авторы: ак. РАН А.В. Караулов, иностранный член РАН Рудольф Валента, чл.-корр. РАН М.Р. Хаитов.

Публикации:

Trifonova D, Curin M, Focke-Tejkl M, Liu Z, Borochova K, Gattinger P, van Hage M, Grönlund H, Kiss R, Huang H, Keller W, Riabova K, Karsonova A, Kundi M, Tulaeva I, Fomina D, Karaulov A, Valenta R. Recombinant hypoallergenic cat allergy vaccines. 2024. In minor revision: Allergy.



Рис. 130. Разработка молекулярных вакцин на основе технологии «пептид-переносчик»

5. Разработка препарата гуманизированного моноклонального антитела к интерлейкину-6 человека (назначение – антицитокиновая терапия)

Получено рекомбинантное гуманизированное моноклональное антитело, блокирующее биологическую активность интерлейкина-6 человека. Создан штамм-продуцент для биореакторного культивирования на основе клеток CHO, обеспечивающий синтез антител до 20 г/л и выше (**Рис. 131**). Биоактивность полученных антител сравнима или превышает активность известных моноклональных антител тоцилизумаб (**Рис. 132**). В настоящее время проводятся доклинические испытания препарата. Назначение – антицитокиновая терапия для блокады цитокинового шторма, лечения иммуновоспалительных заболеваний. Препарат после клинического внедрения может быть использован для импортозамещения по указанным показаниям.

Сфера применения: антицитокиновая терапия.

Организация: ФГУП «Гос.НИИ ОЧБ» ФМБА России.

Автор: чл.-корр. РАН А.С. Симбирцев.

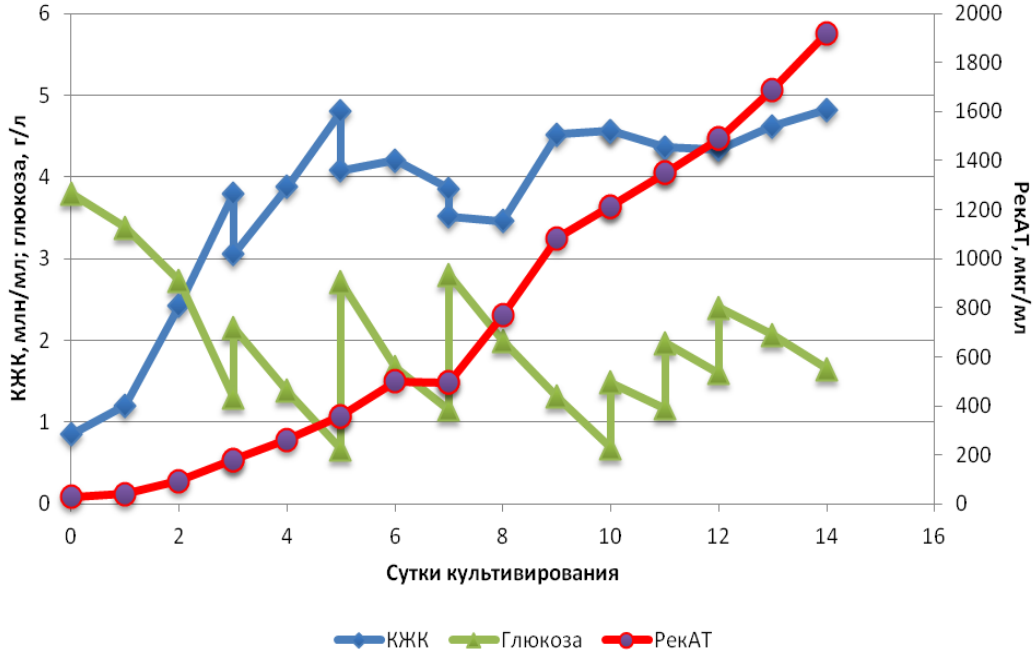


Рис. 131. Наработка моноклональных антител, биореакторный процесс типа fed-batch

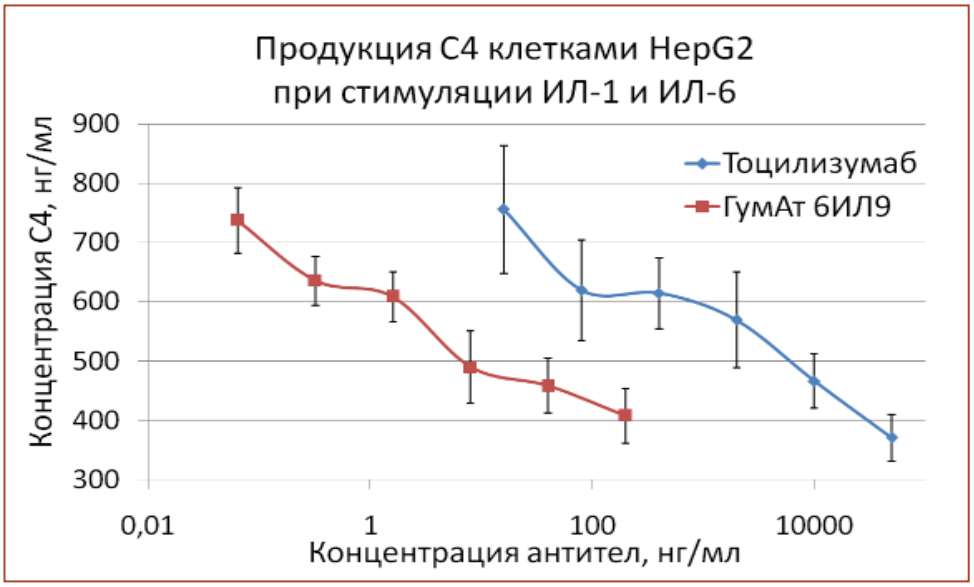


Рис. 132. Подавление разработанными антителами к ИЛ-6 продукции С4 компонента комплемента клетками HepG2

6. «Наука – фронту»

В 2022 году был создан инициативный проект «Наука – фронту» (**Рис. 133**), объединивший патриотично настроенных сотрудников ФИЦ ФТМ, готовых в инициативном порядке заняться разработкой средств оказания неотложной помощи в экстремальных и боевых условиях. Уже в мае 2022 года были разработаны и испытаны первые кровоостанавливающие средства, сформировано и запущено производство за счет собственных средств участников проекта.

В настоящий момент в зону проведения Специальной военной операции передано порядка 200 000 изделий разработки и производства ФИЦ ФТМ, с помощью которых оказана помощь тысячам раненых бойцов.

В рамках проекта созданы, переданы в зону СВО и уже спасают человеческие жизни такие изделия, как гемостатическая тампонада на каолиновой основе «Plantago GAUZE», противоожоговое гелиевое средство на нетканой основе (противоожоговая салфетка) «Plantago ANTI-BURN», асептическая повязка для защиты и увлажнения эвентированных (выпавших) органов «Plantago PROTECT», жгут-турникет.

Сфера применения: оказание неотложной помощи в экстремальных и боевых условиях.

Организация: Федеральное Государственное Бюджетное Научное Учреждение «Федеральный Исследовательский Центр Фундаментальной и Трансляционной Медицины».

Руководитель: ак. РАН М.И. Воевода.



Рис. 133. Наука – фронту

7. Разработка технологии и промышленное производство вакцин против полиомиелита. Обеспечение эпидемиологической безопасности страны

Национальный лекарственный суверенитет является важнейшим фактором устойчивости Российской Федерации к кризисным ситуациям. Сделан весомый вклад в развитие и поддержание такого суверенитета путем разработки технологии полного цикла производства отечественных вакцин против полиомиелита – от исходного (маточного) штамма и клеточных культур до готовой лекарственной формы. Опираясь на достижения молекулярной вирусологии, данных о взаимодействии вирусов и клетки, репликации вирусов, использование современных технологических установок для наработки вирусов и современных методов их очистки, выделения и инактивации в ФНЦИРИП им.

М.П. Чумакова РАН (Институт полиомиелита) создана принципиально новая платформа получения цельновирусных вакцин.

Разработана и поставляется в интересах Национального календаря прививок первая российская инактивированная вакцина «ПоливакСин» (**Рис. 134**) от полиомиелита, технологически опережающая аналоги, производимые в развитых странах Запада, а также двухвалентная пероральная вакцина «БиВак полио» (**Рис. 135**), разработанная в рамках глобальной программы искоренения полиомиелита.

Создана действующая сеть лабораторий в Российской Федерации и сопредельных странах субрегиона для надзора за полиомиелитом, что позволило достичь и поддерживать статус страны «свободной от полиомиелита», контролировать случаи завоза возбудителя с сопредельных стран и территорий. Продолжающийся процесс мониторинговых исследований, разработки и внедрения новых подходов и методов к диагностике полиомиелита позволяет совершенствовать национальный календарь вакцинопрофилактики и поддерживать высокое качество эпидемиологического надзора за полиовирусной инфекцией в изменяющееся глобальной ситуации.

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 20 октября 2024 г. № 3026-р авторскому коллективу сотрудников ФГАНУ «ФНЦИРИП им. М.П. Чумакова РАН» (Институт полиомиелита) присуждена премия Правительства Российской Федерации 2024 года в области науки и техники и присвоено почетное звание лауреатов премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники.

Сфера применения: профилактика инфекционных заболеваний.

Организация: ФНЦИРИП им. М.П. Чумакова РАН.

Авторы: ак. РАН Ишмухаметов А.А., Иванова О.Е., Иванов А.П., Хапчаев Ю. Х., Козловская Л.И., Синюгина А.А., Пиняева А.Н., Ивин Ю.Ю., Ковпак А.А., Шишова А.А.

Публикации:

1. Патент на изобретение № 2816193 «Способ биотехнологии и производства вакцин с использованием клеточной культуры Vero». Ишмухаметов А.А., Синюгина А.А., Пиняева А.Н., Ивин Ю.Ю., Мажед Ж.Х., Василенко В.Е. Правообладатель ФГАНУ «ФНЦИРИП им. М.П. Чумакова РАН» (Институт полиомиелита).

2. Non-Polio Enteroviruses Isolated by Acute Flaccid Paralysis Surveillance Laboratories in the Russian Federation in 1998–2021: Distinct Epidemiological Features of Types/Ivanova O.E., Eremeeva T.P., Morozova N.S., Mikhailova Y.M., Kozlovskaya L.I., Baikova O.Y., Shakaryan A.K., Krasota A.Y., Korotkova E.A., Yakovchuk E.V. Shustova E.Y., Lukashev A.N.// Viruses, 2024. T-16, p.135.

3. Vaccine-associated paralytic poliomyelitis in a child: fast transformation from Sabin-like virus to vaccine-derived poliovirus triggered an epidemiological response in two countries of the European region/ Ivanova OE, Kozlovskaya LI, Eremeeva TP, Shakaryan AK, Ivanov AP, Baykova OY, Krasota AY, Shustova EY, Mustafina AN, Morozova NS, Bobokhonova MS, Deshevoi SE, Ishmukhametov AA.// Int J Infect Dis. 2022;125:35-41.

4. Подбор сорбента для очистки концентрата вакцинного штамма полиовируса методом гель-фильтрации/ Пиняева А.Н., Ковпак А.А., Ивин Ю.Ю., Шишова А.А., Сорокин А.А., Простова М.А., Белякова А.В., Синюгина А.А., Ишмухаметов А.А., Хапчаев Ю.Х., Гмыль А.П.// Biotekhnologiya. 2021. T-37, p.84–94.

5. Journal of microbiology, epidemiology and immunobiology / Kovpak AA, Ivin YY, Piniaeva AN, Khapchaev YK, Ozherelkov SV, Belyakova AV, Ishmukhametov AA. Application of ultrafiltration membranes for purification and concentration of Sabin poliovirus type 1//2021. T-98(2), p.135–143.

6. Immunogenicity and Safety of Inactivated Sabin-Strain Polio Vaccine «PoliovacSin»: Clinical Trials Phase I and II/ Piniaeva A, Ignatyev G, Kozlovskaya L, Ivin Y, Kovpak A, Ivanov A, Shishova A, Antonova L, Khapchaev Y, Feldblium I, Ivanova O, Siniugina A, Ishmukhametov A.//Vaccines (Basel). 2021. T-29. p. 9(6):565.



Рис. 134. Вакцина «ПолиовакСин»



Рис. 135. Вакцина «БиВак полио»

Секция профилактической медицины

1. Применение CRISPR/Cas для выявления генов антибиотикорезистентности у бактерий

Антибиотикоустойчивые патогенные микроорганизмы являются проблемой современного здравоохранения, так как устойчивость к антибиотикам приводит к увеличению медицинских расходов, длительному пребыванию в больнице и увеличению смертности. В связи с этим крайне актуальной остается задача разработки новых эффективных методик выявления генов антибиотикоустойчивости у бактериальных патогенов, основанных на применении CRISPR/Cas. Впервые в Российской Федерации разработаны лабораторные методики для ультрачувствительного выявления генов устойчивости у микроорганизмов, продуцирующих бета-лактамазы расширенного спектра действия, позволяющие выявлять единичные копии генов (до 5 копий ДНК в реакции) у патогенных микроорганизмов. Разработанные методики в 10 раз более чувствительны, чем классический ПЦР-анализ (**Рис. 136**). Заявленные методики можно использовать для разработки методов выявления антибиотикоустойчивых микроорганизмов.

Организация: ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора.

Авторы: ак. РАН В.Г. Акимкин, к.б.н. А.И. Тюменцев, к.б.н. М.А. Тюменцева, А.Н. Преловская, А.С. Акинин.

Область применения: лабораторная диагностика, эпидемиология, инфекционные болезни.

Публикации:

Выдано 12 патентов РФ (№2743861, №2745637, № 2734520, №2782314, №2782315, №2782588, №2791879, №2791880, №2782739, №2820306, №2820307, №2829103). Опубликованы 3 международные заявки на патент (WO 2021/211010 A1, WO 2021/211011 A1, WO 2021/211012 A1).

Подано 8 заявок на патент РФ (№2024128982, №2024128984, №2024128985, №2024128983, №2024128966, №2024128968, №2024128965, №2024128967)

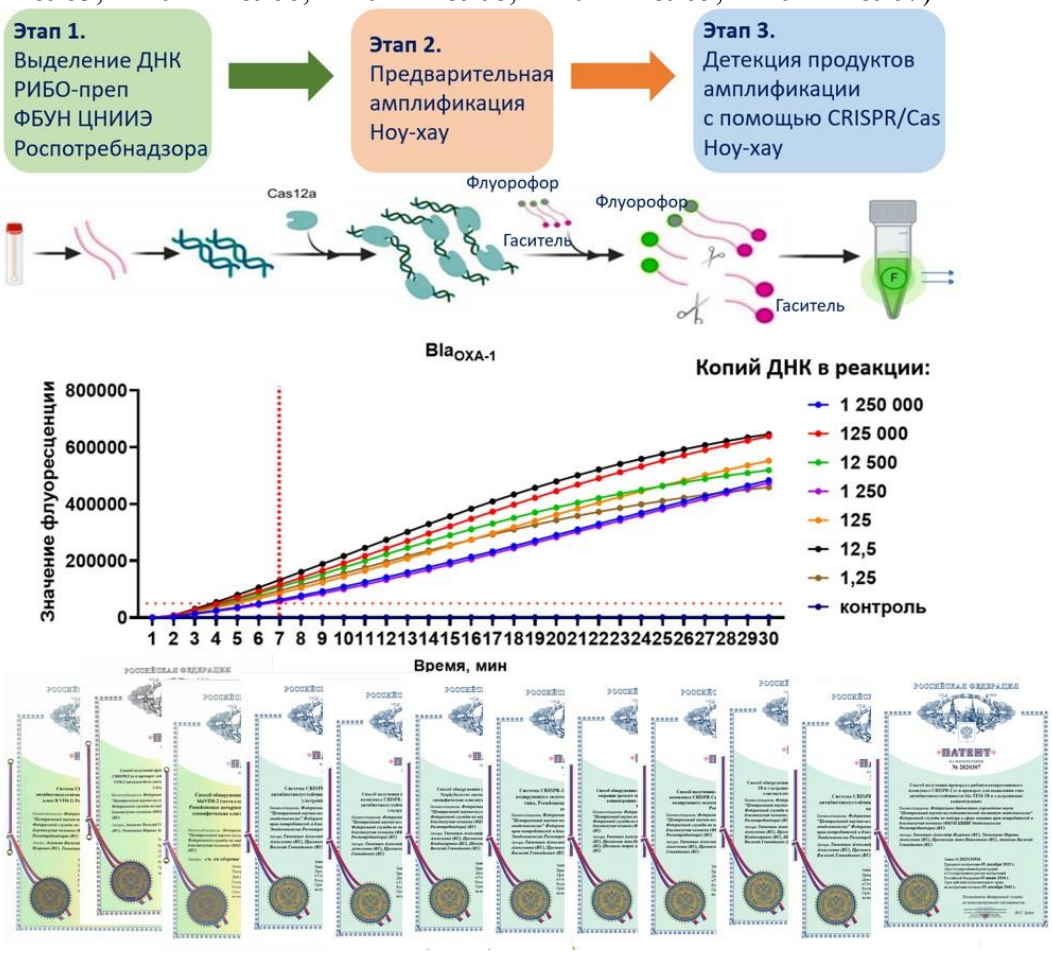


Рис. 136. Принцип метода выявления генов антибиотикоустойчивости у бактериальных патогенов, основанный на применении CRISPR/Cas

2. Молекулярная диагностика на основе LAMP

Разработаны и зарегистрированы наборы реагентов на основе LAMP (Loop-mediated isothermal amplification) – петлевой изотермической амплификации для ряда патогенов. Основные преимущества LAMP: скорость амплификации – 25–30 минут (ПЦР – 1,5–2 часа); высокая специфичность – за счет 4–6 праймеров (ПЦР – 2 праймера + 1 зонд); сопоставимый с ПЦР предел обнаружения – 10^3–10^4 копий/мл (ПЦР – 10^3 копий/мл). Принцип проведения молекулярной диагностики на основе LAMP показан на рисунке (**Рис. 137**).

Организация: ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора.

Авторы: Черкашина А.С., Михеева О.О., Соловьева Е.Д., Пика М.И., Петров В.В., Красовитов К.В., Фролова А.Ю., Шеметова А.Ф., Черкашин Е.А., Акимкин В.Г.

Публикации:

Патент №2809366. Способ получения большого фрагмента Bst-полимеразы (варианты).

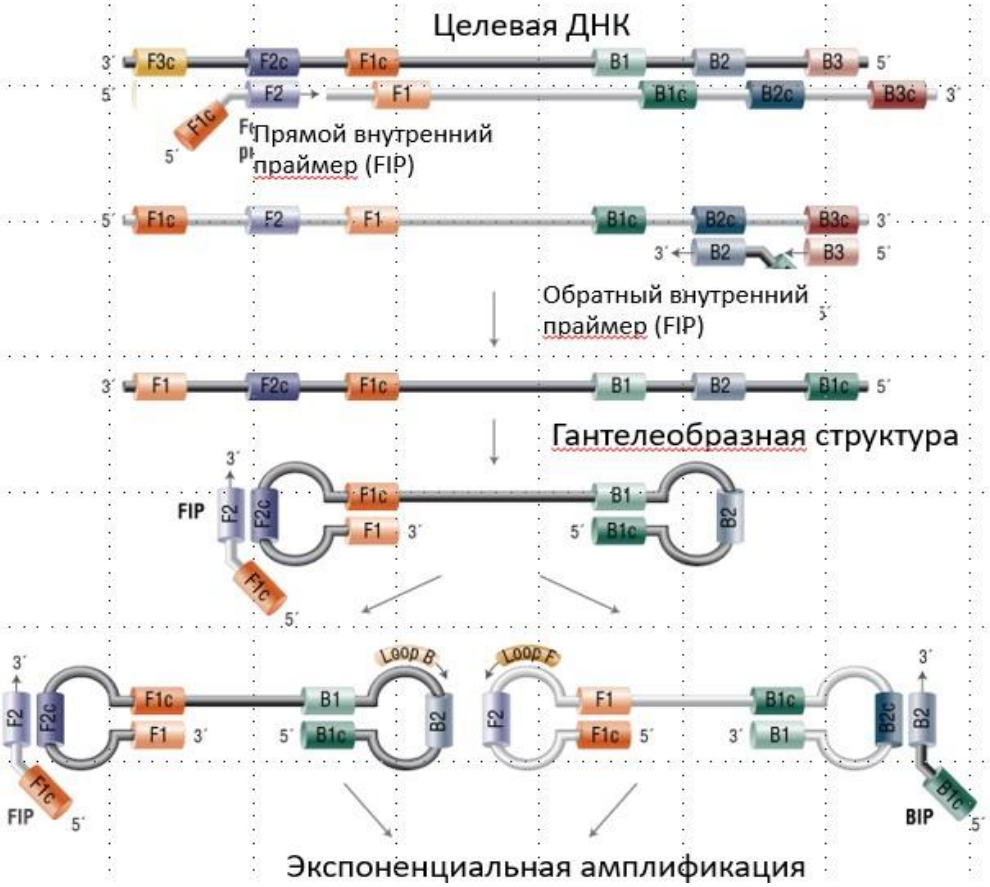


Рис. 137. Принцип метода LAMP

3. Высокочувствительная тест-система для выявления микобактериальных инфекций

Разработана тест-система на основе праймеров и TaqMan зондов для выявления туберкулезных и нетуберкулезных микобактерий. На исчерпывающей выборке референсных геномов микобактерий из NCBI показана высокая потенциальная специфичность разработанного теста. Виртуальной программой Primer-BLAST и вручную, сервисом Blastn, показано, что разработанный метод будет успешно дискриминировать виды *M. tuberculosis complex: M. tuberculosis, M. africanum, M.canettii, M. bovis, M. caprae, M. microti* от 125 видов нетуберкулезных микобактерий (**Рис. 138**).

Организация: ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ.

Авторы: Огарков О.Б., Синьков В.В., Кондратов И.Г., Жданова С.Н., Орлова Е.А., Хромова П.А., Рычкова Л.В.

Публикации:

Огарков О.Б., Синьков В.В., Кондратов И.Г., Жданова С.Н., Орлова Е.А., Хромова П.А Разработка ПЦР-РВ метода для выявления туберкулезных и нетуберкулезных микобактерий в клиническом материале на основе полиморфизма гена белка теплового шока. Клиническая лабораторная диагностика. 2024. Т. 69. № 8. С. 421-426.



Рис. 138. Современная высокочувствительная тест-система для выявления инфекций

4. Разработаны клинические протоколы и внедрены в практику медицинской реабилитации участников СВО реконструктивно-восстановительные операции и протезирование, ЛФК

Разработаны клинические протоколы и в практику медицинской реабилитации участников СВО внедрены реконструктивно-восстановительные операции и протезирование, ЛФК, в том числе роботизированная механотерапия с биологической обратной связью и функциональной электростимуляцией, тренировки на различных тренажерах и тренировки с помощью медицинских активных экзоскелетов, бобат-терапия и др.; терапия с использованием естественных (климато- и бальнеотерапия, грязелечение) и искусственных (преформированных) лечебных факторов; психокоррекция и психотерапия; магнитная стимуляция головного мозга, эрготерапия, восстановление профессионально важных качеств с использованием аппаратно-программных комплексов с биологической обратной связью и виртуальной реальностью, фармакотерапия, речевая и когнитивная терапия, диетотерапия, нутритивная поддержка. Позволяет эффективно оказывать медицинскую реабилитацию после травм, полученных в экстремальных и боевых условиях (**Рис. 139**).

Организация: филиал № 2 ФГБУ НМИЦ ВМТ им. А.А.Вишневского Минобороны России.

Авторы: Разумов А.Н., Бобровницкий И.П., Яковлев М.Ю., Нагорнев С.Н., Соколов А.В., Лебедев Н.Н.

Область применения: восстановительная медицина.

Публикации:

Бобровницкий И.П., Яковлев М.Ю., Нагорнев С.Н., Соколов А.В., Лебедев Н.Н., Разумов А.Н. «Мелодическое обеспечение цифрового мониторинга функциональных резервов организма в программах здоровьесбережения, медицинской реабилитации и санаторно-курортного лечения населения».



Рис. 139. Инновационные мероприятия в медицинской реабилитации участников СВО

5. Отечественная 4-х компонентная ассоциированная вакцина на основе аттенуированных штаммов вирусов кори, эпидемического паротита, краснухи и ветряной оспы

Получены отечественные холодоадаптированные аттенуированные к культуре диплодных клеток человека вирусные штаммы для создания 4-х компонентной ассоциированной вакцины: vFiraVax против ветряной оспы, vZelVax против опоясывающего герпеса, vRub-Ant против краснухи, Л3 против эпидемического паротита, Л16 против кори. Установлена их высокая иммуногенность на модели лабораторных животных (морские свинки) (**Рис. 140**).

Разработаны не имеющие отечественных аналогов экспериментальные образцы тест-систем для изучения эффективности вакцинации и закономерностей развития поствакцинального и постинфекционного иммунитета:

- тест gpРПГА на основе формализированных бараньих эритроцитов, сенсибилизированных гликопротеинами Varicella Zoster Virus (VZV);
- иммуноферментная тест-система для количественного определения IgG-антител к Varicella Zoster Virus на основе рекомбинантного антигена gE (**Рис. 141**).

Организация: НИВС им. И.И. Мечникова.

Авторы: Нагиева Ф.Г., Баркова Е.П., Харченко О.С., Сидоров А.В., Алаторцева Г.И., Нестеренко Л.Н., Притворова Л.Н., Свитич О.А., Зверев В.В.

Публикации:

Нагиева Ф.Г., Баркова Е.П., Харченко О.С., Сидоров А.В., Алаторцева Г.И., Черепович Б.С., Тараканова Ю.Н., Трубачева О.А., Пашков Е.А., Ртищев А.А., Свитич О.А., Зверев В.В. Простой высокочувствительный и специфичный серологический тест

для выявления антител к вирусу Varicella zoster. Вопросы вирусологии. 2024; 69(6): DOI: https://doi.org/10.36233/0507-4088-259 EDN: https://elibrary.ru/ykzhop

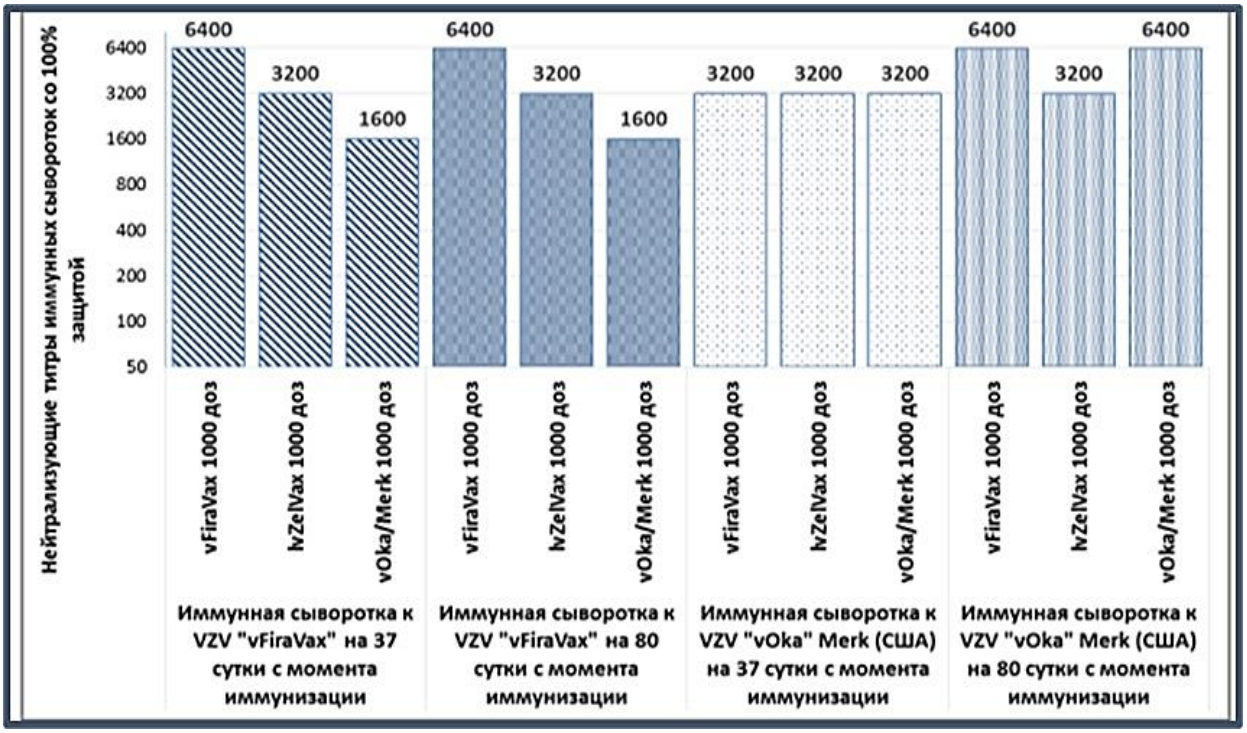


Рис. 140. Перекрестно-реактивный гуморальный иммунитет вакцинных штаммов

Тест-система	«IgG-антитела-VZV» НИИВС им. И.И. Мечникова	«ВектоVZV-gE-IgG» ЗАО «Вектор-Бест»	«ИФА-Ветряная оспа-IgG» ЗАО «ЭКОлаб»
Антигенная основа	Рекомбинантный антиген	Рекомбинантный антиген	Лизатный антиген
Положительные	25 (61%)	26 (63%)	38 (93%)
Пограничные	2 (4%)	1 (3%)	0 (0%)
Отрицательные	14 (35%)	14 (34%)	3 (7%)

Рис. 141. Сравнительные испытания тест-систем больных с опоясывающим герпесом

Науки о Земле

Состояние в 2024 году и прогнозе развития наук о Земле

В настоящее время науки о Земле сфокусированы на решении задач научно-технологического развития Российской Федерации. В области наук о Земле в 2024 году продолжались исследования по широкому кругу научных направлений, нацеленных на решение важнейших задач, среди которых развитие минерально-сырьевой базы нашей страны, поиск и разработка нетрадиционных запасов энергоресурсов, безопасная и ресурсосберегающая разработка недр, прогноз и предупреждение опасных катастрофических природных и техногенных явлений, адаптация к изменениям окружающей среды и климата. Решение этих задач определяет возможность эффективного ответа российского общества на большие вызовы с учетом взаимодействия человека и природы.

Одним из ключевых направлений Государственной программы Российской Федерации «Воспроизводство и использование природных ресурсов» является *воспроизводство минерально-сырьевой базы, геолого-геофизическое изучение недр.* Минерально-сырьевой потенциал Российской Федерации способен обеспечить все необходимые задачи национальной экономики и национальной безопасности исходя из стратегических целей при любых сценариях развития мировой ситуации до 2060 года. В то же время страна испытывает значительный дефицит территорий, благоприятных для открытия новых металлогенических провинций и месторождений, особенно нетрадиционных для Российской Федерации типов месторождений, которые в экономике других стран играют важную роль. Очень остро стоит проблема обнаружения скрытых месторождений и прогноза глубоких горизонтов действующих рудных районов. Значительная часть разведанных к настоящему времени на территории Российской Федерации месторождений стратегического минерального сырья содержит руды с низким содержанием ценных компонентов, обогащение которых до уровня, необходимого для извлечения соответствующих элементов в промышленных масштабах, требует привлечения сложных и дорогостоящих технологий. Вместе с тем геологические и геофизические данные указывают на наличие на территории Российской Федерации, прежде всего в регионах Сибири и Крайнего Севера, месторождений стратегического сырья с запасами высококачественных руд. Трудности геологоразведки на этих территориях определяются сложным геологическим строением, а рудные объекты в большей части перекрыты породами различного генезиса, что делает практически невозможным их непосредственное геологическое изучение.

Важнейшим направлением исследований в настоящее время является изучение строения, состава и условий образования глубинных и поверхностных (эндогенных и экзогенных) скоплений полезных ископаемых. В мировой практике важной целью исследований *геологии месторождений полезных ископаемых* является разработка моделей формирования эндогенных и экзогенных рудообразующих систем, которые служат ориентирами при постановке поисковых, разведочных и эксплуатационных работ на новых объектах. В связи с необходимостью развития минерально-сырьевой базы страны, которая необходима для обеспечения высокотехнологичной промышленности, в 2024 году значительное внимание уделялось выяснению условий нахождения и образования редких и рассеянных металлов, которые не встречаются в виде собственных минералов в рудах, находятся как изоморфные примеси в основных рудных минералах и могут извлекаться в качестве попутных компонентов. Развитие этого направления сдерживается практически полным отсутствием высокоточных приборов для локального анализа минералов.

В этих условиях ключевая роль в поисках и разведке месторождений принадлежит геофизическим методам исследований различного масштаба: от дистанционных космических съемок и аэросъемок до детальных работ на суше и акваториях.

Последовательное укрупнение масштаба позволит на первых этапах, с использованием данных дистанционных съемок, а также – переобработки и переинтерпретации фондовых материалов с учетом новых знаний и программно-алгоритмического обеспечения, выделить участки, перспективные для дальнейшего детального исследования. Для этого необходимо, во-первых, развивать отечественные методы и средства проведения космических и аэрогеофизических съемок, а во-вторых – разрабатывать и развивать инновационные методы обработки и интерпретации геофизических данных, в том числе основанные на машинном обучении, нейронных сетях и других элементах искусственного интеллекта.

Обширная территория России исследована геофизическими методами недостаточно детально. Поэтому на первом этапе поиска месторождений стратегических металлов важно выделить перспективные металлогенические провинции и уже на них сконцентрировать детальные геологические и геофизические исследования. Этим определяется актуальность задачи изучения геодинамических обстановок, в которых проходило формирование структур земной коры и месторождений того или иного региона, с целью выявления перспективных металлогенических провинций. Поэтому изучение глубинной структуры земной коры вдоль геотраверсов, создание трехмерных моделей ее строения по комплексу данных различных геофизических методов, имеет не только большое фундаментальное, но и прикладное значение.

Для детального поиска и разведки месторождений на выделенных перспективных участках необходимо развивать высокоразрешающую малоглубинную сейсмо- и электроразведку, выполнять обработку и интерпретацию данных на основе высокопроизводительных вычислений. Решающее значение также имеет развитие геофизических исследований в скважинах, включая каротаж и геонавигацию в процессе бурения.

Достижение технологического суверенитета Российской Федерации невозможно без активного развития отечественного геофизического приборостроения и создания специального программно-алгоритмического обеспечения. Большинство геофизических сервисных компаний продолжают сталкиваться с выходом из строя закупленного зарубежного оборудования, прекращением обновления и блокировкой зарубежных программных комплексов обработки и интерпретации данных. Это создает существенные риски для решения стратегических задач добывающих отраслей национальной экономики. При создании отечественных приборов и оборудования необходимо осваивать новые физические принципы измерений геофизических полей, в частности на основе оптоволоконных технологий.

Геофизические исследования играют значительную роль в обеспечении эффективной и экологически безопасной разработки месторождений минерального сырья. Геофизический мониторинг месторождений углеводородов в процессе их разработки, как составляющая интегрированной цифровой модели промысла, позволяет существенно увеличить коэффициент извлекаемости запасов, снизить себестоимость их добычи и уменьшить сопутствующие технические и экологические риски, в том числе предотвратить природно-техногенные аварии и катастрофы. Это особенно важно при разработке трудноизвлекаемых запасов и шельфовых месторождений. В ряде стран проведение геофизического мониторинга (сейсморазведка 4D и сейсмологический мониторинг) разработки месторождений на шельфе закреплено законодательно.

Фундаментальное значение также имеет геофизический мониторинг процесса добычи твердых полезных ископаемых, разрабатываемых как открытым, так и закрытым способами. Это необходимо как для интенсификации их добычи, так и для предотвращения природно-техногенных аварий.

При проведении геофизического мониторинга успешно применяются методы космической геодезии, в том числе радарной спутниковой интерферометрии и глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС). Запуск отечественного космического

аппарата «Кондор-ФКА» и последующих спутниковых систем составит основу для достижения технологического суверенитета в области дистанционного мониторинга, однако нерешенными остаются задачи создания отечественного программного обеспечения для интерпретации данных как радарной спутниковой интерферометрии, так и ГНСС на уровне зарубежных аналогов.

Эффективная разработка месторождений углеводородов ведется с применением наклонно-направленного бурения. Для его эффективности, безопасности и точного вскрытия целевых пластов необходимо располагать качественными отечественными пространственно-временными моделями магнитного поля Земли. Это также необходимо и для решения более широкого круга задач навигации, прежде всего в Арктической зоне Российской Федерации.

В последние 3–5 лет наблюдается существенное снижение объемов морских сейсморазведочных работ. В рамках Государственной Программы «Воспроизводство и использование природных ресурсов» приоритет отдается сухопутным объектам, а недропользователи по распределённым лицензиям либо выполнили свои лицензионные обязательства, либо перенесли их на более поздний срок. На сегодняшний день в Программе восполнения минерально-сырьевой базы Российской Федерации на 2024–2026 годы отсутствуют новые морские объекты в перечне объектов геологоразведочных работ Федерального агентства по недропользованию.

Ситуацию осложняет режим санкций недружественных государств, который был распространен с 2023 года на флот АО «МАГЭ» и с 2024 года на флот АО «Росгеология». Это ограничивает возможность выполнения работ за пределами Российской Федерации.

Отсутствие спроса на сейсмические исследования в среднесрочной перспективе делает содержание флота в работоспособном состоянии высоко затратным. Ситуация вынуждает выводить из эксплуатации научно-исследовательские суда. Возобновление работ на шельфе Российской Федерации возможно только при значительных инвестициях на восстановление отрасли или с привлечением подрядчиков из дружественных стран.

Для поддержки морских геологоразведочных работ со стороны Правительства Российской Федерации были даны указания Министерству природных ресурсов и экологии Российской Федерации и Федеральному агентству по недропользованию разработать Федеральный проект проведения геологоразведочных работ на континентальном шельфе. В настоящее время Федеральный проект «Континентальный шельф» сформирован, прошел межведомственные согласования и направлен на рассмотрение в Правительство Российской Федерации.

Необходимой составляющей достижения технологического суверенитета Российской Федерации является обеспечение условий для безопасного строительства и эксплуатации промышленных мощностей с учетом риска стихийных бедствий, в частности, землетрясений. При этом важно, что сейсмостойкое строительство должно вестись на основе адекватной оценки сейсмической опасности и риск-ориентированного подхода. Современные карты общего сейсмического районирования, основанные на вероятностном анализе сейсмической опасности, в целом успешны, но имеют ряд пропусков сильных землетрясений и одновременно четырех-пятикратное завышение опасности на больших территориях, что приводит к необоснованным затратам при строительстве.

Для целей гражданского строительства целесообразно, во-первых, переходить от карт сейсмического районирования к цифровым моделям, включающим каталоги землетрясений, сведения о сейсмогенерирующих структурах и утвержденные алгоритмы расчета как нормативной сейсмичности, так и сейсмического риска, то есть прогнозируемых человеческих или экономических потерь.

Для обеспечения безопасности зданий, объектов инфраструктуры и особо ответственных объектов в сейсмоопасных зонах необходимо применять и совершенствовать методы детального сейсмического районирования (ДСР). Развитие ДСР

необходимо вести как в направлении усовершенствования моделей затухания сейсмических волн, вплоть до моделирования воздействия конкретных потенциальных землетрясений на конкретные сооружения, так и развития методов оценки сейсмического потенциала геологических структур методами тектонофизики, спутниковой геодезии и интерферометрии.

Совершенствование *геофизической инструментальной базы* и создание уникальных научных установок для изучения условий формирования и механизмов подготовки катастрофических природных явлений в системе взаимодействующих геосфер во многом способствует развитию прикладных направлений исследований и оценке рисков сейсмической, вулканической и цунами-опасности.

Отечественные научные школы обладают широким кругом компетенций и наработок в области геофизики, необходимых для решения задач по обеспечению технологического суверенитета нашей страны.

Исследования *в области горных наук* в настоящее время сконцентрированы на развитии современных технологий для горнодобывающей и горноперерабатывающей промышленности. Большое значение имеет решение фундаментальных проблем широкомасштабного техногенного преобразования недр при разработке месторождений твердых полезных ископаемых. Комплексная, технологически эффективная и экологически безопасная добыча и глубокая переработка минерального сырья замыкает круг задач, которые необходимо решить для опережающего развития минерально-сырьевой базы страны.

Дальнейший прогресс в области максимально полного и комплексного извлечения стратегических металлов с учётом современных ресурсосберегающих и экологических требований в интересах развития высокотехнологичных секторов экономики будет достигнут за счет выявления и генерации новых знаний при быстропротекающих процессах, происходящих при физико-химическом воздействии на ультрадисперсные минеральные матрицы, содержащие благородные, цветные, редкие и редкоземельные металлы и другие ценные компоненты.

Современный опыт высокотехнологичных исследований в области минералогии подтверждает суждения В.И. Вернадского (1927 год) о том, что «…правильная постановка минералогии… имеет не только огромное, незаменимое значение для теоретической мысли, но она затрагивает практические первостепенного значения интересы нашей страны». Вернадский выделял два важнейших направления минералогических исследований – прикладные, выполняемые в интересах промышленности, и фундаментальные, ведущие к достижениям прорывных результатов. Прогресс минералогических исследований в мире и в России связан с внедрением современных прецизионных методов исследования кристаллического вещества, включая новые методы дифрактометрии и электронографии, электронную и просвечивающую электронную микроскопию, методы высокотемпературных и высокобарических исследований, и т.д. Среди исследований прикладного характера в этой области следует отметить поисковую минералогию, минералогические исследования, связанные с разработкой технологий обогащения твердых полезных ископаемых и технологий переработки минерального сырья. Работы фундаментального направления связаны с разработкой природо(минерало)подобных материалов для современной промышленности, включая: открытие новых соединений и новых структурных типов (в том числе наноразмерных структур), синтез искусственных минералов с функциональными свойствами (минерало- и геомиметика), использование минералогической информации для разработки новых технологий обращения с радиоактивными отходами. Особо следует отметить исследования минералов при высоких давлениях и температурах, проливающие свет на состояние минерального вещества в глубинных геосферах Земли.

Для решения актуальных задач в области наук о Земле, роста кристаллов алмаза, материаловедения, физики и химии высоких давлений создан научно-технический

комплекс высоких давлений на базе отечественных аппаратов БАРС, разработанных в ИГМ СО РАН. По совокупности функциональных характеристик комплекс является уникальным и не имеет аналогов в мировой практике. Исследования и разработки в области высоких давлений позволили впервые в отечественной практике решить проблему выращивания крупных высококачественных монокристаллов алмаза. Получены приоритетные результаты по структуре и механизмам образования примесных центров в алмазе с участием N, B, P, H, O, Ni, Co, Si, Ge, Sn и Eu, которые определяют многие уникальные свойства алмаза. Разработаны методы создания функциональных кристаллов алмаза с заданными свойствами. Доказана реальная перспективность высокотехнологических применений полученных кристаллов в различных областях науки и техники: оптические элементы для спектральных приборов и элементы из выращенных алмазов успешно применяются в ИК-Фурье спектрометрах производства НПФ «Симекс» (г. Новосибирск). Высокое совершенство реальной структуры выращенных монокристаллов алмаза обеспечивает перспективы их применения в качестве материала рентгеновской оптики. Кристаллы синтетического алмаза, легированного примесями N, Si, Ge и Sn, представляют интерес для квантово-физических исследований и применений.

В настоящее время совместно с ООО «Кристалин» разрабатываются опытные образцы алмазных наковален для станций СКИФ и других организаций. Из крупных высококачественных монокристаллов алмаза, полученных в ИГМ СО РАН, серийно производятся прецизионные алмазные скальпели для офтальмологии и нейрохирургии. Совместными исследованиями с ИФП СО РАН показана перспективность применения монокристаллических матриц из синтетического алмаза для создания алмаз-графитоподобных sp^2-sp^3 гетероструктур.

Важно отметить большой прогресс в изучении микропористых кристаллических материалов, содержащих в структурах полости или каналы сечением до 2 нм. В природе минералов с микропористыми структурами выявлено свыше 500 (это почти 10% от всего разнообразия минерального мира); наиболее известные и широко используемые среди них – алюмосиликатные цеолиты. Они многочисленны и очень востребованы благодаря широкому спектру полезных свойств: эффективные ионообменники, сорбенты, молекулярные сита, ионные проводники, катализаторы и др. Изучение кристаллохимии, свойств и поведения микропористых минералов дает немало нового не только в аспекте материаловедения, но также для развития геохимии и генетической минералогии, для лучшего понимания процессов редкометалльного рудогенеза.

На сегодняшний день ключевой задачей в области минералогии высоких давлений является всестороннее изучение силикатных систем с летучими компонентами, моделирующими мантию, и металлических систем с легкими элементами, моделирующими ядро Земли. Важным аспектом этой работы является применение *in situ* синхротронного излучения. Современные тенденции технологического применения разработок в области минералогии высоких давлений главным образом сконцентрированы на получение крупных и сверхкрупных кристаллов алмаза с заданными свойствами для использования в сфере высоких технологий, а также развитие технологии синтеза нанополикристаллических спёков алмаза.

Необходимо отметить особую актуальность изучения условий образования и переработки упорных руд высокотехнологичных металлов и необходимость их исследования комплексом современных физических методов. На примере золота показаны возможности методов рентгеновской спектроскопии поглощения и электронно-зондового анализа для изучения состояния полезных примесей в сульфидах. Использование комбинации из синтетических образцов, полученных разными методами лабораторного синтеза, и природных рудных минералов позволяет охарактеризовать структурно-химическое состояние примесей в широком диапазоне параметров, которые проявлялись при образовании месторождений. Дальнейшее развитие этой темы видится в расширении круга минералов и элементов-примесей для изучения спектральными методами.

Необходимо комбинировать дорогие эксперименты на мегаустановках – источниках синхротронного излучения, с дешёвыми и более доступными методами. Одним из них является спектроскопия комбинационного рассеяния, которая может быть «настроена» с использованием результатов, полученных на синхротронах и представленных в сообщении. Перспективным представляется физико-химический подход к моделированию процессов рудообразования. Здесь необходимо создавать термодинамические модели, описывающие образование реальных форм примесей в сульфидах, и применять эти данные к моделированию рудообразования на конкретных геологических объектах. Представляется важным возможное взаимодействие с предприятиями, осуществлявшими добычу и переработку руд, с целью повысить эффективность разработки месторождений и извлечения полезных компонентов.

Результаты части фундаментальных научных направлений ИЭМ РАН в области минералогии, петрологии и геохимии перспективны с точки зрения приложений в различных областях техники и промышленности. Вместе с тем существует озабоченность низким уровнем технического и материального обеспечения исследований в области экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии и необходимость поддержки экспериментальных работ в этих направлениях посредством создания ЦКП экспериментальным оборудованием и совместных межинститутских лабораторий.

Работы российских ученых по изучению *геологического строения дна Северного Ледовитого океана* позволили увеличить исключительную экономическую зоны России на 1,2 млн кв. км. Исследования проводились под научно-методическим руководством РАН, их долгое время возглавлял и курировал вице-президент РАН академик Н.П. Лаверов. В работах принимали участие большие коллективы ученых из организаций Минприроды России и Российской академии наук, возглавляемые членами РАН, а также Главного управления глубоководных исследований Минобороны России. В течение последних 20 лет в Арктике был проведен огромный объем научно-исследовательских работ, включавших геофизические (изучение гравитационного и магнитного полей, сейсмическое зондирование) исследования, а также геологическое опробование. Была показана область Центрально-Арктических поднятий, включающая поднятие Альфа-Менделеева, хребет Ломоносова и впадины Подводников и Макарова и расположенная за пределами 200-мильной исключительной экономической зоны России, имеет земную кору континентального типа. Очень важным вкладом в обосновании континентальной природы коры Центрально-Арктических поднятий явилось опробование коренных обнажений на поднятии Альфа-Менделеева с использованием научно-исследовательской подводной лодки в подледных условиях. Для проведения этих работ специалистами Геологического института РАН и Главного управления глубоководных исследований Минобороны России была разработана методика поиска обнажений коренных (не перемещенных ледниками или течениями) пород дна и проведены работы по их опробованию с детальностью, достаточной для реконструкции строения земной коры поднятия Альфа-Менделеева. На трех полигонах в обрывистых участках дна на глубинах от 1100 до 2800 м с помощью манипуляторов с видеодокументированием был проведен отбор образцов горных пород. Итогом последующей обработки полученных материалов явился сводный геологический разрез земной коры поднятия Альфа-Менделеева, образованный мелководными карбонатными породами, формирование которых происходило 460–370 млн лет назад. Присутствие таких пород однозначно свидетельствует о континентальной природе коры поднятия Альфа-Менделеева, а их аналоги широко распространены на шельфе Российской Арктики. Эти данные позволили рассматривать поднятие Альфа-Менделеева как естественное продолжение шельфа Российской Арктики, погруженное на значительные глубины, квалифицировать его как «подводную возвышенность» в терминах Конвенции ООН по морскому праву и расширить границу континентального шельфа России в Арктике за пределы 200-мильной зоны.

Результаты проведенных работ были включены в пересмотренную российскую заявку и одобрены на 57-ой сессии Комиссии ООН по континентальному шельфу. Решение опубликовано на официальном сайте ООН, а рекомендации являются обязательными для исполнения странами, подписавшими Конвенцию ООН по морскому праву. Таким образом, была зафиксирована принадлежность хребта Ломоносова, поднятия Альфа-Менделеева и котловин Макарова и Подводников к расширенному континентальному шельфу России, что увеличивает нашу исключительную экономическую зону 1,2 млн кв. км. Это дает право России проводить на этой территории разработки био- и минеральных ресурсов морского дна и его недр. Проведение научных исследований другими странами невозможно без разрешения России.

На современном этапе касательно выбора арктических тематик РАН опирается на ряд законодательных актов, включая «Стратегию развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года», утвержденную указом Президента Российской Федерации 26 октября 2020 года, Программу фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 годы), утвержденную распоряжением Правительства Российской Федерации от 31.12.2020 № 3684-р и другие.

В 2024 году проводился комплекс научных исследований в области наук о Земле, *важных для развития Арктической зоны Российской Федерации.*

В том числе:

- в ГИН РАН выявлялись закономерности размещения месторождений полезных ископаемых Восточной Арктики, сформировавшихся в обстановках субдукционного, трансформного и коллизионного взаимодействия литосферных плит;

- в ИГЕМ РАН применялись современные методы оценки, поиска и прогноза месторождений твердых полезных ископаемых, в том числе стратегических, в Арктической зоне Российской Федерации с целью расширения минерально-сырьевой базы и планирования развития транспортно-коммуникационных сетей;

- в ГЕОХИ РАН проводилась оценка рудоносности щелочно-карбонатитовых массивов Российской Арктики;

- в ИНГГ СО РАН изучалось геологическое строение и оценивались перспективы нефтегазоносности Сибирского сектора Российской Арктики (арктические регионы ЯНАО, Красноярского края, республики Саха (Якутия), шельфы Карского моря и моря Лаптевых); продолжалась разработка технологий (объектноориентированных методических приемов) выявления и детального картирования нефтегазоперспективных зон и объектов в верхнепротерозойско-фанерозойских осадочных комплексах, оценка ресурсов углеводородов; осуществлялось развитие сетей и методов наземных геофизических наблюдений в Сибирском, Дальневосточном и Арктическом регионах для определения критериев прогнозирования долговременных изменений и катастрофических явлений в оболочках Земли; изучалась геохимия органического вещества нефтегазопроизводящих пород, углей и нафтидов осадочных бассейнов протерозоя и фанерозоя Сибири, включая Арктическую зону; на основе высокоразрешающей стратиграфии, палеобиологических и седиментационно-геохимических реконструкций реконструировалась история формирования позднепротерозойских – фанерозойских Арктических и Бореальных нефтегазоносных осадочных бассейнов;

- в ФИЦ КНЦ РАН исследовались геология, геохимия и тектоника докембрийских комплексов Кольского региона как основа металлогенического прогноза северо-запада Арктической зоны Российской Федерации; изучались минералогия, петрология, рудогенез и геометаллургия комплексных месторождений Кольской щелочной провинции; оценивались палеогеографические обстановки, экзогенная геодинамика и неотектоника северо-восточной Фенноскандии в позднем неоплейстоцене и голоцене;

- в ГЦ РАН осуществлялось применение теории и практики Больших данных в арктических исследованиях;

- ФИЦ ЕГС РАН осуществляла сейсмический и инфразвуковой мониторинг опасных природных явлений на архипелаге Шпицберген;

- в КарНЦ РАН продолжались разработки основ поиска и прогноза месторождений нерудных полезных ископаемых Карелии; проводились комплексные исследования Белого моря, в том числе в пределах Соловецкого архипелага, в условиях меняющегося климата и антропогенного воздействия;

- в ИО РАН исследовались структурно-функциональная организация, биологическая продуктивность и механизмы современной климатической и антропогенной изменчивости морских и океанических экосистем; экосистемы Арктического бассейна и морей России в современных условиях, оценивался биоресурсный потенциал океанических и морских экосистем;

- в ИГ РАН проводились исследования криосферы в условиях изменения климата, в том числе изучалась современная изменчивость природных и антропогенных ландшафтов архипелага Шпицберген;

- в ИФА РАН исследовался энергетический баланс и ветровой режим архипелага Шпицберген в условиях потепления климата;

- в МГУ им. М.В. Ломоносова проводилось изучение углеводородных ресурсов морских акваторий и Арктического региона; исследовались осадочные бассейны шельфов России; продолжалось минералогическое изучение месторождений Арктической зоны России с целью их комплексного освоения; оценивались эволюция криосферы при изменении климата и антропогенном воздействии; эволюция, современное состояние и прогноз развития береговой зоны Российской Арктики.

Перспективными направлениями в ближайшие десятилетия будут являться работы по развитию Арктической зоны России, включая исследования, направленные на дальнейшее расширение исключительной экономической зоны, изучение района Северного морского пути, в том числе выявление геологических опасностей, которые могут препятствовать судоходству, изучение последствий изменений климата в Арктике, в том числе деградации вечной мерзлоты и с связанных с этим явлений, поиски, разведка и освоение полезных ископаемых Арктики.

По секции географии, океанологии и физики атмосферы ОНЗ РАН необходимо отметить в числе важнейших научных направлений следующие.

В 2024 году на одно из первых мест вышли *проблемы водных ресурсов, управления водным хозяйством и экологического оздоровления важнейших водных объектов Российской Федерации.* Анализ состояния фундаментальной науки в области исследования *водных ресурсов* показывает, что к числу приоритетных направлений ее развития относятся развитие геоинформационных моделирующих комплексов в качестве информационной основы для принятия решений в области водной безопасности (защиты от наводнений, управления водно-ресурсными системами, качеством вод и охраной водных объектов, для решения трансграничных проблем, и др.); параметризация процессов гидрологического цикла суши в моделях Земной системы, оценка гидрологических последствий изменения климата; развитие моделей взаимодействия вод суши с океаном, методов оценки влияния речного стока на состояние прибрежных зон окраинных и внутренних морей.

Наша страна, обладая весьма значительными возобновляемыми запасами водных ресурсов, испытывает немалые трудности с их рациональным использованием как из-за неблагоприятных природных особенностей – неравномерностью территориального распределения, резкой сезонной неоднородностью стока и его существенными межгодовыми изменениями, так и вследствие чрезмерного антропогенного давления на них и несовершенства системы управления этими ресурсами и водным хозяйством. От природных особенностей зависят количественные характеристики водных объектов – объем стока и водный режим. На такие характеристики влияют и антропогенные факторы, прежде всего – хозяйственная и иная деятельность на территории водосбора, однако

главный результат воздействия человека на гидросферу в нашей стране – загрязнение водных объектов.

Современной гидрологией и смежными дисциплинами создана научная база решения проблем управления водными ресурсами и водопользованием. Разработаны математические модели анализа и прогноза гидрологических процессов и явлений и соответствующие программные комплексы для компьютерных расчетов. Эти средства позволяют исследовать возможные последствия изменений глобального климата для объектов гидросферы, с достаточной точностью прогнозировать результаты осуществления проектов гидротехнических сооружений, в том числе имеющих целью защиту от водообусловленных стихийных бедствий, выявлять антропогенные источники загрязнения водных объектов, прогнозировать экологические последствия хозяйственной и иной деятельности на водосборе для изменений качества воды, оптимизировать режимы эксплуатации водохранилищ многоцелевого назначения, решать многие прикладные задачи, возникающие в этой сфере, мониторировать и регулировать диффузное загрязнение, которому в отечественной практике вообще не уделяется никакого внимания.

На примере Онежского и Ладожского озер предложены долгосрочные прогностические оценки сезонной и внутривековой изменчивости водных экосистем. Выполнены исследования по долгосрочному прогнозу гидрологического режима, уровня воды Каспийского моря и озера Байкал. Выявлены региональные и глобальные сигналы внутривековой изменчивости уровня воды крупнейших озер. Показано, что ключом к возможности для прогнозирования предсказания дальнейших изменений уровня Каспийского моря может оказаться существенным получение адекватных оценок и параметризаций потери речного стока в дельте реки Волги, которые могли бы надежно использоваться при моделировании.

Усилиями многих научных коллективов завершены работы по теме «Влияние изменения уровня воды в озере Байкал на состояние экосистемы озера, определение ущерба объектам экономики и инфраструктуры прибрежной территории Республики Бурятия, Иркутской области в зависимости от уровней озера и сбросов Иркутской ГЭС» и разработаны рекомендации по дальнейшему эколого-безопасному регулированию уровня воды в озере. Также выполнен проект «Исследование негативного воздействия выбросов и сбросов вредных (загрязняющих) веществ на Байкальскую природную территорию и разработка научно обоснованных рекомендаций по их регулированию». По итогам данной НИР был пересмотрен приказ Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации от 01.03.2010 № 63 и издан новый приказ от 21.02.2020 № 83.

Ведутся исследования весьма актуальной и сложной проблемы оценки влияния проектируемого Монголией гидростроительства на реке Селенге (крупнейшем притоке озера Байкал) на окружающую среду в ее бассейне и на экосистему приемного водоема в целом.

Установлены закономерности динамики концентрации металлов после полного прекращения выбросов в атмосферу комбинатом «Печенганикель». Полученные результаты показывают, что вследствие выщелачивания Ni и Cu из почв и донных отложений загрязнение водных систем данными металлами будет продолжаться, как минимум, еще столетие. Аналогичные тенденции характерны и для других регионов вокруг горнопромышленных комплексов.

В качестве наиболее перспективного направления дальнейших работ следует отметить развитие методов гидрологического анализа и прогноза, методологии управления водными ресурсами на основе инструментария искусственного интеллекта, прежде всего нейросетей и нечеткой логики. Необходимо дальнейшее развитие построенных для Онежского и Ладожского озер моделей долгосрочного прогностического оценивания сезонной и внутривековой изменчивости водных экосистем, разработка подобных моделей для других крупных водных объектов, прежде всего для озера Байкал и Каспийского моря. Велика потребность в методологии создания интегрированных систем

управления водопользованием с учетом весьма специфических условий России (географических, климатических, социальных, экономических, исторических и культурных).

Названные и многие иные результаты гидрологических исследований имеют, прежде всего, фундаментальный характер. Использование таких результатов в практике требует проведения специальных прикладных исследований, поскольку управление водными объектами, отличающимися исключительным разнообразием, требует если и не индивидуального подхода, который необходим для крупных и средних рек, озер и водохранилищ, то, во всяком случае, выделения определенных классов таких объектов по сходству географических, климатических, экологических, экономических и социальных условий. В России, на территории которой находятся более 2,5 миллионов рек и примерно столько же озер, заказы на подобные исследования – явление исключительно редкое, почти беспрецедентное. Использование результатов научных исследований в практике управления водными ресурсами и водным хозяйством России совершенно недостаточно. К наиболее важным причинам этого относятся:

- острый дефицит исходной, прежде всего мониторинговой, информации, необходимой для компьютерных расчетов по гидрологическим моделям;

- незаинтересованность органов государственного управления в применении научных методов, причем эта незаинтересованность усугубляется, во-первых, отсутствием необходимого финансирования прикладных исследований, ориентированных на учет специфики конкретных условий, во-вторых, недостатком (если не полным отсутствием) квалифицированных кадров, способных к использованию научных результатов при их наличии;

- незаинтересованность бизнеса как в повышении эффективности использования воды в силу неадекватно низких тарифов в водопользовании, так и в сокращении сбросов загрязненных сточных вод из-за полной неспособности современной системы платности за негативное воздействие на окружающую среду оказывать регулирующее воздействие на производство;

- падение уровня квалификации в проектных организациях гидротехнического профиля, из-за чего при разработке проектов гидротехнических сооружений не применяются научно-обоснованные методики анализа последствий осуществления проектов, в итоге сооружения нередко оказываются неспособными выполнять функции, ради которых они построены (например, очистку сточных вод или защиту населенных пунктов от паводков).

Не только для управления водным хозяйством и водными ресурсами, но и для развития наук о гидросфере важнейшее значение имеют гидрометеорологическая информация и сведения о составе и качестве природных вод. Однако за период с 1990 года не приходится констатировать расширения объема таких данных и повышения их точности. Плотность наблюдательной сети Росгидромета до сих пор находится на уровне конца 1980-х годов, частота наблюдений, особенно для получения гидрохимических данных, за это время резко сократилась, обеспеченность спутниками для дистанционного зондирования почти на два порядка ниже, чем в странах Европы и США. Отсутствует координация данных Росгидромета с информацией других федеральных органов исполнительной власти, также ведущих наблюдения гидрологического характера. Если недофинансирование водного хозяйства имело место на протяжении всей истории нашей страны, то систему Росгидромета это бедствие постигло в постсоветский период. Острый недостаток такой информации в современных условиях – угроза национальной безопасности.

В числе наиболее актуальных в науках о Земле – исследования атмосферных *процессов и явлений*, включая экстремальные, развитие климатических моделей земной системы и исследования причин и механизмов климатических изменений, их последствий, а также проблем адаптации и регулирования. Построение надежных сценариев будущих

климатических изменений невозможно без палеореконструкций, понимания физических механизмов климатических колебаний, оценки роли различных обратных связей в климатической системе. Для решения фундаментальной проблемы выявления механизмов ускоренных изменений климата и оценки относительного вклада естественной изменчивости и внешних воздействий в формирования аномалий климата необходима интенсификация экспериментальных и теоретических исследований, включая моделирование климатических процессов в Арктике.

Актуальной фундаментальной задачей в настоящее время является *изучение изменчивости состояния криолитозоны*, оценка взаимосвязи криосферы с атмосферой и гидросферой, картирование криогенных геосистем с выходом на ландшафтную индикацию и мониторинг состояния криосферы на основе регулярных дистанционных наблюдений. Важнейшей современной проблемой является *активизация процессов деградации многолетней мерзлоты в условиях меняющегося климата*, над исследованием которой работает ряд научных учреждений РАН. Многолетнемерзлые породы занимают свыше 60% территории России, что возводит проводимые научные исследования в ранг важнейших для обеспечения национальной безопасности страны. *Государственный мониторинг вечной мерзлоты* – межведомственная система долгосрочных наблюдений, сбора, обработки, анализа данных и прогноза состояния многолетней (вечной) мерзлоты в природных (фоновый мониторинг) и нарушенных (геотехнический мониторинг) условиях, с целью обеспечения экологической безопасности, рационального природопользования, использования криогенных ресурсов, обеспечения надежности инженерных сооружений и устойчивого развития территорий. Важнейшей задачей и необходимостью сегодня является подготовка и принятие Программы «Мониторинг вечной мерзлоты Российской Федерации (МВМ РФ)». Поручить это необходимо специалистам – мерзлотоведам. Учитывая имеющиеся разработки 2020 и 2024 гг., такая программа может быть подготовлена в ближайшее время в рамках единого проекта на базе Института мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН и/или Института криосферы Земли ФИЦ ТюмНЦ СО РАН.

Океанологические исследования в 2024 году в России охватывали проблемы физики и химии океана, исследования в области морской геологии с изучением процессов образования магмы и горных пород в зонах спрединга и современного осадконакопления в океане, в том числе и рудных отложений, а также работы по биоокеанологии с акцентом на морские экосистемы и биологическую продуктивность. Значительное место занимали вопросы взаимодействия системы «атмосфера – океан – суша». Одним из прорывных направлений в океанологии в последние годы являются исследования движения водных масс с привлечением геохимии стабильных изотопов H, O, C, которые дают возможность разрабатывать количественные цифровые модели конвекции и течений в Мировом океане.

Существует необходимость дальнейших океанологических исследований южных морей России, учитывая наличие одинаковых экологических проблем и условий возникновения опасных явлений; необходимость продолжения мониторинга состояния глубоководной анаэробной (сероводородной) зоны и возникающих экологически опасных зон дефицита кислорода и возникновения сероводородного заражения в прибрежной части Черного моря; необходимость уделить особое внимание возникающим проектам извлечения и переработки сероводорода Черного моря, поскольку экологические негативные последствия реализации таких проектов очевидны, технологические вопросы извлечения сероводорода не проработаны, а экономическая целесообразность отсутствует; давно назревшую необходимость формирования единой программы океанологических исследований Российской Федерации. Важно отметить актуальность научной тематики и ряд достижений в исследовании заполярных морей и архипелагов, необходимость решения на государственном уровне проблем, связанных с необратимыми процессами заболачивания и вырождения коренных рыбных запасов Азовского моря.

Необходимо создание качественных прогностических моделей, в том числе для нужд сельского хозяйства. Важно развивать принципы геоинформатики. Существует насущная потребность в молодых учёных, которым будет по силам собрать и обработать в едином ключе всю первичную информацию о морской и наземной среде. В связи с острой нехваткой научно-исследовательских судов необходимо подготовить запрос в Правительство Российской Федерации о постройке новых научно-исследовательских судов, включая суда среднего и малого тоннажа.

Имеется серьезный научный задел по изучению и систематизации знаний *по береговым зонам морей Российской Федерации*, наработанный научными коллективами и членами рабочей группы «Морские берега» под научно-методическим руководством Секции океанологии, физики атмосферы и географии Отделения наук о Земле РАН. В связи с этим следует обратить внимание федеральных и региональных административных органов прибрежных субъектов Российской Федерации на необходимость разработки пакета законодательных актов по регламенту инвентаризации ресурсов и объектов приморских территорий и прилегающих акваторий (включая прибрежно-шельфовую зону) с составлением Кадастра береговых зон морей Российской Федерации.

В 2024 году исследования *в области географии и рационального природопользования* были сконцентрированы на оптимизации пространственного развития Российской Федерации в условиях неравномерности освоения территории, внешних и внутренних экономических, экологических и геополитических вызовов, включая, глобальную нестабильность, необходимость диверсификации экономики и трудности развития в условиях санкций. В 2024 году крайне важными стали задачи общественной географии, связанные с мониторингом реализации и коррекции Стратегии пространственного развития России на период до 2030 года с прогнозом до 2036 года (Стратегия-2024), а также подготовкой к разработке следующего подобного документа. В числе внутренних вызовов один из главных – продолжающаяся быстрыми темпами концентрация населения и экономического потенциала в крупнейших городских агломерациях на фоне депопуляции сельской местности и большинства городов, особенно малых и средних, а стало быть, усиление межрегиональных и особенно внутрирегиональных контрастов. Высока вероятность того, что имплементация концепции опорных населенных пунктов, наряду с муниципальной реформой, еще более ускорит депопуляцию сельской местности. Недостаточно внимания уделено взаимосвязанности поселений разной людности, малым и средним городским агломерациям, полиэтническому составу жителей многих регионов страны, проблемам межрегионального и межмуниципального сотрудничества. Не определены критерии выделения геостратегических территорий, путей и ограничений их развития в условиях внешнеполитического давления.

Выполнение работ в рамках Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (ПФНИ на 2021 – 2030 годы) способствует преодолению отставания в развитии ряда научных направлений в области наук о Земле, которое наблюдалось в предыдущие годы.

В ближайшие годы будут продолжены: разработка на национальном уровне практических действий по проблемам опустынивания и деградации земель, закрепленных в обязательствах России по Конвенции ООН по борьбе с опустыниванием; решение проблем сохранения биоразнообразия в рамках Конвенции о биологическом разнообразии.

Важное значение будет иметь создание научных основ устойчивого природопользования (земле-, водо-, лесопользования) и вовлечения земельных, водных, лесных, биологических и прочих ресурсов в обеспечении развития экономики России и ее регионов. Будет проводиться детальная оценка современного вклада России в стабилизацию глобального климата и мировой экологической стабильности (концепции «глобального экологического донорства»).

Серьезное внимание будет уделено разработке новых и модернизации действующих технологий, в том числе дистанционных, направленных на оценку современной изменчивости природной среды, с целью совершенствования государственной системы экологического мониторинга, территориальной охраны природы, реабилитации нарушенных в процессе хозяйствования территорий и акваторий.

Усилия ученых в области наук о Земле будут направлены на формирование эффективных подходов и методов научного и научно-информационного сопровождения на федеральном, региональном и муниципальном уровнях принятия решения органами государственной власти в области природопользования, охраны природы, экологического контроля и мониторинга, включая научно-методическую и экспертную поддержку научных организаций новых регионов нашей страны.

Важнейшие результаты за 2024 год в области наук о Земле получены в рамках выполнения Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (ПФНИ на 2021–2030 годы) и в рамках реализации государственных и федеральных программ Российской Федерации, таких как Государственная программа (комплексная программа) Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации (2022–2030)»: по направлению «Связанность территории Российской Федерации за счёт создания интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем, а также занятия и удержания лидерских позиций в создании международных транспортно-логистических систем, освоении и использовании космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики» (подпрограмма); План мероприятий по реализации «Основ государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года и Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года»: в части реализации программы геологического и геофизического изучения Арктической зоны.

Фундаментальные результаты получены по многим направлениям наук о Земле, что отвечает Государственной программе (комплексной программе) Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации (2022–2030)»: по направлению «Фундаментальные исследования и научное лидерство. Формирование передовой модели научных исследований, обеспечивающей превосходство российских научных школ в мировой научной повестке в областях национальных приоритетов» (подпрограмма).

Важнейшие результаты исследований в 2024 году

Секция геологии, геофизики, геохимии и горных наук

1. W–Mo–Cu–Au-скарново-порфировые магматогенно-флюидные системы «Линии В. А. Николаева», Тянь-Шань

Впервые определены U–Pb-возраст (LA-ICP-MS по циркону) и петрохимические характеристики интрузивных пород из семи многофазных комплексов: Адыртор, Моло-Сарычат, Кенсу, Джелкелот, Сонкуль, Коктурпак, Куру-Тегерек, приуроченных к глубинным разломам «Линии В.А. Николаева», с которыми генетически связаны W–Mo–Cu–Au скарновые и порфировые месторождения протяжённого (500 км) металлогенического пояса Тянь-Шаня (**Рис. 142** – **Рис. 144**). Кристаллизация массивов произошла между 330,7±4 млн лет и 285 ± 2 млн лет. Подтверждено «ножницевидное» (с востока на запад) закрытие Туркестанского палеоокеана: на востоке Срединного Тянь-Шаня субдукция прекратилась раньше, чем в его западной части. Петрохимические характеристики магматических пород от высококалиевой известково-щелочной до шошонитовой серии указывают на их внедрение в переходной от субдукционной к постколлизионной обстановке. Ксенокристы древнего циркона (1,7–2,6 млрд лет)

предполагают развитие глубинных магматических очагов в древнем континентальном коровом субстрате. В них образовалась шошонитовая магма при частичном плавлении метасоматически обогащенной верхней мантии и фракционировании амфибола. Гранитная магма образовалась в коровом протолите с последующим смешиванием/смешением мантийного мафического расплава. Источником ассоциации Mo-W-Cu-Au служила субдукционно-модифицированная субконтинентальная мантия.

Организации: ИГЕМ РАН, ЦНИГРИ, ИГиМ СО РАН. Работа выволнена в рамках государственного задания: «Кристаллохимические особенности, химический состав минералов и их ассоциаций как генетические индикаторы эндогенных и экзогенных процессов».

Руководители: ак. РАН Н.С.Бортников, ак. РАН Л.Я.Аранович, д.г.-м.н. А.Н.Перцев.

Автор: Н.С. Бортников.

Публикации:

Serguei G. Soloviev, Sergey G. Kryazhev, Dina V. Semenova, Yury A. Kalinin, Nikolay S. Bortnikov. The Late Paleozoic Sonkul and Kokturpak plutons of potassic rocks in Kyrgyz Tien Shan: geochemistry, isotopic U-Pb zircon geochronology, and related skarn porphyry W-Cu-Mo-Au mineralization//International Geological Review. 2024. DOI: 10.1080/00206814.2024.2345705

Serguei G. Soloviev, Sergey G. Kryazhev, Dina V. Semenova, Yury A. Kalinin, Nikolay S. Bortnikov. Late Paleozoic potassic igneous rocks of the Adyrtor intrusions in the eastern Kyrgyz Tien Shan: geochemistry, isotope U-Pb zircon geochronology, and related W-Mo-Cu-Au mineralization//International Geological Review. 2024. DOI: 10.1080/00206814.2024.2326899

Soloviev Serguei G., Sergey G. Kryazhev, Dina V. Semenova, Yury A. Kalinin, Nikolay S. Bortnikov. Late Paleozoic potassic igneous rocks of the Kensu and Dzholkolot plutons in the eastern Kyrgyz Tien Shan: Petrology, geochemistry,

U-Pb zircon geochronology, and related skarn-porphyry W-Mo-Cu-Au mineralization// Gondwana Research 133 (2024) 239–266. DOI: 10.1016/j.gr.2024.06.003

Soloviev Serguei G., Sergey G. Kryazhev, Dina V. Semenova, Yury A. Kalinin, Nikolay S. Bortnikov. Late Palaeozoic potassic igneous rocks of the Molo-Sarychat pluton in the eastern Kyrgyz Tien Shan: Geochemistry, U–Pb zircon geochronology and implications for related skarn-porphyry Mo-W-Cu-Au mineralization// Geological Journal. 2024;1–27. DOI: 10.1002/gj.5015

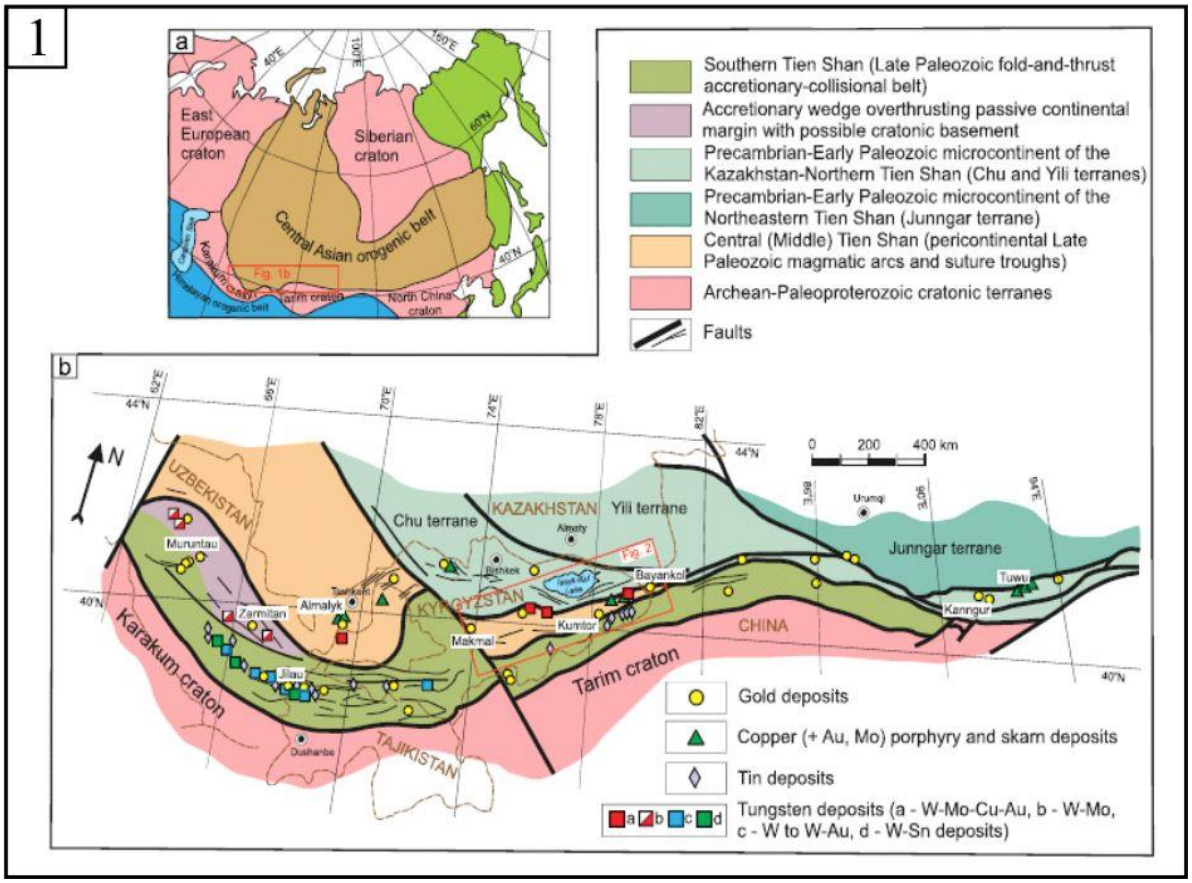


Рис. 142. Металлогеническая схема Тянь-Шаня и Mo-W-Cu-Au месторождения

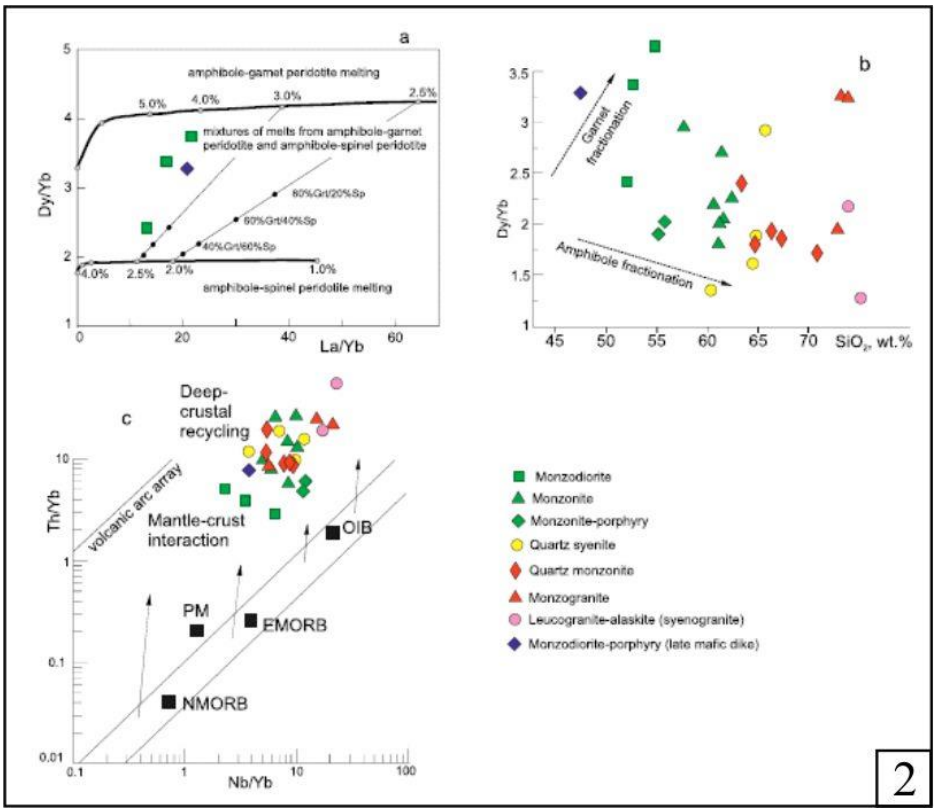


Рис. 143. Петрохимические диаграммы, показывающие условия генерации магмы и характеристики пород массива Адыртор.

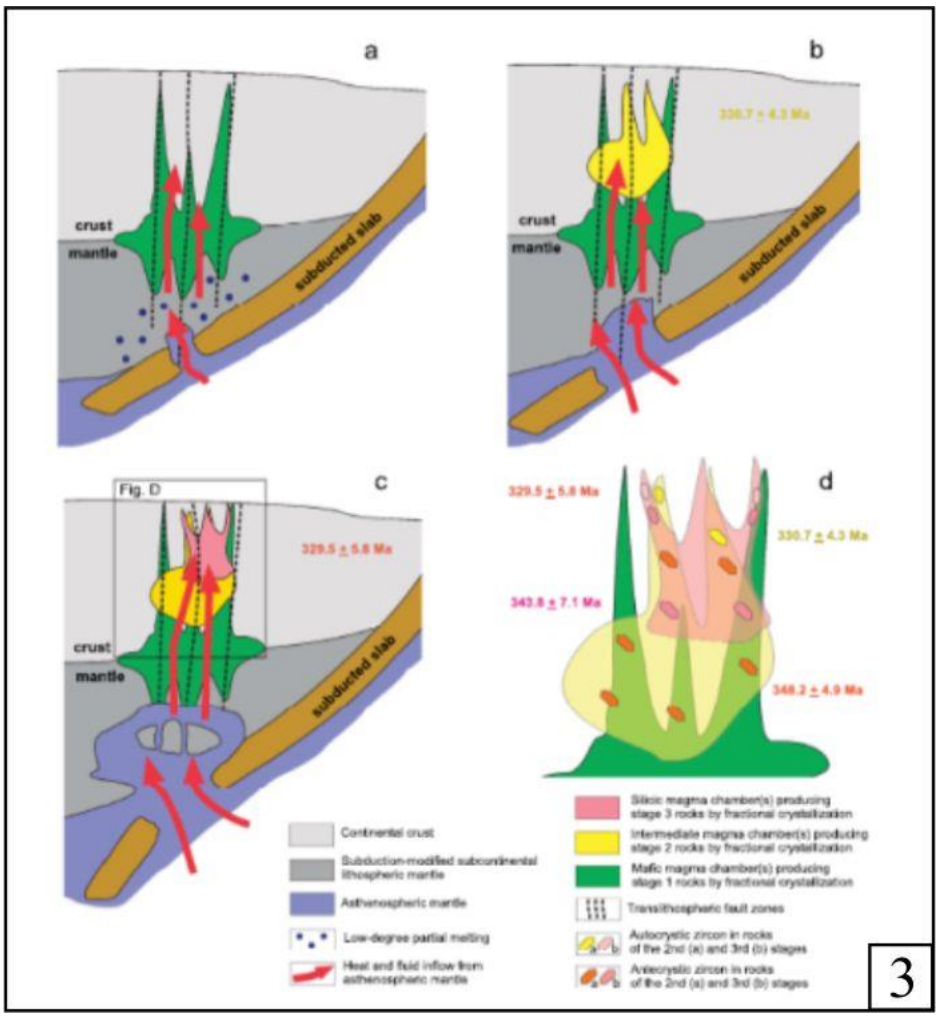


Рис. 144. Схема эволюции магматизма на примере массива Адыртор

2. Разработка научно-методической основы национальной программы освоения ресурсного потенциала природного водорода как полезного ископаемого

ГИН РАН совместно с ИПНГ РАН и РГУ нефти газа им. И.М. Губкина обоснованы предложения по разработке научно-методической основы национальной программы освоения ресурсного потенциала природного водорода как полезного ископаемого. Для получения научно-обоснованных решений по освоению водородного потенциала недр России предлагается организация на территории Российской Федерации нескольких научно-технологических полигонов для апробации отечественных технологий поисков и добычи природного водорода в различных геолого-тектонических обстановках (**Рис. 145**). Один из них рекомендуется разместить в пределах Астраханского свода Прикаспийской впадины, где прогнозируется крупная зона аккумуляции водорода, расположенная под подошвой верхнедевонской доманиковой сланцевой толщи, одновременно являющейся и областью скопления углеводородов (**Рис. 146**). С учетом высоких перспектив нефтегазоносности вышележащих пермско-девонских отложений Астраханский свод может служить полигоном для комплексного освоения минерально-сырьевых ресурсов больших глубин (нефть, газоконденсат, природный газ, водород, гелий, гидроминеральное сырье).

Организации: ГИН РАН, ИПНГ РАН, РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина.

Авторы: Абукова Л.А., Бевзо М.О., Филиппова Д.С. (ИПНГ РАН); Волож Ю.А., Патина И.С. (ГИН РАН); Хафизов С.Ф. (РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина).

Публикации:

1. Абукова Л.А., Бевзо М.О., Волож Ю.А., Патина И.С., Филиппова Д.С.,

Хафизов С.Ф. Самородный водород земных недр (к обоснованию поисковой концепции) // Нефтяное хозяйство. 2024. № 10. С. 2–8. DOI: 10.24887/0028-2448-2024-10-11-1

2. Abukova L.A., Volozh Yu.A., Filippova D.S., Safarova E.A. The search for natural hydrogen in Russia: state of the problem and possible starting solutions Doklady Earth Sciences. 2024. Т. 519. № 2. С. 2063-2071.

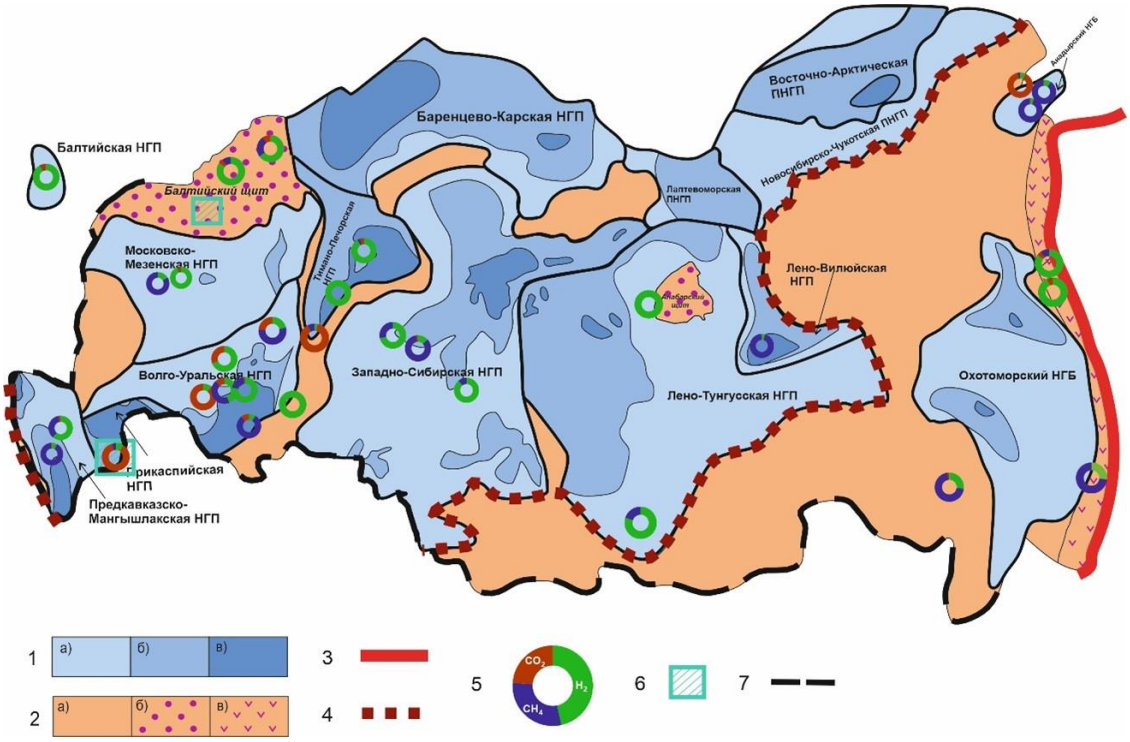


Рис. 145. Схемы расположения основных водородопроявлений в Российской Федерации

Условные обозначения к Рис. 145: 1 – НГП, плиты, древние и молодые платформы с указанием мощности осадочного чехла: а) менее 5 км, б) 5–10 км, в) более 10 км; 2 – комплексы консолидированной коры: а) нерасчленные, б) щиты древних платформ, в) Курило-Камчатской активной окраины; 3 – граница Евроазиатской и Тихоокеанской плит; 4 – граница НПГ с комплексами консолидированной коры в Азии; 5 – наиболее известные водородопроявления на территории России с геохимическим составом газовых смесей; 6 – предлагаемые районы размещения первоочередных научно-технологических полигонов; 7- сухопутная граница РФ.

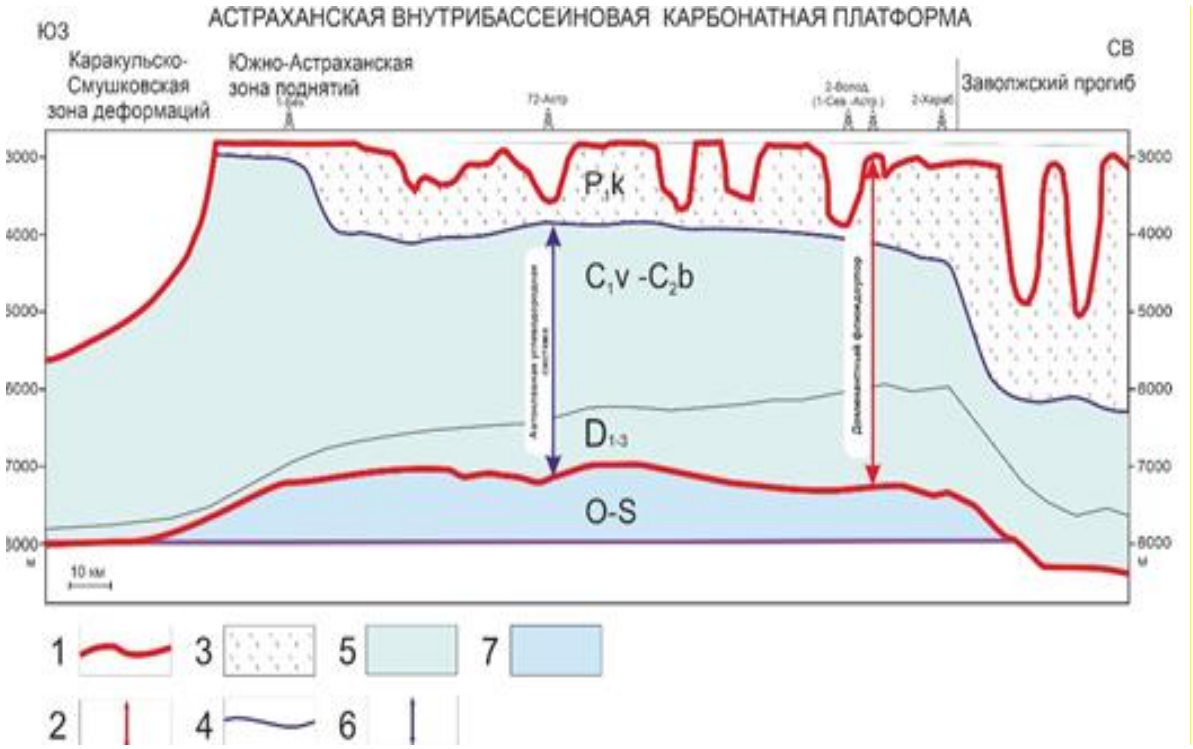


Рис. 146. Геофлюидодинамической модели Астраханского научно-технологического полигона

Условные обозначения к Рис. 146: доминантный флюидоупор: 1 – границы, 2 – область распространения (мощность – 4–8 км); 3 – соленосная толща (мощность 3-6 км); 4 – сульфатно-карбонатно-глинистый горизонт в основании соленосной толщи; углеводородная система автоклавного типа: 5 – область распространения, 6 – мощность (4-8 км); 7 – область потенциального водородонакопления.

3. Магнитостратиграфическая оценка эпизода плюмового магматизма на территории Кузнецкого прогиба для корректировки геодинамических моделей Сибирской крупной изверженной провинции на рубеже Перми и Триаса

На основе детального палеомагнитного изучения пермско-триасовых разрезов траппового комплекса дана оценка возраста и продолжительности плюмового магматизма в Кузнецком прогибе и его корреляция с эволюцией Сибирской крупной изверженной провинции (**Рис. 147**). Появление первых базальтовых покровов на периферии провинции (Кузнецкий ареал) произошло 251,2 млн л. н., на 800 тыс. л. позже чем в центре (Норильский ареал). Весь магматический эпизод в Кузнецком прогибе соответствует заключительной стадии формирования провинции, длился не более 600 тыс. л. и включает два кратких (~ 100 тыс. л.) вулканических импульса. Фиксируемое на инициальной стадии резкое (более чем в 3 раза) снижение напряженности геомагнитного поля, согласно теоретической модели, отражает состояние перегретого ядра. Отвод избытка тепла плюмами способствовало восстановлению обычного режима работы геодинамо и значений абсолютной величины магнитного поля Земли.

Организации: ИНГГ СО РАН, НГУ.

Авторы: В.А. Верниковский, Д.В. Метелкин, В.В.Абашев, Н.Э. Михальцов, В.Ю. Брагин, А.А. Елисеев, Е.В. Виноградов.

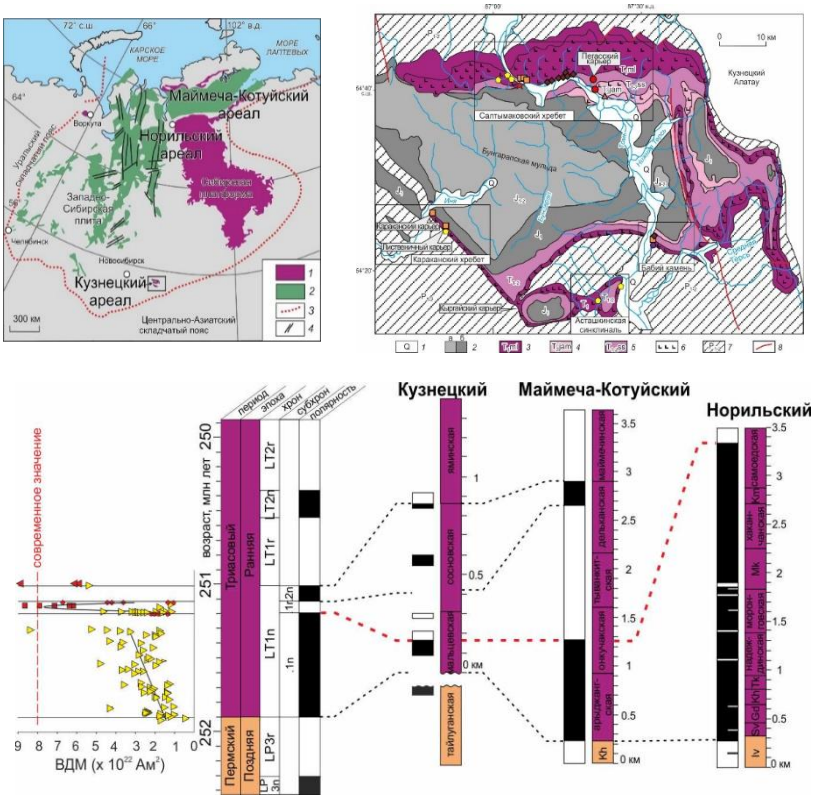


Рис. 147. Магнитостратиграфическая характеристика пермо-триасового траппового комплекса Кузнецкого прогиба в сравнении с другими магматическими ареалами Сибирской крупной изверженной провинции

Публикации:

Елисеев А.А., Метелкин Д.В., Абашев В.В., Михальцов Н.Э., Виноградов Е.В., Брагин В.Ю. Палеомагнетизм абинской серии Кузнецкого прогиба (Южная Сибирь) в связи с проблемой формирования Сибирской крупной магматической провинции на рубеже перми и триаса // Геология и геофизика, 2024, т.65, №4, с.533-551, DOI: 10.15372/GIG2023205 (IF – 1.2).

Metelkin D.V., Eliseev A.A., Shcherbakova V.V., Mikhaltsov N.E., Zhidkov G.V., Abashev V.V. Absolute Geomagnetic Paleointensity at the Permian–Triassic Boundary: the Problem of the Mesozoic Dipole Low // Doklady Earth Sciences, 2024, DOI: 10.1134/S1028334X24603687 (IF – 0.7).

4. Граница между Североамериканской и Евразийской литосферными плитами представляет в Сибири широкую диффузную зону

Границы между литосферными плитами могут быть концентрированными вдоль узкой линии, а также представлять широкие диффузные зоны распределённых деформаций. До настоящего времени предполагалось, что граница между Североамериканской и Евразийской литосферными плитами в Сибире является концентрированной, хотя характер распределения деформаций здесь практически не изучен ввиду почти полного отсутствия регулярной сети наблюдений GNSS. В рамках проекта было рассчитано для Сибири и сопредельных областей распределение эффективной мощности упругой литосферы, которая используется как прокси её прочности (**Рис. 148**, Kaban et al., 2024). На основании анализа этой карты и распределения сейсмичности (Gvishiani et al., 2022) было впервые показано, что граница между Североамериканской и Евразийской плитами не является концентрированной, как считалось ранее, а представляет в Сибири широкую диффузную зону распределённых деформаций, которая характеризуется крайне низкими значениями мощности упругой литосферы (Kaban et al., 2024). Это полностью соответствует распределению землетрясений и фокальным механизмам (Gvishiani et al., 2022). Основная часть

землетрясений сосредоточена на западной и восточной границах этой зоны (восточный склон Верхоянского хребта с одной стороны и восточный склон хребта Черского – с другой). В центре диффузной зоны имеют место только слабые землетрясения с небольшой глубиной.

Организация: ГЦ РАН. Грант РНФ № 21-77-30010 «Системный анализ динамики геофизических процессов в российской Арктике и их воздействие на развитие и функционирование инфраструктуры железнодорожного транспорта».

Руководитель: д.ф.-м.н. В.А. Пилипенко.

Авторы: Кабан М.К., Гвишиани А.Д., Соловьев А.А., Сидоров Р.В., Петрунин А.Г.

Публикации:

Kaban, M. K. et al.. (2024): Variations of the effective elastic thickness evidence for a wide diffusive boundary between the North American and Eurasian plates in Siberia. - Journal of Geodynamics, 159, 102015. https://doi.org/10.1016/j.jog.2023.102015

Gvishiani A.D. et al. (2022) Integrated Earthquake Catalog of the Eastern Sector of the Russian Arctic, Appl. Sci. 2022, 12(10), 5010; doi:10.3390/app12105010

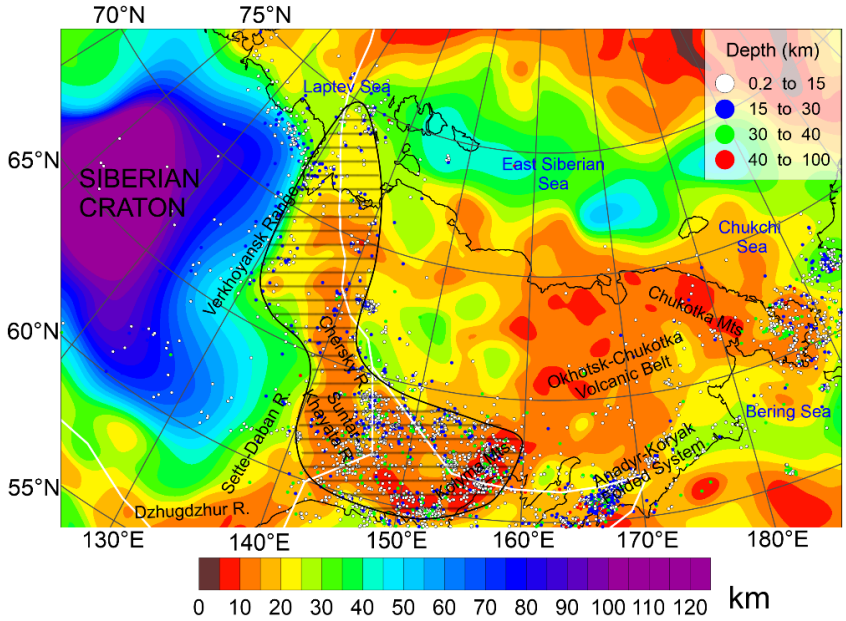


Рис. 148. Вариации эффективной мощности литосферы и сейсмичность. Заштрихована диффузная зона распределённых деформаций, представляющая границу между Евразийской и Североамериканской плитами (Kaban et al., 2024). Белые линии показывают положение границы согласно предыдущим представлениям

5. Анализ геномов мамонтов из образцов разного возраста

Проанализирован 21 полный геном мамонтов из образцов разного возраста, в том числе 14 геномов мамонтов, обитавших в голоцене на острове Врангеля. Результаты показывают, что популяция мамонтов острова Врангеля прошла сильнейшее «бутылочное горлышко» (эффективная численность Ne=8), вызванное изоляцией в раннем голоцене, но восстановилась до значительной численности и оставалась демографически стабильной в течение последующих шести тысячелетий вплоть до своего вымирания. Однако при этом наблюдается накопление умеренных вредных мутаций и вычищение вредных мутаций с высоким воздействием в течение сотен поколений после сокращения численности (**Рис. 149**), что предполагает инбридинговую депрессию, которая длилась сотни поколений. Результаты имеют важные последствия для сохранения современных популяций, находящихся под угрозой исчезновения.

Организация: СВКНИИ ДВО РАН.

Организации-соисполнители: Центр палеогенетики, Департамент биоинформатики и генетики, Шведский музей естественной истории, Стокгольм, Швеция и др.

Публикации:

Dehasque, M., Morales, H.E., Dıez-del-Molino, D., Pecnerova, P., Chacon-Duque, J. C., Kanellidou, F., Muller, H., Plotnikov, V., Protopopov, A., Tikhonov, A., Nikolskiy, P., Danilov, G.K., Giannı, M., van der Sluis, L., Higham, T., Heintzman, P.D., Oskolkov, N., Gilbert, M.T.P., Gotherstrom, A., van der Valk, T., Vartanyan, S., Dalen, L. 2024. Temporal dynamics of woolly mammoth genome erosion prior to extinction // Cell, Volume 187, Issue 14, p. 3531-3540.e13 https://doi.org/10.1016/j.cell.2024.05.033.

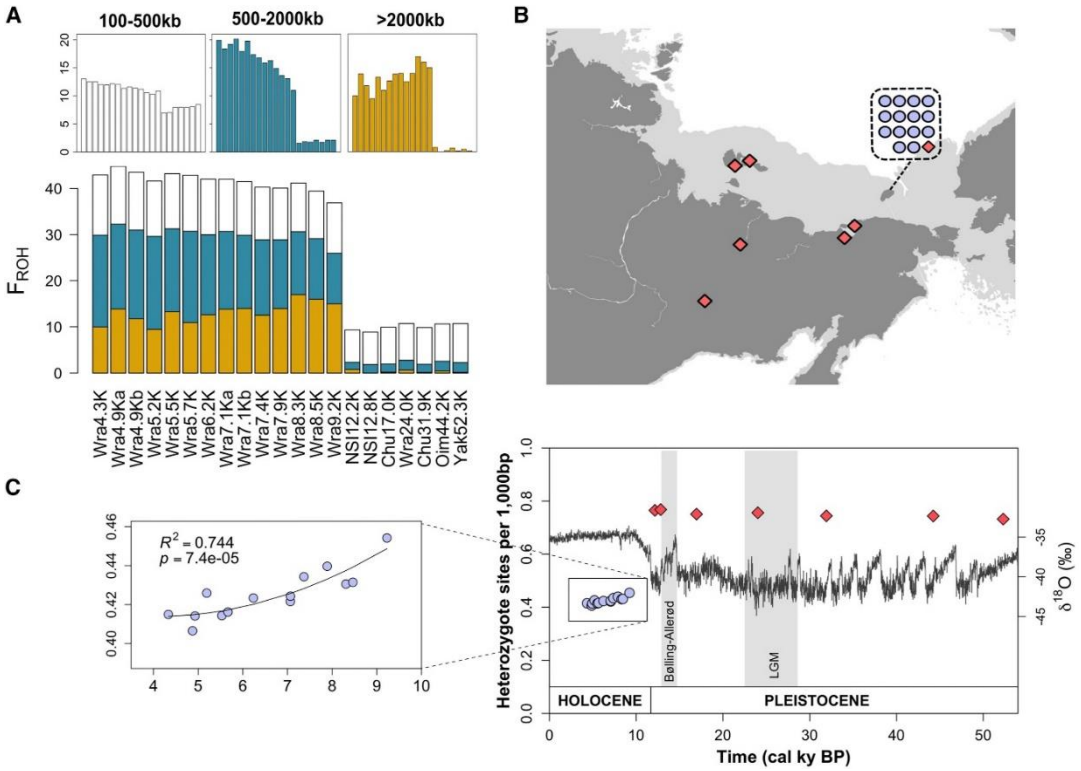


Рис. 149. Места отбора проб, инбридинг и аутосомная гетерозиготность 21 образца шерстистого мамонта. (A) Гомозиготность мамонтов с течением времени. (B) Места отбора проб. Красные ромбы – поздний плейстоцен, фиолетовые круги – голоцен. (C) Гетерозиготность мамонтов с течением времени

6. Влияние лучистого теплообмена на микроклиматические параметры в забое глубокого рудника

Проведенные экспериментально-теоретические исследования на глубоком калийном руднике показали, что для точного прогноза распределения температур воздуха в вентиляционном канале и тупиковой выработке необходимо учитывать не только конвективно-диффузионный, но и лучистый теплообмен. Численное моделирование нестационарного тепломассопереноса показало, что лучистый теплообмен может быть основной причиной растепления окружающих пород с течением времени. Помимо лучистого теплообмена в модели учтены динамическое продвижение забоя и нагрев воздуха от вентиляторов местного проветривания (**Рис. 150**).

На основе моделирования разработаны новые технические решения для нормализации параметров микроклимата в атмосфере тупиковых выработок.

Организация: ГИ ПФИЦ УрО РАН.

Авторы: Д.В. Ольховский, А.В. Зайцев, С.А. Бублик.

Публикации:

Olkhovsky D., Zaitsev A., Bublik S. Study on the influence of radiation heat transfer on microclimatic parameters in the blind heading of a deep potash mine // International Journal of Thermal Sciences. 2024. Т. 199. Статья № 108904. (Q1 Web of Science).

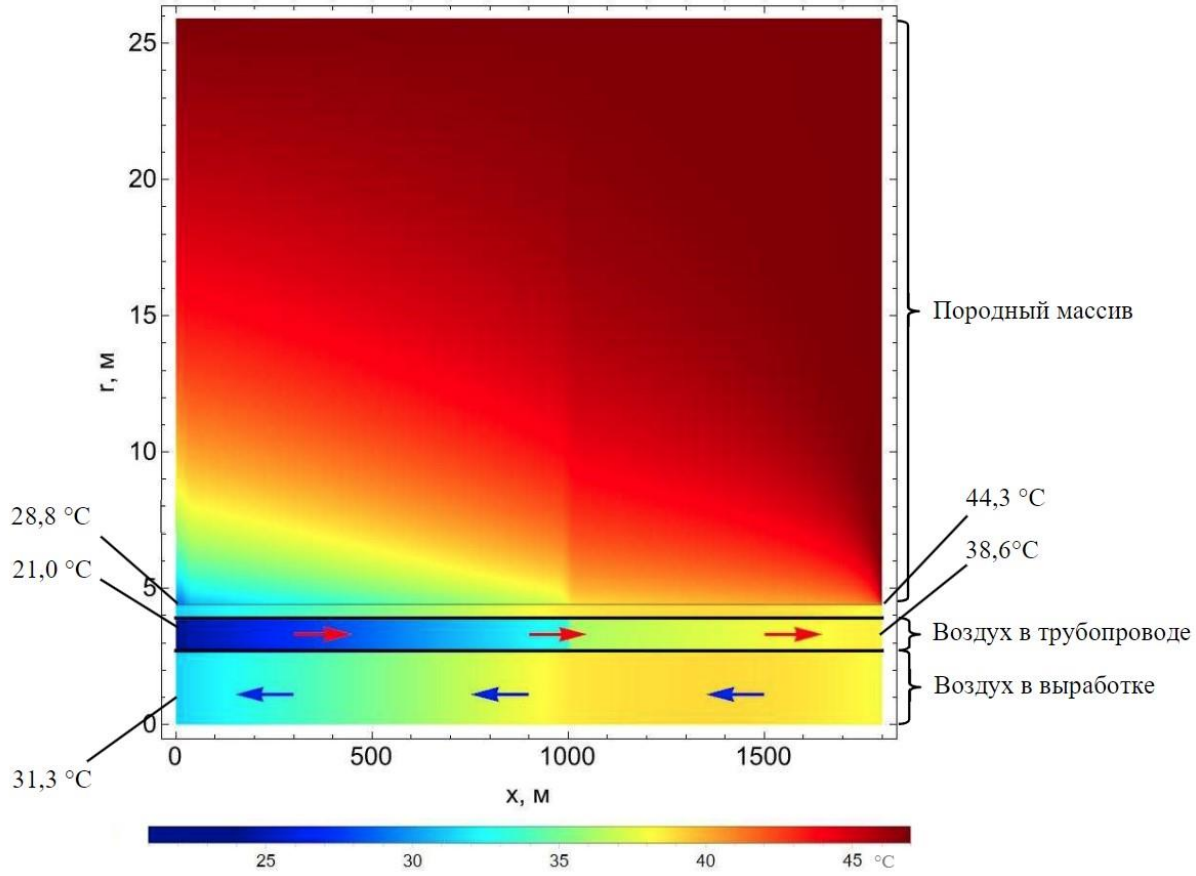


Рис. 150. Рассчитанное теплораспределение в тупиковой выработке с учетом лучистого теплообмена, динамического продвижение забоя и нагрева воздуха от вентилятора

7. На основании геолого-геофизических материалов, полученных в 55 рейсе НИС «Академик Николай Страхов» уточнено строение трога Кинг и его ближайшего окружения (мезоструктурный кластер Кинг), расположенных на восточном фланге Срединно-Атлантического хребта в Северной Атлантике

По результатам батиметрического картирования в пределах юго-восточной части трога Кинг выделено шесть провинций, каждая из которых имеет свой морфоструктурный облик, сформировавшийся в результате многостадийных тектонических и вулканических процессов, чередующихся и сопряженных друг с другом по времени (**Рис. 151**). По данным сейсмоакустического профилирования выявлены три основных типа сейсмофаций: а) пелагические комплексы; б) отложения турбидитовых потоков; в) хаотические фации гравитационного генезиса. Показано, что аномальное магнитное поле полигона представляет собой суперпозицию линейных и изометричных аномалий. Первые образовались при формировании океанической коры в осевой зоне спрединга. Вторые связаны с вулканическими массивами, сформировавшимися во внутриплитных условиях. Полученные данные подтверждают предположения о том, что образованию трога Кинг предшествовало формирование протяженного сводового поднятия, которое стало ареной интенсивного внутриплитного вулканизма, интенсивность которого возрастала с юго-востока на северо-запад. За этим последовало проседание осевой части поднятия с образованием трога Кинг и впадин Пик и Фрин.

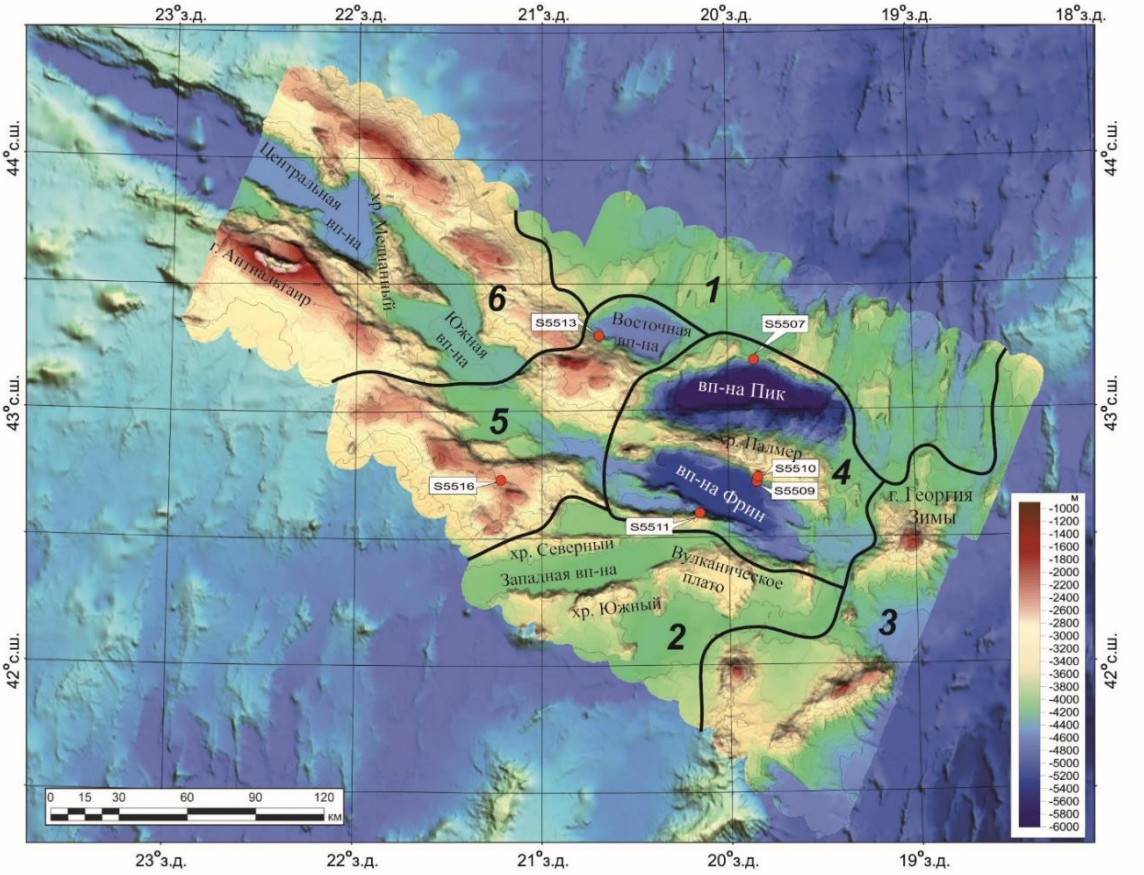


Рис. 151. Схема морфоструктурных провинций района трога Кинг

Организации: Результат получен в рамках государственных заданий ГИН РАН и ИО РАН.

Авторы: Сколотнев С.Г., Пейве А.А., Добролюбова К.О., Боголюбский В.А., Патина И.С., Добролюбов В.Н., Докашенко С.А., Ильин И.А. – ГИН РАН; Иваненко А.Н., Веклич И.А., Любинецкий В.Л. – ИО РАН.

Публикации:

Skolotnev S.G., Peyve A.A., Dobrolyubova K.O., Ivanenko A.N., Patina I.S., Bogolyubskiy V.A., Dobrolyubov V.N., Veklich I.A., Dokashenko S.A., Lyubinetskiy V.L., Ilyin I.A. Structure of the Ocean Floor in the Junction Area of King's Trough and the Azores–Biscay Rise (North Atlantic) // Doklady Earth Sciences. 2024. Vol. 516. Part 2. pp. 913–919. DOI: 10.1134/S1028334X24601275.

8. Разработаны геофильтрационная и гидрогеомеханическая 3D-модели природно-технической системы «водохранилище – прилегающая территория – карьер»

Отличительной особенностью моделей является одновременный учет гидростатических, гидродинамических и геомеханических условий и нагрузок. Модель апробирована на примере водохранилища Селиакка-Ярви (АО «Кольская ГМК») в ходе оценки текущего и прогнозного гидрогеомеханического состояния водохранилища в зоне активного ведения подземных горных работ.

Для оценки гидрогеомеханического состояния природно-технической системы «водохранилище – прилегающая территория – карьер» (на примере водохранилища Селиакка-Ярви АО «Кольская ГМК»), ФИЦ КНЦ РАН (Горный институт, ИХТРЭМС), АМИГЭ («Росгеология»), АО «Пана», Институт Гипроникель, АО «Кольская горно-металлургическая компания» были выполнены комплексные междисциплинарные исследования: геодезические, геологические, гидрологические, геофизические, лабораторные.

На основе полученных данных разработаны геофильтрационная и гидрогеомеханическая 3D – модели природно-технической системы «водохранилище – прилегающая территория – карьер» как цифрового образа для исследования различных механизмов развития фильтрационно-деформационных процессов (рис. 152). Отличительной особенностью моделей является синхронный учет гидростатических, гидродинамических и геомеханических условий и нагрузок. Результаты исследования моделей позволяют оценивать текущее и прогнозное гидрогеомеханическое состояние водохранилища в зоне активного ведения подземных горных работ.

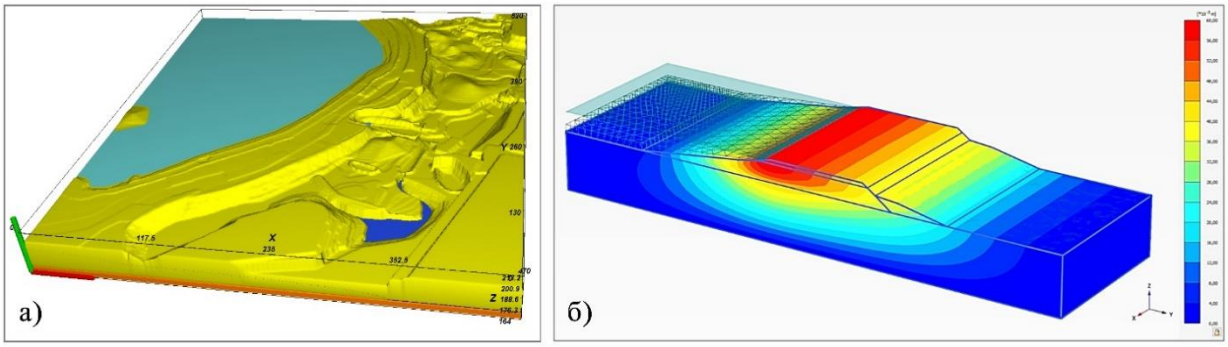


Рис. 152. Геофильтрационная **(а)** и гидрогеомеханическая **(б)** 3D модели природно-технической системы «водохранилище-прилегающая территория – карьер» как цифрового образа для исследования различных механизмов развития фильтрационно-деформационных процессов

Определено, что ключевым критерием стабильного состояния природно-технической системы «водохранилище – прилегающая территория – карьер» является обеспечение фильтрационной устойчивости массива пород подстилающего скального основания, подработанного карьером и рудником АО «Кольская горно-металлургическая компания».

Организация: ГоИ КНЦ РАН. Работы выполнялись по теме: № FMEZ-2022-0009 «Развитие научно-методических основ оценки промышленной безопасности объектов складирования минеральных отходов горного производства на основе многоуровневого мониторинга».

Организации–соисполнители: ИХТРЭМС КНЦ РАН, АМИГЭ (Росгеология), АО «Пана», Институт Гипроникель, АО «Кольская горно-металлургическая компания».

Авторы: Калашник А.И., Запорожец Д.В., Дьяков А.Ю., Калашник Н.А.

Публикации:

1. Калашник Н.А. Оценка фильтрационно-деформационных процессов в ограждающей дамбе хвостохранилища на основе 3D-моделирования // Горная промышленность. 2024. № 1. С.100–104.

2. Dyakov A., *Kalashnik A.* Influence of the rock massif physical properties variability on the localization of its disturbances with GPR // E3S Web of Conferences. ICAPE 2024. 2024. V.498. P.03012.

3. Dyakov A. Study of changes in the induced wave field in mining waste storage facilities // E3S Web of Conferences. APEC-VII-2024. 2024. V.524. P.02012.

9. Полученные Sr-, O- и C-изотопные данные раковин моллюсков островов Сахалин и Хоккайдо указывают на то, что заключительные стадии раскрытия задуговых бассейнов Западной Пацифики имели место в среднем миоцене (соответственно 18.1–17.7 и 15.9–14.2 млн лет назад)

Локальные факторы, такие как приток холодных бореальных вод, существенно влияли на формирование фауны в этот период, что подтверждается $\delta^{18}O$ составом раковин моллюсков из миоцена Сахалина и Хоккайдо. Положительная C-изотопная аномалия, впервые зафиксированная в миоценовых отложениях Сахалина, коррелирует с глобальным событием Монтерей, связанным с формированием перспективных

углеводородных отложений. Эти результаты в сочетании с данными по палеогену и неогену позволяют предположить четырехстадийную модель открытия задуговых морей Западной Пацифики, начавшуюся в палеогене (**Рис. 153**). Понимание временных рамок и факторов, влияющих на раскрытие задуговых бассейнов, имеет ключевое значение для реконструкции геодинамической эволюции региона и оценки его нефтегазового потенциала.

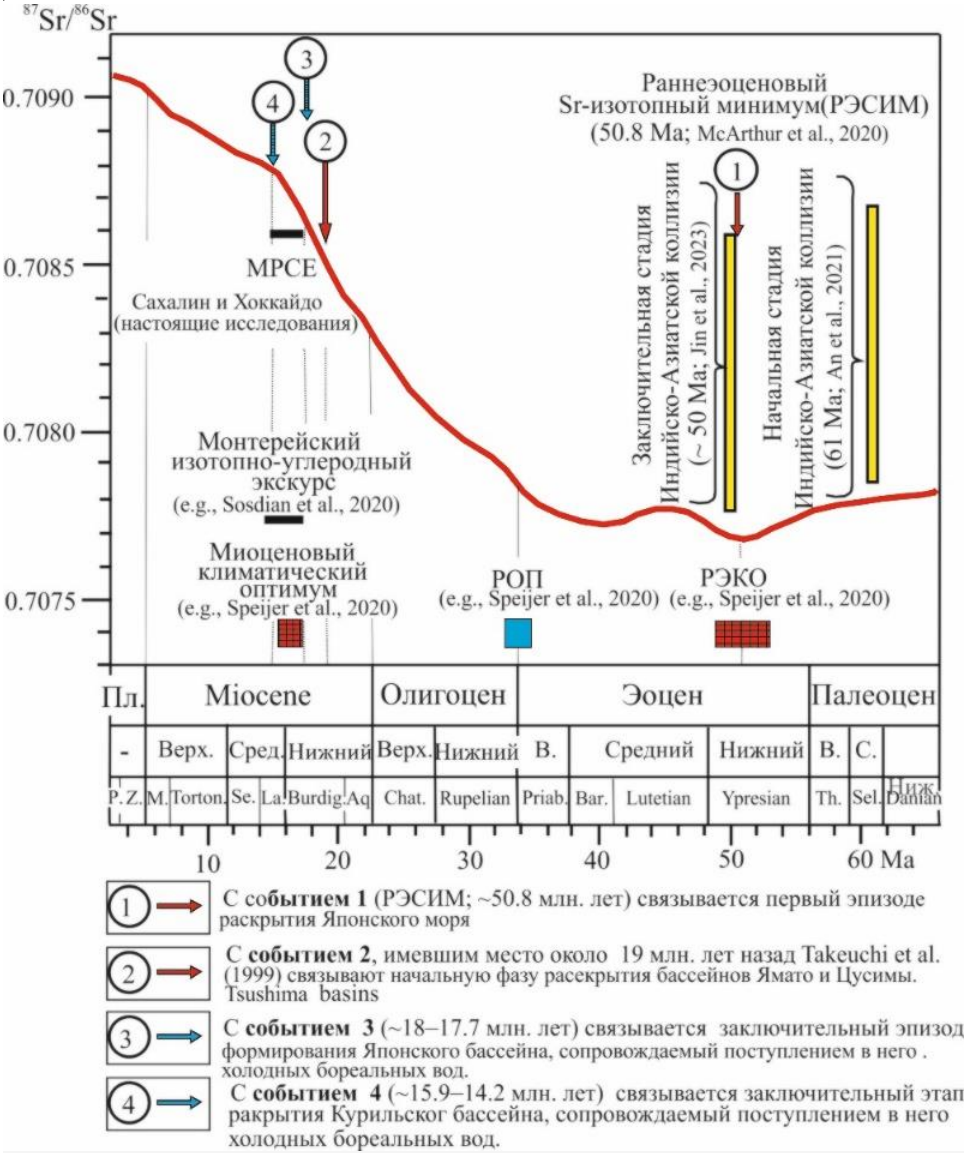


Рис. 153. Сравнение O- и C-изотопных данных по по миоцену Сахалина и Хоккайдо с материалами по миоценгу экваториальной Паифики. Сокращения: МКО — миоценовый климатический оптимум; Burdig. — бурдигальский ярус; Mess. — мессинский ярус

Организация: ДВГИ ДВО РАН.

Авторы: Захаров Ю.Д., Худик В.Д., Смышляева О.П.

Публикации:

Zakharov Y.D., Kuznetsov A.B., Khudik V.D., Gavrilova A.A., // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. 2024. Vol. 646, article № 112213. https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2024.112213

10. О границе Евразийской и Амурской литосферных плит на Востоке России

Получены новые сейсмические данные о границе Евразийской и Амурской литосферных плит на Востоке России. Проведено сопоставление результатов сейсмологии и глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ) (на опорных геофизических профилях 1-СБ и 3-ДВ) с существующими геодинамическими построениями в области сочленения Евразийской (EU) и Амурской (AM) литосферных плит (**Рис. 154**). Установлены критерии границы, заключающиеся в подъеме границы Мохоровичича, небольшой мощности земной коры (37-42 км) (**Рис. 155**А), низких значениях граничной скорости по границе М и пониженном значении средней скорости продольных волн в земной коре. Область сочленения плит представляет собой широкую напряженную зону с максимальным количеством землетрясений, максимумом показателя полной выделенной энергии и пониженными глубинами гипоцентров землетрясений (**Рис. 155**Б). На сейсмических разрезах в данной зоне отмечается чрезвычайно неоднородная средняя кора, снижение контрастности отражений в низах коры и разделе Мохоровичича по материалам глубинного ОГТ; для широкой зоны сочленения установлены пониженные значения отношений скоростей P- и S-волн в земной коре до 1.6-1.7 (**Рис. 155**А) и пониженный коэффициент Пуассона до 0.20, что может свидетельствовать о повышенной раздробленности земной коры.

Полученная в результате этих исследований новая обширная информация о глубинном строении областей сочленения крупнейших тектонических плит позволит наметить пути решения целого круга фундаментальных проблем региональной геологии, истории геологического развития, тектоники, минерагении и сейсмичности на Востоке России.

Организация: ФИЦ ЕГС РАН.

Руководитель: Еманов А. Ф. Работы выполнены по теме «Эволюционная динамика земной коры Сибири и развитие сейсмотектонических процессов, предшествующих катастрофическим событиям, по данным мониторинга землетрясений».

Публикации:

1. Соловьев В.М., Селезнев В.С., Чечельницкий В.В. и др. Зоны сочленения крупных литосферных плит на Востоке России по данным ГСЗ (в створе опорных геолого-геофизических профилей). Тезисы докладов XVIII Международной сейсмологической школы «Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных». Витебск, Беларусь. 2024.

2. Соловьев В.М., Селезнев В.С., Сальников А.С. и др. Глубинное скоростное строение и сейсмичность Забайкалья (в створе опорного профили 1-СБ) // Вулканология и сейсмология. 2023, N2, с. 1-13.

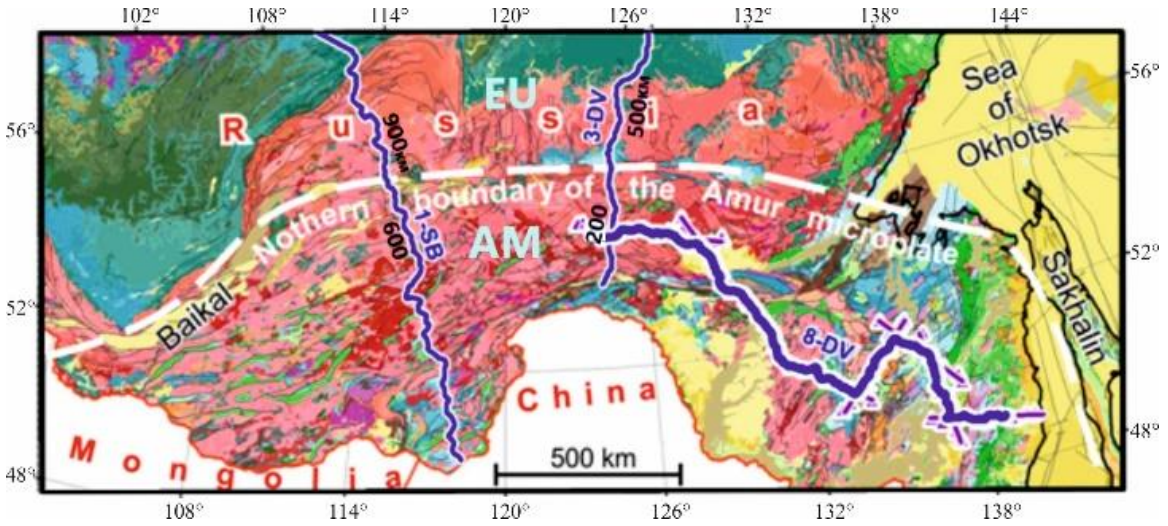


Рис. 154. Схема опорных геофизических профилей 1-СБ и 3-ДВ в области сочленения Евразийской (EU) и Амурской (AM) литосферных плит

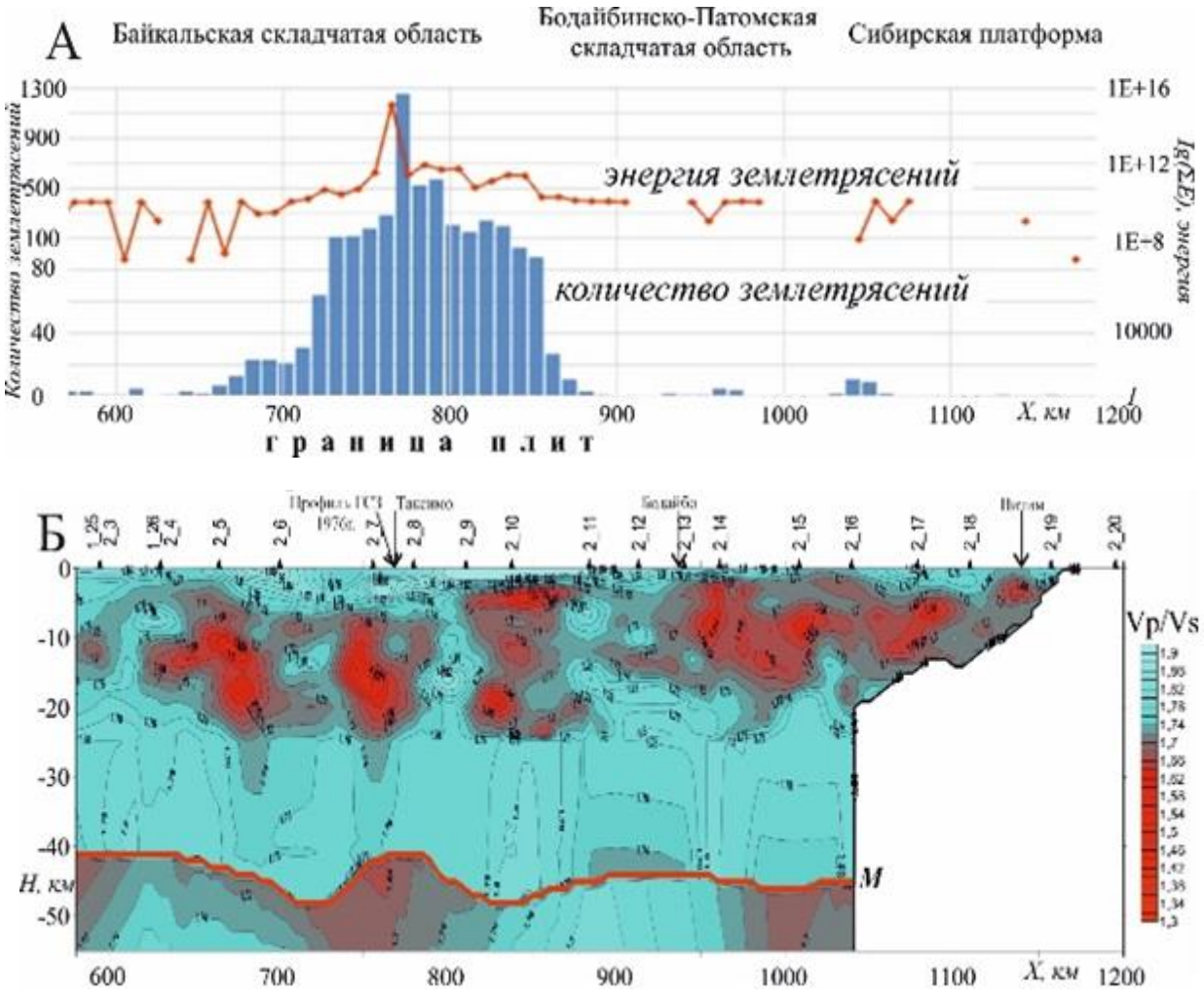


Рис. 155. К изучению границ плит: А, Б – соответственно графики сейсмичности и отношения скоростей Р-и S-волн в земной коре на профиле 1-СБ

11. По результатам морфометрического анализа современного рельефа земной поверхности района склонного к горным ударам оловорудного месторождения Фестивальное с использованием радарной съемки SRTM 30 и инструментальных изменений напряжений методом щелевой разгрузки **установлена тектоническая**

структура массива горных пород и определен геодинамический режим на участках ведения подземных горных работ, который характеризуется преобладанием горизонтальных напряжений сжатия (напряжения ориентированы субмеридионально и субширотно: $\sigma_{мер} = \sigma_{шир} = 1{,}6 \div 1{,}7\gamma H$, в зонах тектонических нарушений уровень напряжений превышает 50 МПа), и наличием крутопадающих активных разломов широтного и меридионального направления (**Рис. 156**).

Организация: ИГД ДВО РАН.

Авторы: чл.-корр. РАН Рассказов И.Ю, к.т.н. Усиков В.И., к.т.н. Федотова Ю.В.

Публикации:

Рассказов И.Ю., Усиков В.И., Федотова Ю.В. // Горный журнал. 2024. №6. С. 38-46. DOI: 10.17580/gzh.2024.06.

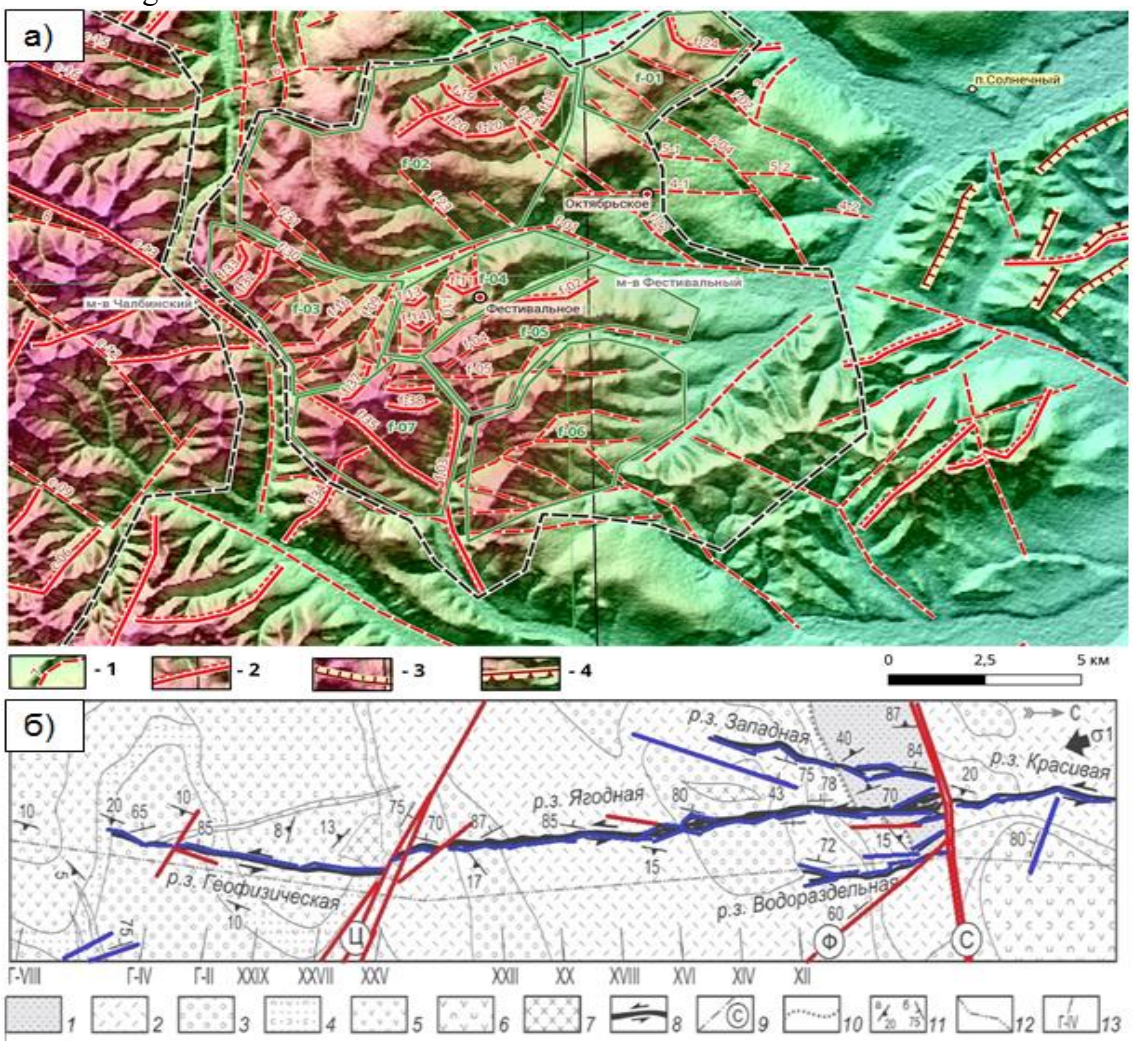


Рис. 156. Морфотектоническая схема Фестивального горного массива Комсомольского рудного поля:

1 – разрывные нарушения невыясненной кинематики; 2 – сбросы; 3 – линии отрыва висячих крыльев обращенных надвигов от лежачих; 4 – тыльные кромки висячих крыльев; (б) геологическое строение месторождения Фестивальное в плане: 1 – доаптские породы терригенного основания (преимущественно флиш); 2–6 – породы апт-кампанского вулканогенного чехла: туфы дацитов и липаритодацитов (2), туфоконгломераты (3), туфопесчаники (4), андезиты (5), туфы андезитов (6); 7 – сеноман-кампанские монцодиориты силинского комплекса; 8 – рудные зоны (р.з.), стрелки указывают направление смещения; 9 – разломы, в том числе дорудные, активизированные Перевальненским сдвигом: Северный (С), Фланговый (Ф), Центральный (Ц); красным цветом выделены предполагаемые активные разломы, синим – пассивные; 10 – подошва вулканогенного чехла; 11 – элементы залегания: стратифицированных образований (а) и тектонических нарушений (б); 12 – линия проекции на вертикальную плоскость западного крыла Перевальненского сдвига; 13 – направление разведочных профилей и их номера; σ1 – ориентировка регионального сжатия

12. Геохимия обсидиана как инструмент изучения доисторических миграций в Северо-Восточной Азии

В публикации, имеющей междисциплинарный характер, представлены данные о доисторических контактах и миграциях в Северо-Восточной Азии (Дальний Восток и Северо-Восток России, Япония, Корея, Северо-Восточный Китай). Книга основана на геохимическом анализе коренных источников обсидиана и артефактов, а также сопоставлении состава артефактов с источниками. Используя обсидиан в качестве материала, получены надёжные данные о миграциях и контактах древних людей (**Рис. 157**).

Книга основана на результатах исследований, полученных автором за последние 30 лет, и содержит всеобъемлющее изложение происхождения обсидиана и вопросов, связанных с доисторическими человеческими контактами/миграциями и ранним мореплаванием в Северо-Восточной Азии.

Организация: ИГМ СО РАН.

Авторы: Кузьмин Я.В., Зольников И.Д., Добрецов Н.Н.

Публикации:

Kuzmin Y.V. Across the Seas in Prehistoric Northeast Asia: Obsidian as a Commodity for the Study of Human Migrations. Singapore: Springer Nature Singapore Pte Ltd., 2024. xxiii + 124 pp. ISBN 978-981-97-5137-2.

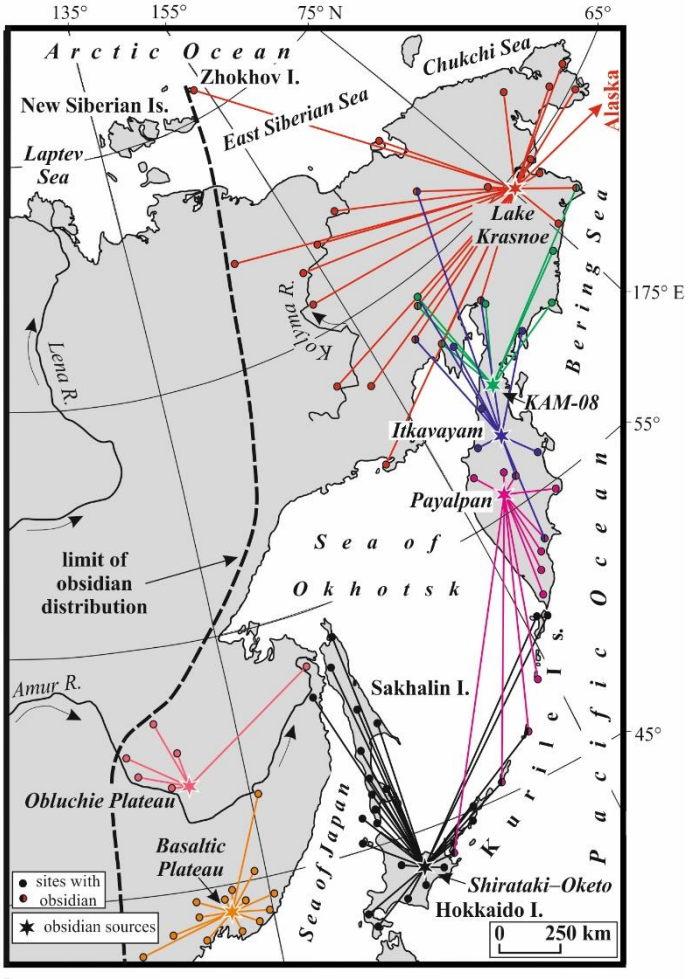


Рис. 157. Сети обмена обсидианом в северной части Северо-Восточной Азии (Дальний Восток и Северо-Восток России) по данным геохимического анализа

13. Корреляция геологических катастроф за последние 300 миллионов лет

Уточнена геохронологическая база данных датирования за последние 300 млн лет (падения метеоритов, вулканизма крупных магматических провинций, пиков аномально высоких концентраций CO_2 в атмосфере, массовых вымираний животных, аноксийных событий в океане и периодов аномально теплого климата). Для выявления корреляций между этими событиями предложена новая статистическая метрика, позволяющая оценивать вероятность случайного совпадения датировок. Выявлено, что на уровне вероятности более 3 сигма существуют корреляции только между возрастами массовых вымираний и тремя потенциальными причинами – возрастами гигантских метеоритов (диаметр кратера >40 км), континентальных крупных магматических провинций и периодов аномальных концентраций CO_2 в атмосфере. Показано, что процент вымерших родов животных связан с количеством одновременно произошедших причин (**Рис. 158**).

Организация: ИЗК СО РАН.

Автор: А.В. Иванов.

Публикации: Ivanov A.V. Correlating 300 million years of catastrophes // Earth and Planetary Science Letters. 2024. V. 647. Art. No. 119058. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2024.119058, импакт-фактор 4.8

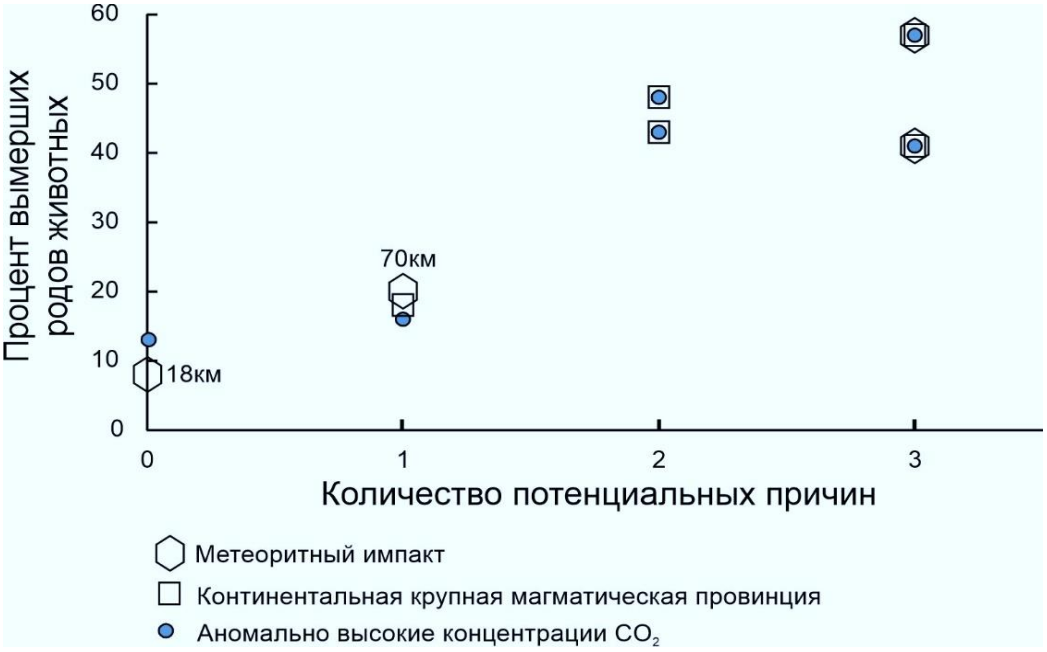


Рис. 158. Зависимость интенсивности массовых вымираний от количества одновременно случившихся причин в виде гигантского метеоритного импакта (> 40 км диаметр кратера), вулканизма континентальной крупной магматической провинции и пиковых концентраций CO_2 в атмосфере

14. На основе теоретических и экспериментальных исследований **разработаны комбинированные процессы малоотходной комплексной переработки эвдиалитового концентрата, обеспечивающие извлечение более 97% циркония (Zr) и редкоземельных металлов (РЗМ)** из продуктивных растворов азотнокислотного выщелачивания, рециркуляцию отработанных растворов, регенерацию основного реагента и получение дополнительной продукции в виде метасиликата натрия и аммиачной селитры (рис. 159).

Вскрыт механизм высокой сорбционной способности силикагеля по отношению к редким и редкоземельным металлам и разработаны методы его комплексной переработки, обеспечивающие дополнительное получение метасиликата натрия и доизвлечение Zr и РЗМ.

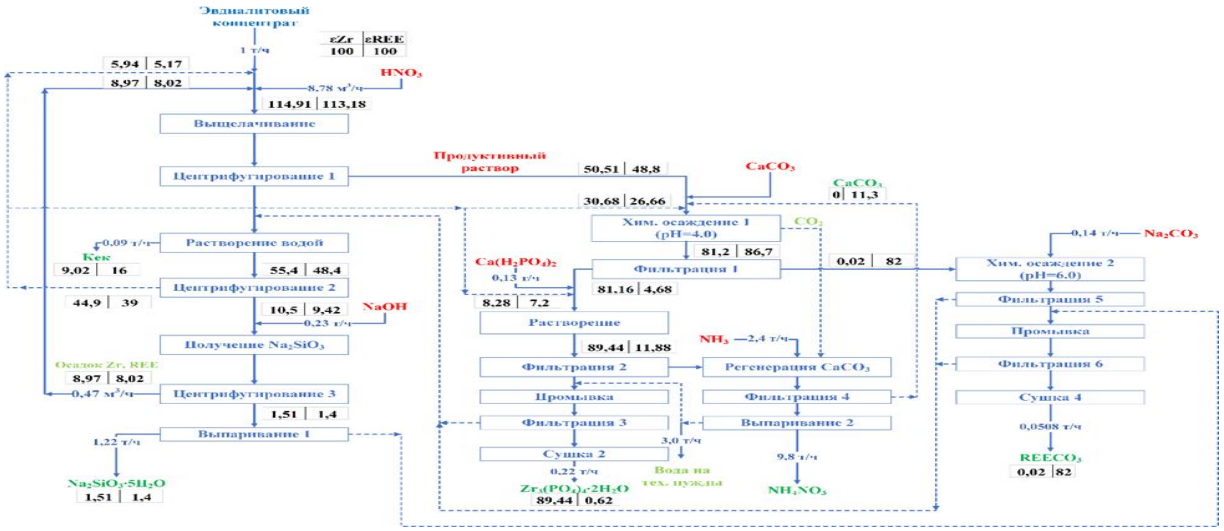


Рис. 159. Принципиальная технологическая схема переработки эвдиалитового концентрата

Организация: ИПКОН РАН. Результат получен по теме «Фундаментальные основы развития процессов извлечения ценных компонентов при комплексной и глубокой переработке минерального сырья сложного вещественного состава».

Авторы: ак. РАН В.А. Чантурия, д.т.н. В.Г. Миненко, к.т.н. Самусев А.Л., Кожевников Г.А.

Публикации:

1. Чантурия В.А., Миненко В.Г., Кожевников Г.А., Самусев А.Л. Разработка технологии комплексной переработки эвдиалитового концентрата. ФТПРПИ. № 5.2024. С. 149-162. DOI: 10.15372/FTPRPI20240514, EDN: OBSQNJ.

2. Чантурия В.А., Миненко В.Г., Рязанцева М.В., Самусев А.Л. Комплексная переработка эвдиалитового концентрата. Цветные металлы. №12. 2024.

3. Чантурия В.А., Миненко В.Г., Рязанцева М.В., Самусев А.Л. Инновационные процессы извлечения и разделения редких и редкоземельных элементов при комплексной и глубокой переработке эвдиалитового концентрата. Тезисы докладов международной конференции «Плаксинские чтения – 2024». С.11-20.

4. Заявка на патент РФ № 2024123733 от 16.08.2024 «Способ переработки эвдиалитового концентрата» Чантурия В.А., Миненко В.Г., Самусев А.Л., Кожевников Г.А.

15. Новая информация о субаквальной мерзлоте и газогидратах на шельфе морей Восточной Сибири

В итоге пятилетних исследований около 1,3 млн кв. км арктического шельфа Восточной Сибири (АШВС) выявлена граница между районами с преимущественными распространениями мерзлых и талых пород (Южная и Северная зоны – **Рис. 160**), при этом получена новая информация о состояния субаквальной криолитозоны, кардинально отличающаяся от всех предыдущих данных. Впервые установлено, что на большей части АШВС (57,6%, 737 тыс. кв. км) мерзлые породы полностью деградировали, что также сократило площадь возможного существования газогидратов. При этом, в наибольшей степени мерзлота деградировала на шельфе Восточно-Сибирского моря (76,9%, 665 тыс. кв. км). Результаты получены на основе сейсмических записей преломленных волн по 176 сейсмопрофилям АО «МАГЭ» и АО «Росгеология» общей протяженностью более 34 тыс. км. Достоверность результатов подтверждается данными бурения ряда скважин, включая ПАО «НК «Роснефть». Результаты имеют большое значение для прогноза климатических изменений и повышения эффективности поиска и освоения ресурсов углеводородов.

Организация: ИПНГ РАН. Результат получен по теме научной работы: «Повышение эффективности и экологической безопасности освоения нефтегазовых ресурсов арктической и субарктической зон Земли в условиях меняющегося климата».

Авторы: чл.-корр. РАН Богоявленский В.И., Кишанков А. В.

Публикации:

1. Bogoyavlensky V., Kishankov A., Kazanin A. Evidence of large-scale absence of frozen ground and gas hydrates in the northern part of the East Siberian Arctic shelf (Laptev and East Siberian seas). // Marine and Petroleum Geology, 2023, V.148, 106050, p.1-15. Web of Science Q1, Scopus Q1.

2. Богоявленский В.И., Кишанков А.В., Казанин А.Г. Распространение субаквальной мерзлоты в море Лаптевых по данным сейсморазведки методом преломленных волн. // Арктика: экология и экономика, 2023, Т.13, №4, с.501-515. Scopus Q2, RSCI K1.

3. Богоявленский В.И., Богоявленский И.В., Кишанков А.В. Геофизические методы обеспечения технологического суверенитета и национальной безопасности России в Арктике. Вестник РАН, 2024, том 94, № 10, с. 895–913. Scopus Q2, WoS

4. Богоявленский В.И., Кишанков А.В., Казанин А.Г. Новая информация о субаквальной мерзлоте в морях Лаптевых и Восточно-Сибирском по данным сейсморазведки. Доклады РАН, 2024, Scopus Q2, WoS3

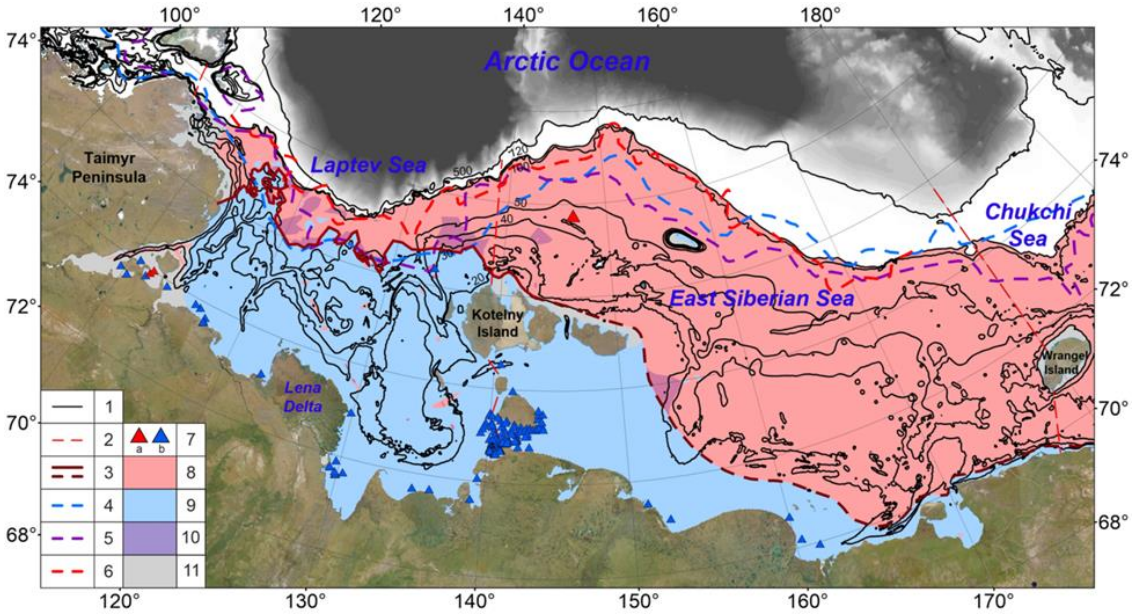


Рис. 160. Распространение субаквальной мерзлоты на шельфе Восточной Сибири по данным сейсморазведки методом преломленных волн

Обозначения: 1 – изобаты (м); 2 – границы морей; 3-6 – границы преимущественно мерзлых и талых пород: ИПНГ РАН (3), других авторов (4-6); 7 – отсутствие (а) и наличие (b) ММП по данным бурения скважин; 8 – зона преимущественного отсутствия ММП (талые породы), 9 – зона преимущественного существования твердомерзлых пород; 10 – зоны конечной стадии деградации мерзлоты; 11 – недостаток информации

16. Заложены основы криосейсмологических наблюдений в Российской Арктике

Благодаря установке сейсмических станций на российских арктических архипелагах заложены основы криосейсмологических наблюдений в Российской Арктике (**Рис. 161**).

Несмотря на использование записей одиночной сейсмической станции, для локальных сейсмических событий выявлены основные параметры, позволяющие

классифицировать их по природе (землетрясение или льдотрясение), впервые создается криосейсмологический бюллетень. Для другого типа регистрируемых событий – ледовых микроимпульсов выявлена цикличность и показано, что температура воздуха является основным внешним фактором, «управляющим» вариациями их потоков. Комплексный непрерывный сейсмологический мониторинг всех типов событий позволяет получить новые сведения о напряженно-деформированном состоянии морского льда и показывает перспективность развития подобных наблюдений.

Организация: ФИЦКИА УрО РАН.

Авторы: д.т.н. Антоновская Г.Н., д.ф.-м.н. Капустян Н.К., к.т.н. Конечная Я.В., Морозова Е.Р.

Публикации:

1. Antonovskaya G.N., Konechnaya Ya.V., Kapustian N.K., Morozova E.R. Cryoseismology of the Severnaya Zemlya Archipelago – the Beginning of Permanent Monitoring // Journal of Volcanology and Seismology. 2024. Vol. 18. № 4. P. 383–396. DOI: 10.1134/S0742046324700635.

2. Antonovskaya G.N., Kapustian N.K., Konechnaya Ya.V., Morozova E.R. Glacial and seismic events investigation from a single-station record at Severnaya Zemlya archipelago (Arctic region) // Journal of Seismology. 2024. Vol. 28. P. 615-633. DOI: 10.21203/rs.3.rs-2931088/v1.

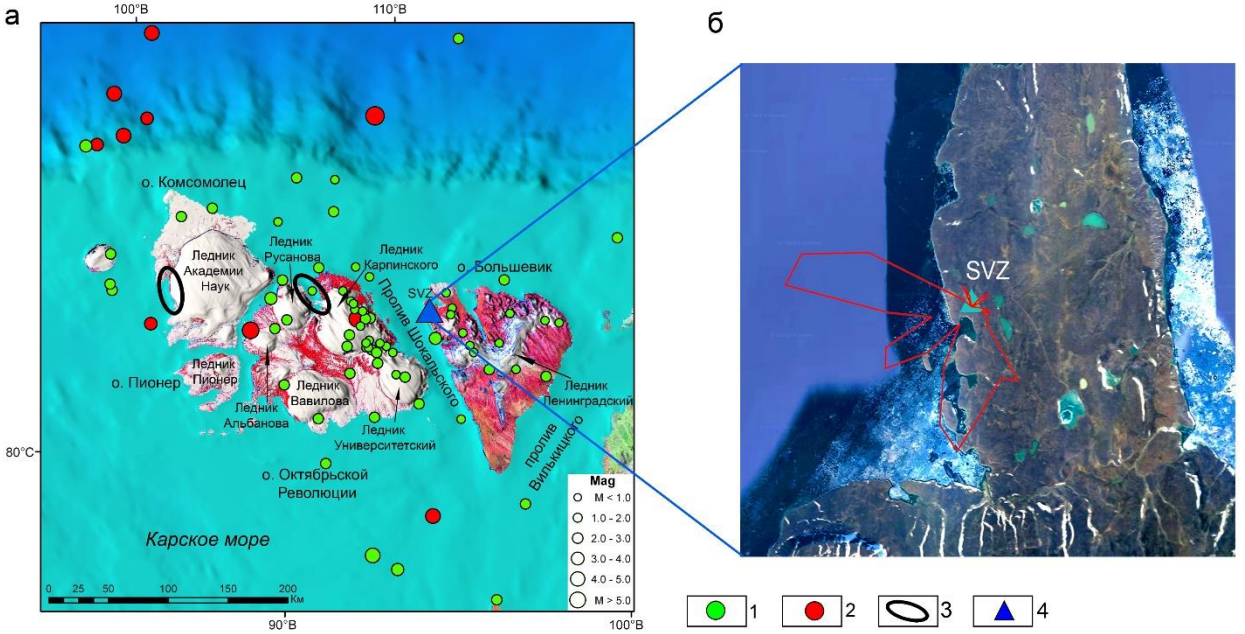


Рис. 161. Пространственное распределение сейсмических событий в районе архипелага Северная Земля на фрагменте физической карты (а) и изменения направления потоков ледовых микроимпульсов (б): 1, 2 – сейсмические события: 1 – зарегистрированные только станцией SVZ и отсутствуют в сейсмических каталогах; 2 – включенные в сейсмический каталог, т.к. зарегистрированы более, чем три сейсмические станции; 3 – области образования айсбергов и ледников; 4 – сейсмическая станция «Северная Земля» (SVZ)

17. Установлено, что **гранитоиды** одного из крупнейших в мире Ангаро-Витимского батолита (Западное Забайкалье), занимающего площадь около 200 тыс. кв. км и имеющего объем порядка 1.0 млн куб. км, характеризуются крайне гетерогенным изотопным составом в основном соответствующим параметрам разновозрастных коровых метатерригенных протолитов. Изотопная гетерогенность батолита сформировалась за счет смешения продуктов плавления ограниченного количества максимально контрастных по изотопному и литологическому составу протолитов: палеопротерозойской континентальной коры с $\varepsilon Nd(T) \approx -20 \div -22$ и T(DM-2) = 2.9 – 2.5 Ga и неопротерозойских мафических гранулитов повышенной калиевой щелочности, обогащенных ювенильным компонентом ($\varepsilon Nd(T) \approx -3.0$; T(DM-2) = 1.2 – 1.3 Ga). Широкое распространение

минглинг-даек, мафических включений, синплутонических базитовых интрузий в составе АВБ указывает на дополнительный компонент смешения, которым была мафическая магма из обогащенной мантии, реактивированной в позднем палеозое в результате воздействия мантийного плюма на разогретую пластичную кору молодого (герцинского) орогена.

Организация: ГИН СО РАН.

18. В ходе исследований геомеханики и физико-химических свойств горных пород **разработан ускоренный метод определения коэффициента длительной прочности соляных пород,** основанный на построении расчетной кривой длительной прочности по скорости установившейся ползучести и критическим деформациям на пределе остаточной прочности. Использование метода позволяет сократить время длительных испытаний до 5 –7 дней. Результаты проведенных исследований предназначены для оценки допустимой степени нагружения соляных междукамерных целиков для условий конкретных отрабатываемых участков шахтных полей рудников различных калийных месторождений**.**

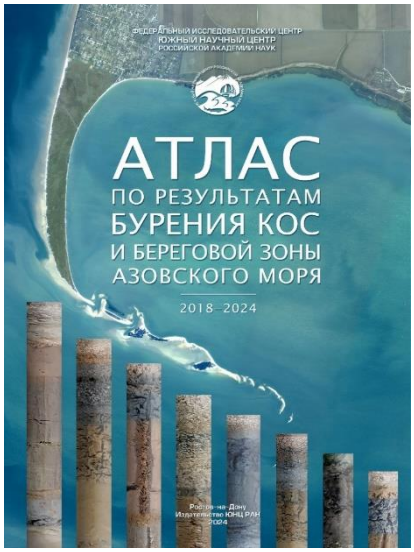
Организация: ГИ ПФИЦ УрО РАН.

Секция океанологии, физики атмосферы и географии

1. Опубликован Атлас по результатам бурения кос и береговой зоны Азовского моря (2018–2024 годы)

Достоверно оценить параметры и периодичность глобальных изменений нельзя без знаний о климате прошлых эпох. Специалисты ЮНЦ РАН за последние несколько лет развернули комплексные исследования истории климата южных морей в позднем плейстоцене и голоцене, при этом учитывался опыт глобального бурения дна Мирового океана в 1970–1990 годы. Полученная уникальная база дает возможность переосмыслить общие условия формирования осадочного чехла в голоцене. Берега и шельф азовского бассейна, глубина которого не превышает 14 м, представляют уникальный полигон для исследования климата плейстоцена и голоцена.

Атлас посвящен введению в научный оборот результатов работ коллектива ЮНЦ РАН по изучению строения прибрежной зоны Азовского моря, дельты р. Дон и морских береговых кос, а также реконструкции палеогеографических событий. Проведенная сотрудниками ЮНЦ РАН большая работа по массовому бурению прибрежной зоны позволяет понять характер формирования и изменения береговых аккумулятивных тел.



В издании представлено описание 63 кернов, полученных в ходе бурения скважин на косах Таганрогского залива и юго-восточного побережья Азовского моря с 2018 по 2024 год: Павло-Очаковской, Чумбурской, Беглицкой, Долгой, Сазальницкой, Глафировской, Камышеватской, Ясенской, а также в дельте р. Дон и долине р. Кагальник.

Атлас является опубликованным архивом, его материалы рекомендованы как узким специалистам – геологам и палеогеографам, так и широкому кругу читателей – природоохранным, строительным организациям, администрациям районов, к которым относятся исследованные участки, а также краеведам и экологам.

Организация: ЮНЦ РАН.

Руководитель работы: ак. РАН Матишов Г. Г.

Авторы: Матишов Г.Г., Польшин В.В., Титов В.В., Григоренко К.С.

Публикации:

Атлас по результатам бурения кос и береговой зоны Азовского моря (2018–2024) / Составители: акад. РАН Г.Г. Матишов, к.г.н. В.В. Польшин. – Ростов-на-Дону: Издательство ЮНЦ РАН, 2024. – 312 с. – ISBN 978-5-4358-0266-5.

2. С помощью междисциплинарного подхода и специально разработанного для данных исследований робототехнического комплекса *Smart Fish* была решена **40-летняя загадка «арктического оазиса» в Чаунской губе Восточно-Сибирского моря**. Причиной возникновения данного оазиса стали подводные гидротермальные источники, поставляющие в акваторию губы тепло, минеральные вещества, растворенные металлы, а также биогены, столь необходимые для поддержания жизни теплолюбивых и процветающих биоценозов. Полученные геомагнитные данные подтвердили выводы о поступлении глубинных гидротермальных флюидов: так оказалось, что в местах их разгрузки под поверхностью дна существует близкоповерхностная субвулканическая интрузия и магматический очаг. Данное обстоятельство, вероятно, способствовало формированию конвективной циркуляции морских вод в осадочной толще, которые, поступая из мест питания на шельфе Восточно-Сибирского моря, нагреваются и поднимаются на поверхность в Чаунской губе (**Рис. 162**). Роль субмаринных гидротерм в поставке дополнительного тепла в губу была подтверждена расчетами баланса тепла.

Организация: ТОИ ДВО РАН.

Организации-соисполнители: ИО РАН, МГУ им. М.В. Ломоносова, ЗИН РАН, ДВГИ ДВО РАН.

Руководитель: к.г.-м.н. Чаркин А.Н.

Публикации:

Charkin A.N., Kosobokova K.N., Ershova E.A., Syomin V.L., Kolbasova G.D., Semkin P.Yu., Leusov A.E., Dudarev O.V., Gulenko T.A., Yaroshchuk E.I., Startsev A.M., Fayman P.A., Krasikov V.A., Zverev S.A., Bessonova E.A., Ulyantsev A.S., Elovsky E.V., Yurikova D.A., Kobyakov K.A., Zimina O.L., Gerasimova A.V., Tishchenko P.P., Didov A.A. // Communications Earth & Environment. 2024. Vol. 5. Art. no. 393. DOI: 10.1038/s43247-024-01529-x.

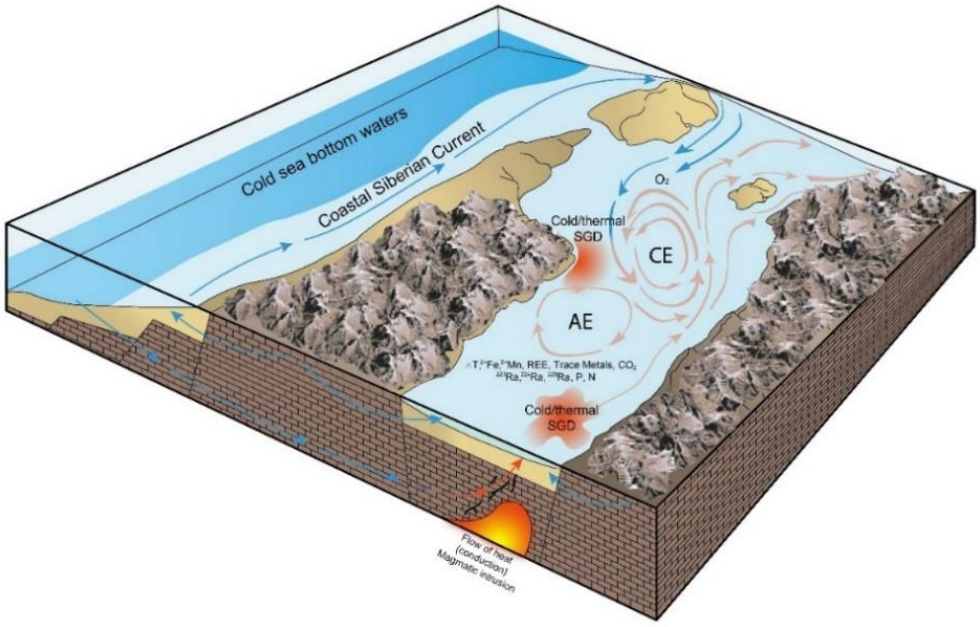


Рис. 162. Блок-схема механизма формирования Чаунского рефу́гиума

3. База данных гидрологического реанализа за многолетний период

Впервые для речных бассейнов России на основе отечественного программного обеспечения – Национальной гидрологической моделирующей системы (НГМС), разработанной в рамках ВИПГЗ в 2023 году, создана база данных гидрологического реанализа за многолетний период, интегрирующая данные гидрологического моделирования и гидрологического мониторинга Росгидромета России. База реанализа включает данные о расходах воды в речной сети, характеристиках снежного покрова, влажности и глубине промерзания почвы. Они покрывают общую площадь 2,2 млн км^2 – около 13% территории Российской Федерации. Временное покрытие данных – от 13 до 55 лет. Временное разрешение – 1 сутки. Данные о речном стоке представлены по участкам длиной 1-1,4 км, данные о других гидрологических переменных – с пространственным разрешением от 950 до 1576 км^2. Общее количество точек реанализа за весь период – 1,156 млрд (**Рис. 163**).

Существующие глобальные и региональные данные гидрологического реанализа (ERA-5 land, GRUN и др.) производятся как выходная продукция систем моделей численного прогноза погоды, включающих модели атмосферы, океана и суши, в сочетании с моделями оперативного усвоения данных. Наилучшее воспроизведение речного стока и других гидрологических переменных не относятся к приоритетным задачам этих систем, поэтому данные гидрологического реанализа имеют невысокую точность. Возможности улучшения описания водного режима регионов суши связаны с созданием гидрологического реанализа на базе региональных гидрологических моделей, ассимилирующих данные гидрологического мониторинга. База данных гидрологического реанализа, разработанная в ИВП РАН – одна из первых в мире, реализующих эти возможности.

Практическое применение разработанных в рамках важнейшего инновационного проекта государственного значения (ВИПГЗ) «Создание Национальной гидрологической моделирующей системы» и базы данных гидрологического реанализа направлено на оценки потоков климатически активных веществ в водных объектах суши. Такая постановка задачи соответствует основной цели ВИПГЗ в части получения «достоверных и признанных на международном уровне расчетных данных для объективной оценки антропогенных и природных потоков климатически активных веществ на территории РФ» (Распоряжение Правительства РФ от 29.10.2022 №3240-р).

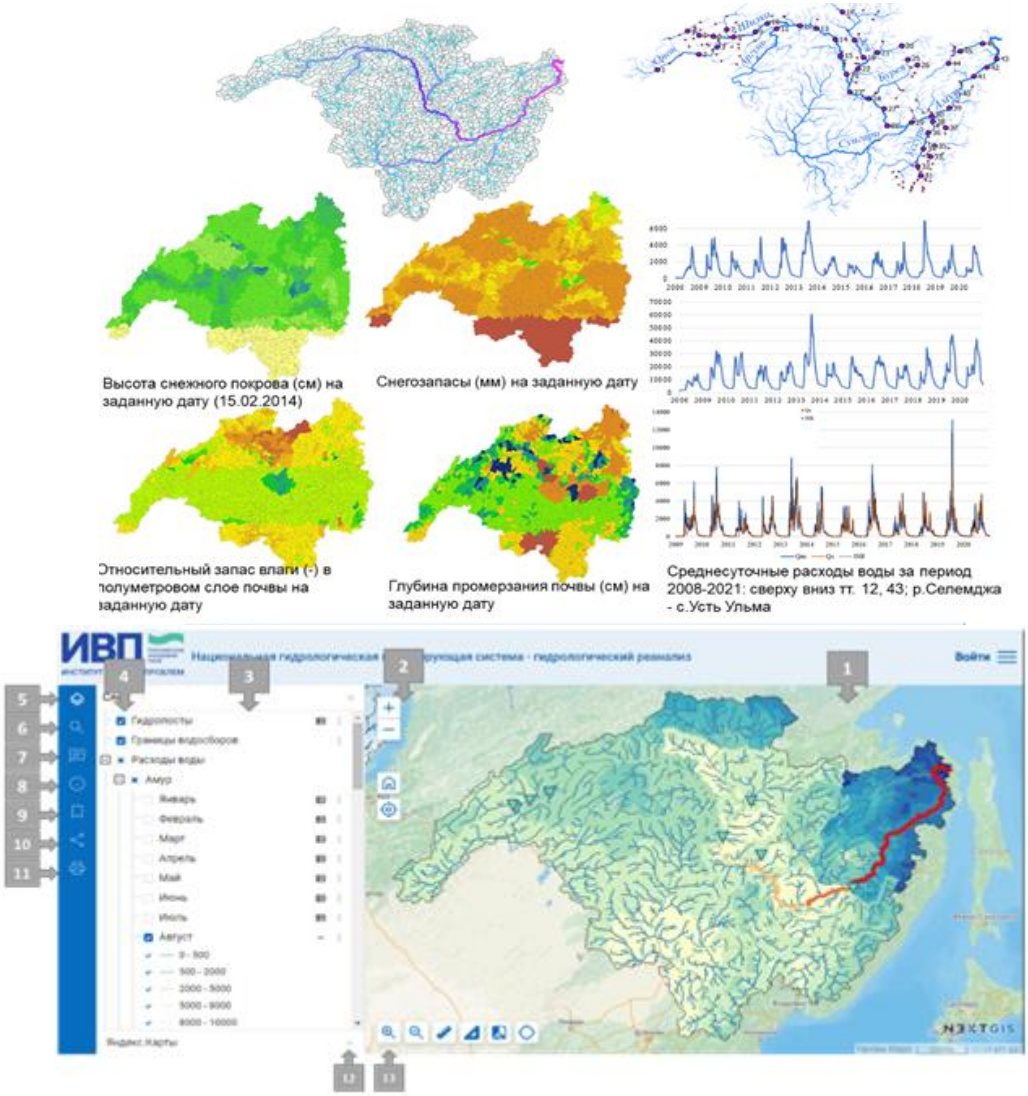


Рис. 163. Данные сетевого гидрологического реанализа – вверху и вид рабочего окна веб-ГИС «Гидрологический реанализ РФ» – внизу (на примере бассейна р. Амур)

Организация: ИВП РАН.

Руководитель работы: чл.-корр. РАН Гельфан А. Н.

Работа выполнена по соглашению с ФГБУ «ГГО» от 09.01.2024 г. №03-2024/ВИП ГЗ на выполнение НИР по теме «Разработка национальной гидрологической моделирующей системы и базы данных гидрологического реанализа как компонент адаптивной системы гидрологического мониторинга для оценки будущих гидрологических изменений, связанных с ними рисков и поддержки адаптационных водохозяйственных мероприятий».

Публикации:

1. Kuchment L.S., Gelfan A.N. Development of runoff generation models in the former USSR and Russia: a historical overview // Hydrological Sciences Journal. 2024. 69(16), 2323-2336. DOI: 10.1080/02626667.2024.2413013.

2. Гельфан А.Н. и др. Изменение климата и угрозы водной безопасности в России // Глава в монографии "Изменения климата: причины, риски, последствия, проблемы адаптации и регулирования". Под ред. академика РАН И.И. Мохова, чл.-корр. РАН А.А. Макоско, к.ф.-м.н. А.В. Чернокульского. - М.: РАН. 2024. С. 138-154.

4. Грозовая активность вблизи Северного полюса

Впервые детально исследована грозовая активность в полярных широтах, включая ближайшую окрестность Северного полюса (**Рис. 164**). По данным глобальных грозопеленгационных систем продемонстрировано существенное изменение характера грозовой активности, выявлено пять наиболее мощных грозовых событий с 2019 года по настоящее время. Численное моделирование динамики экстремальных событий с использованием модели WRF показало, что молниевая активность выше 80° с.ш. обусловлена мезомасштабными облачными комплексами, зарождающимися над сушей. Полученные результаты демонстрируют значительное влияние климатических изменений на опасные атмосферные явления в полярных широтах и позволяют продвинуться в прогнозировании экстремальных событий в Арктическом регионе.

Организация: ИПФ РАН.

Авторы: Благина А.П., Ильин Н.В., Шаталина М.В., Сарафанов Ф.Г., Терентьев А.А. (ИПФ РАН), Куркин А.А. (НГТУ), Colin Price (Tel-Aviv University, Israel). Результат получен в рамках договора между НГТУ и ИПФ РАН № 32211346405 от 29 апреля 2022 г.

Публикации:

1. Alena Popykina (Blagina), Nikolay Ilin, Maria Shatalina, Colin Price, Fedor Sarafanov, Andrey Terentev and Andrey Kurkin. Thunderstorms Near the North Pole. Atmosphere, 2024, v. 15, № 310, P. atmos15030310. DOI 10.3390/atmos 15030310 Q2.

2. Попыкина А.П., Ильин Н.В., Шаталина М.В. Грозы вблизи Северного полюса. Оптика атмосферы и океана. Физика атмосферы: Материалы XXX Международного симпозиума, г. Санкт-Петербург, 1–5 июля 2024 г. — Томск: Издательство ИОА СО РАН, 2024. Стр. D243-D246.

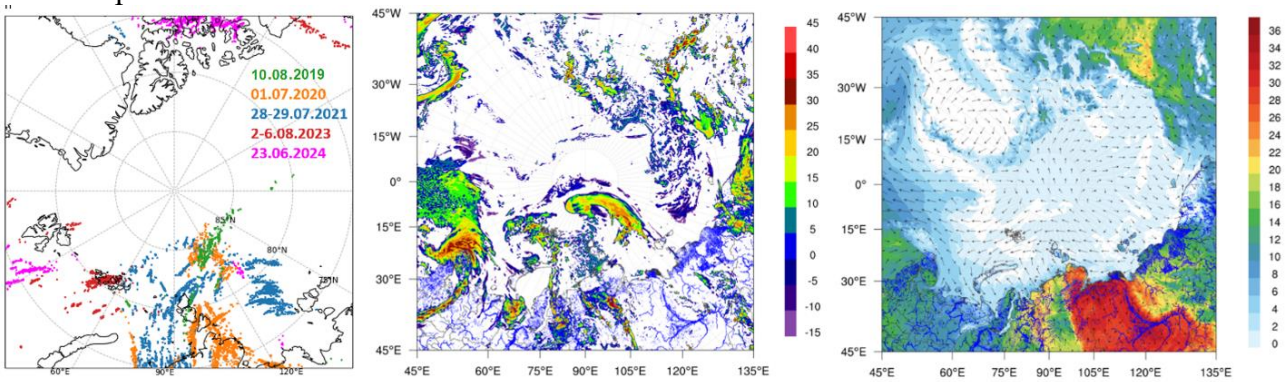


Рис. 164. Левая панель: результат локации молний в окрестности Северного полюса системой WWLLN. Цвет соответствует датам грозовых событий. Средняя и правая панели: модельная максимальная радиолокационная отражаемость и температура на высоте 2 м во время события 1 июля 2020 в 3:00 UTC

5. В связи с необходимостью выполнения Россией условий Парижского соглашения о достижении углеродной нейтральности до 2060 года, получены соответствующие **количественные прогностические оценки сравнительной роли естественных и антропогенных факторов** по расчетам с ансамблем моделей земной системы международного проекта CMIP6 при разных сценариях антропогенных воздействий для 21 века. Современное поглощение CO_2 из атмосферы российскими наземными экосистемами в среднем по ансамблевым модельным расчетам около 0.4 ГтС/год. При этом с начала 21 века поглощение CO_2 растет до 0.6-0.8 ГтС/год в зависимости от антропогенного сценария, с тенденцией снижения к концу 21 века. Соответствующие потоки метана в атмосферу из российских наземных экосистем в течение всего 21 века растут и к концу века превосходят антропогенные эмиссии при большинстве сценариев антропогенных воздействий. В целом, замедляющий потепление эффект поглощения CO_2

российскими наземными экосистемами в значительной мере компенсируется ускоряющими потепление естественными эмиссиями метана в атмосферу (**Рис. 165**).

Организация: ИФА РАН.

Автор: Денисов С. Н.

Публикации:

Денисов С.Н., Елисеев А.В., Мохов И.И. Естественные стоки и источники CO2 и CH4 в атмосфере российских регионов и их вклад в изменения климата в 21 веке по расчетам с ансамблем моделей CMIP6 // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. 2024. Т 60, № 2. С. 157-171

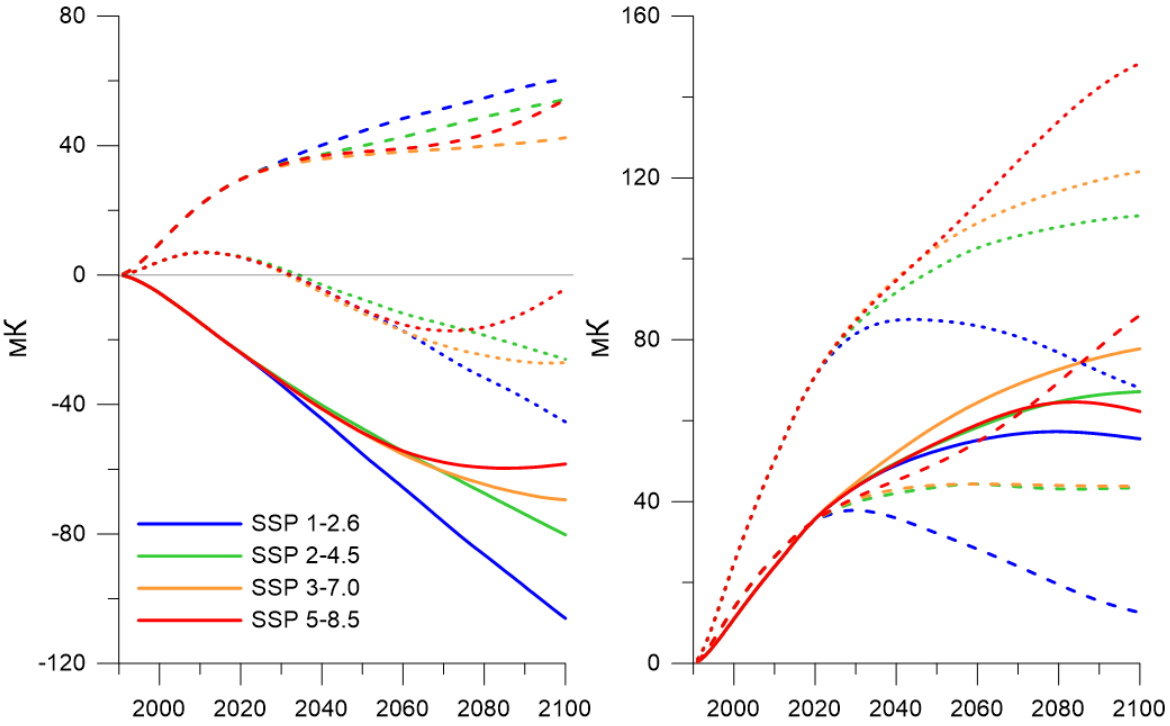


Рис. 165. Потенциал естественных (слева) и антропогенных (справа) потоков в атмосферу CO_2 (сплошные линии) и CH4 (пунктир), а также их суммарный потенциал (мелкий пунктир) для российских регионов при различных сценариях антропогенных воздействий для 21 века

6. Реконструкция полей концентрации морского льда в Арктике с начала XX века

На основе связей между концентрацией морского льда и приповерхностной температуры воздуха, температуры поверхности океана и давления на уровне моря создан новый архив полей концентрации арктического морского льда IAPICE1, охватывающий период 1901–2019 годы. Показано преимущество новых восстановленных данных площади и концентрации морского льда перед предшествующими архивами (**Рис. 166**, **Рис. 167**). Обнаружена долгопериодная отрицательная аномалия площади морского льда, совпадающая с потеплением середины XX века (как для марта, так и для сентября). Площадь морского льда в середине 1940-х годов сравнима с его площадью в конце XX века. В марте 1915-45 годов. в атлантическом и в северотихоокеанском секторе отмечается несколько областей сокращения концентрации морского льда. Также в арктических морях отмечается отрицательная аномалия площади морского льда в 1920–40-х годах (как в зимний, так и в летний период).

Полученные данные могут быть использованы для исследования климатической изменчивости, а также в качестве граничных условий для реанализов и для глобальных моделей общей циркуляции атмосферы, а также учитываться при прогнозах будущих изменений ледовой обстановки в контексте эксплуатации Северного морского пути.

Организация: ИГ РАН.

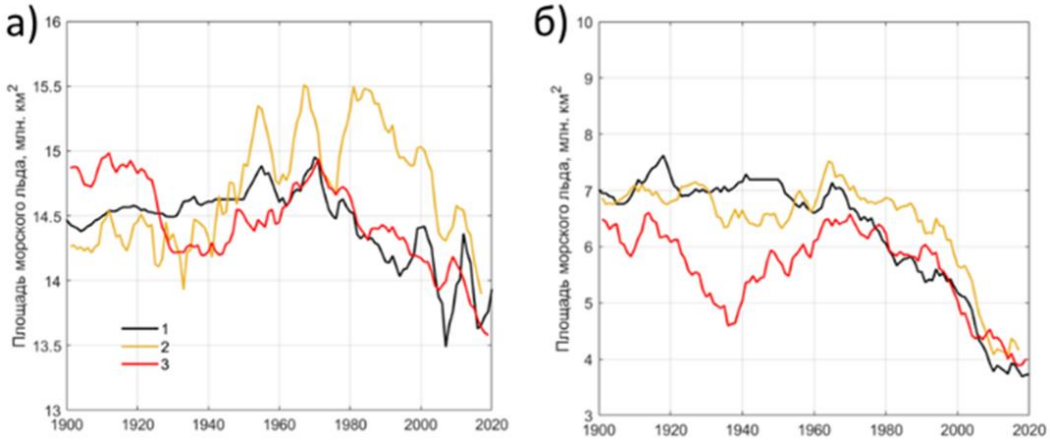


Рис. 166. Площадь арктического морского льда (млн. км^2) (сглаженная пятилетним скользящим средним) в марте (а) и сентябре (б) по данным HadISST1.1 (1), SIBT1850 (2) и архива APICE1 (3).

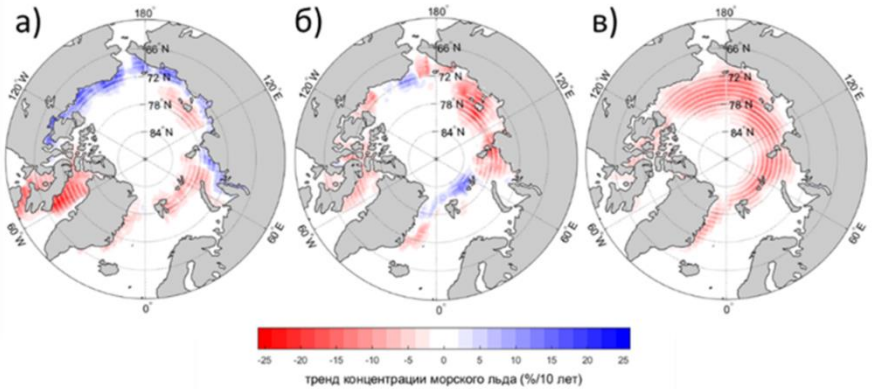


Рис. 167. Тренды концентрации морского льда (%/10 лет) в сентябре в период 1915-1945 гг. по данным HadISST1.1 (а), SIBT1850 (б) и архива IAPICE1 (в). Белыми точками отмечены узлы сетки, где тренды значимы (на 90% уровне)

7. Получена достоверная оценка увеличения кислотности вод открытой части Черного моря в современную климатическую эпоху, характеризующуюся увеличением концентрации CO_2

Регулярные ежесезонные измерения величины pH в поверхностных и подповерхностных водах в пределах экономической зоны Черного моря, относящейся к Российской Федерации, выполняются сотрудниками ИПТС начиная с 2019 года. В работе использованы данные экспедиционных исследований величины pH в водах Черного моря.

Данные о величине pH из ре-анализа CMEMS BS-Biogeochemistry (версия BLKSEA_MULTIYEAR_BGC_ 007_005). Ре-анализ выполнен на основе численной гидродинамической модели NEMO 4.2 с биогеохимическим блоком BAMHBI. Проверка качества данных:

Выполнена верификация данных о величине pH из ре-анализа CMEMS BS-Biogeochemistry по результатам прямых измерений pH в Черном море. Проведено сравнение среднесуточных значений pH, рассчитанных по двум выборкам в отдельных узлах регулярной сетки. Проанализирована согласованность пространственной структуры полей и выполнен корреляционный анализ. В результате, получена высокая степень согласованности данных численной модели ре-анализа и натурных наблюдений.

Оценка скорости подкисления поверхностных вод Черного моря за период 1977-2022 годы, полученная с использованием двух источников данных, составляет 0,024 ед. pH за десятилетие. Полученный результат статистически значим (Рис. 168 – Рис. 170).

Возможное практическое применение результата исследования для Черноморского региона – сохранение биоразнообразия и развитие аквакультуры. Повышение кислотности вод моря угрожает существованию кальцийсодержащих морских организмов. Это может

привести к дисбалансу в морских биоценозах и нанести ущерб традиционным видам аквакультуры, которые необходимо адаптировать к изменяющимся условиям среды.

Организация: ИПТС.

Руководитель работы: чл.-корр. РАН Полонский А.Б. Работа выполнена по теме госзадания: «Фундаментальные исследования процессов в климатической системе, определяющих пространственно-временную изменчивость морской среды и прилегающих территорий в широком диапазоне масштабов» (№ FFMM-2024-0016)

Публикации:

1. Полонский А.Б., Гребнева Е.А. Верификация данных ре-анализа CMEMS BS-BIOGEOCHEMISTRY по величине pH в Черном море с использованием результатов прямых измерений // Системы контроля окружающей среды. 2024. Вып. 1 (55). С. 112–118. DOI: 10.33075/2220-5861-2024-1-112-118

2. Полонский А.Б., Гребнева Е.А. Оценивание климатического тренда pH в поверхностных водах открытой части Черного моря с учетом ограниченности данных наблюдений // Системы контроля окружающей среды. 2023. Вып. 3 (53). С. 27-41. DOI: 10.33075/2220-5861-2023-3-27-41

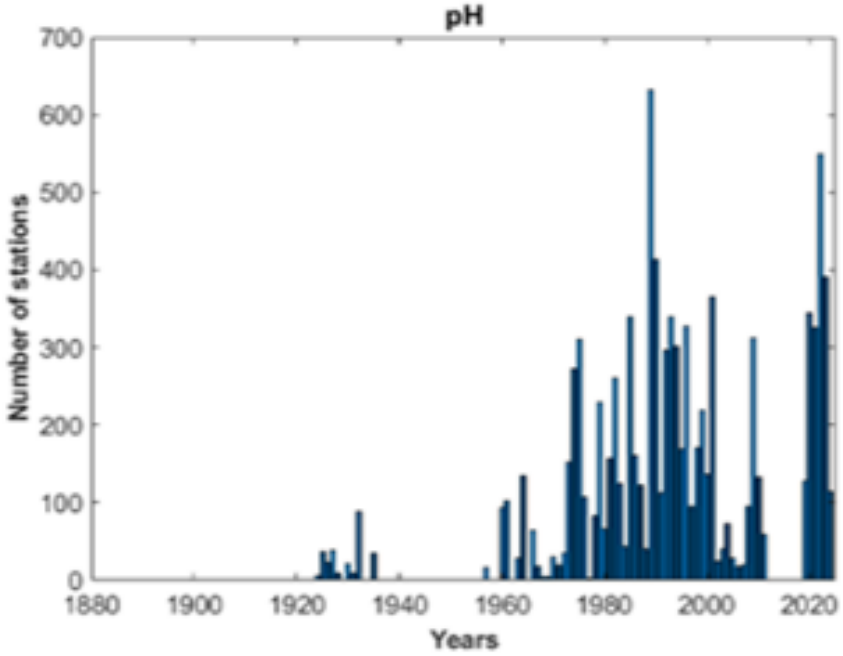


Рис. 168. Массив данных о pH ИПТС. С 2019 г. данные экспедиционных исследований

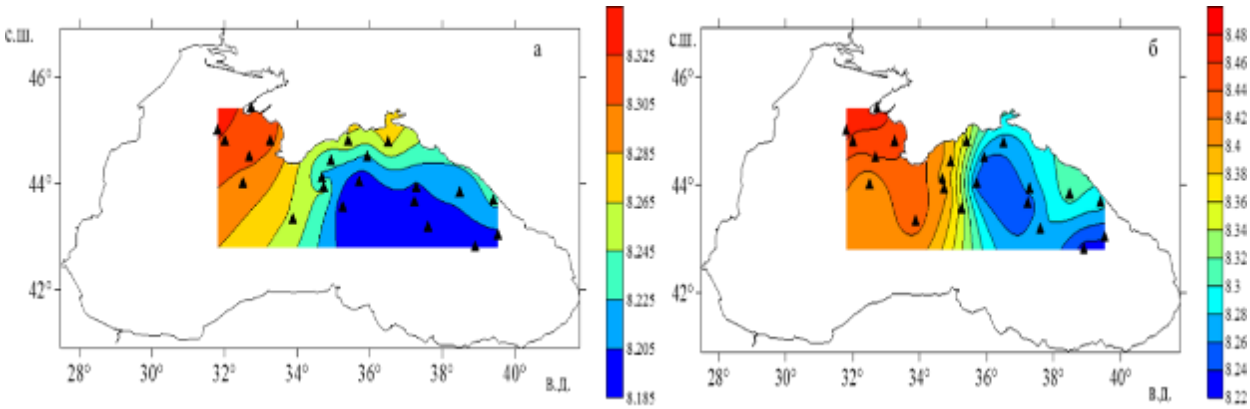


Рис. 169. Пространственная структура поля pH в период с 18 апреля по 11 мая 2019 г. а) по среднесуточнымданным ре-анализа, б) по данным экспедиционных исследований. Треугольники показывают положение точек, для которых проводилось сравнение результатов ре-анализа и экспедиционных данных

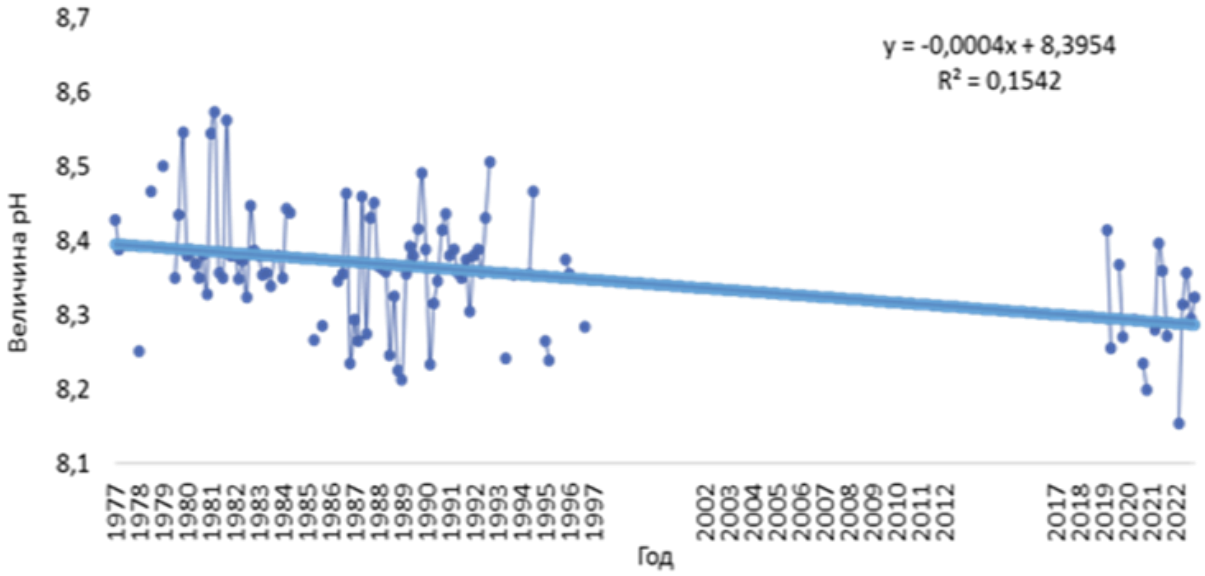


Рис. 170. График временного хода pH и уравнение линейного тренда, где x – шаг (период времени – 2 месяца) за период 1977 – 2022 гг. Линейный тренд значим на уровне значимости 95%

8. На основе искусственных нейронных сетей разработана конкурентоспособная на мировом уровне климатическая модель, позволяющая с заблаговременностью 12 и более месяцев прогнозировать начало и эволюцию Эль-Ниньо – Южного колебания (ЭНЮК)

В качестве предикторов используются наборы индексов крупномасштабного взаимодействия в глобальной системе океан-атмосфера. Модель обладает минимальной чувствительностью к весеннему порогу предсказуемости, за счет чего, продолжительность эффективного прогноза превосходит классические гидродинамические, статистические модели и передовые модели, основанные на искусственном интеллекте. В 2022 году полученная модель, одна из первых в мире успешно указала приближение Эль-Ниньо в июне 2023 года, а в начале 2024 года дала прогноз начала события Ла-Нинья в августе 2025 года. Модель планируется внедрить в практику работы Гидрометцентра России (**Рис. 171**).

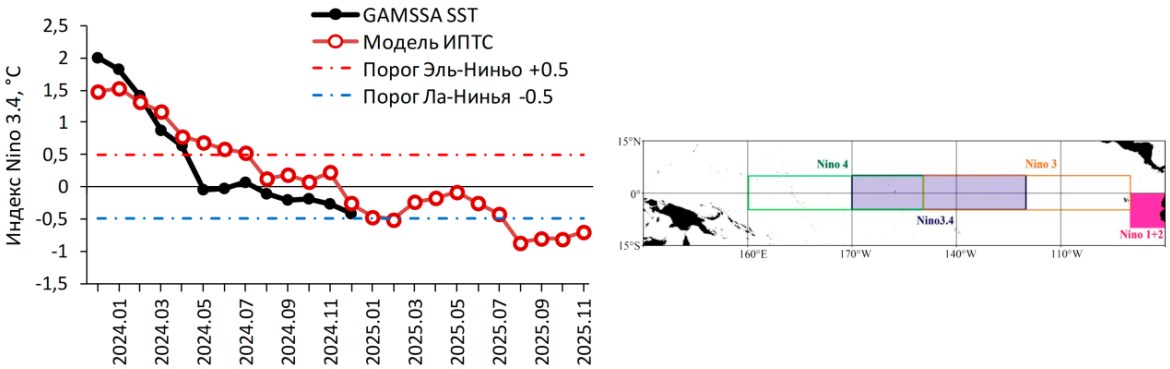


Рис. 171. Прогноз аномалии температуры поверхности океана (ТПО) в области Nino 3.4 по модели ИПТС, полученный в 2024 г. и данные актуальных аномалией ТПО на декабрь 2024 г. (база данных Австралийского метеобюро - GAMSSA). Расположение района Nino 3.4 в Тихом океане приведено на рисунке справа. Ретроспективный прогноз представлен с заблаговременностью 6 месяцев

Организация: ИПТС.

Руководитель работы: д.г.н. Воскресенская Е.Н. Работа выполнена по теме госзадания: «Фундаментальные и прикладные исследования закономерностей и механизмов формирования региональных изменений природной среды и климата под влиянием глобальных процессов в системе океан-атмосфера» (№ FFMM-2024-0017).

Публикации:

1. Лубков А.С., Воскресенская Е.Н., Марчукова О.В. Новый подход к использованию нейронных сетей для долгосрочного прогноза Эль-Ниньо и Ла-Нинья // Фундаментальная и прикладная климатология, 2023, Т. 9, № 4, С. 432-466. DOI: 10.21513/2410-8758-2023-4-432-466.

2. Лубков А.С. Прогноз Эль-Ниньо-Южное колебание в 2023 г. // Системы контроля окружающей среды. 2022. Вып. 4 (50). С. 156. DOI: 10.33075/2220-5861-2022-4-156-157.

9. На основе притопленных буйковых станций, комплектующихся седиментационными ловушками и измерителями течений, а также стационарного пункта наблюдений на стационарной океанографической платформе (пгт. Кацивели) создана **система мониторинга потоков углерода Черного моря для оценки и прогноза потоков CO_2 в системе море-атмосфера**. Впервые на основе многолетних измерений оценены пространственно-временные изменения потоков неорганического (карбонатного) и органического углерода в водной среде Черного моря на масштабах от сезонного до межгодового и многолетнего. Анализ данных прямых определений CO_2 за период 2015–2024 годов показал, что воды северной части Черного моря в целом на среднегодовом масштабе поглощают CO_2 из атмосферы. Шельфовые районы Черного моря являются более мощным стоком CO_2 по сравнению с открытой частью моря. При этом наблюдается сезонная изменчивость направления потока: с мая по сентябрь поверхностный слой вод является источником CO_2 для атмосферы, с ноября по март воды Черного моря поглощают CO_2 из атмосферы. Отмечено, что в апреле и октябре наблюдается переходное состояние моря от поглощения к выделению CO_2 и от выделения к поглощению CO_2 соответственно.

Организация: МГИ РАН.

10. Выявлена устойчивая макрорегиональная тенденция – сокращение доли весеннего стока в бассейне реки Урал, обусловленная взаимодействием климатических и антропогенных факторов и их совокупным влиянием на параметры стока. Установленная тенденция характерна как для рек с зарегулированным (рр. Урал, Илек), так и для рек с условно-естественным режимом. Максимальное сокращение (5-7%) за 1978-2020 годы зафиксировано на левобережных притоках р. Урал, водосборные территории которых охватывают ландшафты степной зоны (рр. Жарлы, Суундук, Орь). Минимальные изменения наблюдаются на реках верхнего течения исследуемого бассейна (рр. Урал, Сакмара, Бол. Кизил), в формировании стока которых значительную роль играют атмосферные осадки летне-осеннего сезона. Таким образом, современные тенденции способствуют сокращению различий во внутригодовом распределении речного стока и изменению основных параметров водного режима рек. Установленные изменения сезонного стока непосредственно влияют на эколого-гидрологическую ситуацию в среднем течении р. Урал, в частности, на эффективность функционирования нерестилищ осетровых ниже устья р. Илек.

Организация: ИС УрО РАН.

11. На основе обработки и анализа непрерывных временных климатических данных получаемых с метеостанций и режимных наблюдений на ключевых участках, выполнено **районирование по годовой повторяемости циклов замерзания-оттаивания** на земной поверхности (ГПЦЗО) **территорий прохождения железнодорожных магистралей России в зоне развития многолетнемерзлых пород**. Выполненное районирование предназначено для обоснования и учета этого фактора при проектировании и капитальном ремонте линейных сооружений, учете изменения физико-механических свойств и прогнозе степени криогенной трансформации грунтов с различными структурными связями, используемые в качестве строительного материала.

Построены схемы районирования отдельных территорий страны по ГПЦЗО за период 2005–2023 годов для разработки стандартов в области инженерного строительства.

Организация: ИМЗ СО РАН.

12. По результатам комплексных исследований криогенных процессов в бассейне р. Селенга впервые получена **геоинформационная база данных**, включающая 29 тыс. **наледей** суммарной площадью более 1154 км^2, составлены карты их распространения, обнаружены 58 гигантских наледей, площадью более 1 км^2. Установлено преобладание наледей, образующихся в результате выхода на поверхность грунтовых вод под действием криогенного напора при сезонном промерзании горных пород (около 70%). ГИС-методами выявлена связь крупных наледей с зонами тектонических разломов (родниковые наледи, около 20%). Наледи речных вод наиболее распространены в монгольской части бассейна. Полученные данные станут основой для изучения трансформации южной части криолитозоны под влиянием климатических изменений и позволят оценить риски затопления наледными водами социально-экономических объектов.

Организация: БИП СО РАН.

13. По материалам экспедиционных исследований 2017–2023 годов впервые получены **оценки годовой величины первичной продукции размерных групп фитопланктона в масштабе Карского моря**: 8 Тг С в год (62%) – для размерной фракции > 3мкм (микро- и нано-), и 5 Тг в год (38%) – для фракции <3 мкм (пико-). Вклад пико-фитопланктона возрастает в «теплое» время года (летом и осенью). При потеплении Арктики и увеличении продолжительности безледного периода вклад «пико-» фракции (<3 мкм) в суммарную величину первичной продукции может возрастать, что приведет к существенным изменениям потока углерода в экосистеме.

Организация: ИО РАН.

Общественные науки

Сведения о состоянии фундаментальных наук

В области философии *проблематика онтологии, логики и теории познания* сегодня занимает ключевое место. Это связано с интенсивным развитием когнитивных исследований, которые не только являются одной из прорывных областей в науке в целом, но и прямо влияют на социальную практику в связи с процессом глобальной цифровизации. В нашей стране сложилась и успешно развивается международно признанная традиция исследования этой проблематики, основанная на культурно-историческом и деятельностном понимании познания.

В *философии науки и техники* усиливается интеграция с когнитивными науками, биологией и информатикой, что способствует формированию новых парадигм анализа сложных систем. Особое внимание уделяется социокультурным и аксиологическим аспектам, а также этическим императивам, регулирующим научно-техническую деятельность. В этой связи значимую роль играют *биоэтика и гуманитарная экспертиза*. В контексте инновационного развития отечественной технонауки биоэтика и гуманитарная экспертиза ориентированы на решение двойственной задачи: обеспечение социогуманитарного сопровождения научно-технического прогресса и защиту фундаментальных гуманистических ценностей. Через оценку рисков и последствий внедрения биотехнологических инноваций биоэтика позволяет разработать эффективные механизмы регулирования трансляции научных достижений в социальную практику и становится важным инструментом формирования ответственного подхода к использованию технологий.

В области *этики* на настоящий момент проводятся исследования на трех уровнях:

1) анализ метаэтического и метафизического контекста морального опыта (сущность моральной субъектности, онтологический статус моральных ценностей и суждений),

2) уровень изучения ценностно-нормативного содержания морали (конкретизация частных моральных ценностей, критерии разграничения должного и предпочтительного),

3) уровень исследования нормативных проблем, возникающих в жизни современного человека и практике современного общества (этическое осмысление миграционных процессов, новых источников международной конфликтности, технологических угроз и рисков).

В области *философии религии* наиболее важные результаты достигнуты в следующих направлениях:

1) формирование «глобальной философия религии»,

2) анализ связей между этикой, эстетикой и аксиологией религии,

3) развитие аппарата аналитической рациональной теологии.

В области *эстетики* было трансформировано представление о сфере эстетических исследований: от науки о прекрасном к анализу всего пространства эстетического восприятия. В области философской антропологии классического типа произошел поворот от изучения человека в ракурсе его конгитивных, рациональных способностей и проявлений в сторону персоналистской и экзистенциальной проблематики. В неклассической философской антропологии эта философская дисциплина превратилась из «инвентаризации» присущих человеку качеств в трансдисциплинарный метод постижения бытия и исследование процесса «сборки» человека в уникальном моменте времени (здесь и сейчас).

В настоящий момент в рамках *философских исследований социокультурных процессов* одним из наиболее актуальных направлений является изучение современных проблем и процессов цивилизационного развития (динамика геополитического пространства, общественная безопасность, человеческий потенциал, социальная структура общества, процессы миграции, значимость экологических преобразований,

интеллектуальный суверенитет, цивилизационная самоидентификация). Разработан концептуальный каркас исследования России как цивилизации с учетом динамики геополитических процессов, существенных изменений глобальной архитектуры, острых проявлений тенденций деглобализации, противоречий техногенного развития, изменений социально-гуманитарной картины мира.

В области *историко-философского познания* действуют долговременные тенденции, мало подверженные колебаниям год от года и даже десятилетие от десятилетия. Это объясняется характером исследований, которые критически зависят от эмпирической базы: архивных разработок и открытий, работы с рукописным наследием, переводов и, на последнем этапе, публикации памятников. Все это занимает многие годы, а чаще – десятилетия, и на самом деле никогда не заканчивается, ибо публикация памятника (окончательный этап историко-философской работы с эмпирической базой) не отменяет необходимости возвращения к архивной работе с рукописями, поскольку даже критические издания грешат порой существенными ошибками, тем более это касается переводов. Иначе говоря, мировая историко-философская наука по-прежнему работает над расширением и уточнением эмпирической базы и будет это делать в обозримом будущем.

В области социологии

Динамичные изменения, происходящие в современном российском обществе, актуализировали исследования массового сознания.

Отличительной чертой проводимых исследований являются: во-первых соединение масштабных эмпирических исследований, проводимых в режиме мониторинга, с фундаментальной теорией, что обеспечивает обоснованное понимание социальных механизмов формирования и изменения массового сознания; во-вторых, применение меж- и трансдисциплинарных подходов, позволяющих реализовать комплексный анализ массового сознания не только с позиций социологии, но и смежных наук, выявить всё многообразие факторов, влияющих на его структуру и динамику.

Исходя из проблем и актуальности ситуации, массовое сознание исследуется:

1) в связи с потенциалом консолидации, формированием соответствующих смысловых установок и их связи с реальными формами жизнедеятельности в условиях российской повседневности;

2) в связи с противоречиями исторического сознания и его ролью в процессах консолидации в условиях кризиса.

Эти целевые направления определили характер поставленных задач и полученные результаты. Выявлены особенности восприятия россиянами текущей ситуации в мире, стране и месте их проживания; дано обоснование динамики социального самочувствия в соотнесении с психо-эмоциональным состоянием разных групп населения; обоснована направленность изменений субъективного (самооценочного) благополучия российского населения; раскрыто влияние противоречий, характерных для российского общества на массовое сознание в контексте эскалации информационной войны; выявлено изменение поведенческих практик в условиях обострения конфронтации с «коллективным Западом».

Эмпирически установлена структура смысложизненных установок и ценностно-нормативных систем в условиях новых социокультурных вызовов; дано объяснение мировоззренческой сегментации в массовых слоях населения, определены параметры сходства и различия мировоззренческих установок в массовом сознании и в сознании различных социальных групп; обоснованы причины и характерные черты бедности отдельных слоев населения, выявлены ключевые мировоззренческие факторы стабилизации и дестабилизации массового сознания россиян, установлена их связь с установками на консолидацию.

В ходе анализа выявлено регулирующее влияние разных составляющих массового сознания на процессы консолидации. В частности, установлено, что в процессах

консолидации ключевая роль принадлежит историческому сознанию. Дополнительного изучения потребовал механизм его влияния на восприятие общественных ценностей, представление граждан о национальном прошлом, их историческую память, а также на формирование образа будущего страны. Изучение взаимовлияния таких составляющих мировоззренческой триады, как смысложизненные ориентации, идеологические установки и духовно-нравственные предпочтения позволило выстроить траекторию движения «стрелы времени». Эта метафора описывает направленность и необратимость времени, а в социальном плане реализуется через связь поколений, воспроизводство традиций и ценностей. Такая трактовка «стрелы времени» в полной мере соответствует историческому моменту, политическим вызовам и угрозам, с которыми столкнулось современное российское общество.

Установлено, что образ истории страны, ее прошлого и характер его восприятия отражают социокультурную дифференциацию в российском обществе. Выявлены основания различий в представлениях современных россиян о национальной истории страны, определена специфика коммеморации в контексте интерпретации исторических событий. Отдельным предметом исследования стала гражданская мифология, общенациональные и групповые мифологемы, конструируемые различными социально-демографическими группами и социокультурными сообществами. Выявлены доминирующие тренды в формировании и проявлениях коллективной гражданской идентичности, а также противоречия, возникающие в представлениях о национальном прошлом, несущие в себе потенциал социального конфликта и дезинтеграции.

Демографическая политика для достижения целей устойчивого развития

Развитие демографии как фундаментальной науки в Российской Федерации вышло на новый уровень в конце 2010-х годов. Значительная часть исследований российских ученых-демографов соответствует мировым стандартам и имеет высокую научную и практическую значимость. Основные направления исследований в России и мире сфокусированы в настоящее время на изучении структуры, динамики, естественного и миграционного движения населения, а также глобальных проблемах, связанных со старением населения, снижением рождаемости ниже простого воспроизводства в развитых странах, в том числе в Российской Федерации, научном обосновании комплекса мер демографической политики для достижения целей устойчивого развития. Среди наиболее актуальных направлений, получающих все более широкое распространение, стоит отметить применение больших данных (Big Data) в сфере анализа миграционных процессов на мезо- и макроуровнях, а также математических и эконометрических методов моделирования популяционной динамики.

Для Российской Федерации первостепенную важность в теоретических и прикладных исследованиях приобретают направления, связанные с выявлением и механизмами реализации возможных резервов в области увеличения рождаемости и сокращения смертности населения, особенно в трудоспособных возрастах.

В настоящее время синергетический эффект в продвижении фундаментальных теоретических исследований в области демографии создается за счет углубления интеграционных связей между научными и образовательными учреждениями, проведения совместных исследований на стыке наук: демографии, медицины, социологии, экономики, политологии.

Выявлены факторы, определяющие особенности демографического развития российских регионов в исторической ретроспективе и современных условиях, в том числе на региональном уровне. Установлены региональные особенности воспроизводственных и миграционных процессов и их геополитические последствия в российских регионах.

Развитие гражданского общества, социальных и политических институтов

Существенный вклад в развитие фундаментальных основ, концепций и подходов российской социологии достигается за счет использования системного и междисциплинарного подходов, теоретических и эмпирических методов социологической и политологической наук.

Результаты научно-исследовательской работы представлены в теоретически систематизированной эмпирической информации о содержании, структуре и характере общественного мнения в целом и отдельных социальных групп по поводу актуальных проблем 2024 года и перспектив развития российского общества и социального государства, социально-политического и социально-экономического положения в стране и в мире. В условиях углубляющегося конфликта со странами коллективного Запада продолжается работа по выявлению влияния новой гибридной социально-политической реальности (прокси-войны, новые медиа, социальные сети) на устойчивое развитие российского общества, выявлены внешние и внутренние угрозы устойчивого развития гражданского общества и государства, выявляются резервы и социальный потенциал социально-политической устойчивости.

Разработан и апробирован комплексный подход к анализу механизмов социокультурной саморегуляции. Саморегуляция молодежи рассматривается в тесной взаимосвязи с формированием ее социальной субъектности и особенностями смысложизненного выбора.

Были использованы новые возможности в исследовании функционирования механизма социокультурной саморегуляции, включающего как осознанные, так и неосознаваемые компоненты, включающие в себя применение более точных методов структурно-таксономического моделирования и методов tf-idf и doc2vec в сотрудничестве со специалистами в области IT. Первый метод позволил выявить наиболее устойчивые смысловые связи в культурном пространстве молодежи и связи, устанавливающиеся между разными элементами самого механизма, отвечающего за социокультурную саморегуляцию. Другие два метода позволяют исследовать онлайн–сообщества молодежи для выявления радикальных форм саморегуляции.

Цивилизационное единство и разнообразие современных обществ

В условиях растущего международного напряжения и наметившегося геополитического раскола и вместе с тем возникновения новых форм (транс)регионального сотрудничества между ведущими странами мира особую остроту приобретает комплекс вопросов, связанных с фундаментальной научной проблемой цивилизационного единства и разнообразия современных обществ. Академический и общественно-политический интерес к цивилизационной проблематике значительно вырос на рубеже XX–XXI вв. В фокусе исследований и дискуссий находятся вопросы цивилизационной идентичности современных обществ, механизмов и форм цивилизационного развития и межцивилизационного взаимодействия. В социальных науках представлен широкий спектр интерпретаций цивилизационного подхода и огромный массив исследований, выполненных на его основе. Для современного состояния исследовательской области цивилизационного анализа характерно преобладающее использование плюралистического подхода, который считается наилучшим, если не единственно возможным способом отстоять цивилизационный подход как особую и предпочтительную парадигму в социоисторической науке.

Социологическая цивилизационная перспектива направляет анализ цивилизационного развития современного российского общества на выявление:

1) складывающейся социетальной, собственно «российской», модели модерности и ее локальных вариаций, в том числе обусловленных перекрестным и асимметричным влиянием особых цивилизационных традиций;

2) встроенности культурных и институциональных паттернов российского общества во множественные меж- и транссоциетальные региональные конфигурации модерности как с общим, так и разным цивилизационным наследием и историческим опытом; 3) включенности центральных и периферийных социокультурных структур российского общества в модели модерности, формирующиеся на глобальном уровне – от «альтернативных модерностей» (образцов модерности, конкурирующих за доминирование на глобальной арене) до собственно «глобальных модерностей» (констелляций экономических, политических и культурных образцов модерности в глобальном масштабе).

Теоретико-методологические подходы к изучению элит

В Российской Федерации довольно обстоятельно изучена карьера политико-административных элит федерального и регионального уровня, а также карьера властных персон после их ухода с элитной должности.

Социология города и здоровья

В современных исследованиях городских процессов в России значительное внимание уделяется исследованиям партиципаторных практик, направленных на вовлечение граждан в проектирование общественных пространств, организацию соседских сообществ и поддержку низовых инициатив. В социологии города и урбанистике активно развивается направление по изучению локальной экспертизы и роли граждан в процессах городского планирования и принятия городских решений. Заметную роль приобретает изучение цифровых инфраструктур, трансформирующих социальную жизнь, механизмы городского управления, способы поддержания низовых инициатив. Социальные сети и онлайн-платформы (цифровые медиа) рассматриваются как активные посредники, способствующие переосмыслению городских институтов и практик, формирующие гибридные пространства, объединяющие онлайн- и офлайн-активности. Наблюдается тенденция по соединению усилий социологов с другими представителями социогуманитарных наук в аналитике медийных пространств репрезентации города и других территориально-средовых объектов. Социологические исследования гражданских движений и инициатив в городах России посвящены количественному и качественному анализу типов инициатив, их пространственной распределенности, объяснению внутренней динамики и результативности общественной активности различными социально-политическими условиями в городах, в частности, локальными политическими режимами, политическим процессом и пр. В российских городских исследованиях продолжает развиваться исследовательское направление «природа в городе», фокусирующееся на изучении нечеловеческих объектов.

Важнейшим направлением исследования здоровья в России является изучение социальных неравенств – неодинакового состояния здоровья у людей с разным социально-экономическим статусом и другими характеристиками социальной демографии.

В поле внимания отечественных исследований находятся проблемы переживания человеком одиночества и его последствий для здоровья, а также отношения людей с врачами и системой здравоохранения. Особое значение в российской социологии здоровья имеют исследования неравенств в здоровье, связанные с возрастными различиями, в частности, важная роль отводится изучению людей пожилого возраста.

В области юриспруденции

Кризис международного правопорядка, технологическая революция, другие глобальные вызовы оказывают «возмущающее» действие на право, влекут качественные трансформации права, правовой сферы и правового порядка. Эти процессы имеют разнообразные проекции в юридической доктрине, которая чутко реагирует на происходящие в государственно-правовой сфере изменения и трансформацию правовой надстройки.

В настоящее время наблюдается поступательное увеличение количества фундаментальных и прикладных исследований в области государства и права. Большинство из них нацелены на освоение отдельных, относительно узких, хотя бесспорно важных и требующих решения проблем. Многие исследования предлагают решения конкретных задач, возникающих в юридической (как правило, в правоприменительной) практике. Есть также попытки выхода на более высокий уровень концептуальных обобщений и решений.

На текущем этапе *развития юридической науки* наблюдается:

– повышение востребованности достижений других отраслей знания (прежде всего, философии, экономики, социологии);

– актуализация дискуссий по фундаментальным проблемам правоведения (правовпонимание, правосубъектность, границы правового регулирования и др.);

– экстраполяция на правовую материю процессов наметившейся гибридизации явлений материального мира;

– развитие идей о новых элементах системы права («цифрового», «сетевого» права, «робоправа», «нейроправа» и др.), а также одноименных научных направлений;

– констатация динамики сферы правового регулирования, ее границ, трансформации модели социального регулирования;

– поиск и концептуализация в доктрине подходов к регулированию новых общественных отношений (например, связанных с развитием новейших технологий, освоением Арктики и др., регионализацией в международном сотрудничестве и др.);

– рассмотрение фундаментальных проблем юриспруденции в новых социально-экономических, геополитических, технологических и других контекстах.

В *методологии юридической науки* нашли отражение идеи философов о: типах научной рациональности и научной картине мира; роли культуры в развитии человеческой цивилизации, государства и права; сложных человекоразмерных системах и закономерностях их развития; основных противоречиях современной эпохи и смене ценностей; новых векторах, возможных сценариях цивилизационного развития; понимании человека (на фоне открывшихся возможностей доведения человека до уровня машины и машины до уровня человека) и др.

Выводы экономистов, социологов и психологов:

– о специфике современного общества (постиндустриального, цифрового, программируемого);

– об изменении его структуры (появлении сетевых сообществ, новых социальных страт, установлении новых и коррекция сложившихся связей между социальными общностями и их членами);

– об особенностях волеобразования в нем (отличительных признаках мышления современного человека, индивидуального и общественного сознания, влиянии современных информационно-коммуникационных технологий на формирование мировоззрения, механизмах образования индивидуальной и «общей» воли, посредничестве в процессах волеобразования и волеизъявления в виртуальном пространстве);

– о роли личностного субстрата в правообразовании (изменении в понимании личности, новых лицах – нечеловеческих сущностях, различиях потенциальных и фактических возможностей людей, их объединений и компьютерных программ) и участии в этом процессе.

В категориальной матрице правоведения все чаще фигурируют в качестве операциональных фундаментальные понятия культурологии, физики и даже химии (сложные саморегулируемые системы, фазовый переход, алгоритм, программный код, традиция). Наметился поиск точек ее соприкосновения с новыми научными направлениями, такими как медиология, медиолингвистика, которые позволяют юристам продвинуться в осмыслении механизмов формирования правовых установок личности.

С новой силой разгорелись дискуссии по извечным вопросам правоведения (правовпонимание, правосубъектность, границы правового регулирования). В частности, вновь «заиграла» концепция интегративного правопонимания. Его сторонники находят новые аргументы при осмыслении цифровизации, наметившегося процесса взаимодействия права и программного кода, динамики соотношения нормативного и казуального правового регулирования в условиях перехода к новому технологическому укладу.

Право уже воспринимается не только как средство, инструмент, обеспечивающий развитие и внедрение новых технологий, но и как объект их воздействия в связи с тем, что изменяются содержание, форма права, механизмы правообразования и правореализации.

Многие вопросы определения границ правового регулирования, правообразования и правомерного поведения юристы рассматривают в контексте современных: технологического прорыва и происходящих общественных трансформаций. В науке обсуждаются вопросы о новой миссии права, перспективах сохранения в будущем не только его роли в общественной жизни, но и самой идеи права. Его новую миссию видят в защите человека от технологического насилия, а также в сохранении его (человека) как вида. Таким образом, правовая доктрина продолжает наполнятся под влиянием факторов, детерминирующих государственно-правовое развитие России и мирового сообщества.

В области политических наук

С учетом современных геополитических реалий, обострения геополитического противостояния в мировом масштабе, эскалации международной напряженности, эрозии структур, обеспечивающих мировой порядок и стабильность, приоритетными задачами политических наук становятся экспертно-аналитическое сопровождение, идейное и ценностное обоснование процессов социально-политического развития России, обеспечение внутреннего согласия российского общества, усиление внешнеполитического престижа и авторитета страны как крупного интеграционного центра в структуре мирового пространства. Взаимосвязь внутри- и внешнеполитических процессов, их взаимообусловленность определяют сегодня основной вектор развития российской политической науки. Потенциал практического применения полученных фундаментальных знаний заключается в возможности интеграции результатов исследований в процесс программно-стратегического планирования совершенствования законодательства в отношении специализированных аудиторий на уровне РФ, а также субъектов федерации; использовании организационного потенциала гражданского общества в интересах решения общегосударственных задач.

В реализации указанных приоритетов на первый план в общественных науках социально-политического спектра, с одной стороны, выходят исследования по проблемам социальной идентичности, диагностики возможных социальных расколов различного генезиса и путей их преодоления. С другой стороны, необходимость проведения политического курса России во внешних пространствах актуализирует исследования в области повышения эффективности идентитарной политики России за рубежом, совершенствования правового и организационного инструментария для ее осуществления.

В области психологии

В рамках исследований технологий автоматического анализа человеческой коммуникации на основе машинного обучения создан методический комплекс для определения интенциональных характеристик речи в психотерапевтическом диалоге на основе соотнесения психологического, психолингвистического и информационного подходов.

В рамках научного направления *истории психологии* можно выделить следующие векторы исследований: теоретико-методологические, персонологические, проблемологические, событийные и архивные. К анализу *теоретических проблем*

относился вопрос научной преемственности в психологии, в частности научных традиций. Предложена модель изучения научных традиций в психологии, выделяющая функциональный, объектный и субъектный аспекты анализа преемственности. Кроме того, был предложен доминантный подход в истории психологии, который понимается как междисциплинарный, сочетающий качественный и количественный методический аппарат, анализирующий динамику развития научных проблем и направлений, учитывающий социальную и личностную детерминацию формирования психологического знания.

Проблематика исторической психологии разрабатывалась по нескольким векторам исследований. *Теоретико-методологические вопросы* касались разработки специализированного психолого-исторического подхода к изучению исторических событий. Психологический подход к анализу предполагает, в первую очередь, изучение поведения людей во время события, выявление мотивов этого поведения, оценку внутренних переживаний участников данного события. Также были разработаны основы глобальной историко-политической психологии как научного направления, раскрыта междисциплинарная проблематика глобальных психологических феноменов (в частности, духовно-нравственной сферы личности и общества). Предложена *трехкомпонентная модель духовных способностей*, включающая: *моральный компонент* (духовная ориентация личности, альтруизм, духовно-нравственные качества, стремление к смыслу, эмпатия, совесть, высшие ценности); *ментальный компонент* (мудрость, рефлексивность, саморегуляция, творчество, саморазвитие); *трансцендентный компонент* (самотрансценденция в бытии для других, духовные состояния). Описана модель эмпатии, позволяющая описать конструктивные и деструктивные ее проявления в зависимости от сочетания низкого/высокого уровня эмпатии с показателями сформированности понятийных и метакогнитивныхспособностей. Предложена нейросетевая модель взаимосвязи продуктивности интеллектуальной деятельности в старшем подростковом возрасте и семантических способностей разного вида.

Была проведена историко-психологическая реконструкция советского менталитета, в т.ч. советской психологической науки как производной исторического и идеологического контекста и с другой стороны, активно влияющей на культуру советского общества через конструируемые ей интерпретации и практики формирования «советского человека».

Продолжено теоретическое и экспериментальное обоснование парадигмы воспринимаемого качества объектов и событий окружающей среды.

Создан программный модуль, позволяющий выполнять комбинацию функций HRTF с импульсными характеристиками помещения. Модуль позволяет создавать фильтры для обработки аудипотока или отдельных аудаофайлов и выполнять обработку звукового потока принципиально новым способом с использованием различных комбинаций HRTF с импульсными характеристиками помещений. Модуль может быть применен не только в фундаментальных исследованиях слухового восприятия, но и в различных прикладных работах по оптимизации или разработке слуховых интерфейсов.

Реализована процедура анализа мимики лица. Реализованный способ анализа мимики лица может быть в дальнейшем использован как дополнительный канал оценки внешнего состояния испытуемого в ходе экспериментальных психологических исследований.

Решены следующие научные задачи:

1) верифицированы возможности искусственного интеллекта в понимании эмоций, оценена способность GPT-4 к эмоциональному интеллекту;

2) обозначена и исследована проблема переживания человеком травматического опыта и его психологических последствий, в частности криминогенных рисков;

3) проведен анализ современных исследований в области психологии личности по таким направлениям как: методология, теория и фундаментальные проблемы современной

психологии личности; историко-психологические исследования личности и индивидуальности; психология развития и проблема жизненного пути личности и др.;

4) описаны изменившиеся научные представления о детерминизме и их влияние на формирование новых взглядов в психологической науке;

5) выявлен вклад контроля поведения в социальную компетентность младших школьников и их успеваемость, выявлено опосредованное (через восприятие ребенка учителем) влияние регулятивных способностей ребенка на его достижения в учебной деятельности;

6) возрастная специфика контроля поведения продемонстрирована при исследовании локуса контроля и академической прокрастинации;

7) исследованы взаимосвязи модели психического и отношений со сверстниками, включая дружеские отношения; подтвержден факт наличия возрастной динамики понимания коммуникативных намерений в сложных социальных ситуациях в младшем школьном возрасте;

8) прослежена динамика переживания разного типа невидимых угроз (радиационной и террористической), а также роль изменения информационного поля (новостных сообщений о теракте) в актуализации темы безопасности, показана специфика социальной поддержки в переживании посттравматического стресса;

9) выполнено исследование специфики направленности личности в ситуации болезни как индикатора эффективности совладания с психотравматизацией: учтены особенности болезни — опухолевые или цереброваскулярные группы заболеваний, и возраст участников исследования;

10) комплексно исследована феноменология переживания утраты как одного из экстремальных жизненных стрессоров;

11) продолжены исследования факторов психологического благополучия людей пожилого возраста.

Разработаны и полностью валидизированы опросник «Контроль поведения», Шкала воспринимаемого стресса для детей (ШВС-Д); обобщены данные исследований, в которых был использован опросник посттравматического стресса Postraumatic Stress Disorder Checklist for DSM-5 (PCL-5); осуществлен перевод на русский язык текста методики The Clinician-Administered PTSD Scale (CAPS-5) для оценки тяжести симптомов посттравматического стрессового расстройства.

Актуальность и практическая востребованность характеризуют проведенный анализ в области систем психологического воздействия с использованием искусственного интеллекта. Показано, что такие системы демонстрируют сопоставимую с человеком (или даже более высокую) эффективность воздействия, на которую оказывают влияние три группы факторов: особенности искусственного агента (антропоморфность, роль и др.); особенности средств и ситуации воздействия (персонализированность сообщений, характер коммуникации); социально-демографические и психологические характеристики человека – объекта воздействия. Практической значимостью обладают данные об успешности применения технологий искусственного интеллекта для пропаганды вакцинации, сбора пожертвований, борьбы с ложными убеждениями и вместе с тем о рисках распространения недостоверной информации, манипулирования мнениями, мошенничества, нарушения приватности.

Проведены исследования ценностно-смысловой регуляции профессионального взаимодействия в условиях организационных вызовов. Особое внимание уделено фундаментальным вызовам современности, которые стоят перед психологией труда и организационной психологией: ценностной аннигиляции (обесценивание труда, человека и мира в целом), цифровизации и пандемии COVID-19. Предложен новый подход к лидерству как системе профессиональных взаимодействий как со стороны лидера на ведомых, так и разнообразных форм воздействия ведомых на самого лидера, изучена регуляторная функция лидерства в процессе профессионального взаимодействия.

Показаны различия функций ценностно-смысловых регуляторов профессионального взаимодействия у специалистов с разной личностной направленностью. Была сформулирована и обоснована прикладная концепция жизненных ориентаций работника в контексте его психологии. Выполнены исследования роли общей и профессиональной жизнеспособности в регуляции профессионального взаимодействия в современных условиях. Проведено исследование возрастных и гендерных различий жизнеспособности, изучены особенности индивидуальных характеристик жизнеспособности; восприятия роли семейной поддержки (физической и психологической); отношения респондентов к своей стране, профессии и образованию, принятию культурных традиций и религии во всех возрастных группах, обусловленность восприятия условий социальной среды индивидуальными характеристиками жизнеспособности респондентов с учетом возрастных и гендерных различий, а также социальная, экологическая и культурная обусловленность жизнеспособности человека.

Исследованы психологические проблемы профессионального взаимодействия человека с объектами высоких технологий в современных условиях. Была разработана информационная модель взаимодействия с цифровыми (на примере оператора БПЛА) и интеллектуальными системами (на примере взаимодействия с системой поддержки принятия решений).

Выявлена динамика социально-психологических установок россиян в условиях длительного военного конфликта. Показано, что вера в вознаграждение усилий и религиозность усиливают генерализованное доверие, гражданскую идентичность, воспринимаемую политическую самоэффективность и готовность к гражданскому участию.

Проанализированы социальные представления (СП) россиян о выходе на пенсию.

В рамках развития социально-психологического подхода к изучению городской среды проведены эмпирические исследования предполагаемых факторов совладания с социально-психологической пресыщенностью условиями проживания в мегаполисе.

В ходе эмпирического исследования, проведенного среди ветеранов СВО (онлайн-опрос, N=1469, 98% – мужчины), выявлены разнонаправленные эффекты травмирующего боевого опыта (продолжительность пребывания под обстрелами, наблюдение за гибелью или ранением товарищей, участие в опасных боевых операциях), оказываемые на социально-психологические характеристики личности. Разработаны рекомендации по поддержке социальной адаптации различных категорий комбатантов при их возвращении к мирной жизни.

В области экономики

В последние годы количество исследований в области экономических наук возросло, и их рост продолжается. Первые два десятилетия XXI века прошли в условиях мультикризисности (наложение кризисов различной природы – финансовый, экономический, геополитический кризисы и кризис, вызванный пандемией), что сместило вектор экономической науки в сторону исследований системной устойчивости социально-экономических систем различного уровня, факторов системной динамики. Также возросло внимание к фундаментальным основам трансформационной экономики, причины появления которой обусловлены не только стремительным развитием технологий и четвертой промышленной революцией, но и изменением мирохозяйственного уклада. Экосистемный подход, проникающий во все сферы хозяйствования, сегодня становится одним ключевых подходов в исследовании вопросов сохранения окружающей среды и реализации социальной политики. Накопление больших данных в экономической науке и развитие методов и алгоритмов их обработки приводят к изменению парадигмы экономических исследований.

Приоритетные направления развития российской экономической науки – это темы, связанные с реализацией приоритетов Стратегии научно-технологического развития

Российской Федерации, повышением значимости и эффективности пространственной организации экономики, отражающие междисциплинарный характер исследований.

В связи с этим на первый план в фундаментальных науках в Российской Федерации выходят исследования, связанные с пересмотром представлений о вызовах и рисках, ответах на них и способах противостояния внезапным внешним шокам, обеспечения суверенитета и безопасности страны и достижения сбалансированного устойчивого развития в различных сферах и на всех уровнях.

Экономическая наука, с привлечением результатов и методов исследований философии, социологии, политологи и социальной психологии, а также естественных и технических наук (яркий пример – климатическая проблематика) становится мультидисциплинарной, что расширяет границы самой теоретической экономики.

Наиболее актуальными и в то же время проблемными направлениями для современных исследований являются:

– разработки в области механизмов сочетания и взаимодействия централизованных (государственных) и рыночных структур, обеспечивающих локальную и макроэкономическую социально-экономическую эффективность; предметом изучения являются как схемы такого взаимодействия, так и показатели, на основе которых можно оценивать его эффективность;

– актуальные в настоящее время разработки *по адаптации экономики России к значительным изменениям в системе мирового хозяйства и геополитике*, включающие качественные изменения в системе технологических, внешнеторговых и финансовых связей между странами.

В области исследований макроэкономической политики актуальны вопросы согласования *бюджетно-налоговой и денежно-кредитной политики*. Ученые вновь обращаются к моделям, предполагающим, что неосмотрительная бюджетно-налоговая политика и накопление государственного долга могут вызывать инфляцию. Внимание современных исследований сосредотачивается на выявлении трансмиссионных механизмов бюджетно-налоговой политики в отношении инфляционных процессов.

Современные исследования часто используют построение динамических стохастических моделей общего равновесия, чтобы оценить характер влияния политики на экономику и описать передаточный механизм.

Разрабатывается направление, связанное с развитием *цифровых валют* центральных банков. Исследователи отмечают, что цифровые валюты и активы могут стать альтернативой международных расчетов.

Исследования *человеческого потенциала* выявили серьезные риски для воспроизводства национального человеческого потенциала, которые представляют угрозу как для социального, так и для экономического развития России. Новым фактором, который будет давать о себе знать по крайней мере до конца следующего десятилетия, стал резко усилившийся кадровый голод.

Переход от моноцентричного к полицентричному мироустройству сопровождается геополитической фрагментацией мира. Это в свою очередь вызывает *трансформацию внешнеэкономических связей РФ* и стран-соседей, что оказывает заметное влияние на динамику глобализации и регионализации международных экономических отношений. Использование подходов центро-периферийной модели международных экономических отношений дает возможность более точно выстраивать отношения с соседними государствами, относимыми как к группе центров, так и к группе периферии.

В фокусе исследований по проблематике внешней торговли в 2024 году продолжало оставаться влияние санкций на участие России в процессах международного обмена. Сложившаяся ситуация потребовала разработки и реализации обновленной стратегии противодействия санкциям, включающей:

− превентивную разработку и имплементацию мер, направленных как на снижение эффективности санкций (в том числе за счет мероприятий по формированию

благоприятной конъюнктуры мировых рынков, включая инициативное сокращение поставок на внешние рынки), так и на «обход» ограничений;

− выстраивание в условиях фрагментации мировой экономики эффективной системы внешнеэкономических связей, формирующей основу для стабильного обеспечения отечественной экономики необходимыми импортными товарами и сбыта отечественной продукции за рубежом, а также возможностей оперативной трансформации структуры контрагентов и изменения географии поставок;

− структурную трансформацию российской экономики, направленную на снижение зависимости от критического импорта и обеспечение технологического суверенитета.

В области экономико-математических методов и моделей в первую очередь выделяются направления, требующие развития на современном этапе.

Одним из наиболее важных направлений является разработка новых типов моделей большой размерности, особенно разработка и использование агентных, оптимизационных и эконометрических моделей для исследования социально-экономических процессов и инвестиционных программ в условиях глобальной нестабильности и введения санкций, в том числе глобальной агент-ориентированной модели для прогнозирования социально-экономического развития России на различных временных горизонтах с учетом глобального мирового кризиса, СВО и введения санкций, а также комплекса детализированных до уровня отдельных индивидуумов агент-ориентированных моделей, имитирующих социально-экономическую систему Евразийского континента, включая создание системы алгоритмов, имитирующих основные элементы поведения агентов.

Кризис выявил также необходимость развития теории и компьютерно-математического инструментария для анализа и выработки предложений по повышению качества управления социально-экономическими системами.

Соответственно разрабатываются новые модели, в том числе: дискретные динамические игровые модели для формирования конкурентной среды и исследования рынков высокотехнологичных продуктов, энергетических и других ресурсов в условиях санкций; модели формирования общественного мнения; динамические модели управляемых экономических процессов, в том числе модели оптимизации параметров концессионных соглашений и другие. Проводятся исследования механизмов управления экономическими процессами и минимизации рисков; разработка динамических моделей с использованием аппарата функционально-дифференциальных уравнений, приближенных численных методов решения бескоалиционных игр многих лиц и др. для различных приложений.

Дальнейшее развитие получили разработки вероятностно-статистических методов и моделей, теоретической и прикладной эконометрики, методов математической социологии, модельных экспериментов в экономике, разработка принципов формирования системы крупномасштабных проектов модернизации экономики. Требуется дальнейшая разработка теоретических и методологических подходов для исследования и моделирования продолжительности, качества и образа жизни населения, а также влияния экономической сложности и отраслевой специализации регионов на социально-экономическое развитие, валовой региональный продукт и повышение человеческого капитала.

Идет процесс разработки математического и эконометрического инструментария для оценки технологического уровня производства, обоснования приоритетных направлений развития экономики, повышения экономической безопасности и защиты природной среды, а также для изучения динамики общественного настроения населения России.

В условиях санкций, необходимости решения задач импортозамещения, обеспечения технологического суверенитета, реиндустриализации и цифровизации

экономики идет разработка экономико-математических методов и моделей для исследования развития отраслей повышенного спроса на знания, отраслей наукоемкого сектора экономики и высоких технологий, а также для выявления, анализа и оптимизации влияния макро- и микроэкономических факторов на экономический рост и инновационное развитие с учетом приоритетов государственной научно-технологической, инновационной и экономической политики (в первую очередь фискальной и денежно-кредитной политики, значительного неравенства доходов и др.), а также для анализа и прогноза спроса и предложения специалистов в области науки и техники, в том числе инженерно-технических специалистов. Особое внимание при этом уделяется исследованию появления и распространения проблемных инноваций (в управлении, в области искусственного интеллекта, систем связи, продуктов потребления и др.) и разработке экономико-математических методов и моделей для выявления и оценки связанных с ними рисков и выработки рекомендаций по их снижению и предотвращению; разработке методов и моделей для анализа и прогнозирования технико-экономических показателей высоких технологий (робототехника, ИКТ и др.).

Требуются создание и развитие единого и безопасного информационного пространства для экономических исследований с использованием современных и перспективных информационных технологий, включая совершенствование методологии учета, анализа и представления результатов научной деятельности подразделений научно-исследовательских организаций; развитие концепции и информационных технологий открытой науки в рамках цифровой экономики; разработка, совершенствование и поддержка систем внутреннего и внешнего электронного документооборота научно-исследовательских организаций и их совместное использование с государственными информационными системами.

В области прогнозирования

Разработкой комплексных долгосрочных прогнозов социально-экономического развития России занимаются в первую очередь Министерство экономического развития Российской Федерации, а также институты Российской академии наук (Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН (Новосибирск) и др.).

Вопросами комплексного прогнозирования социально-экономического развития страны занимаются также Банк России и Министерство финансов Российской Федерации, но при этом их прогнозы имеют, как правило, краткосрочный и среднесрочный горизонт и основаны на относительно несложных моделях.

Прогнозами по отдельным направлениям развития (отраслям и сферам, макрорегионам и регионам, рынкам и пр.) занимаются отраслевые министерства и ведомства (Минпромторг России, Минсельхоз России, Минтранс России и др.), региональные администрации, крупные корпорации, отраслевые научно-исследовательские институты и аналитические центры.

При разработке упомянутых прогнозов используются различные подходы, в том числе основанные на экспертных оценках, методах математической статистики, системах линейных уравнений (межотраслевых балансах) и других экономико-математических методах. Развиваются подходы к обработке и использованию в социально-экономическом прогнозировании больших данных (big data) и методов нейросетевого анализа с учетом активного внедрения в последние годы в аналитическую практику технологий цифровизации и искусственного интеллекта. При этом *наиболее продвинутые методы* прогнозирования, основанные на сложных экономико-математических моделях, используются в институтах РАН.

В настоящее время основной организационно-управленческой задачей в области прогнозирования является внедрение передовых методик прогнозирования (которыми владеют ведущие аналитические центры страны) в практику социально-экономического

прогнозирования и стратегического планирования как на уровне федеральных ведомств, так и на уровне регионов.

В последние годы методология и инструментарий прогнозирования социально-экономического развития в институтах РАН активно развивается из-за необходимости учитывать в модельных построениях принципиально более высокий уровень экономической неопределенности, порожденный крупномасштабными геостратегическими изменениями в мире, а в России – влиянием антироссийских финансово-экономических и технологических санкций со стороны недружественных стран.

Сохраняют высокую актуальность задачи оценки и прогнозирования динамики социально-демографических показателей (включая учет долгосрочных аспектов влияния пандемии COVID-19); качества жизни населения, а также учета эколого-климатических факторов и разработки комплексных оценок и прогнозов прогресса и потенциала реализации в Российской Федерации повестки устойчивого развития.

Разрабатываются *оригинальные, соответствующие мировому уровню,* сценарные модели прогнозирования влияния экономической политики по снижению выбросов парниковых газов на долгосрочные темпы экономического роста; методология адаптации населения и экономики к изменениям климата.

В последние годы возрастает значимость задач комплексного развития территорий, максимального наращивания демографического, социально-экономического и технологического потенциала российских регионов, а также межрегиональных связей – как одного из ключевых факторов ускорения темпов экономического роста. Активно развивается аппарат и модельный инструментарий прогнозирования и разработки стратегий пространственного развития на федеральном и региональном уровнях, а также для ключевых геостратегически значимых территорий, включая Арктический макрорегион и территории новых (исторических) регионов России.

Методики и технологии прогнозирования, применяемые в России, вполне эффективны, поскольку они базируются на методологии сценарного анализа, учитывают широкий спектр факторов социально-экономического развития и в целом соответствуют передовому международному уровню.

За последние десятилетия произошло определенное содержательное упрощение методик прогнозирования, используемых федеральными министерствами и ведомствами, однако, это вряд ли можно считать оправданным. Во-первых, развитие вычислительной техники и алгоритмов обработки данных существенно расширяют возможности учета комплексных взаимосвязей и факторов социально-экономического развития. Во-вторых, что более существенно, упрощение методических подходов ведет к исключению (либо неполному учету) множества факторов (особенно социальных, эколого-климатических и научно-технических), которые напрямую влияют на динамику социально-экономического развития. В-третьих, упрощенные методики практически не позволяют реализовать такие важные функции прогнозирования как: анализ потенциала экономического роста; своевременное выявление кризисных тенденций; оценку масштаба и влияния структурных сдвигов. Кроме того, упрощенные методики не гарантируют сходимости прогнозных оценок по различным параметрам (например, упрощенный прогноз выпуска может корректно учитывать мощности и спрос, но упустить из внимания недостаток ресурсов) и т.д.

В области пространственной экономики

Пространственная экономика интегрирует области исследований, затрагивающие различные аспекты пространственных измерений экономической и социальной активности: регионы и региональные системы, формы хозяйства и расселения; сети и инфраструктура, поддерживающие пространственные связи; городская экономика и урбанистика, проблемы пространственного неравенства и мобильности населения и факторов роста. Пространственная экономика опирается на аппарат и методологию

экономической теории, экономической географии, математической экономики, институциональной экономики, социологии и демографии. Интегрированный подход позволил получить качественно новые результаты, включающие пространственные модели общего равновесия, региональные модели эндогенного роста, теорию агломерационной экономики, теорию региональных кластеров, модели развития города и городских систем, GIS-анализ, пространственную эконометрику, пространственный институционализм и др.

Исследования в области пространственной экономики в Российской Федерации определяются общими тенденциями развития экономической науки в целом и её инструментальным аппаратом, специализациями научных школ разных институтов и центров, а также политическими и практическими запросами правительственных и государственных организаций, межрегиональных и профильных ассоциаций, отдельных корпораций и крупных предприятий. В рамках научного направления продолжается междисциплинарная интеграция пространственных исследований, которая заключается не только в расширении предметной области исследований, но и в привлечении методологии точных, естественных и гуманитарных наук, в формировании междисциплинарных баз данных большого объёма, в привлечении технологии космического и геоинформационного мониторинга и сбора данных.

В связи с глобализацией мирового хозяйства актуальными являются вопросы интеграции взаимодействия с мировым экономическим и социальным пространством, исследования внешнеэкономических и внешнеполитических факторов пространственного развития отдельных регионов, производственных кластеров и страны в целом. Инновационное развитие и информационные технологии формируют научную повестку проблем пространственной диффузии знаний и инноваций, модернизации технологий освоения пространства, инфраструктуры пространственной связности и жизнеобеспечения населения. Остаются в фокусе внимания вопросы различий в уровне и динамике развития территорий, сохранения и увеличения пространственного неравенства, межрегиональной интеграции и формирования конкурентоспособного пространства, поиска драйверов и источников развития периферии и депрессивных регионов. В фокусе внимания остаются исследования урбанистической системы и тенденций её развития, роли городских агломераций, малых и средних городов в экономическом и социальном развитии страны, взаимодействие сельских и городских населённых пунктов.

В ответ на политические запросы растёт число публикаций, посвящённых проблемам развития территорий с особой геополитической ролью, зоны Арктики, восточных и северных территорий, а также регионов, наделённых специфическими ограниченными немобильными ресурсами. Практические интересы поддерживают исследования, посвящённые совершенствованию системы индикативного стратегического и долгосрочного планирования, формированию институтов пространственного развития, разработке эффективных мер стимулирования и поддержки отстающих территорий, обеспечению устойчивости и стабильности развития регионов и городов.

Синтез научных направлений привёл к росту интереса к вопросам взаимодействия природной среды, экологии и социально-экономического пространства, роли исторических факторов, религии, языкового и национального разнообразия в социально-экономическом и пространственном развитии.

В рамках современных экономических тенденций фундаментальные исследования **агропромышленного комплекса** сосредоточены на приращении знаний в области теории и методологии межотраслевого управления агропродовольственным комплексом России, обосновании системы долгосрочных и краткосрочных приоритетов, стимулирующих устойчивое развитие национальной агропродовольственной системы в условиях усиления дестабилизирующего влияния новых глобальных вызовов на конъюнктуру мирового и внутреннего продовольственного рынков.

С использованием межотраслевого подхода теоретически обоснованы стратегические направления роста конкурентной устойчивости национального агропродовольственного комплекса, а также механизмы государственного программно-целевого управления его сбалансированным развитием. Научно обоснованы особенности структурной адаптации агропродовольственной системы России к новым глобальным вызовам, определены основные направления формирования механизмов противодействия внутренним и внешним многофакторным шокам.

С позиций распространения технологий, отвечающих требованиям рационального (бережного) природопользования в агропродовольственном комплексе, обоснован комплекс мер по организационной и финансовой поддержке развития «зеленого производства» продовольствия, включая органическую продукцию и продукцию с улучшенными характеристиками.

Разработан и апробирован методический инструментарий комплексной оценки влияния последствий глобальных климатических изменений на физические и экономические параметры обеспечения продовольственной безопасности России. Предложено совершенствование методологии измерения и прогнозирования качества жизни на основе использования инструментария бюджета времени.

Подготовлено теоретико-методологическое обоснование тенденций социальной стратификации современного российского села и факторов сохранения и укрепления традиционных российских духовно-нравственных ценностей в разрезе социоструктурных групп сельского населения.

Осуществлен анализ уровня жизни сельских семей с детьми, проведена оценка их экономической уязвимости и изучены стратегии повышения материального благополучия.

Осуществлен анализ основных тенденций и факторов, влияющих на организационную устойчивость сельского здравоохранения в постковидный период. Предложен авторский подход к совершенствованию организации деятельности территориальных систем сельского здравоохранения с целью минимизации потенциальных эпидемиологических рисков.

Растет популярность исследований по направлению ***«поведенческая экономика»*** (behavioral economics) – одному из наиболее актуальных направлений экономических исследований в мире, изучающему влияние социальных, когнитивных и эмоциональных факторов на принятие экономических решений. Однако число оригинальных исследований в Российской Федерации по-прежнему невелико, и научно-практический потенциал поведенческой экономики используется слабо.

Прогноз развития в области Общественных наук

В области философии

В сфере *онтологии и теории познания* в ближайшее время следует ожидать дальнейшего развития исследований, связанных с анализом новых типов рациональности («цифровой рациональности») и нового типа науки, с взаимоотношением познания и сознания, связью объяснения, понимания и прогноза, возможностями цифровой памяти и цифровой идентичности, проблемами отношения реальности и симуляции, возможностями машинного творчества.

В области *философии науки и техники* магистральное направление развития философских исследований будет определяться следующими особенностями современной науки: тенденцией к междисциплинарному синтезу, интеграцией новых методологических инструментов и акцентом на этических аспектах научного прогресса. Философия науки и техники играет важную роль, выступая как инструмент анализа научных достижений и формирования политики их ответственного применения для решения глобальных проблем. Особое внимание будет уделяться инновационным технологиям, которые создают новые вызовы. Прорывы в медицине, нейронауках и виртуальной реальности порождают этические дилеммы. В этом контексте философская рефлексия, *биоэтика и*

гуманитарная экспертиза помогают находить баланс между прогрессом и гуманистическими принципами, защищая ценности человеческого достоинства и справедливости.

В области *этики* ожидается: 1) коррекция представлений о моральном субъекте, основаниях моральной ответственности и эпистемологическом статусе нравственных ценностей с учетом данных когнитивных наук и результатов анализа культурно-лингвистического опыта разных народов; 2) уточнение границ между универсальным ядром морали и ее партикулярной периферией; 3) формулирование критериев моральной оценки институтов, реагирующих на большие социокультурные вызовы, и поиск оптимальных принципов регулирования новых технологий (в особенности, биотехнологий и технологий ИИ). В области *философии религии* прогнозируется: 1) использование материала, относящегося к предельно широкому ряду религиозных традиций, для уточнения представлений о природе божественного (теизме, пантеизме и т.д.); 2) использование данных нейронауки для создания новых теоретических моделей религиозного сознания и религиозной практики; 3) аналитическая реализация эпистемологии религиозной веры. В области *эстетики* прогнозируется активизация исследования тех эстетических идей, которые возникают не внутри художественных практик, а в сфере дизайна, повседневного социального опыта, технологий, оказывающих огромное влияние на режимы видимости и аудиальное восприятие, а также науки, смело соединяющей в своих экспериментах искусственное и живое. В области *философской антропологии* можно выделить три направления дальнейшего развития – исследование фундаментальной разомкнутости человека по отношению: к онтологическому Иному, сущему и виртуальному иному.

В сфере *философских исследований социокультурных процессов* в центре внимания будут находиться проблемы возникновения и сосуществования мировых цивилизационных моделей в историческом развитии, с особым акцентом на траектории развития и месте российской цивилизации в мировом цивилизационном ансамбле.

Для развития *историко-философского знания* особое значение будет приобретать создание энциклопедий, учебников и обобщающих трудов мыслителей, направлений, школ и эпох. В этой области работа в мировой науке продвигается успешно. Наблюдается долговременная тенденция все более серьезного и профессионального освоения наследия незападных философских традиций, представляющих крупные историко-философские «материки»: арабо-мусульманский, южноазиатский, дальневосточный. Наряду с работой в области западной философской традиции, в мировой историко-философской науке в будущем будет расширяться работа с незападными традициями.

В области социологии

На уровне макросоциологической теории можно ожидать рост академического признания цивилизационного подхода в его социологической версии, принципиально отличающейся от ортодоксальной теории локальных цивилизаций. Перспективы исследования состоят в разработке социологической программы цивилизационного анализа, направленной на изучение культурных, институциональных и социоструктурных процессов цивилизационных изменений современных обществ в их сопряжении с трансформирующимися глобальными и региональными взаимосвязями. В числе основных тенденций развития цивилизационной парадигмы в социологии можно предвидеть: а) усиление ее конкуренции с различными плюралистическими версиями цивилизационного подхода, которая будет приобретать все большее значение по сравнению с противостоянием его унитарным вариантам; б) разработку концептуально-методологических основ современного цивилизационного анализа в направлении большей интеграции анализа крупномасштабных цивилизационных комплексов с анализом долговременных процессов цивилизации; в) сочетание тенденции укоренения в социологической традиции с ее критическим переосмыслением и преодолением

сложившихся в ней дисциплинарных ограничений; г) консолидацию исследовательской программы цивилизационного анализа при сохранении внутреннего разнообразия и диалогической открытости другим теоретическим перспективам.

Расширение направлений исследования человеческого потенциала предполагает не только качественное описание его ранее не исследованных компонент, но и придание им количественной определённости. Решение этих задач обеспечит возможность путём формализованного анализа выявить факторы, способствующие повышению человеческого потенциала. Также в дальнейшем целесообразно более детально исследовать результаты выработанной типологии российских регионов по характеристикам человеческого потенциала с тем, чтобы перейти к её практическому использованию. С этой целью следует провести более детальный анализ регионов внутри каждого кластера, определить их общие и специфические черты, сравнить меры, предпринимаемые администрациями регионов по каждой компоненте человеческого потенциала. В результате можно будет выявить наиболее эффективные действия, способствующие развитию человеческого потенциала, и адаптировать их к использованию в отстающих регионах. Проведение обширных исследований планируется в отношении предпринимаемых практических мер для развития человеческого потенциала. Такие меры содержатся в глобальных, национальных и региональных документах, в частности, в «Повестке дня на период до 2030 года» с 17-ю целями устойчивого развития, принятой Генеральной ассамблеей ООН в 2015 году и поддержанной Россией, в национальных целях развития России. В среднесрочной перспективе на основе научного обоснования практических мер демографической, социально-экономической и социокультурной политики и их интеграции можно обеспечить повышение «коэффициента полезного действия» реализации человеческого потенциала и его укрепления.

Особое внимание российских *демографов* будет направлено на нейтрализацию негативных последствий депопуляции и выработку эффективных мер демографической политики с переносом акцентов от патернализма к системному подходу; поиск резервов демографического развития за счет снижения смертности от отдельных причин (в частности, от внешних); оценку демографического дивиденда, связанного со старением населения, формирование новых подходов к управлению миграционными процессами как в области межрегиональной, так и в области международной миграции.

Практико-ориентированные исследования в кратко- и среднесрочной перспективе будут касаться совершенствования демографической и миграционной статистики, работы с большими данными, использованию искусственного интеллекта и цифровизацией сервисов для населения, поиском решений по сохранению и перераспределению трудовых ресурсов.

В социологии города будут уделять большее внимание изучению активизма и низовых инициатив в контексте изменяющихся социально-политических условий и институтов. Внимание исследователей привлекут процессы самоорганизации граждан, их роль в принятии решений и способы адаптации к крупным городским изменениям: будут актуализироваться исследования соседских взаимодействий и практик управления жильём, что связано с реализацией программ развития застроенных территорий, реновации и других масштабных городских проектов. Инновационной для дальнейшего изучения должна стать усиливающаяся проблематизация внедрения гибридных форм управления и регуляции коммерческого и инвестиционного рынков жилья. Это обусловлено увеличением значительного числа слабо защищенных групп и льготных категорий граждан за счет тех, кто получает от государства привилегии в покупке или получении жилья (участники СВО, работники IT-сферы, многодетные семьи и др.). Прогнозируется, что будет расширяться тематический репертуар исследований, в частности, будут проводиться исследования, посвященные материальности и инфраструктуре города. В социологии города будут развиваться новые методы, среди которых мобильные методы, связанные с совместным перемещением по городу

горожанина и исследователя (метод go along), а также методы, которые уделяют особое внимание и позволят зафиксировать сенсуальные и эмоциональные переживания жителями города по поводу городских мест и пространств. Будут развиваться новые теоретические и методологические подходы к анализу городских процессов, практик в области планирования городов, адаптации существующих градостроительных подходов под новые социальные тенденции, связанные с увеличением количества электротранспорта, развитием6 внутреннего туризма. Социологи, занимающиеся урбанистикой, продолжат отвечать на вызовы развития искусственного интеллекта (ИИ) и его инструментальное вхождение в исследовательскую практику. Анализ различных данных, который требовал раньше специализированных программ, всё больше будет осуществляться через постановку задач для ИИ, что позволит автоматизировать написание программного кода, визуализацию данных и другие процессы.

Дальнейшие российские исследования в области социологии здоровья будут направлены на углубленное изучение современного состояния здоровья российского населения в его разнообразных проявлениях, социально-демографических и социально-структурных неравенств в здоровье и значимом для здоровья поведении, отношений людей с системой здравоохранения, а также обусловленности индивидуальных различий общественным контекстом – уровнем экономического развития страны, выраженностью в ней доходных неравенств, государственной политикой в социальной сфере и здравоохранении и, преобладающих в российской культуре ценностей. Методология таких исследований будет предполагать ориентацию на сравнительный анализ России и ряда стран мира с использованием статистических сведений и данных массовых опросов. В фокусе внимания исследователей здоровья будут оставаться проблемы пожилых людей, возможностей их включения в активную общественную, в том числе трудовую деятельность, дальнейшее осмысление особенностей старения в России и отношений пожилых пациентов с системами здравоохранения и социального обеспечения.

В области права

Многие вопросы определения границ правового регулирования, правообразования и правомерного поведения юристы рассматривают в контексте современного технологического прорыва и происходящих общественных трансформаций.

В науке обсуждаются вопросы о новой миссии права, перспективах сохранения в будущем не только его роли в общественной жизни, но и самой идеи права. Его новую миссию видят в защите человека от технологического насилия, а также в сохранении его (человека) как вида.

Таким образом, правовая доктрина продолжает наполнятся под влиянием факторов, детерминирующих государственно-правовое развитие России и мирового сообщества.

Дальнейшее развитие получит *экологическое право.* Особенно актуальными в условиях нарастающего экологического кризиса и истощения природных ресурсов станут вопросы правового обеспечения рационального природопользования и комплексной охраны окружающей среды. Возрастет актуальность научно-обоснованного правового регулирования деятельности на территориях с чувствительной природной средой, например, таких как Арктика. Станут более востребованными научные изыскания по охране окружающей среды от различных видов загрязнения, ликвидации накопленного экологического вреда, противодействию вызовам и угрозам экологической безопасности, в том числе поиск правовых решений по минимизации последствий изменения климата, сокращению биологического разнообразия и др.

В науке *земельного права* продолжатся исследования проблем рационального использования земель и вовлечения их в хозяйственный оборот, совершенствования учетно-регистрационных процедур в отношении земельных участков как объектов недвижимости, контрольно-надзорной деятельности, деятельности в области градостроительного зонирования земель, установления и изменения видов разрешенного

использования земельных участков, защиты прав собственников земельных участков и иных правообладателей, оснований ограничения прав на земельные участки. Не утратят актуальности проблемы оптимального соотношения земельного и гражданского, земельного и градостроительного законодательства, а также проблемы разрешения споров хозяйствующих субъектов по поводу земельных участков и иных объектов недвижимости.

Исследования в науке *аграрного права* будут направлены на поиск правовых решений, необходимых для развития высокопродуктивного сельского хозяйства в условиях санкционного давления и импортозамещения, разработку правовых средств преодоления рисков и угроз продовольственной безопасности, устойчивое развитие сельских территорий, использование в сельском хозяйстве биотехнологий, а также развитие мер государственной поддержки аграрного предпринимательства (предоставления грантов, льготного кредитования, субсидирования, страхования с государственной поддержкой и др.). Продолжатся исследования вопросов правового статуса сельскохозяйственных товаропроизводителей, в первую очередь, сельскохозяйственных кооперативов и крестьянских (фермерских) хозяйств, их участия в хозяйственной деятельности. Относительно новыми проблемами, требующими решения, являются проблемы правового регулирования обеспечения качества и безопасности сельскохозяйственной продукции, в том числе с помощью мер фитосанитарного и ветеринарного надзора, а также отношений по производству органической продукции. Актуальными остаются и вопросы дальнейшей гармонизации аграрного законодательства государств – членов Евразийского Экономического Союза.

В области прав человека актуализируются исследования по вопросам деглобализации и деуниверсализации миропорядка; массовой трансграничной миграции; кризиса социальной государственности, обусловленного появлением новых форм социального неравенства и социальной уязвимости, снижением эффективности государственной социальной политики в условиях региональной интеграции и трансграничной миграции. Отдельными направлениями исследований станут развитие новых форм политического участия, в том числе с использованием цифровых платформ, в целях преодоления политического отчуждения, определение новых возможностей и новых угроз, порождаемых современными технологиями, для функционирования органов публичной власти и осуществления прав человека и адекватных правовых решений, обеспечивающих безопасность человека и развитие инноваций, а также формирование новых концептуальных подходов, регламентирующих отношения между человеком и экосистемой.

Направления исследований в рамках науки *административного права и административного процесса,* а также науки *финансового права* будут осуществляться с учетом поэтапного совершенствования бюджетной, налоговой и денежно-кредитной политики, направленного на повышение роли механизма финансово-правового регулирования в условиях «санкционного режима», введенного в отношении России. Перед представителями правовой науки стоит задача, связанная с разработкой правового инструментария, позволяющего синхронизировать денежно-кредитную, бюджетную, фискальную, таможенно-тарифную политику и сбалансировать действия Банка России, Правительства Российского Федерации, а также иных федеральных органов исполнительной власти, обеспечивающих функционирование финансово-кредитного механизма.

Велико значение исследования влияния административно-правовых норм на гражданско-правовые конструкции и деятельность хозяйствующих субъектов.

Возможные направления развития научных *уголовно-правовых исследований* обусловлены новейшими изменениями, внесенными в уголовное законодательство Российской Федерации в 2024 году. Федеральным законом от 23.03.2024 № 64-ФЗ «О внесении изменений в Уголовный кодекс Российской Федерации и Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации» введены новое основание освобождения

от уголовной ответственности и новое основание освобождения от наказания. В Уголовный кодекс Российской Федерации включены: статья 78.1 «Освобождение от уголовной ответственности в связи с призывом на военную службу в период мобилизации или в военное время либо заключением в период мобилизации, в период военного положения или в военное время контракта о прохождении военной службы, а равно в связи с прохождением военной службы в указанные периоды или время» и статья 80.2 «Освобождение от наказания в связи с прохождением военной службы в период мобилизации, в период военного положения или в военное время».

Существенное внимание будет уделено анализу введенного Федеральным законом от 31.07.2023 № 398-ФЗ «О внесении изменений в Уголовный кодекс Российской Федерации и статью 151 Уголовно-процессуального кодекса Российской Федерации» нового состава преступления, предусмотренного статьей 217.3 «Нарушение требований к антитеррористической защищенности объектов (территорий)». Продолжатся исследования в сфере противодействия преступлениям террористической направленности и преступлений против военной службы.

В области *уголовно-процессуальной науки* будут актуальны исследования, связанные с институтом прекращения уголовного преследования (с учетом введения в Уголовно-процессуальный кодекс РФ статьи 28.2 «Прекращение уголовного преследования в связи с призывом на военную службу в период мобилизации или в военное время.

Большое внимание будет уделено международному сотрудничеству по уголовным делам, в том числе с учетом внесенных Федеральным законом от 22.04.2024 № 85-ФЗ «О внесении изменений в Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации» изменений в главу 55 Уголовно-процессуального кодекса Российской Федерации.

В сфере *конституционного права* особо актуальным в современных реалиях представляется изучение одного из базовых элементов отечественного конституционализма – суверенитета. Исследование по теме требует глубокого всестороннего анализа историко-правовой модели российского конституционализма, изучения особенностей, традиций политико-правового развития России, в том числе в условиях современной социально-политической реальности, а также обобщение опыта конституционного реформирования.

Очевидным направлением дальнейших научных исследований *в области цивилистического процесса* останется цифровизация правосудия: внедрение средств информатизации судебного разбирательства, онлайн-взаимодействия и электронного документооборота между участниками судопроизводства.

Актуальными для научного анализа останутся проблемы защиты прав и интересов Российской Федерации в сфере гражданской юрисдикции, включая сферу защиты прав на результаты интеллектуальной деятельности в целях обеспечения обороны и безопасности государства, охраны жизни и здоровья граждан. Значительное место в перспективных исследованиях сохранит проблема оптимизации процессуальных форм защиты субъективных гражданских прав, свобод и законных интересов военнослужащих и членов их семей.

Особое внимание будет уделяться вопросам досудебного урегулирования споров и судебного примирения. Дальнейшей оценки и совершенствования потребуют процессуальные институты, обеспечивающие эффективность процедур банкротства.

В науке *семейного права* будет усиливаться идеологическое значение традиционных семейных ценностей, их влияние на семейные отношения, институт семьи и брака; будет обеспечиваться за счет конкретизации в соответствующих нормах механизмов, направленных на их системную защиту. Проблемы защиты прав граждан в сфере семейных отношений, в условиях меняющихся правил функционирования государства, сохранят свою актуальность, что потребует современной интерпретации отдельных институтов семейного права (представительства, ответственности, форм и

способов защиты семейных прав и др.), обновления теории семейного права и норм семейного законодательства. Отдельного внимания потребуют вопросы защиты традиционных семейных ценностей, определения реальных механизмов, обеспечивающих их охрану, что позволит сохранить устойчивость института семьи и брака в нашей стране.

В сфере *жилищного права* сохранится актуальность научного исследования вопросов, связанных с особенностями защиты прав на недвижимое имущество, принадлежащее публично-правовому образованию. Интерес сохранят научные исследования в области нотариальной защиты жилищных прав граждан, вопросы целесообразности государственной регистрации домашних животных с точки зрения публичного интереса в выполнении обязанностей их собственников.

В науке *трудового права* в условиях сопровождающих процесс деглобализации гибридных правовых режимов, в период разработки законодательства о новых видах занятости, применения технологий искусственного интеллекта в трудовых отношениях и управлении трудом, совершенствования правового регулирования трудовой миграции основное внимание исследователей будет сконцентрировано на вовлечении новых форм занятости в орбиту правового регулирования социального партнерства в сфере труда, охраны труда и социального страхования. Важным станет создание правовых условий для построения системы подготовки и переподготовки кадров.

Останется актуальным исследование правовых проблем *внедрения искусственного интеллекта* в общественные и производственные отношения и влияние этого процесса на сферу применения несамостоятельного труда; новых теоретических подходов к изучению предмета трудового права и права занятости, вызванных расширением дифференциации правового регулирования трансформирующихся общества и экономики с сохранением стабильности трудовых правоотношений при традиционной организации производства; предпосылок, проблем и перспектив межотраслевого взаимодействия институтов социального партнерства, социальной защиты и охраны труда с иными отраслями права.

Прогнозируется рост интереса к *изучению правовой природы функционирования публичной власти* в России в таких сферах как: сбережение народа России, развитие человеческого потенциала, повышение качества жизни и благосостояния граждан; защита конституционного строя, суверенитета, независимости, государственной и территориальной целостности Российской Федерации, укрепление обороны страны; поддержание гражданского мира и согласия в стране, укрепление законности, искоренение коррупции, защита граждан и всех форм собственности от противоправных посягательств, развитие механизмов взаимодействия государства и гражданского общества; развитие безопасного информационного пространства, защита российского общества от деструктивного информационно-психологического воздействия; устойчивое развитие российской экономики на новой технологической основе; охрана окружающей среды, сохранение природных ресурсов и рациональное природопользование, адаптация к изменениям климата; укрепление традиционных российских духовно-нравственных ценностей, сохранение культурного и исторического наследия народа России; поддержание стратегической стабильности, укрепление мира и безопасности, правовых основ международных отношений.

В центре внимания будут находиться *вопросы повышения эффективности правотворческой и правоприменительной деятельности* как на федеральном, так и региональном уровнях. В частности, вопросы сохранения населения, укрепление здоровья и повышение благополучия людей, поддержка семьи; реализации потенциала человека, воспитании патриотичной и социально ответственной личности; комфортной и безопасной среды для жизни; экологического благополучия; устойчивого развития экономики; технологического лидерства; цифровой трансформации государственного и муниципального управления, экономики и социальной сферы.

В области психологии

Перспективы развития психологической науки связаны с: *анализом целостности человека с помощью комплексного исследования;* раскрытием структуры психологического знания и выявление общих закономерностей его развития; изучением влияния психосоциальных стрессов на психическое здоровье человека; определением тенденций изменения социальных представлений и установок индивидуального и группового сознания в условиях общественных трансформаций; выявлением индивидуальных и групповых факторов психологических отношений личности в различных формах совместной жизнедеятельности. Значимыми темами представляются социально-психологические проблемы активности профессионала в условиях общественного развития, проблемы психологической поддержки лиц экстремальных профессий, психологические особенности формирования представлений и установок на здоровый образ жизни.

В рамках изучения *психологических механизмов социальной интеграции* в условиях геополитического кризиса в ближайшие годы в российских и зарубежных исследованиях будет расти актуальность и значимость проблематики психологии постконфликтных обществ, психологических факторов роста чувствительности личности и группы к несправедливости и ресентимента, психологических механизмов динамики коллективных переживаний и коллективного совладания.

В связи со структурной перестройкой российской экономики растет актуальность исследований в области *экономической ресоциализации личности*, в том числе при возвращении комбатантов к мирной жизни. В области экономической психологии растет актуальность изучения психологических факторов инфляционных ожиданий и их связь с ментальными моделями экономики.

Особую значимость приобретут исследования психологических факторов стратегического сдерживания и оправданности применения ядерного оружия. Все более актуальными и многообещающими являются работы в области мультиагентного моделирования социально-психологических процессов в послевоенном обществе с использованием генеративного искусственного интеллекта

В рамках *исследований ИИ в психологии* продолжится разработка технологий автоматизированного анализа человеческой коммуникации с использованием методов анализа языка, а также мультимодальных данных. Планируется создание модели глубокого обучения на базе больших языковых моделей с применением трансформеров, позволяющих выявлять и классифицировать интенции в рамках различного дискурса: повседневного, психотерапевтического, педагогического и др.

В области *истории психологии* продолжается разработка теоретико-методологических вопросов отдельных направлений (среди крупных – психолого-исторического и наукометрического, среди специализированных – глобальной историко-политической психологии, социально-экологической психологии), операционализацией конкретных исследовательских феноменов (в истории психологии и наукометрии – специальных показателей для изучения научных биографий; в исторической психологии – психологического времени в военной повседневности, субъектности больших социальных групп), обобщением предыдущих исследований (в исторической психологии – характеристик нравственного и правового сознания у нескольких представителей нравственной элиты).

Планируются исследования в области *искусственного интеллекта с точки зрения имитации способностей человека* (памяти, внимания, восприятия и др.) и его ментального опыта (представления знаний), эмоций, намерений, желаний и других аспектов. Важную роль в прогрессе интеллектуальных систем и технологий может сыграть психология способностей человека в качестве одной из фундаментальных поддерживающих теорий искусственного интеллекта.

В развитие решения заявленной фундаментальной проблемы *выявления факторов формирования и механизмов реализации комплекса личностных характеристик*, обеспечивающих внутриличностную устойчивость, психологическое благополучие и продуктивность просоциально ориентированной деятельности в турбулентном мире постоянно нарастающей неопределенности будет проведен цикл работ. Будет продолжен анализ психологических механизмов ценностно-аффективной поляризации отдельных социальных групп и российского общества в целом с фокусом на эмпирическое исследование влияния мотивации «поиска значимости» на выбор подгруппы поляризованного меньшинства в ситуации ценностно-аффективной поляризации социальной группы, что чрезвычайно актуально в контексте политической динамики современной России. В рамках изучения взаимосвязи психологического благополучия и продуктивности деятельности личности с типом организации и содержанием автобиографической памяти, основываясь на созданном ранее научном заделе, планируется продолжить эмпирическое выделение и описание прототипа оптимальной автобиографической памяти, включающий те ее характеристики, которые синергетически поддерживают личностную жизнестойкость перед лицом жизненных трудностей. Планируется эмпирически эксплицировать вклад уровня развития автобиографической памяти в развитие диахронического аспекта самосознания и сопряженные с ними поведенческие индикаторы (эффективность решения задач, требующих волевой регуляции) для различных возрастных групп школьников.

Исследование *образов звука* планируется продолжить в методологии воспринимаемого качества события, где оцениваемыми событиями выступят мысленный образ звука и реально звучащий звук из той же категории.

Будет осуществлено *развитие математической модели принятия решения* и уверенности в направлении теоретического выяснения внутренних механизмов формирования эффективных и неэффективных решений, в частности, верных и ошибочных. Продолжится *разработка информационно-байесовской модели иерархической многоуровневой структуры зрительного восприятия сложных объектов.*

Новые тенденции в реализации задач в области *психологии развития субъекта в нормальных и посттравматических состояниях* связаны с разработкой оригинальных научных подходов: концепции контроля поведения на разных этапах взросления и концепции переживания невидимых угроз.

В перспективе ожидается развертывание исследований *совместной интеллектуальной деятельности,* опосредованной онлайн взаимодействием, и сравнительный анализ текстов, создаваемых в коллаборативных и индивидуальных форматах, что актуально в контексте дискуссий о применении онлайн-технологий в психотерапии, образовании, клиентском сервисе.

В рамках изучения *психологических механизмов социальной интеграции* в условиях геополитического кризиса в ближайшие годы в российских и зарубежных исследованиях будет расти актуальность и значимость проблематики психологии постконфликтных обществ, психологических факторов роста чувствительности личности и группы к несправедливости и ресентимента, психологических механизмов динамики коллективных переживаний и коллективного совладания.

В связи со структурной перестройкой российской экономики растет актуальность исследований в области *экономической ресоциализации личности*, в том числе при возвращении комбатантов к мирной жизни.

В области *экономической психологии* растет актуальность изучения психологических факторов инфляционных ожиданий и их связь с ментальными моделями экономики.

В этой связи все более актуальным становится изучение *влияния долгосрочной ориентации личности на финансовое поведение.* Особую значимость приобретут исследования *психологических факторов стратегического сдерживания и оправданности*

применения ядерного оружия. Все более актуальными и многообещающими являются работы в области *мультиагентного моделирования социально-психологических процессов* в послевоенном обществе с использованием генеративного искусственного интеллекта.

В области экономики

В качестве возможного направления развития экономической теории в ближайшей перспективе станет продолжение поиска ответов на фундаментальный вопрос о месте, роли и функциях государства в рыночной экономике. Можно предположить, что решение этого сущностного вопроса связано с отказом от принципа методологического индивидуализма в пользу методологического релятивизма, уравнивающего «в правах» интересы индивидов с автономными интересами государства, и разработкой более общего содержания самой категории государства, с учетом существующих взаимодействий трех его базовых элементов – политической власти, экономики и гражданского общества. Вполне реалистичным выглядит и предположение о появлении в ближайшие годы принципиально нового подхода к экономической теории государственного управления.

Ожидается возрождениие интереса экономистов к истории экономической мысли и политической экономии. Потребность в этом определяется характером проблем, которые стоят сейчас перед фундаментальной экономической теорией, и которые не в полной мере решаются методами, используемыми другими ее направлениями (неоклассикой, институционализмом и т.п.). Речь идет о социально-экономических противоречиях, которые формируются в связи с глубокими технологическими сдвигами в производстве, влияющими на характер экономических отношений и затрагивающими все составные части современного государства.

В области экономической теории также ожидается продолжение смещения исследовательского интереса от теорий экономического роста к теориям экономического развития.

В ближайшие годы исследования в сфере экономической науки будут развиваться по следующим направлениям с учетом новых масштабных вызовов в текущих экономических условиях:

В области *макроэкономических исследований* основной задачей является выработка новой модели социально-экономического развития России, позволяющей нашей стране полноценно адаптироваться к новым геостратегическим условиям, в том числе к масштабным внешнеэкономическим санкциям со стороны недружественных стран и к обусловленным этим резким структурным изменениям в экономике. Такая адаптация должна осуществляться как в краткосрочной перспективе (с целью сохранения макроэкономической стабильности и поддержания уровня жизни населения), так и в долгосрочной перспективе (с целью наращивания человеческого, научно-технологического, производственного, финансового, инфраструктурного потенциала социально-экономического развития России). Кроме того, новая модель социально-экономического развития должна учитывать долгосрочные приоритеты, отраженные в Национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года, обозначенные в Указе Президента Российской Федерации 2024 года.

В этой связи отечественной экономической науке необходимо будет:

– продолжить формирование подходов к разработке новой модели долгосрочного социально-экономического развития, ориентированных на экономическую политику, которая не базируется на сугубо технократических принципах, а отвечает на социальные и ценностные вызовы. Эта модель должна обеспечить интенсификацию внутреннего промышленного производства; формирование условий для запуска нового инновационного цикла в обрабатывающей промышленности, в первую очередь – в машиностроении, что является одним из ключевых условий обеспечения технологического суверенитета России; выстраивание полноценных производственных и

логистических цепочек внутри страны; развитие внутренних механизмов финансирования экономического роста при одновременном сохранении социальной ориентированности российской экономики;

– разработать и обосновать меры монетарной политики, не влекущие за собой сдерживание темпов экономического роста, но при этом сохраняющие устойчивость рубля и умеренность темпов инфляции;

– продолжить проработку и научное обоснование предложений по мерам и механизмам, которые обеспечат ускорение инновационных процессов и внедрение передовых технологий в российской экономике в новых геостратегических условиях с учетом императива обеспечения технологического суверенитета Российской Федерации, максимизации использования потенциала научно-технологического развития для интенсификации темпов экономического роста при сохранении сбалансированности социально-экономического развития и обеспечения национальной безопасности РФ;

– продолжить разработку и научное обоснование комплекса мер, направленных на обеспечение повышения экологической безопасности, устойчивости и защищенности населения, территорий и хозяйственных комплексов к долгосрочным технологическим и эколого-климатическим вызовам развития, включая адаптацию к изменениям климата. В частности, на обеспечение учета в научно-технологической и экономической политике долгосрочных технологических трендов по переходу к экологически чистым, малоотходным и низкоуглеродным (с низким уровнем выбросов парниковых газов) технологиям производства и потребления, а также активного внедрения технологий искусственного интеллекта;

– продолжить анализ трудовых отношений в экономике, исследуя такие аспекты как взаимосвязь между качеством человеческого капитала и темпами экономического роста, структурные дисбалансы рынка труда в новых условиях, влияние структурных и технологических сдвигов на рынок труда, меры по повышению качества трудовых ресурсов и снижению структурной безработицы и региональных дисбалансов на рынке труда и т.д.;

– продолжить исследования институциональных факторов экономического развития (затрагивающие такие элементы экономической системы как собственность, капитал, конкуренция, государственная экономическая политика и структуры государственной власти, финансово-банковские институты, государственный бюджет, налоги, уровень экономической культуры и т.д.); результатом этих исследований должны стать предложения по совершенствованию и видоизменению институтов, нацеленные на повышение дееспособности этих институтов в новых экономических условиях.

В области *региональных экономических исследований* необходимо будет:

– сформулировать и обосновать цели, задачи, принципы, приоритеты, основные направления и механизмы сбалансированного социально-экономического и пространственного развития России в новых геостратегических условиях с учетом необходимости активизации производственных и инвестиционных процессов в регионах, обеспечения их социально-экономической стабильности и преодоления дисбалансов пространственного развития;

– разработать подходы и механизмы комплексного социально-экономического развития и интеграции в единое экономическое пространство Российской Федерации новых (исторических) регионов России;

– выявить наилучшие сочетания между экономическими полномочиями федеральной власти и полномочиями регионов и муниципалитетов; это необходимо в первую очередь для повышения качества политики регионального развития, устранения межрегиональных диспропорций и полноценного развития всех территорий страны;

– подготовить предложения по повышению качества и результативности экономической политики на уровне регионов и муниципалитетов.

Развитие исследований по *пространственной экономике* будет идти в направлении совершенствования теоретического и методического аппарата научной системы, описывающей пространственные аспекты экономических и социальных процессов в современных условиях, предлагающей адекватные модели и инструменты для описания и прогнозирования факторов и результатов взаимодействия территориально распределённых агентов микро-, мезо-, макро- и глобального уровня и масштаба.

Системное представление пространственного измерения взаимосвязанных экономических и социальных процессов в обществе предполагает изучение следующих тем и направлений, испытывающих дефицит публикаций и результатов, но востребованных, как современной теорией, так и практикой:

− изменение положения и роли России в мировом пространстве, внешнеэкономические и внешнеполитические факторы пространственного развития страны;

− взаимодействие природной среды и социально-экономического пространства в современных условиях, влияние природно-техногенной среды на человека и общество, антропогенное воздействие на природные пространства, формы использования природных ресурсов и изменение их доступности;

− эволюция, освоение, модернизация, новое качество и ограничения социально-экономического пространства в условиях смены технического и технологического базиса;

− пространственные проблемы развития отдельных отраслей и производственных кластеров, межотраслевые и межрегиональные материальные, информационные и финансовые потоки, их динамика, проблемы внутренней пространственной интеграции, степень её зрелости и прочности;

− пространственные трансформации экономической структуры, социальной среды и демографических процессов в стране;

− взаимодействие информационного, образовательного и научно-инновационного пространства в контексте формирования человеческого капитала, социальной справедливости, пространственного неравенства и гражданского общества;

− развитие научных основ государственно-территориального устройства, системы территориального планирования и прогнозирования, децентрализации и федерализма;

− развитие теории агломерационной экономики, учитывающей новые формы и средства коммуникации экономических агентов в пространстве и изменение системы факторов конкурентоспособности и ограничений, накладываемых на бизнес;

− поиск новых производительных сил, трансформация пространства из барьера в ресурс развития, пересмотр роли и вклада пространства в деловую активность, адаптация концепции пространства к новой модели экономического роста, к современным технологиям, экологическим и глобальным ограничениям;

− формирование предложений о пространственном каркасе развития страны, с учётом проблем неравенства, дискриминации, экономической эффективности, межрегиональной связности, внутренней и внешней безопасности, сбалансированности экономических и социальных функций, сохранения исторического наследия и культурного ландшафта страны, освоения территорий;

− динамика населенных пунктов и экономических центров, трансформация экономического пространства под влиянием освоения территорий, перераспределения экономических потенциалов, развития и формирования новой инфраструктуры;

− разработка моделей прикладного экономического анализа, находящих применение в процедурах текущего, среднесрочного, долгосрочного и стратегического планирования и прогнозирования;

− разработка инструментальных средств анализа и моделей взаимодействий разных видов пространств: информационного, технологического, экономического, финансового, социального, демографического, институционального и природного;

– развитие методов и алгоритмов формирования, обработки и анализа эмпирических пространственных данных большой размерности, интеграция их со средствами геоинформационных систем и системами прикладных пространственных моделей.

В области *микроэкономических исследований* необходимо будет продолжить изучение роли предприятий (крупных корпораций, а также малого и среднего бизнеса) и домохозяйств в процессах экономического развития в новых экономических условиях. Для этих целей необходимо:

– продолжить исследование формирования стратегий предприятий по адаптации к резким изменениям внешнеэкономических условий, включая новые подходы и механизмы модернизации производственной базы, привлечения инвестиций, интенсификации инновационных процессов, обеспечения кадровыми ресурсами, выстраивания новых цепочек межотраслевых производственных связей;

– продолжить исследование институциональных факторов, влияющих на поведение предприятий и домохозяйств (взаимоотношения со структурами государственной власти, бюрократические и коррупционные барьеры, уровень и характер рыночной конкуренции; процессы монополизации рынков, неформальная экономическая деятельность и т.д.).

Указанные задачи делают необходимым дальнейшее развитие подходов к исследованию экономического поведения предприятий и домохозяйств, их реакции на экономические процессы и различные меры экономической политики государства, в том числе расширение источников информации за счет анализа больших массивов данных (big data) о транспортных потоках, розничных покупках, телефонных контактах, интернет-запросах и т.п.; а также данных анкетных опросов и социологических интервью.

Важным направлением исследований должна также стать разработка предложений по мерам поддержки предприятий и домохозяйств с целью помочь их выживанию в новых экономических условиях и увеличению их вклада в экономическое развитие нашей страны.

В ближайшие годы *исследования в сфере макроэкономического прогнозирования* будут развиваться по следующим направлениям:

– совершенствование методических подходов к прогнозированию за счет формирования новой системы факторов экономического роста с упором на внутренние факторы развития промышленного производства и повышения производительности труда, структурно-технологической модернизации;

– уточнение моделей прогнозирования, направленное на учет процесса формирования новых международных форм и цепочек экономической и научно-технологической кооперации с целью минимизации негативных последствий антироссийских внешнеэкономических ограничений, введенных недружественными странами;

– развитие модельного аппарата прогнозирования и подходов к формированию и верификации рядов исходных данных с учетом частичного закрытия официальной статистической информации на федеральном (Росстат, ФТС и др.) и корпоративном (отчеты компаний и банков) уровнях, с учетом изменений нормативно-правовой базы;

– дальнейшая интеграция в макроэкономические прогнозные модели эколого-климатических факторов и показателей, включая показатели декарбонизации и адаптации экономики к изменениям климата, а также показателей прогресса в реализации в Российской Федерации Целей устойчивого развития ООН до 2030 года;

– дальнейшее развитие аппарата и модельного инструментария для прогнозирования пространственного развития и комплексного развития территорий, интеграции новых регионов в единое экономическое пространство России;

– дальнейшее развитие методологии и аппарата прогнозирования сбалансированной монетарной и бюджетно-налоговой политики, направленное на оценку

ее эффектов с точки зрения влияния на динамику экономического роста, обеспечения стабильности функционирования отечественной финансовой системы.

В области развития *экономико-математических методов* предполагается в следующих направлениях:

− разработка и использование агентных, оптимизационных и эконометрических моделей для исследования социально-экономических, демографических процессов и инвестиционных программ, а также оценки национальной силы государства; разработка глобальной агент-ориентированной модели для прогнозирования социально-экономического развития России на различных временных горизонтах с учетом глобального мирового кризиса и действия санкций; разработка комплекса детализированных до уровня отдельных индивидуумов агент-ориентированных моделей, имитирующих социально-экономическую систему Евразийского континента, в том числе создание системы алгоритмов, имитирующих основные элементы поведения агентов;

− развитие теории и компьютерно-математического инструментария для анализа качества управления социально-экономическими системами; разработка дискретных динамических игровых моделей для формирования конкурентной среды и исследования рынков высокотехнологичных продуктов, энергетических и других ресурсов в условиях санкций;

− разработка модели формирования общественного мнения;

− разработка и анализ динамических моделей управляемых экономических процессов, в том числе моделей оптимизации параметров концессионного соглашения и др.; исследование механизмов управления экономическими процессами и минимизации рисков;

− разработка динамических моделей с использованием аппарата функционально-дифференциальных уравнений, приближенных численных методов решения бескоалиционных игр многих лиц и др. для приложений в экономике и медицине;

− дальнейшее развитие вероятностно-статистических методов и моделей, теоретической и прикладной эконометрики, методов математической социологии, модельных экспериментов в экономике; разработка принципов формирования системы крупномасштабных проектов модернизации экономики;

− разработка математического и эконометрического инструментария для оценки технологического уровня производства, обоснования приоритетных направлений развития экономики, повышения экономической безопасности и защиты природной среды, а также для изучения динамики общественного настроения населения России;

− разработка новых подходов к анализу структуры профессиональной занятости, выявлению профессий, которые будут востребованы в будущем и оценке спроса на них, изменения рынков труда, а также развитие методологии выбора приоритетных направлений диверсификации региональных экономик с учетом траекторий развития человеческого капитала;

− разработка экономико-математических методов и моделей для исследования развития отраслей повышенного спроса на знания, отраслей наукоемкого сектора экономики и высоких технологий в условиях необходимости решения задач импортозамещения, обеспечения технологического суверенитета, реиндустриализации, цифровизации экономики;

− исследование проблем регионального развития, рисков и угроз значительного территориального неравенства для национальной безопасности и территориальной целостности страны;

− разработка рекомендаций по обеспечению экономической, научно-технологической и национальной безопасности в условиях возрастания кибернетических, биологических и других угроз, усиления глобальной нестабильности, риска начала мировой гибридной войны, введения санкций со стороны недружественных государств;

− создание единой системной многоуровневой теории и моделей эволюции, функционирования и взаимодействия социально-экономических объектов, процессов, проектов и сред на всех уровнях экономики;

− модернизация и дальнейшее развитие постулатов системной оптимизации функционирования российской экономики, сочетающих принципы конкуренции, координации и коэволюции хозяйствующих субъектов и комплексов;

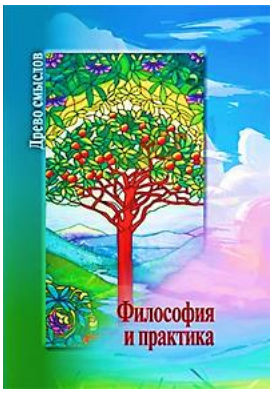
− анализ характера влияния новых технологий на экономические институты, обеспечивающие как взаимодействие государства и бизнеса, так и взаимную координацию деятельности фирм;

− создание и развитие единого и безопасного информационного пространства для экономических исследований с использованием современных и перспективных информационных технологий, в том числе разработка методологии учета, анализа и представления результатов научной деятельности подразделений научно-исследовательской организации.

Важнейшие результаты исследований в 2024 году
СЕКЦИЯ ФИЛОСОФИИ, ПОЛИТОЛОГИИ, СОЦИОЛОГИИ, ПСИХОЛОГИИ И ПРАВА

Философия и практика





Исследование проблем практической и прикладной философии исходит из широкого понимания практики, которая охватывает сознательную жизнедеятельность человека во всех ее формах и предметном многообразии, и роли философии как ее направляющего разумного основания. Подняты вопросы теоретического определения понятия практической и прикладной философии, ее места в границах современной философии и исторической традиции. Авторы обращаются к вопросам традиции, национальной истории, патриотизма, добродетели, блага, к экологическим проблемам, демографическому кризису, меняющемуся положению человека в мире, идеалу прекрасного и многим другим сюжетам, представляющим собой проблему для философской науки. Многие из них, требуя углубленных исследований, в то же время входят в повседневную жизнь современного человека и представляют насущный общественный интерес.

Организация: Институт философии РАН.

Исполнители: руководитель ак. РАН А.А. Гусейнов.

Публикации:

Книга первая: «Практическая и прикладная философия». М.; СПб.: Центр гуманитарных инициатив, 2024. 326 с.

Книга вторая «Философия и практика». М.; СПб.: ЦГИ, 2024. 398 с.).

Цивилизационные процессы в России в историческом развитии, в современности и проекции будущего

Дано представление о России как особой цивилизации, о ее специфике и самоосознании в современном мире. Реконструированы ключевые методологические подходы к пониманию цивилизации на мировом, региональном и локальном уровнях, определены границы и взаимосвязи этого понятия и близких к нему категорий, обозначены качественные параметры цивилизации в проекции будущего России. Исследованы вопросы структуры цивилизации, логики ее развития, специфики цивилизационных процессов в России в истории и современности. Разработан концептуальный каркас исследования России как цивилизации с учетом динамики геополитических процессов, существенных изменений глобальной архитектуры, острых проявлений тенденций деглобализации, противоречий техногенного развития, изменений социально-гуманитарной картины мира.

Организация: Институт философии РАН.

Руководитель: ак. РАН А.В. Смирнов.

Исполнители: чл.-корр. РАН Н.А. Касавина, д.филос.н. С.А. Никольский и коллектив авторов.

Публикации (Рис. 172):

Книга первая: «Цивилизация: многозвучие смыслов. Memoria. М.; СПб.: ЦГИ, 2023. 540 с.

Книга вторая: «Цивилизация: контрапункты теории». М.; СПб.: ЦГИ, 2024. 404 с.

Книга третья: «Цивилизационное развитие России: история и современность». М.; СПб.: ЦГИ, 2024. 374 с.).



Рис. 172. Публикации монографии.

Научные концепции развития российского законодательства

Завершено самое масштабное исследование законодательства Новой России по ряду параметров:

1) по содержанию объекта исследования, охвату областей общественных отношений, урегулированных посредством права и закона, а также объективно требующих такого регулирования, массиву эмпирического материала (исследование охватывает все законодательство, все его отрасли, подотрасли, институты и формирующиеся законодательное комплексы). В фокусе внимания находится вся государственно-правовая сфера как область, среда обитания человека, границы которой в XXI в. вышли за пределы материального мира, физического существования человека и его взаимодействия с другими людьми, а также с виртуальными сущностями;

2) по контексту изучения законодательства, которое познается не только как вещь в себе, изучаются процессы его функционирования сквозь призмы использования законодательства гражданами для реализации своих интересов, деятельности органов государственного управления, судебного правоприменения, опосредования им процессов международной интеграции и деинтеграции, сравнительного анализа законодательных установлений в России с регулятивными моделями и юридическими конструкциями, созданными законотворческой практикой других стран.

3) по времени непрерывного наблюдения за объектом – 30 лет;

4) по решаемым в ходе исследования научным задачам, комплекс которых предполагает не только познание, но и определение путей и способов преобразования изучаемого объекта, управления его динамикой;

5) по применяемому методологическому инструментарию, включающему методы, позволяющие решать указанные задачи, включая методы прогнозирования, моделирования, юридического проектирования и др., а также верификации научного результата, обусловленного включенностью института в законопроектную деятельность Правительства РФ;

6) по задействованному кадровому ресурсу (авторский коллектив издания включает 85 человек, в числе которых члены РАН);

7) по полученному результату, выраженному в единстве фундаментальных, программных и проектных решений:

– дающих полную, всеобъемлющую характеристику объекта исследования (российского законодательства) в статике и динамике;

– отражающих тенденции в его развития, прогрессивные тренды, дисфункции и аномалии;

– содержащих вариативные сценарии развития правовой системы России, законодательства и отдельных законодательных массивов;

– предлагающих стратегию и тактику (а в необходимых случаях – конкретные правовые модели и юридические конструкции) коррекции и модернизации законодательства с учетом целей развития России, изменяющихся условий, внутренних и внешних вызовов, закономерностей эволюции права, воспроизводства и трансформации законодательства, а также сферы его действия, технологий законотворчества, механизмов его взаимодействия с другими регуляторами;



8) сферы применения исследовательского результата, которая не ограничена пределами Российской Федерации, но и простирается на интеграционные объединения. Концепции содержат сюжеты сближения подходов в регулировании определенных видов общественных отношений в государствах-участниках ЕАЭС, других межгосударственных объединениях.

Издание предназначено для широкого круга читателей, в том числе для представителей органов законодательной власти, государственных и муниципальных служащих, ученых, преподавателей, студентов и аспирантов высших юридических учебных заведений, представителей бизнес-сообщества.

Эта коллективная монография является уникальной с точки зрения ее жанра, методологии подготовки, а также научного результата. Ее востребованность практикующие юристы охарактеризовали, назвав «Юридической таблицей Менделеева».

Организация: ИЗиСП при Правительстве РФ.

Исполнители: коллектив авторов под руководством ак. РАН Хабриевой Т.Я., Ю.А. Тихомирова.

Публикации:

Монография: Научные концепции развития российского законодательства/ В.Р. Авхадеев, Е.Г. Азарова, Л.В. Андриченко и др.; под ред. Т.Я. Хабриевой, Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации. – 8-е изд., перераб. и доп. – Москва: Норма, 2024. – 656 с.

Правовые очерки технологической революции



Монография «Правовые очерки технологической революции» является одним из первых монографических изданий, отражающих правовое развитие в условиях нового технологического уклада.

В работе дана характеристика технологической революции как фактора эволюции права, зафиксированы «точки роста» новых направлений в его динамике. Выявлены тенденции гибридизации правового ландшафта, образуемого социально значимым взаимодействием человека, адаптированного к необычной среде обитания, в том числе посредством собственного технологического апгрейда, гибридов природы и культуры (квазиобъектов, «субъект-объектов»), преодолевающих границы между культурой и природой, деятелем и материалом. Показаны процессы становления новой «парадигмы» эволюции права,

предопределяющей его гибридизацию в результате конвергенции с технологическими инновациями и практиками; превращение из нормативной в автоматизированную нормативно-когнитивную систему; конвергенцию содержания и формы права, нормативного и индивидуального правового регулирования; модификацию ряда его свойств, таких как нормативность и формальная определенность; переосмысление идейных оснований права, его фундаментальных принципов – гуманизма, свободы воли, равенства и справедливости. В данном контексте представлены результаты концептуализации практики конституционного регулирования в области создания, оборота и применения технологий, образующих ядро нового технологического уклада, а также выводы относительно правовой идентификации искусственного интеллекта и построения регуляторных моделей, необходимых для упорядочения общественных отношений, осложненных «технологическим элементом». Представленные изыскания позволили объективно оценить и предопределили судьбу ряда законодательных инициатив, в том числе Федерального закона «О технологической политике в Российской Федерации» и проекта Федерального закона «Цифровойо кодекс Российской Федерации».

Организация: ИЗиСП при Правительстве РФ.

Исполнители: ак. РАН Хабриева Т.Я.

Публикации:

Правовые очерки технологической революции / Т.Я. Хабриева. – М.: Норма; Инфра-М; Российская академия наук, 2025. – 144 с.

Сравнительное конституционное право



Опубликована коллективная монография, в которой генезис современного конституционализма за последние тридцать лет с точки зрения сравнительного правоведения впервые в отечественной правовой доктрине рассматривается с позиций идеи многополярного мира, равноправия и диалога конституционных культур. Преодолевается гипертрофированное преставление об универсальности и превосходстве европейских и североамериканских конституционных образцов над конституционной практикой стран так называемого Коллективного Юга.

Анализ проводится по различным направлениям – от науки конституционного права в системе юридического знания до формирования конституционных моделей и выявления их особенностей. Отдельные главы посвящены изучению европейского конституционного наследия, конституционным образцам Ближнего Востока, африканскому конституционализму, опыту конституционного развития Латинской Америки, основным законам государств Евразии. Подчеркивается преемственность институтов конституционного права, а также правовых традиций рассматриваемых регионов и государств. Большое внимание уделено конституционным ценностям — правовому государству, социальному государству, правам человека и др. Раскрываются конституционные основы межгосударственной интеграции, что может способствовать решению вопросов, обусловленных поиском эффективного взаимодействия международного и национального права. Сформулирован прогноз развития так называемого глобального конституционализма в контексте становления многополярного мира.

Организация: ИЗиСП при Правительстве РФ.

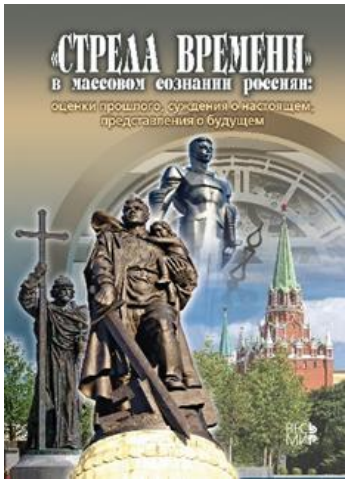
Исполнители: отв. редактор ак. РАН Т.Я. Хабриева, А.И. Ковлер.

Публикации:

Сравнительное конституционное право: монография / под ред. Т.Я. Хабриевой, А.И. Ковлера. – Москва: Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации: Норма, 2025. – 264 с.

Основные характеристики состояния и динамика массового сознания россиян, изменения оценок и суждений, представлений и образов прошлого, настоящего и будущего страны

На основе социологического мониторинга выявлены основные характеристики состояния и динамики массового сознания россиян, изменения оценок и суждений, представлений и образов прошлого, настоящего и будущего страны. Установлено преобладание положительного отношения к стране и ее перспективам, чувственно-эмоциональной привязанности к своей стране, позитивному восприятию связи времен и поколений, высокой значимости исторических фактов, символизирующих общенациональную консолидацию перед лицом внешнеполитических угроз, поддержку идеи укрепления национальных традиций. Анализ дополняется диагностикой социально-психологического состояния разных групп, массовых представлений о «России настоящего» и перспективах «России будущего», поколенческих различий в их восприятии, социальных ожиданиях от настоящего и будущего. На основе сравнительного анализа сделан вывод о сохранении тренда на адаптацию к новой реальности и о ключевых дифференцирующих факторах по отношению к стране, ее настоящему и будущему, преимущественно связанных с социально-экономическим положением и социально-демографическими характеристиками россиян.



Организация: ФНИСЦ РАН.

Руководитель: ак. РАН Горшков М.К.

Исполнители: к.социол.н. Тюрина И.О., д.филос.н. Андреев А.А., к.полит.н. Бараш Р.Э., д.социол.н. Латов Ю.В, к.социол.н. Латова Н.В., д.полит.н. Мчедлова М.М., Седова Н.Н., к.ф.н., Шереги Ф.Э.

Публикации:

Коллективная монография «Стрела времени» в массовом сознании россиян: оценки прошлого, суждения о настоящем, представления о будущем/ ФНИСЦ РАН, Институт социологии. Под ред. М.К. Горшкова. Москва: Издательство «Весь мир», 2024.-308 с.

Философия права и становление российского государства-цивилизации

Впервые на междисциплинарном уровне рассмотрены проблемы становления российского государства–цивилизации, основные характеристики и содержание философии права как идейной основы формирования цивилизационного пространства России с учетом соприкосновения, взаимовлияния и соперничества политико-правовых и социокультурных идеалов и позиций российских и зарубежных мыслителей.

В работе аргументируется и доказывается, что Россия имеет совершенно уникальный и содержательный опыт, в том числе в вопросах государственного строительства, формулирования философских основ различных социальных моделей, продемонстрирована ее важнейшая системная роль в преодолении европейцами цивилизационных сломов, кризисов, последствий военных конфликтов. В отборе материала и его проблемно-критическом анализе важную роль играла принципиальная нацеленность на следование принципу соблюдения и сохранения исторической правды, верифицируемости выводов и результатов.

Организация: ИГП РАН

Исполнитель: чл.-корр. РАН Савенков А.Н.

Публикации (Рис. 173):

1. Философия права и становление российского государства-цивилизации: монография. М.: ИГП РАН, 2024. 740 с. ISBN 978-5-8339-0281-3 (вступительное слово Министра науки и высшего образования Российской Федерации В.Н. Фалькова).

2. A. Savenkov. Philosophy of Law and Development of Russian State-Civilization: Monograph. – M.: ИГП РАН, 2024. 740 c. ISBN 978-5-8339-0282-0 (opening remarks by the Minister of Science and Higher Education of the Russian Federation V.N. Falkov).

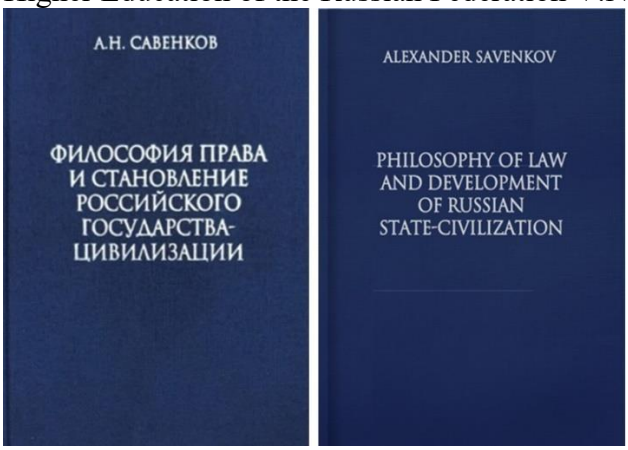
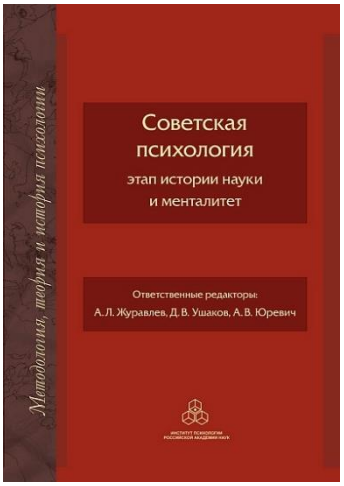


Рис. 173. Монография «Философия права и становление российского государства-цивилизации»

Советская психология: этап истории науки и менталитет



Советская психология рассматрена в двух ключевых смыслах: как этап в развитии психологической науки и как психология советских людей. Представлен общий психологический портрет советского человека как продукта истории: советский человек как социокультурный тип, межличностные отношения в СССР, особенности нравственности как отражение советской эпохи. Проанализированы психологические теории, разработанные в советское время, сделан акцент на психологические исследования, выполненные в Институте психологии РАН.

Организация: ИП РАН.

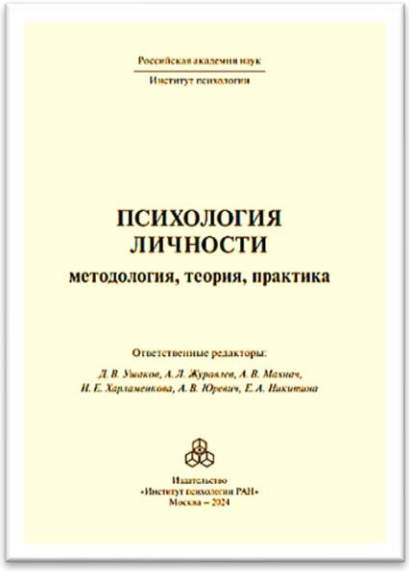
Руководитель: ак. РАН Журавлев А.Л..

Исполнители: ак. РАН. Д.В. Ушаков, чл.-корр. РАН А.В. Юревич

Публикации:

Советская психология: этап истории науки и менталитет, – М. Изд-во « Институт психологии РАН», 2024. – 700 с. (Методология, теория и история психологии).

Психология личности



Представлены результаты современных исследований, посвященных проблемам психологии личности – методологическим и теоретико-эмпирическим разработкам в этой области психологии, историко-психологическим исследованиям личности, психологии развития и социальной психологии личности, проблеме жизнеспособности личности и совладающего поведения в трудных жизненных ситуациях, современным исследованиям в области геронтопсихологии.

Организация: ИП РАН.

Исполнители: Коллектив авторов под руководством ак. РАН Д.В. Ушакова.

Публикации:

Психология личности: методология, теория, практика, – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2024. – 1194 с. (Методология, теория и история психологии).

СЕКЦИЯ ЭКОНОМИКИ

Методика оценивания показателя национальной силы страны

Разработана методика оценивания показателя национальной силы, являющегося наиболее информативным и популярным в мире индикатором, интегрально характеризующим совокупный потенциал конкретной страны, одновременно позволяющим сравнивать уровень ее мощи и социально-экономического развития с другими государствами.

Индекс национальной силы нужен для многостороннего определения мощи конкретной страны, учитывающей имеющиеся природные ресурсы, а также человеческий, экономический, научный и военный потенциалы. Одна из первых формул для вычисления национальной силы была предложена еще в 1741 г., а всего на данный момент различных методик расчета этого индекса более 500. Весовые коэффициенты 83% формул оценивались экспертами, а 17% – с использованием процедур статистического анализа, при этом 37% формул предложено специалистами из США, 16% – из Китая, 7% – из Германии.

Программно-аналитический комплекс для оценки, мониторинга и прогноза интегрального показателя национальной силы в существующем виде используется научным, экспертным, медийным сообществами, органами государственной власти в части оценки потенциала, конкурентных преимуществ и проблем развития России и других стран, в том числе, в сфере демографических процессов. Дальнейшее развитие указанного программно-аналитического комплекса имеет своей конечной целью формирование решений органов государственной власти, направленных на укрепление конкурентных позиций России в сообществе стран-членов ООН. (Исследования выполнены при участии ученых Института демографической политики имени Д.И. Менделеева при полномочном представителе Президента по ЦФО РФ и сотрудников ФСО России).

В сентябре 2024 года показатель национальной силы был представлен широкой общественности во время Восточного экономического форума (**Рис. 174**, **Рис. 175**).



Рис. 174. Индекс национальной силы



Рис. 175. Показатели для расчета национальной силы

Организация: ЦЭМИ РАН.

Исполнители: чл.-кор. РАН Бахтизин А.Р., ак. РАН Макаров В.Л., д.т.н. Ильин Н.И.

Публикации:

1. Макаров В.Л., Бахтизин А.Р. Современные инструменты моделирования социально-экономических процессов // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. 2024. № 1(76). С 21-32. DOI: 10.52897/2411-4588-2024-1-21-32.

2. Бахтизин А.Р. Моделирование и оценка национальной силы // Материалы ежегодной всероссийской конференции «Россия – большая семья больших семей. Многодетность как новая норма». М., 2024. – 304 с. – 978-5-6051937-1-5, с. 111–116.

Трансформация мировой экономики: возможности и риски для России



Проведено комплексное исследование факторов, тенденций и дана оценка долгосрочных и среднесрочных перспектив развития мировой экономики с учетом текущих геостратегических и геоэкономических изменений. Обоснованы качественные характеристики и количественные параметры альтернативных сценариев развития мировой экономики. Проанализированы современные и перспективные тенденции развития международной валютно-финансовой системы, сферы исследований и разработок, ряда секторов мировой экономики, включая агропромышленный комплекс и транспорт. Дана оценка проблем и перспектив реализации глобальных приоритетов устойчивого развития, в том числе климатической политики в новых условиях. Сформулированы предложения по наиболее актуальным направлениям и мероприятиям внешнеэкономической политики России.

Научная новизна заключается в том, что разработаны сценарии и даны количественные оценки динамики мировой экономики в новых условиях.

Полученные результаты могут быть использованы Министерством экономического развития Российской Федерации, другими органами исполнительной и законодательной власти для совершенствования долгосрочной экономической и научно-технологической политики России.

Организация: ИНП РАН.

Руководитель: чл.-корр. РАН Широв А.А.

Исполнители: ак. РАН Порфирьев Б.Н., д.э.н. Ксенофонтов М.Ю., Саяпова А.Р., Фролов И.Э., Щербанин Ю.А., Блохин А.А., Белоусов Д.Р., Гусев М.С., Ганичев Н.А., Колпаков А.Ю., Терентьев Н.Е., Шокин И.Н., Сальников В.А. и другие.

Публикации:

Коллективная монография: Трансформация мировой экономики: возможности и риски для России. Под ред. члена-корреспондента РАН А.А. Широва. – М.: Динамик Принт, 2024. – 144 с.

Совершенствование институтов государственного управления



Рассмотрен широкий спектр фундаментальных и прикладных вопросов, связанных с адаптацией и развитием современных институтов государственного управления в контексте среднесрочных и долгосрочных задач российской экономики.

Разработаны рекомендации по совершенствованию институтов государственного управления с учетом административной реформы, трансформации кадровой модели государственного управления и процессов цифровизации. Предложен новый методологический подход к измерению и оценке качества управления в акционерных обществах с государственным участием, базирующийся на применении методов эконометрического моделирования.

Новизна исследования заключается в комплексном подходе к разработке принципов повышения эффективности институтов государственного управления и перехода к новой

модели публичного управления, формирующей институциональные предпосылки для использования потенциала взаимодействия государства, бизнеса, общества в сфере государственного управления для устойчивого развития российской экономики.

Результаты исследования могут быть использованы Федеральным агентством по управлению государственным имуществом (Росимущество) при разработке методики оценки качества управления акционерными обществами с государственным участием.

Организация: ИЭ РАН.

Исполнители: отв. ред. д.э.н. И.И. Смотрицкая, д.э.н. С.И. Черных.

Публикация:

Коллективная монография «Современные институты государственного управления: вызовы, адаптация, развитие». (М.: ИЭ РАН, 2024).

Развитие цветной металлургии



На основе анализа публичной отчетности корпораций цветной металлургии за 2002–2023 годы с использованием авторского методического инструментария выполнена оценка вклада транснациональных корпораций в развитие территорий базирования и национальной экономики в целом. Выбранные методы позволили связать производственные и финансовые результаты корпораций с доходами федерального бюджета и консолидированных бюджетов регионов базирования, инвестиционным потенциалом компании, благотворительными расходами и т.д. Доказано сохранение дисбаланса интересов государства и крупного бизнеса, который сказывается не только на развитии общества, но и становится источником социального неравенства и сохраняющегося риска социального напряжения. Предложен комплекс мер корректировки реализуемой государством экономической политики, направленных на повышение эффективности государственного управления. Результаты исследования также могут быть использованы в учебном процессе.

Организация: ВолНЦ РАН.

Исполнители: коллектив авторов.

Публикации:

Коллективная монография: Цветная металлургия в России: 30 лет в поиске баланса частных и общественных интересов / В.А. Ильин, М.А. Печенская-Полищук, М.К. Малышев, Д.С. Палкина; Вологодский научный центр Российской академии наук. – Вологда: ВолНЦ РАН, 2024. – 272 с. – (Проблемы эффективности государственного управления).

«Новая геометрия» экономических пространственных взаимодействий

Проведен анализ современных тенденций формирования «новой геометрии» координации участников вертикальных взаимодействий в процессе производства (создания) товаров и услуг (

Рис. 176). В основе политики пространственного развития страны в средне- и долгосрочной перспективе лежат проекты развития инфраструктуры, а также формирование пространственных цепочек создания ценности (добавленной стоимости), звенья которых расположены в различных регионах страны. Эти проекты охарактеризованы как проекты «новой неоиндустриальной геометрии».

Ключевые выводы связаны с тем, что:

1) взаимодействия во все большей степени формируются под воздействием специфичности активов участвующих сторон;

2) специфичность активов, в свою очередь и определяется, и видоизменяется под влиянием знаний; значительную роль при создании национальной модели взаимодействия участвующих в производстве (создании) все более сложных товаров и услуг играют активы и знания, обусловленные историческими и культурными особенностями страны или территории;

3) доминирование линейных вертикальных технологических связей является в современных условиях, скорее, исключением, чем правилом; все большее значение приобретают сетевые взаимодействия участников различных этапов создания и производства товаров и услуг;

4) вертикальные взаимодействия участников процесса производства (создания) товаров и услуг в современных условиях во все большей мере имеют своей целью создание социальной ценности (добавленной стоимости);

5) несмотря на то, что в период индустриализации, а также в постиндустриальный период, процесс становления и развития цепочек создания социальной ценности (стоимости) в значительной степени шел эволюционным путем, тем не менее, государство в данных процессах играло и играет определенную роль – прежде всего, при определении научно-технологических приоритетов и использовании созданного и накопленного ранее социального капитала.



Рис. 176. Последовательность ключевых элементов формирования «новой геометрии» экономических пространственных взаимодействий

Организация: ИЭОПП СО РАН.

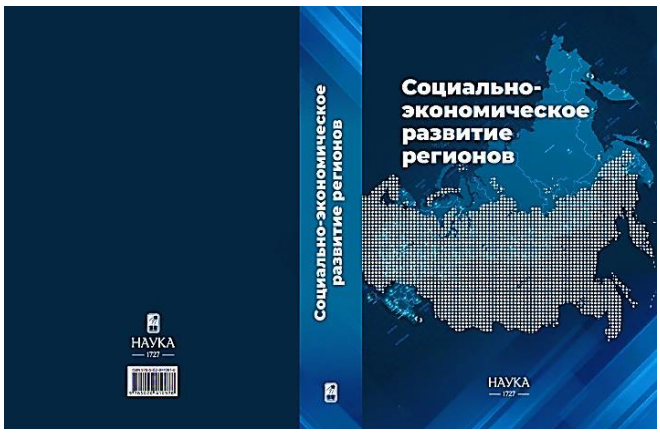
Исполнители: ак. РАН Крюков В.А., к.э.н. Крюков Я.В.

Публикации:

1. Коллективная монография: «Социально-экономическое развитие регионов»/ под редакцией академика РАН Окрепилова В.В., Москва, «Наука», 2024 год, 31 усл. печ. л.

2. Окрепилов В.В., Кузнецов С.В. Планирование научно-технологического и социально-экономического развития в регионах Северо-Запада: исторический контекст // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития, № 3, 2024 г., стр. 12-22; и др.

Управление социально-экономическим развитием регионов в условиях цифровой трансформации экономики



На основе экономико-математического моделирования предложены принципы и методы совершенствования управления в условиях цифровой трансформации экономики и общественных процессов.

Выявлены особенности разработки стратегии трансформации социально-экономического пространства и территориального развитии России; механизмов формирования новой модели экономики, обеспечивающей устойчивое развитие регионов в условиях современных глобальных вызовов; развития методологии макроэкономических измерений; разработки основ анализа, моделирования и прогноза социально-экономического развития.

Особое внимание ученых сосредоточено на исследовании качества жизни регионов России на основе научного подхода экономики качества.

Организация: ИПРЭ РАН.

Исполнители: коллектив авторов под руководством ак. РАН В.В. Окрепилова.

Публикации:

1. Коллективная монография: «Социально-экономическое развитие регионов»/ под редакцией академика РАН Окрепилова В.В., Москва, «Наука», 2024 год, 31 усл. печ. л.

2. Окрепилов В.В., Кузнецов С.В. Планирование научно-технологического и социально-экономического развития в регионах Северо-Запада: исторический контекст // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития, № 3, 2024 г., стр. 12-22; и др.

Теоретическая модель устойчивого и экономически безопасного пространственного развития индустриальных регионов

Разработана теоретическая модель устойчивого и экономически безопасного пространственного развития индустриальных регионов. Определены необходимые и достаточные условия такого развития, предложен целостный комплекс инструментов и методов их идентификации, анализа и оценки. Данные условия включают в себя: высокий уровень связанности пространства; интенсивный межтерриториальный обмен ресурсами; активное сотрудничество территорий в интересах решения общих задач; управление развитием территорий, основанное на учете их индивидуальных характеристик, присущих им наследственных детерминант; социальная защищенность проживающего на территории населения (предполагающая обеспечение равного доступа к ресурсам, компромисс интересов различных социальных групп и т.д.).

Новизна и значимость результата. Теоретическая модель устойчивого и экономически безопасного пространственного развития индустриальных регионов опирается на предложенный теоретико-методологический базис, новизной которого является сочетание экономико-генетического и социально-ориентированного подходов (**Рис. 177**). Теоретическая и методологическая компоненты указанного базиса определяют ряд условий, идентификация которых позволила уточнить содержание ключевых понятий «устойчивое региональное развитие» и «экономически безопасное пространственное развитие», а также сформировать целостный комплекс инструментов и методов анализа региональных социально-экономических систем.

Возможная сфера применения: разработка, реализация, актуализация и мониторинг стратегий пространственного развития индустриальных регионов.

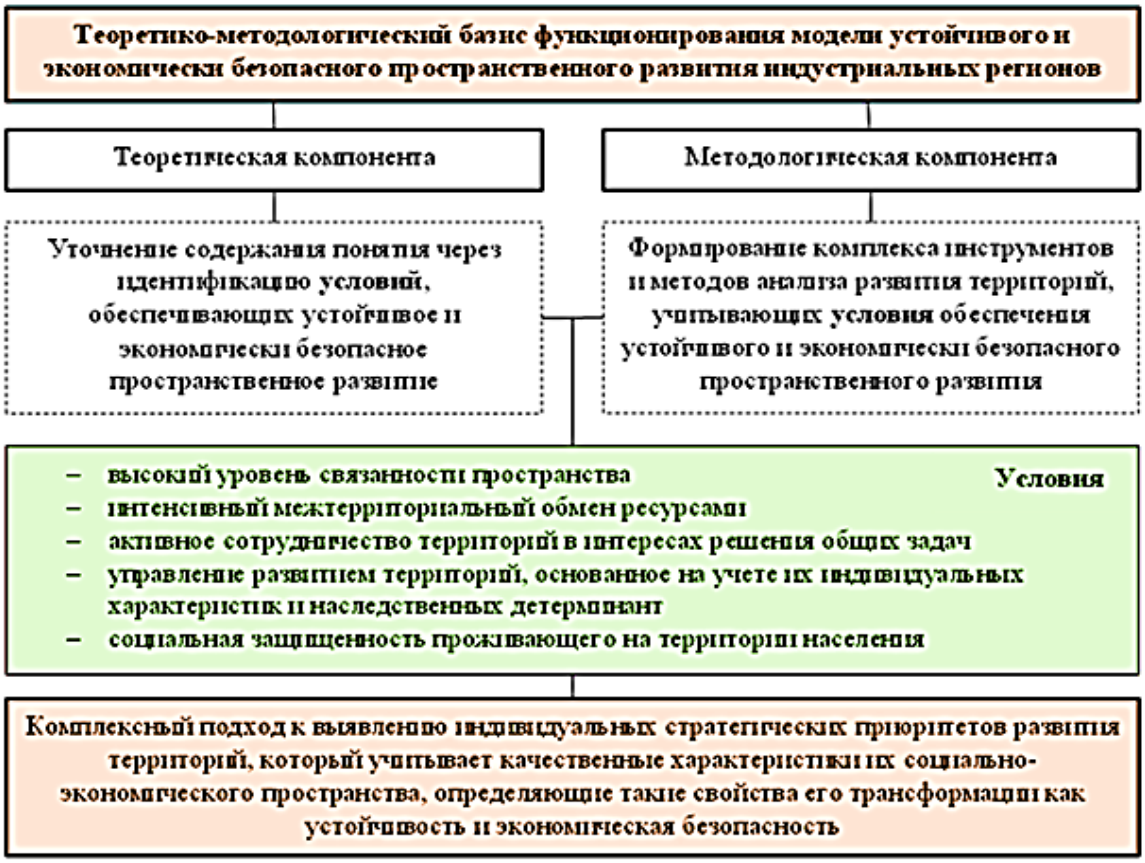
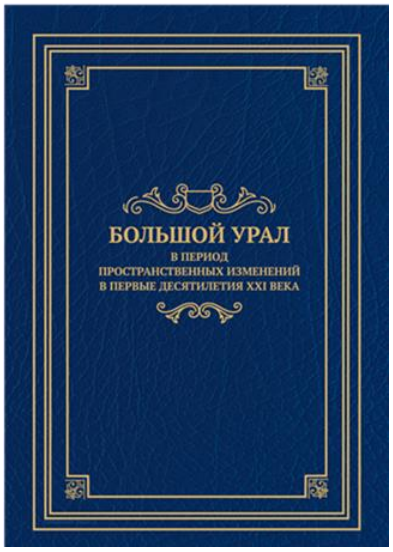


Рис. 177. Теоретико-методологический базис функционирования модели устойчивого и экономически безопасного пространственного развития индустриальных регионов

Организация: ИЭ УрО РАН.

Исполнители: д.э.н. Лаврикова Ю.Г., к.э.н. Суворова А.В., к.э.н. Мыслякова Ю.Г., к.э.н. Васильева Е.В., к.э.н. Матушкина Н.А., к.э.н. Неклюдова Н.П., к.э.н. Мартыненко А.В., к.э.н. Котлярова С.Н., к.э.н. Шамова Е.А., к.э.н. Бучинская О.Н., к.э.н. Вегнер-Козлова Е.О., к.э.н. Пыхов П.А., к.э.н. Васильева А.В., д.э.н. Кривенко Н.В., Кривенцова Л.А., Голованов О.А., д.ф.-м.н. Тырсин А.

Публикации:



1. Большой Урал: социально-экономические и пространственные изменения в первые десятилетия XXI века / коллективная монография под редакцией Лавриковой Ю.Г., Институт экономики УрО РАН. – Екатеринбург: УрО РАН, 2024. - 611 с.

2. Martynenko A., Myslyakova Y., Matushkina N., Neklyudova N. Analyzing regional connectivity through population mobility data from cellular operators // R-Economy. 2024. V.10. N2. P.159-173. DOI: 10.15826/recon.2024.10.2.010

3. Суворова А.В. Особенности устойчивого развития городов: пространственные аспекты // Экономика Северо-Запада: проблемы и перспективы развития. 2024.№2 (77). С.26-32. DOI: 10.52897/2411-4588-2024-2-26-32

4. Бучинская О.Н. Проблематика устойчивости территорий в развитии зарубежной и российской

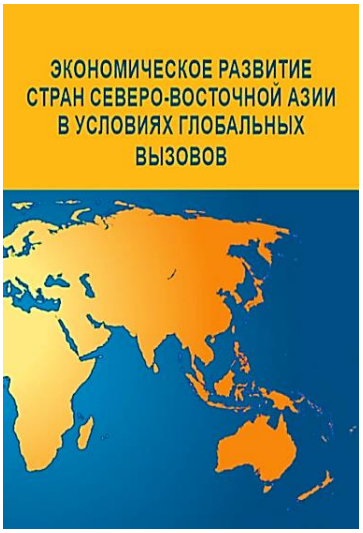
экономической мысли // Kant. 2024.№2(51). С.27-35. DOI: 10.24923/2222-243X.2024-51.6

5. Голованов О.А., Тырсин А.Н. Спуск по узловым прямым и симплекс-алгоритм - два варианта регрессионного анализа на основе метода наименьших модулей // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2024. Т. 90, № 5. С. 79-87. DOI 10.26896/1028-6861-2024-90-5-79-87.

6. Мыслякова Ю.Г., Мартыненко А.В. Оценка научной связанности экономического пространства российских регионов // Экономика региона. 2024. №4.

7. Котлярова С.Н., Шамова Е.А. Особенности пространственного развития регионов УФО // Экономика региона. 2024. № 4.

Исследование проблем и перспектив экономического развития и соразвития стран Северо-Восточной Азии в условиях глобальных вызовов в 2014–2023 годах



На основе широкого охвата эмпирических, фактологических и статистических источников проанализированы особенности функционирования, выявлены возможности и ограничения моделей экономического развития стран Северо-Восточной Азии (СВА) – КНР, Японии, Республики Корея, России, Монголии и КНДР. Проанализирована реализация мер государственной поддержки экономики стран СВА в период пандемии COVID-19. Показаны тенденции и трансформации экономических взаимоотношений стран СВА в период нестабильного развития мировой экономики. Определены текущие и перспективные ключевые транспортные и энергетические проекты в СВА, формирующие инфраструктурную основу экономических взаимоотношений в субглобальном регионе. Выявлены направления экономического развития и соразвития стран СВА в среднесрочной перспективе. Оценен потенциал торгово-экономической интеграции в СВА с точки зрения торговых эффектов и возможных конкурентных стратегий каждой страны субглобального региона.

Организация: ИЭИ ДВО РАН.

Исполнители: коллектив авторов под руководством отв. Ред. д.э.н. Изотова Д.А.

Публикации:

Коллективная монография: Экономическое развитие стран Северо-Восточной Азии в условиях глобальных вызовов / под общ. ред. Д.А. Изотова; Институт экономических исследований Дальневосточного отделения Российской академии наук. – Хабаровск: ИЭИ ДВО РАН, 2024. 545 с.)

Качество жизни населения Российской Арктики

Разработана методика и проведена комплексная оценка качества жизни населения Мурманской области, включающая субъективные оценки жителей, статистические процедуры и индикаторы. На основе данных опроса населения Мурманской области измерено субъективно воспринимаемое (ощущаемое) качество жизни жителей (**Рис. 178**, **Рис. 179**). Установлено, что индикаторы, характеризующие жилищные условия, охрану здоровья и качество образования являются наиболее значимыми для ощущаемого качества жизни, а их низкие значения характеризуют неудовлетворенность населения Мурманской области, что может являться причиной высокой миграции экономически активного населения. Сопоставление субъективных оценок качества жизни и объективных характеристик социально-экономического развития арктических регионов показало их согласованность. Связь между экономическим ростом и показателями качества жизни регионов Арктической зоны Россиийской Федерации (АЗРФ) экономико-статистическими методами не установлена. По запросам органов госуправления представлены оценки

качества жизни населения Мурманской области и разработаны рекомендации по устранению структурных дисбалансов в экономике АЗРФ между ростом потребности в трудовых ресурсах в и продолжающимся оттоком молодежи.

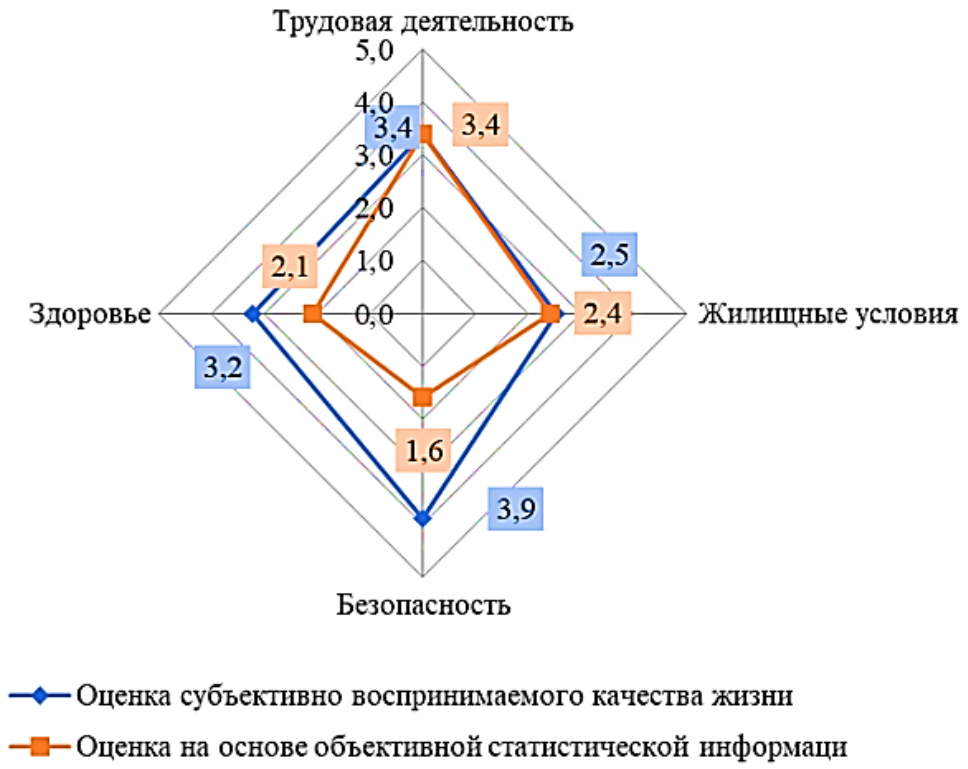


Рис. 178. Оценки субъективно воспринимаемого и статистически определенного качества жизни населения Мурманской области по группе индикаторов «Личное благосостояние»

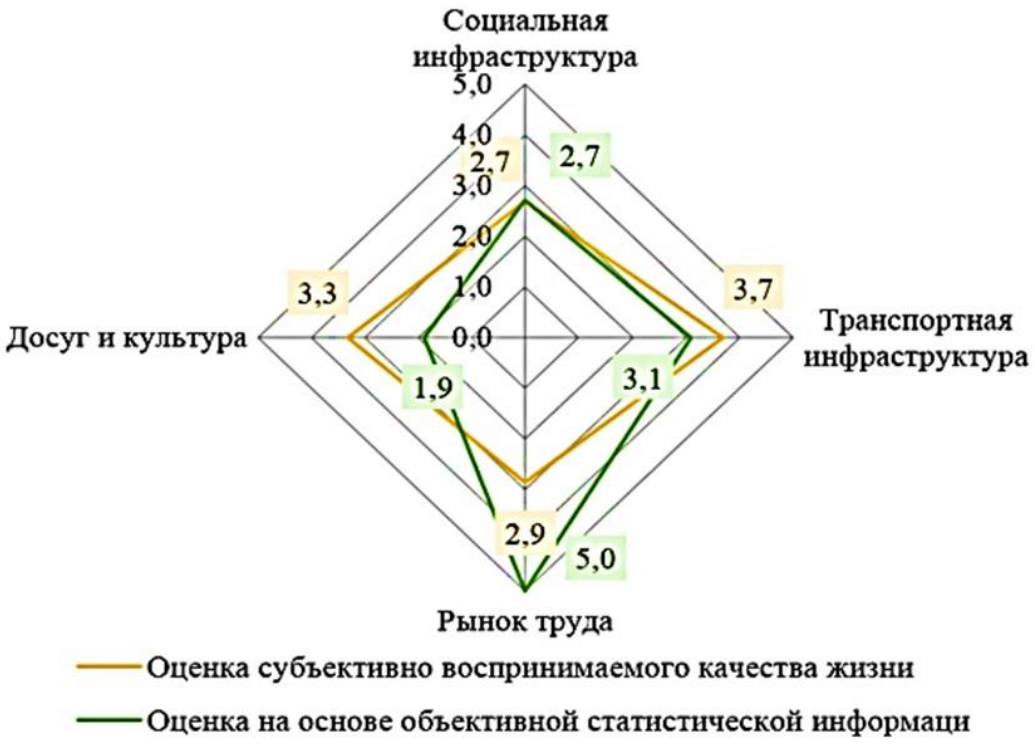


Рис. 179. Оценки субъективно воспринимаемого и статистически определенного качества жизни населения Мурманской области по группе индикаторов «Среда жизнедеятельности»



Организация: ИЭП КНЦ РАН.

Исполнители: д.э.н. Скуфьина Т.П., д.э.н. Самарина В.П. к.э.н. Серова Н.А., Яковчук А.А., д.ф.-м.н. Баранов С.В.; к.э.н. Биев А.А.; к.э.н. Бажутова Е.А.; Серова В.А.

Публикации:

1. О качестве жизни населения российской Арктики/ В. П. Самарина, Т. П. Скуфьина, А. А. Яковчук, Н. А. Серова. — Апатиты: Издательство Кольского научного центра, 2024. — 122 с. doi:10.37614/978.5.91137.518.8;

2. Самарина В. П., Скуфьина Т. П., Серова Н. А., Яковчук А. А. Качество жизни населения Мурманской области: субъективные оценки и объективные характеристики // Арктика и Север. – 2024. – № 56. – С. 190-209. – DOI 10.37482/issn2221-2698.2024.56.190.

Глобальные проблемы и международные отношения

Состояние фундаментальных наук и прогноз развития областей наук по профилю Отделения глобальных проблем и международных отношений РАН в 2024 году

Исследования Отделения имеют междисциплинарный характер и связаны не только с решением фундаментальных научных задач в области изучения мировой экономики, международных отношений и безопасности, социально-экономического и политического развития других государств – партнеров и оппонентов России, но и с практической и аналитической работой в интересах органов государственной власти Российской Федерации. Государственное задание выполняют экономисты, политологи, историки, демографы, специалисты по странам и регионам мира.

В 2024 году проводились исследования современных тенденций развития мировой экономики, политики, международных отношений и безопасности, имеющих наибольшее значение для социально-экономического развития Российской Федерации, ее внешней политики и национальной безопасности. Исследования Отделения связаны с разработкой критических технологий системного анализа и прогноза социально-экономического развития и безопасности Российской Федерации в формирующемся миропорядке, включенных в Перечень критических технологий Российской Федерации.

Исследования велись по следующим крупным направлениям Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на 2021–2030 гг.:

- Российская Федерация в системе международных отношений,
- Взаимосвязи глобальных и региональных социально-экономических, политических и идеологических процессов,
- Экономика, политика и социальные проблемы основных стран и регионов мира,
- Ближний Восток как регион столкновения глобальных интересов,
- Экономические и политические процессы на постсоветском пространстве – в восточно-европейской части, в Центральной Азии и Закавказье,
- Международные отношения и проблемы безопасности в Мировом океане, Арктике и Антарктике,
- Рост политического и экономического влияния стран Азии в глобальном развитии,
- Динамика экономического и политического развития стран африканского континента и интересы Российской Федерации,
- Трансформация социально-политического развития латиноамериканских государств,
- Военно-политические аспекты мирового развития, глобальная и региональная безопасность,
- Российская Федерация в мировом хозяйстве,
- Исследование новых глобальных вызовов для российской экономики,
- Причины и последствия «энергетического перехода», проблемы международного регулирования в области климатической политики,
- Регулирование мировой экономики: институты, процессы, принципы,
- Мировая валютно-финансовая система,
- Экономическая глобализация и локализация, проблемы регулирования международной торговли и инвестиционной деятельности,
- Наука и технологии в мировом хозяйстве: конкуренция и кооперация,
- Разработка основных положений стратегии социально-экономического развития Российской Федерации.

Комплексные исследования по всем указанным направлениям ведет **Национальный исследовательский институт мировой экономики и международных отношений имени Е.М. Примакова Российской академии наук (ИМЭМО РАН).**

В центре исследований ИМЭМО РАН – проблемы формирования экономического и политического полицентричного миропорядка, его структуры, институтов, норм и

принципов регулирования. Значительное внимание уделяется анализу и прогнозу тенденций и процессов, связанных с формированием нового баланса сил между ведущими субъектами системы международных отношений, центрами экономической и военной мощи, а также политического и идеологического влияния. Проводятся исследования отношений между Китаем, Индией, США, ЕС и Россией. Анализируются тенденции развития системы ООН и других международных организаций, а также неформальных межгосударственных объединений, включая «Группу двадцати» и БРИКС+.

В 2024 году исследованы наиболее актуальные для Российской Федерации угрозы для национальной безопасности в военной и невоенной сфере. Продолжено исследование военно-экономических потенциалов и стратегий ведущих держав. Исследуются проблемы контроля над вооружениями и обеспечения стратегической стабильности. Существенное внимание уделяется военно-технологическим факторам, включая развитие новых и перспективных военных технологий, вопросам международного военно-технического сотрудничества, рынкам вооружений и военной техники.

Одной из важнейших тем исследований остается изучение международных условий и факторов осуществления Вооружёнными силами России Специальной военной операции на территории Украины. Рассмотрение угроз региональной безопасности включало в себя оценку ключевых аспектов противостояния России и НАТО. ИМЭМО РАН уделяет большое внимание военным и невоенным аспектам международных конфликтов: палестино-израильского, конфронтации Израиля и Ирана, Армении и Азербайджана, государственного переворота в Сирии. Изучаются текущие тенденции и строятся прогнозы развития военно-политической ситуации на постсоветском пространстве и в Азиатско-тихоокеанском регионе. Даны практические рекомендации в области обеспечения безопасности Союзного государства – ИМЭМО РАН принимал участие в разработке Концепции безопасности Союзного государства России и Белоруссии.

Проанализированы основы нового миропорядка, который строится на принципах жесткого соперничества и конкуренции при сохранении взаимозависимости. В этом контексте выявлены основные вызовы и риски для России. Изучена роль ведущих зарубежных научно-экспертных центров в прогнозировании трансформации мировых политических процессов.

Охарактеризованы проблемы и перспективы теоретического осмысления концепции экономического суверенитета, сделан вывод о наличии серьезного фундамента для разработки тех аспектов данной концепции, которые касаются вопросов суверенного технологического развития. Даны прогнозные оценки влияния перспективных информационно-коммуникационных технологий на мировые рынки инноваций.

Определены факторы, способствующие фрагментации мировой экономики. Выявлены проблемы конкурентоспособности ЕС, связанные с финансовой интеграцией, раскрыты особенности европейской интеграции в области прямых иностранных инвестиций (ПИИ). Изучены кризисные тенденции в развитии промышленного потенциала ведущих стран ЕС.

Внимание уделялось изучению тенденций политического развития государств постсоветской Евразии: процессы формирования национальной идентичности, векторы корректировки постсоветскими государствами внутренней и внешней политики (в т.ч. на фоне СВО), ход электоральных процессов (особенно в Грузии и Молдавии). По итогам исследований подчеркивается, что конфликт на Украине и связанный с ним международно-политический кризис приводят к долговременным изменениям всего экономического и политического миропорядка.

Исследованы внутриполитические процессы в странах Центральной Азии, вопросы, касающиеся внешнеполитических стратегий стран региона в контексте усиливающейся конкуренции между ведущими мировыми игроками за влияние в Евразии.

Проведено исследование основных социально-политических и внешнеполитических трендов США и Канады 2024 г., включая избирательную кампанию по выборам президента США и членов Конгресса. Изучены динамика социально-экономической и внешней политики Дж. Байдена (в частности в отношении Украины, Китая и России) во взаимодействии с союзниками США. Исследованы международно-политические процессы, связанные с реализацией политики США и их союзников на пространстве Мирового океана. Изучается социально-политическое развитие и внешняя политика Канады.

Исследована проблема воздействия нарастающего соперничества в Азиатско-тихоокеанском регионе – между США и их союзниками с одной стороны и Китаем с другой. Получены выводы о диалектическом характере отношений в регионе – при сохранении глубоких торгово-экономических связей растет уровень военно-политической конфронтации, нарастают тенденции к дивергенции в области высоких технологий и связанных с ними глобальных цепочек стоимости. Выявлены деструктивные последствия противостояния между США и КНР для осуществления планов укрепления экономической интеграции региона.

Проведено комплексное исследование политических, экономических и социальных процессов, протекающих в странах Индоокеанского региона. Изучен широкий спектр вопросов, касающихся внутриполитической повестки Индии, а также актуальные тенденции ее взаимодействия как со странами субконтинента, так и с ведущими державами, имеющими интересы в регионе Индийского океана. Исследована динамика международных отношений на Ближнем Востоке на современном этапе. Исследовано влияние эскалации конфликта между Израилем и рядом региональных негосударственных (преимущественно) акторов на общерегиональные тенденции. Выявлен рост самостоятельности региональных акторов в принятии внешнеполитических решений.

На всех направлениях исследований ИМЭМО им. Е.М. Примакова РАН ведется систематическая экспертно-аналитическая и прогнозная работа для органов государственной власти, Администрации Президента Российской Федерации, Совета Безопасности РФ, Правительства Российской Федерации, МИД России. Осуществляются регулярные экспертные консультации с ведущими научно-аналитическими институтами и центрами Китая, Индии, Республики Беларусь, Казахстана. Узбекистана, Сербии, Кубы и других дружественных стран.

В 2024 году **Институт США и Канады им. Г.А. Арбатова** продолжил комплексное изучение ключевых процессов, происходящих в североамериканском регионе, и их влияния на мировую политику и международную безопасность.

Центральным событием, определившим практически все научно-исследовательские работы Института, стали президентские выборы 2024 года в Соединенных Штатах Америки. Они внесли существенные коррективы в работу по изучению особенностей развития современной политической системы США, в том числе в прогнозы, касающиеся как внутри–, так и внешнеполитического треков.

Были выявлены центральные проблемы, вокруг которых фокусировалась президентская гонка 2024 года. «Культурная война» между либеральным и консервативным лагерями была сосредоточена на проблемах межрасовых отношений, изменения климата, своеобразном понимании противостоящими сторонами основ социальной и половой справедливости. В рамках проведенного комплексного анализа были определены изменения в электоральных предпочтениях различных категорий населения США. Что касается тенденций социально-экономического развития США, то основное внимание уделялось перспективам развития американской экономики, проблемам мирового лидерства США, а также стоящим перед ними вызовам в контексте состоявшихся президентских выборов. Тщательному анализу были подвергнуты социальная сфера и внешнеэкономические связи США. В рамках изучения проблем международных отношений и международной безопасности исследователи ИСКРАН

также проводили анализ предвыборной гонки 2024 года. Была дана характеристика ключевым фигурам будущей администрации, их взглядам на внешнеполитические и внутригосударственные приоритеты США, в том числе позиции по отношению к России. Сформулированы принципы кадровой политики второй администрации Д. Трампа. В условиях продолжающегося украинского конфликта особое внимание было уделено динамике трансатлантических отношений. Выявлены закономерности в американском подходе к европейской оборонной интеграции, ее значение для динамики украинского конфликта. Дана оценка перспективам трансатлантического консенсуса после президентских выборов в США 2024 года. При анализе ключевых вызовов интересам России на постсоветском пространстве были обозначены основные приоритеты политики США в центральноазиатском регионе в контексте российско-американской конфронтации.

Показана эволюция механизмов многостороннего и двустороннего сотрудничества Вашингтона со странами Центральной Азии, степень их адаптации к усиливающейся конкуренции за регионы Глобального Юга с Россией и Китаем. Традиционно в фокусе внимания исследователей оставалась обстановка в АТР. Помимо изучения динамики внутри стратегического треугольника «США – Россия – Китай», сотрудники Института Соединенных Штатов Америки и Канады (ИСКРАН) выделили характерные черты военной политики США и их союзников в АТР, таких как Япония, Южная Корея и Тайвань.

В социально-экономической проблематике американских исследований останется актуальной тема устойчивости экономической модели США. Новизну этому направлению придают уровень цифровизации экономики, ставка истеблишмента на развитие и финансирование программ передового производства, исследований в области изменения климата, квантовых и передовых коммуникационных технологий, космических технологий, робототехники, искусственного интеллекта, микроэлектроники, энергетических и биотехнологий, а также исследовательских проектов в области здравоохранения.

Научный анализ внутриполитических процессов, происходящих в США в условиях сохраняющейся поляризации американского общества, а также шагов новой администрации Д. Трампа по удержанию лидерских позиций Вашингтона в современном мире может стать основой для выработки реалистичного и сбалансированного внешнеполитического курса Российской Федерации в отношении Соединенных Штатов.

Институт Африки РАН, оставаясь в области африканистики ведущим и единственным специализированным научно-исследовательским учреждением в России, осуществляет комплексное изучение социально-политических, экономических и международных проблем Африки, прежде всего в контексте национальных интересов и задач развития народного хозяйства России. Институт планомерно и последовательно работает над выполнением поручений Президента Российской Федерации, отраженных в комплексной «Дорожной карте» по реализации плана действий форума партнерства Россия – Африка на 2023-2026 годы.

Созданы устойчивые коммуникации в области африканских исследований, внешнеэкономических связей, политических технологий, стратегических коллабораций и инноваций с экономическими министерствами, другими ведомствами и российским бизнесом, которые используют наработки института в своей деятельности. Важность совершенствования исследований в области внутренней и внешней политики стран Африки в научной и особенно в аналитическо-консультационной работе Института определяется тем, что МИД России в настоящее время проводит географическую переориентацию своей деятельности как за рубежом, так и в центральном аппарате. Африканский вектор оказывается в этом контексте в числе приоритетных. Африканские страны – важный резерв дипломатической поддержки и контрсанкционных усилий. Эти темы закономерно должны получить еще большее внимание коллег – африканистов.

Сохраняет свою актуальность и демографическая тематика, а также исследования по внутренней и внешней африканской миграции. Увеличение состава БРИКС, в том числе за счет африканских стран, обусловило необходимость выделения исследования этого объединения в отдельную тему. Расширяется тематика изучения внутреннего развития стран Африки, включая различные сектора народного хозяйства, политическую, социальную и культурную сферы. Особой востребованностью в последнее время стали пользоваться комплексные страноведческие исследования. В нынешних условиях все вышеперечисленные темы и направления исследований представляют для России безусловный интерес и имеют как теоретическую, так и практическую значимость.

В 2024 году главным приоритетом исследований **Института Европы РАН** (ИЕ РАН) стали изучение основных направлений противодействия угрозам и вызовам России со стороны евроатлантического сообщества в условиях глубокого кризиса европейской системы безопасности, разработка методов и способов военно-политического реагирования. Продолжен критический анализ текущих изменений и долгосрочных тенденций в контексте нарастания военно-политической напряженности; политики евроатлантического сообщества (НАТО и ЕС) в отношении украинского конфликта; трансформации НАТО, в том числе с учётом присоединения Финляндии и Швеции и связанных с этим изменений на северном фланге; формирования оборонного измерения ЕС и его стратегии кризисного реагирования; роли ключевых западных стран в европейской политике безопасности.

В 2024 году интеграционные исследования были направлены на изучение экономики и политики Европейского союза в условиях глобальной цифровой трансформации, глубокого кризиса европейской безопасности, турбулентности мировой экономики и важнейших изменений в системе международных отношений. Прогностическая функция страновых исследований в рамках продолжения санкционного давления на Российской Федерации включает необходимость использования междисциплинарного подхода и привлечения новых источников данных (мета-оценки исследований, информация телеграм-каналов, интеграция социологической и экономической статистики). Всесторонне исследованы результаты выборов в Европарламент в 2024 году. Проанализированы логика и механизмы принятия политических решений западным истеблишментом, представлены аналитические сценарии общественного развития после смены политических элит в 2024 году, рассмотрена трансформация системы международных отношений и рост новых центров силы в многополярном мире. Глубоко исследованы проблемы безопасности в Арктическом регионе, председательство Норвегии в Арктическом совете (АС), положение дел в арктических регионах России (Мурманская область, Республика Карелия и Республика Коми). Сделан вывод, что текущая обстановка в Арктике носит выраженный переходный характер.

Основные направления экономических исследований **Института Европы РАН** заключались в определении того, как военная конфронтация Запада с Россией, его санкционная политика, нарастание глобальной конкуренции, несбалансированные энергетический переход и «зелёный курс» влияют на хозяйственные процессы в ЕС, обуславливают инфляционные тенденции и стагнацию промышленного производства, снижение доходов.

Молодежная лаборатория ИЕ РАН исследовала эволюцию основных механизмов обеспечения экономической безопасности и продвижения интересов ведущих стран Европы в Африке и на Ближнем Востоке и связанных с этим вызовов для национальных интересов России.

Преодоление кризиса европейской системы безопасности и связанных с этим задач обеспечения основных целей СВО останется приоритетной темой для формирования внешнеполитических позиций и противодействия угрозам национальной безопасности. В условиях острого конфликта на Украине и эскалации напряженности особое значение

имеет прогнозный анализ потенциальных рисков и угроз безопасности, их парирования; изучение возможностей и препятствий реализации интересов РФ в сфере безопасности. Особое внимание необходимо сосредоточить на комплексном анализе потенциала политической, финансовой и военной поддержки Украины евроатлантическим сообществом (США/НАТО/ЕС). Возрастает приоритетность анализа политики и активности НАТО на северном фланге – в Балтийско-Скандинавском макрорегионе и в Арктике.

В страновых исследованиях прогнозируется нарастание использования больших данных и аналитических инструментов, способных агрегировать значительные объёмы информации. 2025 год является ключевым для планов ЕС по переходу к новому этапу европейской социальной политики. Особый интерес представляет регулирование цифрового труда, алгоритмическое управления и введение «права на отключение».

Противники России предпринимают организационные усилия по расколу православного мира, вытеснению Русской православной церкви из поля международного влияния. Актуально изучение социально-политических позиций национальных православных церквей в Европе, положения русского православия в европейских странах, трагического положения православия в зонах военных конфликтов. Так же важно изучение горизонтальных межконфессиональных взаимодействий и связей.

В 2025 году наибольший интерес партийно-политические вопросы будут иметь в Польше, Дании, Австрии, Чехии, где пройдут парламентские или президентские выборы.

Ключевой задачей **Института Китая и современной Азии РАН** (ИКСА РАН) как передового государственного научно-аналитического центра является системное изучение современной внутренней и внешней политики, экономики, социальных, культурно-религиозных и иных процессов, характеризующих развитие Китая, Японии, Кореи, Вьетнама и других стран АСЕАН, государств Центральной Азии, а также отношений между этими странами и Россией.

ИКСА РАН является лидирующим научным центром по изучению международных объединений с участием России: ШОС, РИК, БРИКС, ОДКБ. Изучение данной тематики ведется на фоне существенно возросшего значения восточного вектора российской внешней политики, центральное место в котором объективно принадлежит связям с КНР.

В Центре «Россия, Китай, мир» ИКСА РАН продолжаются исследования теории и практики современной внешней политики КНР, а также российско-китайских отношений всеобъемлющего партнерства и стратегического взаимодействия, в том числе в многосторонних структурах (БРИКС, ШОС, трехсторонний формат «Россия – Индия – Китай»). В Центре политических исследований и прогнозов ИКСА РАН комплексно изучаются современное китайское государство, его основные институты, основы государственного управления, политическая и правовая системы, юридическая политика в области законодательства, в особенности в области реформ и открытости.

В японоведческих исследованиях ИКСА РАН центральное место занимают внешнеполитическая и внешнеэкономическая стратегия Японии, роль страны в системе безопасности и экономических отношений в Азиатско-Тихоокеанском регионе.

Центр корейских исследований ИКСА РАН является лидирующим в стране научным центром по изучению современных проблем Корейского полуострова. При этом приоритетное внимание уделяется изучению политических, экономических и других важных преобразований в КНДР, российско-северокорейским отношениям в рамках Договора о всеобъемлющем стратегическом партнерстве. Исследования Центра изучения Вьетнама и АСЕАН посвящены современным процессам внутренней, внешней и оборонной политики и внешнеэкономическим связям стран АСЕАН, в особенности Вьетнама, Таиланда, Камбоджи, Мьянмы, Индонезии, Малайзии. Специально изучались задачи обеспечения национальных интересов России в Юго-Восточной Азии. С 2024 года ИКСА РАН представляет Россию на «второй дорожке» АСЕАН в Азиатско-тихоокеанском совете сотрудничества по безопасности.

Созданный в 2024 году Сектор кавказских исследований стал первым в России научным центром, посвящённым комплексному изучению пяти стран Южного Кавказа: Грузии, Армении, Азербайджана, Абхазии и Южной Осетии. Центр развивает работу по анализу текущих процессов в регионе и взаимоотношений закавказских государств с Россией, США, странами Европы, Китаем, Турцией.

В рамках плановой разработки государственного задания в 2024 году **Институт Латинской Америки РАН** (ИЛА РАН) вел исследования по ряду ключевых направлений, затрагивающих проблематику социально-политического и экономического развития стран Латинской Америки, специфику их отношений с Российской Федерацией и возможностей для дальнейшего наращивания российского внешнеполитического влияния в регионе. Внимание исследователей ИЛА РАН было обращено на выявление изменений в технологической парадигме латиноамериканских стран, произошедших под воздействием глобальных геополитических сдвигов. Были выявлены факторы, оказывающие влияние на характер политических трансформаций в ряде стран региона. В ходе анализа структурных изменений в государственной сфере рассмотрено актуальное состояние латиноамериканского федерализма и связанные с ним проблемы децентрализации (на примере Бразилии, Аргентины, Мексики и Венесуэлы). Особое внимание уделено анализу различных форматов взаимодействия России с латиноамериканскими партнерами. Были проанализированы возможности развития торгово-экономических связей в условиях западных санкций, потенциал двустороннего инвестиционного сотрудничества с учетом изменившихся внешних условий. При этом ключевой задачей России становится целенаправленное освоение нетрадиционных форм делового партнерства. Институт Латинской Америки уделяет большое внимание расширению отечественной школы латиноамериканистики, ежегодно организуя всероссийскую конференцию молодых ученых «Молодые исследователи в поиске нового взгляда на региональную проблематику».

В 2024 году выпущено два сборника работ молодых авторов, посвященных актуальным вопросам развития латиноамериканского региона.

Важнейшие научные результаты

ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ИМЭМО РАН В 2024 ГОДУ

Постсоветские государства на современном этапе: внутриполитическая динамика и поиск путей развития / отв. ред. Э.Г. Соловьев. – Москва: ИМЭМО РАН, 2024. – 209 с. – ISBN 978-5-9535-0623-6. – DOI 10.20542/978-5-9535-0623-6.



В монографии коллектива авторов Центра постсоветских исследований ИМЭМО РАН проанализированы последние тенденции общественно-политической трансформации и специфика социально-экономического развития постсоветских стран в контексте развития новейших глобальных трендов (трансформирующийся миропорядок, фактор растущих и активизирующихся региональных держав, частичная деглобализация и изменение мировых транспортно-логистических путей и пр.), последствий проводимой Российской Федерацией СВО. Основной целью монографии является анализ политических и социально-экономических процессов на постсоветском пространстве и путей развития входящих в него стран в трех основных регионах – европейском (за вычетом Прибалтики), центральноазиатском, южнокавказском.

Проведен глубокий анализ динамики экономических процессов в странах постсоветского пространства во многом предопределяющих социальную динамику и остроту политических проблем в государствах постсоветской Евразии. Особое внимание

уделено процессам развития политических систем в постсоветских странах, их международно-политическому позиционированию на постсоветском пространстве и в более широком контексте. Серьезный акцент уделен актуальным проблемам, связанным с властными транзитами и реконфигурацией элит. В фокусе исследований авторов монографии также находится влияние внерегиональных акторов на политические процессы в новых евразийских странах. Не обойдены вниманием и вопросы обеспечения безопасности в регионе с использованием институтов и возможностей ОДКБ, дана оценка потенциала и перспектив организации.

Морские державы 2024: индексы ИМЭМО РАН. – Москва: ИМЭМО РАН, 2024. – 212 с. – ISBN 978-5-9535-0628-1. – DOI 10.20542/978-5-9535-0628-1. – (рус., англ.).



На основе методологии количественной оценки совокупного морского потенциала (морской мощи) страны, разработанной в ИМЭМО, и с использованием большого массива статистических данных, характеризующих различные стороны деятельности стран в Мировом Океане, были рассчитаны указанные показатели для 100 стран мира по состоянию на начало 2024 году.

С целью проведения оценки «морской мощи» государств мира, понятие «морская мощь» было представлено состоящим из следующих основных компонентов: а) морские ресурсы, которыми владеет страна (площадь морских зон и находящиеся в них полезные ресурсы); б) морские силы и средства (в основном это военно-морской флот), которые необходимы для овладения морскими ресурсами, их защиты и исследования; в) морская деятельность, направленная на использование Мирового океана в экономических, досуговых, спортивных и иных целях.

Каждому из этих компонентов соответствует свой показатель: индекс морских ресурсов (ИМР), индекс морских сил и средств (ИМС) и индекс морской деятельности (ИМД), а индекс морской мощи (ИММ) страны является суммой этих суб-индексов. В свою очередь каждый из суб-индексов определяется набором категорий, которые количественно характеризуют позиции страны в морской сфере. Всего в расчёт индекса морской мощи входит 40 категорий морской статистики. В индексе морской мощи критерием оценки страны в каждой категории является её доля в суммарных мировых показателях, за каждый процент которой стране начисляются баллы. Сумма баллов во всех категориях показывает позицию страны в морской сфере в целом.

Уточнённые расчёты 2024 года подтвердили статус КНР как крупнейшей морской державы, в то время как Россия прочно удерживает 3-е место. При этом обнаружено, что в гражданских компонентах морской мощи Россия второй год подряд улучшает свои позиции, несмотря на значительное санкционное давление, тогда как у некоторых бывших крупных торговых партнёров нашей страны, особенно Германии, сокращение в этой сфере было более значительным, чем у России.

Монитор противостояния США – Китай 2023 / под ред. В.Ю. Журавлевой, А.А. Бреславцевой. – Москва: ИМЭМО РАН, 2024. – 117 с. – ISBN 978-5-9535-0626-7. – DOI 10.20542/978-5-9535-0626-7.

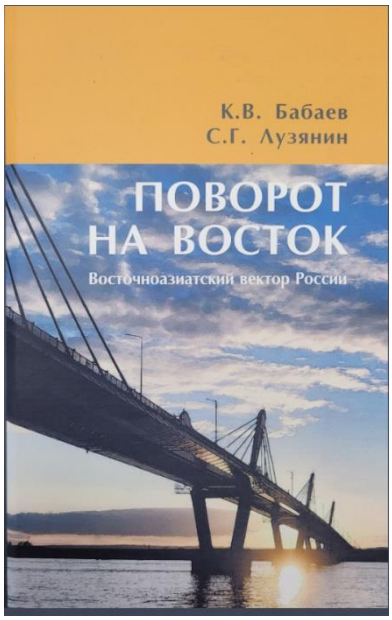


Ход американо-китайской конкуренции оказывает определяющее влияние на складывающуюся архитектуру международных отношений. Ее ключевые моменты могут быть маркерами того, как будут развиваться конфликты между крупными державами и какие инструменты будут сдерживать или разжигать конфронтационный потенциал взаимодействия.

Коллектив авторов Центра североамериканских исследований ИМЭМО РАН публикует первый выпуск ежегодного научного доклада, посвященного мониторингу и анализу актуальных тенденций противостояния США и Китая. В мониторинге за 2023 год конфликт рассматривается исключительно со стороны США. В фокусе внимания данного издания находится политическая риторика и активность федерального правительства США в сфере торгово-экономического, военного и регионального противостояния, что отображает общее состояние американо-китайских дипломатических, торгово-экономических, военных отношений. Кроме того, внимание уделяется изменению восприятия конкуренции США и Китая внутри американского общества и в нарративе администрации Дж. Байдена, законодателей Конгресса США и экспертов «мозговых центров».

ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ИКСА РАН В 2024 ГОДУ

Бабаев К.В., Лузянин С.Г. Поворот на Восток: восточноазиатский вектор России (2014−2024): монография / К.В. Бабаев, С.Г. Лузянин; отв. ред. С.А. Караганов; Ин-т Китая и совр. Азии РАН. − М.: Российская академия наук, 2024. – 256 с. − ISBN 978-5-907645-01-1



В монографии представлена характеристика главной тенденции современной российской внешней и внешнеэкономической политики, чаще всего называемой «поворотом на Восток». Книга раскрывает историческую ретроспективу баланса восточного и западного векторов в политике России, их роль в цивилизационном развитии нашей страны. Анализируются аспекты восточноазиатской и евразийской современной политики России в сфере международных отношений, экономики и бизнеса, гуманитарных связей со странами Восточной Азии. Особое внимание уделено изучению китайского фактора в контексте развития российской политики в Восточной Азии, специфике его влияния и перспективам. Даются выводы и практические рекомендации для повышения эффективности российской внешней политики и внешнеэкономической деятельности.



Страны Индокитая в АСЕАН: ключевые аспекты развития: коллективная монография / отв. ред. В.М. Мазырин. — М.: ИКСА РАН, 2024. — 308 с. – ISBN: 978-5-8381-0479-3

Монография посвящена проблемам развития континентальных стран Юго-Восточной Азии (Индокитая) как интегральной части АСЕАН. Впервые в России обобщен обширный пласт информации о современных процессах в этом субрегионе, приведены актуальные оценки различных аспектов внутренней и внешней политики входящих в него стран. В Разделе I рассмотрены общие черты и особенности Индокитая как субрегиона ЮВА. Раздел II характеризует субрегиональные тренды сотрудничества на примере отдельных стран. Раздел III посвящен взаимодействию стран Индокитая с внешним миром, прежде всего с Китаем. В Разделе IV рассмотрены отношения стран Индокитая с Россией и ЕАЭС, выявлены формы, результаты и перспективы взаимовыгодного экономического сотрудничества, показан опыт в сфере ВТС с учетом ведущей роли РФ на региональном рынке вооружений. Раздел V содержит анализ социально-экономических тенденций в жизни АСЕАН с акцентом на страны Индокитая.

ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ИНСТИТУТА США И КАНАДЫ РАН в 2024 году

В.И. Батюк «Российско-американские отношения в постбиполярном мире: от «стратегического партнёрства» к новой холодной войне» / Институт Соединённых Штатов Америки и Канады имени Г.А. Арбатова Российской академии наук. Москва: Издательство «Весь Мир», 2024. – 240 с. ISBN 978-5-7777- 0958-5



Монография посвящена эволюции российско-американских отношений в период с начала 1990-х годов по 2024 год. В работе определены основные причины деградации двусторонних отношений в самых разных областях – от контроля над стратегическими ядерными вооружениями до торгово-экономических связей двух стран. Сформулированы идеологические противоречия между Россией и США, определяющие характер конфронтации между ними. Основной вывод автора заключается в том, что разногласия между двумя странами не были бы непреодолимыми в случае, если бы существовал уважительный, равноправный диалог, выстроенный с учетом национальных интересов, а не идеалов, которыми руководствуются американские элиты.

Д.А. Володин «Борьба Канады за суверенитет в Арктике: история и современность» / Институт Соединённых Штатов Америки и Канады имени Г.А. Арбатова Российской академии наук. М.: Издательство «Весь Мир», 2024. – 352 с. ISBN 978-5-7777-0953-0



Монография представляет уникальное политико-историческое исследование борьбы Канады за проецирование своего суверенитета, суверенных прав и юрисдикции в Арктике от начала 1870-х годов (т.е. практически с момента образования доминиона Канада) до начала 2020-х годов. Выявлены колебания политической линии канадского руководства и экспертного сообщества по вопросу применения тех или иных правовых моделей защиты своих прав в арктическом регионе. Практическая значимость представленной работы заключается в оценке и возможном использовании опыта развития правовой аргументации Канады в отношении регулирования судоходства на трассе Северного морского пути.

ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ИНСТИТУТА АФРИКИ РАН В 2024 ГОДУ



Африка – восходящий центр формирующегося многополярного мира / Отв. ред. С.Н. Волков, Т.Л. Дейч, О.В. Константинова. – М.: Институт Африки РАН, 2024. – 252 с. ISBN 978-5-91298-305-4.

В данном исследовании, в котором, помимо российских, приняли участие белорусские ученые, анализируются социально-экономический прогресс Африки и ее возрастающая роль в мире, траектории развития Африканского континента и его субрегионов в XXI в., панафриканские и субрегиональные программы развития, глобальные и локальные вызовы и угрозы Африке. Сделан вывод об увеличении значения континента в стратегиях основных мировых центров силы. Рассмотрены перспективы развития российско-африканского взаимодействия в условиях усиления турбулентности международной обстановки.



Сфера услуг в Африке. Коллективная монография / Отв. ред. Е.В. Морозенская. – М.: Институт Африки РАН, 2024. – 438с. ISBN 978-5-91298-309-2.

В монографии прослежен опережающий рост сферы услуг в экономике Африки, его причины и влияние на социально-экономическое развитие континента. Дана оценка степени эффективности государственного регулирования различных секторов сферы услуг, в том числе прямо влияющих на уровень и качество жизни населения. Среди перспективных направлений российско-африканского сотрудничества рассмотрены сферы услуг в таких отраслях, как внешняя торговля, образование, медицина, транспорт, энергетика, строительство и научные исследования, включая расширение возможностей для передачи новых технологий.

ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ИНСТИТУТА ЕВРОПЫ РАН В 2024 ГОДУ



Европейская аналитика 2024. Под общ. ред. К. Н. Гусева. – М.: ИЕ РАН, 2024. – 168 с. – DOI 10.15211/978-5-98163-226-6. – EDN – JJMGRT – ISBN 978-5-98163-226-6.

В Ежегодник «Европейская аналитика 2024» вошли материалы, содержащие экспертный взгляд ИЕ РАН на ряд узловых политических и социально-экономических событий и раскрывающие позиции Старого Света в международной системе координат. Внимание уделено анализу сдвигов в глобальной политике и сфере безопасности, насущных проблем, политических процессов и возможных перспектив Европейского континента в условиях многослойных кризисных явлений.



А.В. Котов. Стратегическое пространственное развитие в Европейском союзе. – М.: РАН, ИЕ РАН, 2024. – 424 с. ISBN 978-5-907645-62-2

В монографии обобщен опыт стратегического пространственного развития на разных уровнях пространственной иерархии Европейского союза. Изложены результаты анализа национальных стратегий пространственного развития стран ЕС; методы оценки результативности территориального развития и региональной политики; европейские подходы к моделированию экономических пропорций и межрегиональных связей; прогнозы пространственного развития интеграционного объединения. Представлена авторская позиция по перспективным направлениям использования европейского опыта для совершенствования процесса пространственного стратегического развития в Российской Федерации. Книга адресована преподавателям, аспирантам и студентам по специальностям «Государственное и муниципальное управление», «Международные отношения», «Мировая экономика», «Экономическая, социальная, политическая и рекреационная география»; экспертам и работникам российских федеральных и региональных органов власти, принимающим решения в области государственной политики пространственного развития; широкому кругу читателей, интересующихся современными проблемами европейских исследований.

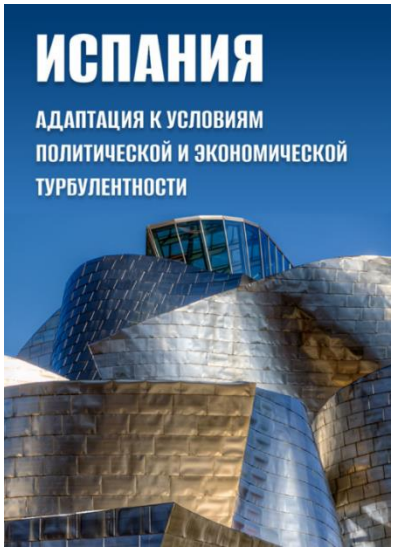
ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ИНСТИТУТА ЛАТИНСКОЙ АМЕРИКИ РАН В 2024 ГОДУ

Мексика: итоги президентства Лопеса Обрадора. – М.: ИЛА РАН, 2024. – 146 с. DOI 10.37656/978-5-6050822-2-4



Ответственный редактор: научный руководитель, член-корреспондент РАН Давыдов В.М.

Особый жанр издаваемой ИЛА РАН серии «Саммит» предназначен для практиков, причастных к принятию решений высокого уровня. Данный выпуск из этой серии в сжатом виде раскрывает особенности перемен, происходящих в Мексике в период президентства Андреса Мануэля Лопеса Обрадора в политике и экономике, социальной и миграционной сферах, во внутренних и внешних отношениях, в связях с Россией. Учитывая выход этого издания на границе двух политических циклов, авторы, помимо анализа текущего состояния, делают попытку оценить устойчивость и преемственность сложившейся модели.



Испания: адаптация к условиям политической и экономической турбулентности. – М.: ИЛА РАН, 2024. DOI: 10.37656/978-5-6050822-5-5

Ответственные редакторы: заместитель директора, к.э.н. Тайар В.М., с.н.с., к.полит.н. Куракина-Дамир А.А.

Социально-экономические последствия корона-кризиса, на смену которым пришли не менее затруднительные геоэкономические и геополитические обстоятельства сказались на всех странах-членах Евросоюза. Испания оказалась в числе тех государств, которые впитали немалую часть общего негатива, сопровождавшего происходившие перемены. Монография содержит анализ социально-политических и экономических реалий, императивов внешне-экономических связей, трансформации внешней политики Испании в сложившейся непростой обстановке. Особый акцент сделан на анализе деятельности коалиционного правительства под председательством П. Санчеса, его успехов и неудач. Книга адресована всем, кто интересуется современными проблемами Испании.

.

Историко-филологические науки

О состоянии и перспективах развития отечественной историко-филологической науки

Развитие российского гуманитарного знания в 2024 году в целом шло в русле тех направлений и тенденций, которые были определены в предшествующие годы, отвечая на современные вызовы, стремясь в методологическом, технологическом и информационном плане отстаивать мировое первенство отечественной науки не только в изучении истории и культуры России, но и зарубежных стран.

Информационно-технологический рывок, изменения баланса сил, политических и социальных систем, перестройка и коммерциализация образования, многие другие процессы последних десятилетий, происходящих и в мире, и в нашей стране, казалось бы, уменьшают потребность в фундаментальном гуманитарном знании, определяя бóльшую актуальность точных и естественных наук, практических и технических навыков. Без них, действительно, невозможно не то что строить будущее, невозможно конкурентное существование в настоящем. Но гуманитарная наука представляет собой своеобразный несимметричный ответ тем вызовам, перед которыми Россия вступает во вторую четверть XXI века.

События 2024 года – расширение БРИКС, африканский трек, война на Ближнем Востоке, полная включённость стран Запада в гражданский конфликт на Украине, усиливающаяся многополярность СНГ и многое другое, что формально определяется как «сложнейшая международная и внутриполитическая обстановка», – обострили вопросы, связанные с цивилизационной эволюцией человечества, развитием России и формированием российской государственности. И, если естественные и технологические сферы науки определяют материальное качество нашей жизни, то гуманитарные ответственны за то, как и на каком языке будут думать наши потомки, что читать и слушать, кто будут их герои и т.д. Современные фундаментальные исследования историков, археологов, антропологов, этнологов, лингвистов, литературоведов, раскрывающие явления и события исторического прошлого и нашей современности, позволяют выстраивать каркас цивилизационного российского евразийского пространства, обеспечивающий запрос на самореализацию в рамках учёта всех интересов и справедливости.

Поддержка сохранения исторической и культурной памяти, укрепления духовно-нравственных ценностей народов России, формирование общегражданской позиции россиян – реализация этих задач является приоритетом для фундаментальных и прикладных исследований отечественных учёных-гуманитариев. Без их решения невозможно обеспечение национальной безопасности, суверенитета, передовых позиций в мире и культурно-цивилизационного лидерства. Обращение к обширному массиву источников, комплексность в использовании методологических подходов, совокупность знаний и опыта, накопленного отечественной гуманитарной наукой, дают российским учёным уникальный аналитический инструментарий в понимании развития мировой цивилизации и выстраивания стратегии взаимодействия как с любой отдельной страной, так и с международным сообществом в целом.

Важнейшей частью деятельности РАН является организация и проведение экспертных работ во всех областях знания. В 2024 году она вышла на качественно иной уровень. При переходе на новую систему временно сократилось число экспертов, но это никак не повлияло на качество экспертиз. Одна из главных задач экспертной работы гуманитариев состоит в отстаивании академических требований к достоверности научного знания. Это обеспечивает фактологическую точность, даёт понимание развития отечественной и мировой истории и культуры, позволяет выявить логику происходящих процессов в социальной, общественной и политической жизни. Позиция западных стран по отношению к России не просто поменяла фокус исследовательской оптики многих

зарубежных учёных, но заставляет их напрямую заниматься фальсификацией истории, принижая роль нашей страны и стараясь «исключить» её из мировых процессов. В свою очередь в России в условиях информационного бума и вовлечённости различных общественных групп с разным образовательным уровнем в обсуждение гуманитарной повестки заметно присутствие квазинаучных представлений о прошлом и настоящем. Академическая экспертиза в этой ситуации является фундаментом, обеспечивающим национальный историко-культурный суверенитет. Особенностью 2024 года в экспертной деятельности РАН стала работа с учебниками. Первый опыт показал важность комплексного анализа учебной литературы, позволяющего повышать качество учебных материалов по истории, языку и литературе, гарантировать выверенные оценки сложных исторических событий.

В 2024 году по гуманитарным наукам, как и по другим научно-исследовательским направлениям, была проделана большая работа по уточнению разделов Программы фундаментальных научных исследований до 2030 года, на которую должны будут ориентироваться научные организации и высшие учебные заведения при составлении планов своих работ на 2026 и последующие годы. Переформулировка существующих и добавление новых разделов в области истории, археологии, этнологии, антропологии, литературоведения, фольклористики и искусствознания проводились в соответствии с усилением регионального компонента в научных исследованиях, преодолением в них европоцентристской ориентации, актуальностью научных задач, связанных с укреплением российских духовно-нравственных ценностей и изучением нематериального этнокультурного достояния народов России. Значимость последних аспектов показали мероприятия, проводившиеся в стране в связи тем, что 2024 год был объявлен «Годом семьи».

Отделение историко-филологических наук РАН осуществляет научно-методическое руководство 37 академическими институтами, которые занимаются исследованиями в различных областях гуманитарного знания. В соответствии с государственными заданиями они проводят более трёхсот исследований и ряд проектов, финансируемых Российским научным фондом и другими организациями. Практически все они направлены на изучение исторических процессов и событий в стране и её регионах, языков и традиционной культуры народов России, а также их этнокультурного наследия.

Проведение исторических исследований – важнейшая задача научного сообщества, которая отвечает за формирование исторического сознания, определение принципов и основ патриотического воспитания. В современном мире особенно важно опираясь на подлинные источники проводить объективный исторический анализ. Только такой подход обеспечивает защиту и сохранение исторической правды. Отдельное направление этой деятельности – мониторинг межнациональных и межконфессиональных отношений. С 2024 года осуществляется проект Института этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая РАН, направленный на воссоздание Распределённого научного центра РАН, задачей которого является привлечение исследователей из всех регионов страны к мониторингу этнополитической ситуации, межнациональных и межконфессиональных отношений, а также изучению общественного восприятия миграции и мигрантов. Созданная в 1997 году Сеть этномониторинга и раннего предупреждения конфликтов (руководитель академик РАН В.А. Тишков) является другим инструментом изучения этнополитической ситуации. Члены сети – авторитетные и уважаемые эксперты различных регионов России, которые на регулярной основе они ситуацию в информационном пространстве и готовят материалы для ежегодного доклада, предназначенного для аналитических центров и государственных органов. В 2024 году в состав Сети были включены представители новых территорий России.

2024 год для Российской академии наук был юбилейным. Трёхсотлетняя история Академии – это история служения Российскому государству. Академия наук – единственный трёхвековой общественный институт, играющий государственно-

образующую роль. Интересы страны и интересы народа для российских и советских учёных всегда имели важнейшее значение. В юбилейный год РАН подготовила и выпустила двухтомную монографию **«Российская академия наук: 300 лет истории»** (отв. ред. Г.Я. Красников, Н.А. Макаров). В ней дано описание истории основания, развития и преобразования Российской академии наук, показан личный вклад отдельных учёных, а также дана обобщающая характеристика главных достижений РАН на протяжении 300-лет её деятельности.

30 января 2024 года состоялось заседание президиума РАН, посвящённое юбилею Академии – **«300 лет РАН. Вехи истории»**. На заседании с докладами выступили: ак. РАН Н.А. Макаров – «История РАН: научное изучение и сохранение наследия», чл.-корр. РАН И.В. Тункина – «Основные вехи истории Академии наук в Санкт-Петербурге – Петрограде – Ленинграде (1724-1934)», чл.-корр. РАН А.В. Головнёв – «Академия и Кунсткамера: первые опыты самопознания империи», чл.-корр. РАН И.В. Побережников и д.и.н. Института истории и археологии УрО РАН Е.Т. Артёмов – «Советский опыт достижения технико-экономической независимости страны: наука, технологии, инновации». В постановлении по итогам заседания отмечено: «изучение истории российской науки и Академии как высшего научного учреждения России, определяющего развитие научного знания на протяжении трёхсотлетнего периода со времён Петровской эпохи, относится к важнейшим вопросам исторической науки, служит поддержке национальной идентичности и обеспечивает гуманитарный суверенитет страны».

В 2024 году состоялось ещё три заседания президиума РАН (одно совместно с Российской академией художеств), на которых рассматривались актуальные вопросы гуманитарных наук.

9 апреля на заседании президиума РАН был рассмотрен вопрос **«Фундаментальные проблемы лингвистики и задачи корпусного изучения языков».** С докладами выступили: ак. РАН В.А. Плунгян – «Корпусная лингвистика на современном этапе», руководитель Школы лингвистики НИУ ВШЭ д.ф.н. Е.В. Рахилина – «Национальный корпус русского языка», директор по развитию социальных проектов «Яндекс. Учебник» К.В. Медведев – «О значении Национального корпуса русского языка для проектов Яндекса, связанных с русским языком», директор Института языкознания РАН д.ф.н. А.А. Кибрик – «Корпусные исследования языков Российской Федерации», чл.-корр. РАН И.И. Муллонен – «“ВепКар” – открытый корпус карельского и вепского языков», ак. РАН А.М. Молдован – «Русская академическая лексикография и Национальный словарный фонд». Президиум РАН отметил: «изучение фундаментальных проблем лингвистики находится в тесной связи с решением вопросов государственной языковой политики, положения русского языка как государственного языка Российской Федерации, изучения, сохранения и возрождения исчезающих или находящихся под угрозой исчезновения языков народов Российской Федерации и поэтому является одним из приоритетов развития российского общества».

Заседание президиума РАН, состоявшееся 8 октября, было посвящено теме **«Академическая «История России»: концепция, задачи и реализация проекта».** В ходе работы после вступительного слова вице-президента РАН ак. РАН Н.А. Макарова с докладами выступили д.и.н. Ю.А. Петров (ИРИ РАН) – «Академическая «История России»: замысел и реализация», д.и.н. А.А. Горский (ИРИ РАН) – «Средневековая Русь в новой “Истории России”», чл.-корр. РАН А.В. Сиренов – «Россия в XVI-XVII вв.: становление государства и преодоление кризисов», ак. РАН Н.Н. Крадин – «Древние и средневековые народы Дальнего Востока России». В своём постановлении президиум РАН констатировал, что «обобщающие исследования по национальной истории, оформленные в виде объёмных многотомных изданий, созданы в большинстве ведущих стран мира и периодически обновляются с развитием исторической науки и появлением новых общественных запросов. Наличие подобных трудов по национальной истории рассматривается в качестве признака культурно-исторического суверенитета. Российское

общество ожидает от исторической науки объективного освещения национальной истории, противодействия участившимся фальсификациям нашего прошлого».

На совместном заседании президиумов Российской академии наук и Российской академии художеств, посвящённом 300-летию РАН, которое состоялось 14 мая 2024 года, с докладами по вопросу **«О значимости взаимодействия науки и искусства как разных, но взаимосвязанных форм познания мира»** выступили: ак. РАН и РАХ М.Б. Пиотровский – «Российская академия художеств и художественные науки», чл.-корр. РАН В.В. Седов – «Образы русской архитекторы и вопросы изучения», ак. РАХ А.А. Золотов – «Наука и искусство – пути познания», ак. РАХ Т.А. Кочемасова – «Новые острые углы музейного пространства». В постановлении заседания было отмечено, «что изучение взаимосвязи науки и искусства является важным инструментом культурного развития и эстетического воспитания российского общества, укрепления национальной самобытности и российской идентичности, утверждения фундаментальных гуманистических ценностей».

Из наиболее значимых мероприятий 2024 года Отделения историко-филологических наук РАН следует отметить следующие.

29 января в Санкт-Петербурге состоялось **расширенное выездное заседание Бюро ОИФН РАН и Научного совета РАН по истории Великой Отечественной войны 1941-1945 гг., посвящённое 80-летию окончательного снятия блокады Ленинграда**. Под председательством академика-секретаря ОИФН РАН ак. РАН Н.А. Макарова и сопредседателя Научного совета РАН по истории Великой Отечественной войны 1941-1945 гг. д.и.н. Ю.А. Петрова были заслушаны доклады сотрудников Института российской истории РАН, Санкт-Петербургского института истории РАН, Института русской литературы (Пушкинский Дом) РАН, Государственного мемориального музея обороны и блокады Ленинграда, Национального центра исторической памяти при Президенте Российской Федерации, Российского военно-исторического общества. В докладах рассмотрены: отечественная и зарубежная историография блокады, проблемы сохранения исторической памяти, выявления и анализа новых документов, отражающих повседневность города в этот трагический и героический период его истории, а также другие темы.

16 октября прошла стратегическая сессия Бюро ОИФН РАН **«Российские академические проекты в странах Азии»**, на которой с докладами выступили: чл.-корр. РАН М.А. Липкин – «Международный проект словаря по теории и методологии исторической науки», историографии блокады чл.-корр. РАН И.Ф. Попова – «Основные проекты Института восточных рукописей РАН с учреждениями Азии», чл.-корр. РАН А.В. Кузнецов – «Новые научные проекты ИНИОН РАН в сфере информационного обеспечения разворота России на Восток», к.и.н. Д.В. Ожерельев (Институт археологии РАН) – «Верхний палеолит предгорий Северного Тянь-Шаня (Казахстан): новые открытия и результаты исследований».

Стратегическая сессия Бюро явилась подготовкой к научной сессии ОИФН РАН **«Историко-культурные исследования зарубежной Азии»**, состоявшейся 9 декабря 2024 года в рамках общего собрания РАН, на которой выступили с докладами чл.-корр. РАН И.В. Тункина – «Первая и Вторая Русские Туркестанские экспедиции академика С.Ф. Ольденбурга (1909-1910, 1914-1915): архивное наследие в современном социокультурном контексте», чл.- корр. РАН Н.В. Полосьмак – «Исследования российско-монгольской экспедиции в горах Ноин-Ула. Северная Монголия», директор Института востоковедения РАН д.и.н. А.К. Аликберов – «Ещё раз о коренной специфике Востока: от дискуссий об азиатском способе производства к многомерному подходу», ак. РАН Н.Н. Крадин – «Потомки Чингисхана. Трансформация кочевого монгольского общества в начале миллениума академик», д.ф.н. А.Н. Биткеева (Институт языкознания РАН) – «Социолингвистические исследования в Восточном Индокитае в контексте новых задач языковой политики Вьетнама», д.ф.н. В.Л. Кляус, заместитель академика-секретаря

ОИФН РАН по научно-организационной работе – «Сто лет за пределами метрополии: эволюция и трансформация русской народной культуры в Китае и Монголии».

В 2024 году в академических институтах, находящихся под научно-методическим руководством ОИФН РАН, в рамках празднования 300-летия Академии наук состоялись десятки научных форумов – конгрессы, конференции, симпозиумы, круглые столы, семинары, в которых приняли активное участие представители зарубежных стран и научная молодёжь. Наиболее значимые из них:

26-27 апреля в Москве прошла **Международная научная конференция «Переход к многополярности и формирование нового мирового порядка»**. Она была проведена Институтом всеобщей истории РАН. В качестве соорганизаторов выступили Российское историческое общество, Институт перспективных исторических исследований (Ассоциация «ИПИИ»), Фонд развития международных общественных и культурных коммуникаций «На том стоим» при поддержке ПАО «Транснефть» и Международного общественного фонда «Российский фонд мира». В конференции приняли участие ведущие российские специалисты, а также иностранные спикеры из Китая, Индии, Ирана, ЮАР, Вьетнама, Великобритании, Франции, Ирландии, Канады, Казахстана, Армении, Сербии и Болгарии. Участники обсудили широкий круг актуальных вопросов: от уточнения основных понятий и терминов до анализа фундаментальных основ формирующегося сегодня нового мирового порядка. Особое внимание было уделено выявлению тех факторов, которые привели к кризису однополярного мира во главе с США, и вызовов, с которыми предстоит столкнуться при построении справедливого мироустройства. Акцент был сделан на изучении роли России и её партнеров по БРИКС, а также стран глобального Юга на современном историческом этапе. По итогам конференции сформировалась так называемая московская площадка встреч историков, поддержанная Президентом Российской Федерации В.В. Путиным (Пр-1502 от 28 июля 2024 года).

26-28 сентября в рамках программы мероприятий, посвящённых 300-летию Российской академии наук и 125-летию Восточного института во Владивостоке, состоялся **XIV съезд востоковедов России «Поворот на Восток и российское востоковедение»**. Его организатором выступил Институт истории, археологии и этнографии народов Дальнего Востока ДВО РАН при поддержке Дальневосточного отделения РАН, Общества востоковедов России, Российского исторического общества, Института востоковедения РАН, Дальневосточного федерального университета и Государственного объединённого музея-заповедника истории Дальнего Востока имени В.К. Арсеньева. Съезд объединил востоковедов со всей страны – как признанных специалистов, так и молодых учёных. В его работе приняли участие более 250 учёных из России, а также гости из зарубежных стран – Белоруссии, Китая, Японии, Филиппин и Узбекистана. На форуме был обсуждён широкий круг тем: от археологического наследия до современной геополитики, теоретические и методологические вопросы востоковедческих исследований, история и современное состояние российского востоковедения, проблемы изучения языков, культуры и искусства народов Востока.

9-13 декабря 2024 года в Москве по инициативе Института языкознания РАН при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации состоялся **Первый Евразийский конгресс лингвистов**. Конгресс проводился на основании распоряжения Правительства Российской Федерации от 28 февраля 2024 года № 460-р. Целями и задачами конгресса, приуроченного к 300-летию РАН, были: укрепление позиций России в мировой науке о языках, расширение партнёрских отношений между научными организациями и учёными; привлечение молодёжи к лингвистическим исследованиям. За пять дней работы были представлены 627 научных докладов: 8 – на пленарных сессиях, 185 – на заседаниях 18 секций; 154 – на 22 круглых столах и 280 стендовых докладов. Состоялось также 6 публичных дискуссий по общественно значимым вопросам лингвистической науки (сохранение языков, язык и искусственный интеллект и т.д.). В работе конгресса приняли участие 680 исследователей, из них 540 –

очно. Они представляли 54 региона России и 45 стран (Индия, Китай, Монголия, Вьетнам, Иран, Пакистан, Израиль, США, Бразилия и др. – это более 200 иностранных учёных). Вся информация по конгрессу размещена на сайте https://eacling.org/.

В 2024 году научно-исследовательские организации Москвы, Санкт-Петербургского, Уральского, Сибирского и Дальневосточного отделений РАН, а также региональные научные центры Северо-Западного, Поволжского и Северо-Кавказского регионов, которые находятся под научно-методическим руководством Отделения историко-филологических наук РАН, продолжили работу над исследовательскими и издательскими проектами по темам, которые прошли экспертизу РАН. Как результат – издание большого количества монографий, сборников статей и архивных материалов, академических собраний сочинений, энциклопедий и справочников, словарей и каталогов. Кроме этого развивались и создавались новые информационные системы, в том числе на основе Big Data с элементами искусственного интеллекта, предоставляющие новые возможности анализа археологического, исторического, лингвистического и литературного материала. Наиболее значимые проекты выполнялись большими научными группами.

Важнейшие достижения в 2024 году

СЕКЦИЯ ИСТОРИИ

1. Подготовка издания «Российская академия наук: 300 лет истории», в 2 тт.



Рис. 180. Двухтомное издание «Российская академия наук: 300 лет истории»

Двухтомное издание представляет описание истории основания, развития и преобразования Российской академии наук, показывает личный вклад отдельных учёных, а также даёт обобщающую характеристику главных результатов научной деятельности Российской академии наук на протяжении её 300-летней истории (Рис. 180).

Книга написана, главным образом, на основе материалов из фондов академического архива. Она наглядно показывает глубинные научные, культурные основы академической науки, а также демонстрирует высочайший научный уровень академических традиций. Материал, поданный в научно-популярном формате, сопровождается значительным массивом изобразительных документов, иллюстрирующих этапы строительства российской науки. Исследование – первая попытка дать комплексный обзор и анализ научно-организационной и исследовательской деятельности Академии наук и её ярчайших представителей за 300-летний период (1724-2024).

Организации-соисполнители: Архив РАН, Санкт-Петербургский филиал Архива РАН.

Руководители проекта: канд. культурологии Работкевич А.В.; чл.-корр. РАН Тункина И.В.

Публикации:

1. Российская академия наук: 300 лет истории: в 2-х томах / Т. 1: Императорская академия наук – Академия наук СССР. 1724-1934 / Ред. коллегия: Г.Я. Красников (отв.

ред.), Н.А. Макаров (отв. ред.), Ю.М. Батурин, Ю.А. Петров, А.В. Работкевич, И.В. Тункина, Р.А. Фандо. М.: Наука, 2024. 789 с.

2. Российская академия наук: 300 лет истории: в 2-х томах / Т. 2: Академия наук СССР – Российская академия наук. 1934-2024 / Ред. коллегия: Г.Я. Красников, Н.А. Макаров (отв. ред.), Ю.М. Батурин, Ю.А. Петров, А.В. Работкевич, И.В. Тункина, Р.А. Фандо. М.: Наука, 2024. 845 с.

2. Работа по подготовке академического издания «История России», в 20 тт.

Двадцатитомная академическая «История России» является масштабным проектом единой, научно выверенной отечественной истории. Общая хронология издания включает период с появления древнейших поселений человека на территории нынешней Российской Федерации до наших дней. В работе над проектом участвуют более 400 учёных из более полусотни научных организаций (академические институты, вузы, музеи и др.), представляющих 11 регионов страны, что даёт возможность получить наиболее полный свод достижений современной исторической науки. Помимо обобщения научных знаний о прошлом нашей страны издание призвано укрепить общероссийскую гражданскую идентичность, противодействовать фальсификациям отечественной истории, а также дать достоверный научный материал для написания учебников и учебных пособий, использования в медиапространстве, при создании литературных и художественных произведений, что, в целом, позволит повысить уровень исторического образования российского общества.

К настоящему времени вышли в свет четыре тома (**Ошибка! Источник ссылки не найден.**), посвящённые истории Древней Руси, Смутному времени и последующему периоду до середины XVII века, Великой российской революции и Гражданской войны.

Организация: Институт российской истории РАН.

Руководители проекта: д.и.н. Петров Ю.А.; д.и.н. Горский А.А.; д.и.н. Журавлёв С.В., д.и.н. Захаров В.Н.

Публикации:

1. История России: в 20 т. Т. 2. Государства и народы на территории России в VI – середине XIII века. Становление и развитие Руси / Отв. ред. А.А. Горский, Ин-т российской истории РАН. М.: Наука, 2024. 1055 с.
2. История России: в 20 т. Т. 5: Россия в XVII веке. Кн. 1: Российское государство в первой половине XVII века. 1598-1645 годы. / Отв. ред. Д.В. Лисейцев, Ин-т российской истории РАН. М.: Наука, 2024. 770 с.
3. История России: в 20 т. Т. 12: Гражданская война в России. 1917-1922 годы. Кн. 1: Военное и политико-дипломатическое противоборство / Отв. ред. В.В. Кондрашин, В.И. Голдин, Ин-т российской истории РАН. М.: Наука, 2024. 969 с.
4. История России: в 20 т. Т. 12: Гражданская война в России. 1917-1922 годы. Кн. 2: Власть. Экономика. Общество. Культура / Отв. ред. В.В. Кондрашин, В.И. Голдин, Ин-т российской истории РАН. М.: Наука, 2024. 919 с.



Рис. 181. Вышедшие в свет тома двадцатитомной академической «Истории России»

3. Подготовка и издание «Академической истории Югры», в 8 тт.

Это первый масштабный труд по истории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, охватывающий период от глубокой древности до современности, когда регион превратился в нефтегазовую столицу России (рис. 182). С помощью археологических данных доказано, что на территории современной Югры люди жили существенно раньше времени, принятого в науке: крупные городища (до 1 тыс. жилищ) возникли в речной пойме этого региона уже в XI-X тысячелетиях до н.э., что является важным археологическим открытием. Впервые был тщательно исследован этнический состав населения Югры и его изменение в разные исторические эпохи, взаимодействие угорского и самодийского этнических компонентов в Западной Сибири в древности; изучены новгородско-угорские и московско-новгородские отношения в XI-XVI вв. Специально исследованы вопросы государственного управления в регионе в XVII – начале XX вв. Важное место заняло изучение традиционной культуры, образа жизни хантов, манси, ненцев, их взаимодействия с русским населением. Особое место занимает исследование «второго покорения» Сибири – превращения Ханты-Мансийского округа в важнейший центр добычи газа и нефти в СССР и современной России. Над «Академической историей Югры» в течении пяти лет трудились более 130 исследователей, в том числе учёные из ряда научных и образовательных организаций страны (Института российской истории РАН, Института истории и археологии УрО РАН, Музея антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН, Обско-угорского института прикладных исследований и разработок Югры, Уральского федерального и Сургутского государственного университетов).



Рис. 182. Восьмитомная «Академическая история Югры»

Организация: Институт российской истории РАН.
Руководитель проекта: д.и.н. Пихоя Р.Г. (главный редактор).
Публикации:

1. Академическая история Югры: в 8 т. / Том 1. Древняя Югра с начала заселения до конца I тысячелетия н.э. / Отв. ред. Н.М. Чаиркина, Г.П. Визгалов. Ханты-Мансийск: АО Изд. дом «Новости Югры», 2024. 768 с.
2. Академическая история Югры: в 8 т. / Том 2: Югра в XI-XVI вв. / Отв. ред. А.В. Головнёв. Ханты-Мансийск: АО Изд. дом «Новости Югры», 2024. 600 с.
3. Академическая история Югры: в 8 т. / Том 3. Югра в составе Московского государства / Отв. ред. В.В. Трепавлов. Ханты-Мансийск: АО Изд. дом «Новости Югры», 2024. 416 с.

4. Академическая история Югры: в 8 т. / Том 4. Югра в XVIII – первой трети XIX века / Отв. ред. Д.А. Редин. Ханты-Мансийск: АО Изд. дом «Новости Югры», 2024. 632 с.

5. Академическая история Югры: в 8 т. / Том 5. Югра в составе Российской империи во второй четверти XIX – начале XX вв. / Отв. ред. С.В. Кодан, К.А. Соловьёв. Ханты-Мансийск: АО Изд. дом «Новости Югры», 2024. 720 с.

6. Академическая история Югры: в 8 т. / Том 6. Югра в 1917-1953 гг.: на пути модернизации / Отв. ред. Г. Е. Корнилов, В. В. Кондрашин. Ханты-Мансийск: АО Изд. дом «Новости Югры», 2024. 720 с.

7. Академическая история Югры: в 8 т. / Том 7. Второе «покорение Сибири»: Ханты-Мансийский автономный округ – Югра в годы становления и развития нефтегазового комплекса (1953-1991) / Отв. ред. Е.Ю. Зубкова, А.И. Прищепа. Ханты-Мансийск: АО Изд. дом «Новости Югры», 2024. 712 с.

8. Академическая история Югры: в 8 т. / Том 8. Югра в 1991–2023 гг. / Отв. ред. С.В. Журавлёв, В.К. Нехайчик. Ханты-Мансийск: АО Изд. дом «Новости Югры», 2024. 776 с.

4. Подготовка и издание коллективной монографии «Росписи Георгиевского собора Юрьева монастыря: археология и искусство»

Издание представляет результаты исследования фрагментов фресок Георгиевского собора Юрьева монастыря в Новгороде, созданных в XII в. и несколько раз поновленных до начала XIX в. **(Рис. 181).** Части настенной росписи, сбитой со стен храма в XIX в., были собраны в процессе многолетних (с 2013 года) архитектурно-археологических работ Института археологии РАН как в интерьере собора, так и на территории монастыря. Важнейшим результатом исследований является демонстрация возможностей качественно нового комплексного подхода к изучению фресковой живописи, впервые реализованного в отечественной науке в подобном масштабе. Показан полный срез всех имеющихся в настоящий момент знаний о георгиевских росписях: история археологических раскопок; обзор истории и особенностей изучения фресок во фрагментах; результаты масштабных комплексных естественно-научных исследований материалов настенной росписи и особенностей технологии фрескового производства Новгорода XII в. Также опубликован подробный каталог фрагментов фресок (более 400 000 экз.), в котором представлены различные категории настенных росписей.

Организация: Институт археологии РАН.

Руководители проекта: зам. директора ИА РАН к. искусствовед. Вдовиченко М.В.; чл.-корр. РАН Седов Вл.В.

Публикации:

Росписи Георгиевского собора Юрьева монастыря: археология и искусство. М.: Институт археологии РАН, 2024. 656 с.



Рис. 181. Книга «Росписи Георгиевского собора Юрьева монастыря: археология и искусство»

5. Завершение работы над изданием «Российской исторической энциклопедии», в 18 тт.

«Российская историческая энциклопедия» является фундаментальным трудом, работа над которым продолжалась более 10 лет и была завершена в 2024 году публикацией заключительных, сдвоенных 15-16 и 17-18 томов энциклопедии (**Рис. 182**). Уникальная специализированная энциклопедия, посвящённая истории человечества, охватывает все эпохи, страны и народы мира, демонстрируя современный уровень развития исторической науки. В каждый том включены как статьи конкретно-исторического содержания, так и теоретико-методологические понятия и термины, что позволило представить фактический материал актуальный по настоящее время, научные интерпретации событий прошлого, а также современный профессиональный язык исторической науки. Введение в научный оборот недавних открытий и новых исторических источников, использование современных концепций и подходов позволили авторскому коллективу продемонстрировать новейшие достижения исторической науки. «Российская историческая энциклопедия» призвана формировать научно обоснованный взгляд на исторический процесс в целом, на важнейшие события и роль выдающихся исторических деятелей. Авторский коллектив двух томов, вышедших в 2024 году, составляет 261 человек, как сотрудников Института всеобщей истории РАН, специалистов из других академических учреждений и вузов Российской Федерации, так и зарубежных учёных (из Белорусси, Израиля, Китая, Кореи, Молдавии, Украины).

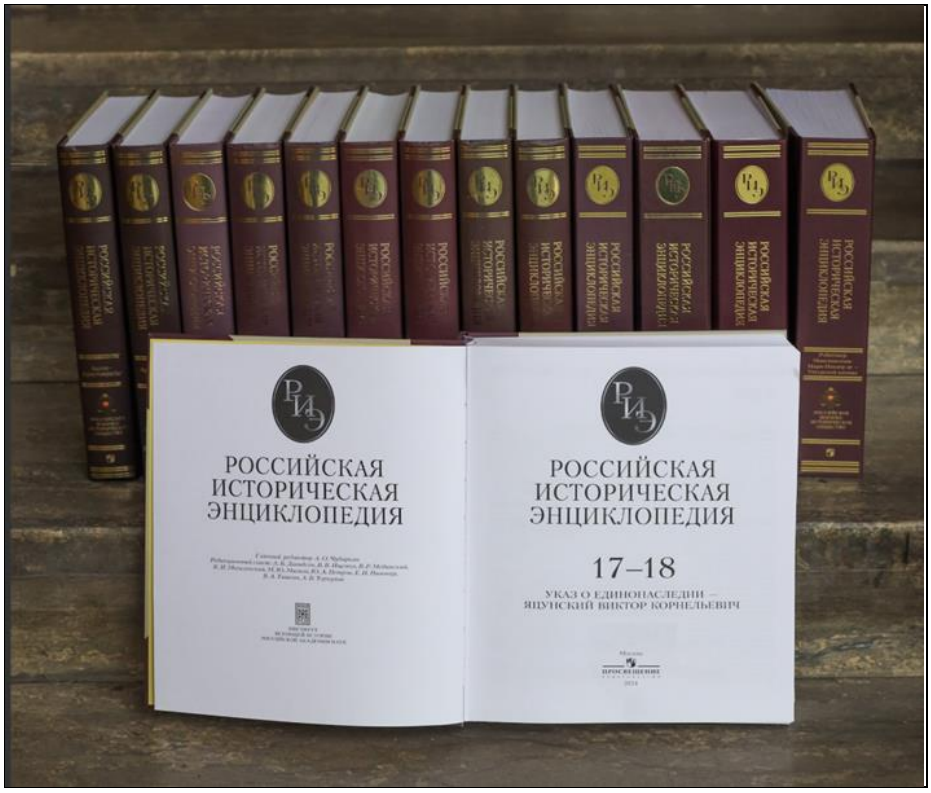


Рис. 182. Издание «Российская историческая энциклопедия», в 18 тт.

Организация: Институт всеобщей истории РАН.
Руководитель проекта: ак. РАН Чубарьян А.О. (главный редактор).
Публикации:

1. Российская историческая энциклопедия / Т. 15-16: Робеспьер, Максимилиан-Мари-Изидор де – Уйгурский каганат. М.: «Просвещение», 2024. 824 с.

2. Российская историческая энциклопедия / Т. 17-18: Указ о единонаследии – Яцунский Виктор Корнельевич. М.: «Просвещение», 2024. 808 с.

6. Подготовка и издание коллективной монографии «Ногайцы» в серии «Народы и культуры»

Настоящий труд, завершающий серию «Народы и культуры», по охвату аспектов истории и культуры ногайцев не имеет аналогов (Рис. 183). Ногайцы – один из коренных тюркских народов Российской Федерации. По данным переписи 2020 – 2021 годов в России проживает 109 тыс. ногайцев: преимущественно в Дагестане, Карачаево-Черкесии, Ставропольском крае, а также в Чеченской республике, Крыму, Астраханской области, представлены и в других регионах (Рис. 184). Современные ногайцы – это потомки многочисленного в прошлом народа, который в XV-XVIII вв. создал ряд политий, таких как Ногайская Орда, Большая и Малая Ногайские орды, Едисанская, Едишкульская, Джембойлукская и Буджакская орды. В книге рассматриваются вопросы происхождения ногайцев, основные вехи истории, материальная и духовная культура, общественные, семейные обычаи и обряды, современные этнополитические процессы. Впервые вводятся в научный оборот материалы исследований по духовной культуре ногайцев: традиционным играм, метрологии, мифологии, народной музыке, хореографическому и театральному искусству и др. При работе использованы неопубликованные ранее архивные источники, уникальные данные полевых этнографических, фольклорных, лингвистических и археологических экспедиций.

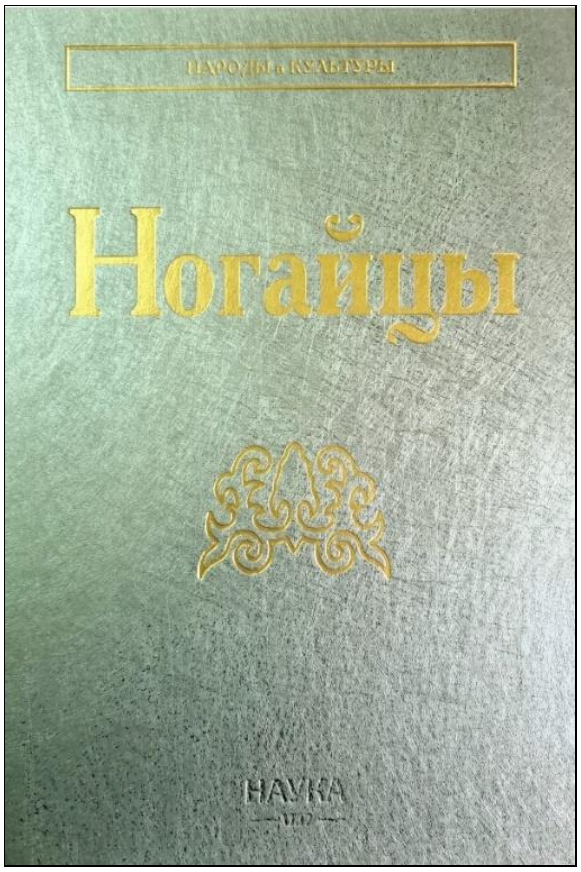


Рис. 183. Издание «Ногайцы (серия «Народы и культуры»)

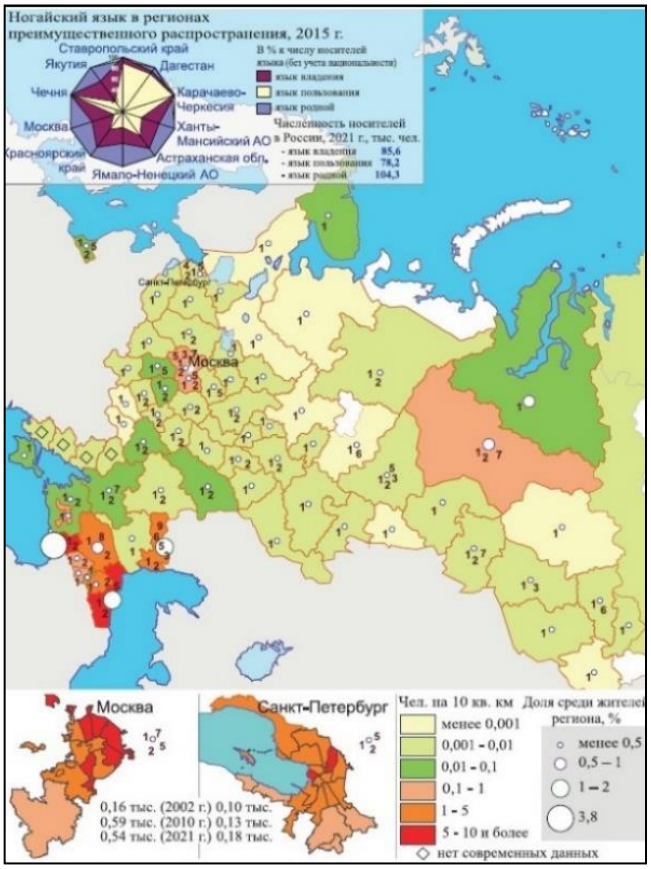


Рис. 184. Ногайцы в Российской Федерации (по данным Всероссийской переписи населения 2020/21 гг.)

Организация: Институт этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая РАН.

Руководители проекта: чл.-корр. РАН Трепавлов В.В., к.и.н. Зинеева З.З., д.и.н. Керейтов Р.Х., ак. РАН Тишков В.А., к.и.н. Миссонова Л.И.

Публикации: Ногайцы. М.: Наука, 2024. 736 с. – (Народы и культуры).

СЕКЦИЯ ЯЗЫКА И ЛИТЕРАТУРЫ

1. Завершение издания Собрания сочинений А.С. Пушкина в 12 томах (13 книгах)

В 2024 году в Институте мировой литературы им. А.М. Горького РАН завершился большой пушкинский проект «Собрание сочинений А.С. Пушкина в 12 томах (13 книгах)» – художественные произведения, критические и публицистические труды, письма, рисунки, пометы и деловые бумаги А.С. Пушкина, размещённые в хронологическом порядке (**Рис. 185**). Решение это, во многом беспрецедентное, стало методологическим прорывом в современном пушкиноведении. Издание является своего рода художественной биографией Пушкина, позволяющей проследить творческий процесс в его реальном времени. А потому принципиально важным оказалось соположение пушкинских художественных текстов с его критикой и публицистикой, письмами, наконец, рисунками. Не предполагающее обширных комментариев, издание рассчитано на сотворчество читателя, способного угадать и домыслить, опираясь на столь неожиданно явленные скрепы, логику возникновения тех или иных замыслов и их движение во времени. Были освещены сложные проблемы, которые стояли перед издателями и комментаторами во время работы над изданием, и среди них, первейшая – установление времени создания текстов, далеко не всегда имеющая однозначное решение, но чреватая разного рода идеологическими импликациями.

Организация: Институт мировой литературы им. А.М. Горького РАН.

Руководитель проекта: чл.-корр. РАН Дмитриева Е.Е.

Публикации:

Пушкин. Собрание сочинений. Т. XII, Кн. 1 / Отв. ред. В.М. Есипов. М.: ИМЛИ РАН, 2024. 480 с.

Пушкин. Собрание сочинений. Т. XII, Кн. 2 / Отв. ред. В.М. Есипов. М.: ИМЛИ РАН, 2024. 608 с.

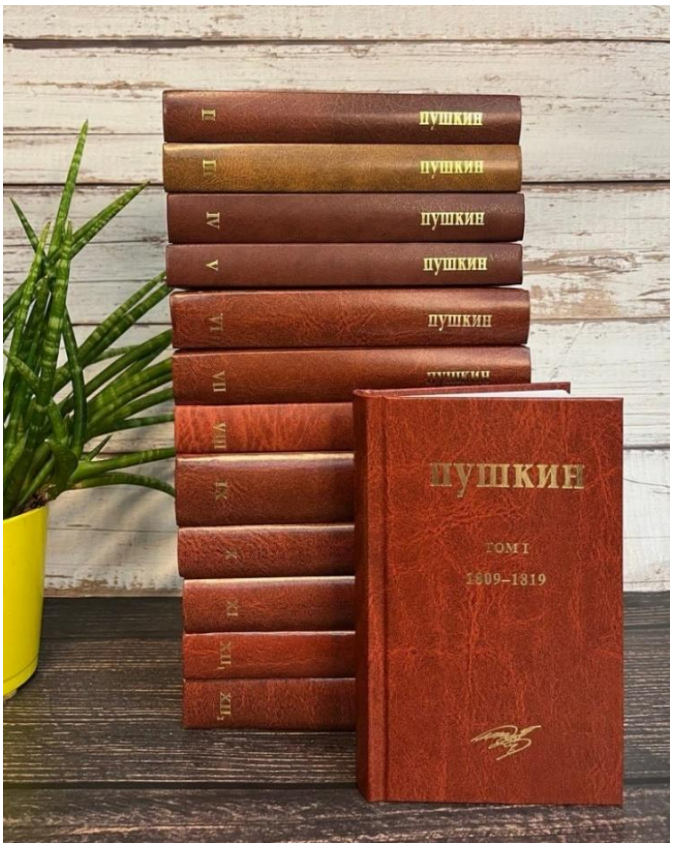


Рис. 185. Собрание сочинений А.С. Пушкина в 12 томах (13 книгах)

2. Научно-просветительский ресурс «Пушкин цифровой»

В октябре 2024 года открыт широкий доступ к научно-просветительскому ресурсу «Пушкин цифровой» (https://pushkin.digital/). Ядром информационной системы является полнотекстовая база данных, содержащая машиночитаемые тексты художественных произведений и писем А.С. Пушкина (более 2 000 текстов), цифровые изображения всех его рукописей (около 15 000 страниц), цифровые копии прижизненных изданий и научных публикаций (более 3 000 изданий), машиночитаемые тексты научных комментариев (около 10 000 страниц), созданных Институтом русской литературы (Пушкинский Дом) РАН, а также перекрестные связи между всеми упомянутыми материалами (Рис. **Рис. 186**). Ещё одной особенностью проекта стало объединение в единую систему строго научного и научно-популярного подходов к содержанию и представлению информации. Раздел «Экскурсы» представляет научно-популярный комментарий к наиболее известным произведениям, словарь (глоссарий) литературоведческих терминов и биографические сведения о людях, составлявших круг общения А.С. Пушкина. Данный проект разрабатывается и реализуется в рамках указа Президента Российской Федерации от 05.07.2021 № 404 «О 225-летии со дня рождения А.С. Пушкина».

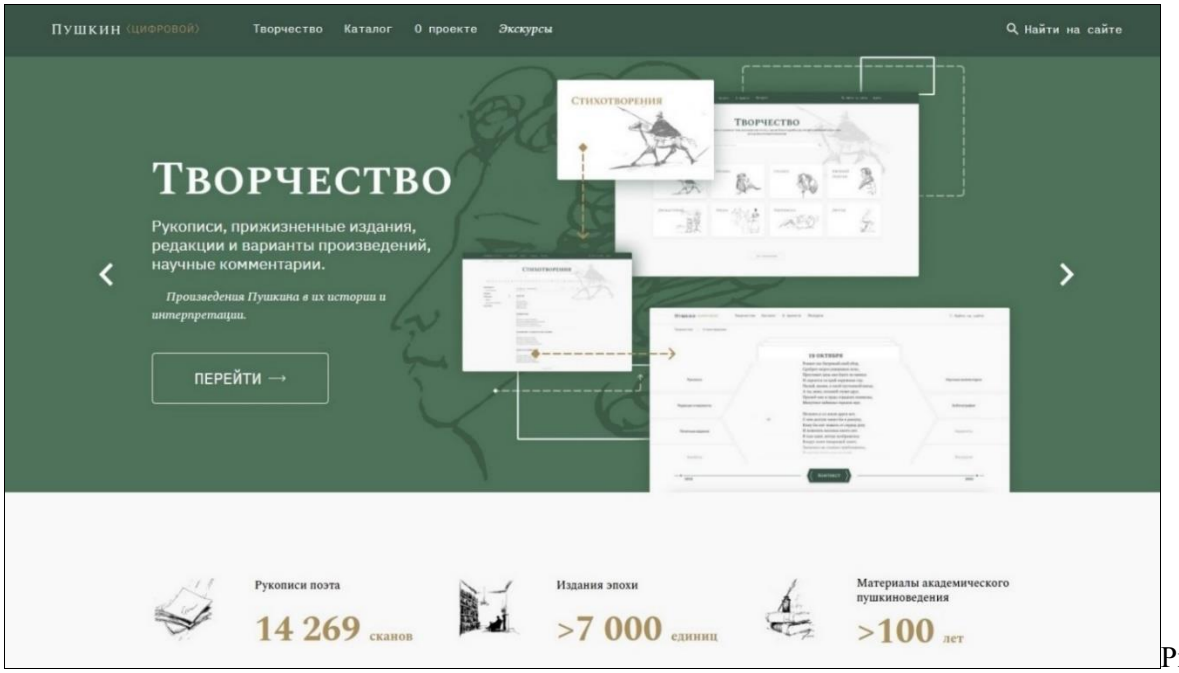


Рис. **Рис. 186**. Пример интернет-страницы Научно-просветительского ресурса «Пушкин цифровой» (https://pushkin.digital/)

Организации-соисполнители: Институт русской литературы (Пушкинский Дом) РАН, Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр РАН, Национальный исследовательский университет ИТМО.

Руководитель проекта: д.ф.н. Головин В.В.

3. Активный словарь русского языка

Активный словарь русского языка разрабатывается с опорой на важнейшие достижения отечественной и европейской лексикографии и с учётом результатов современной теоретической лингвистики во всех важных для лексикографии областях (**Рис. 187**). Словарь ставит своей целью сообщение такого объёма сведений о каждом включённом в него слове в каждом из фиксируемых в словаре значений, которые необходимы не только для понимания этого слова в произвольном контексте, но и для его правильного использования в собственной речи говорящих. Он содержит полную информацию о следующих свойствах слова: а) его грамматических формах; б) его

специфической просодии – в тех редких случаях, когда такая специфика имеет место; в) его значениях в форме развернутых аналитических толкований; г) закономерных видоизменениях лексических значений и значений грамматических форм в определенных контекстуальных условиях; д) управлении и вариантах управления в данном лексическом значении, если они возможны; е) специфичных для слова в данном значении синтаксических конструкциях; ж) лексико-семантической сочетаемости слова в данном значении; з) прагматических условиях его употребления; и) его «лексическом мире» (синонимах, аналогах, антонимах, дериватах и других семантически связанных с ним словах). Каждая словарная статья снабжена обширными иллюстрациями, преимущественно из Национального корпуса русского языка.

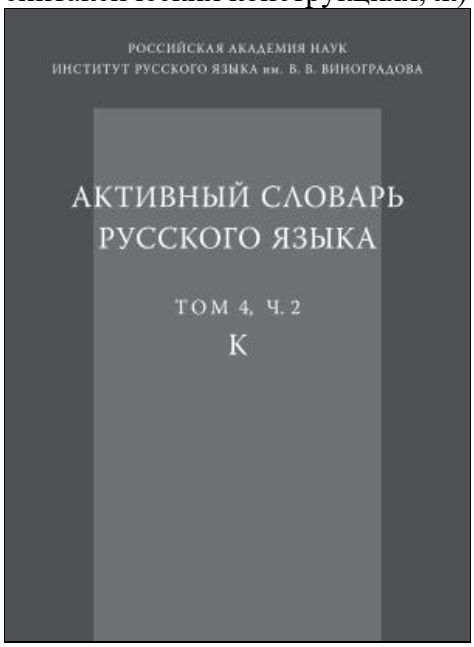


Рис. 187. Активный словарь русского языка, Т. 4, ч. 2

Организация: Институт русского языка им. В.В. Виноградова РАН.

Руководители: д.ф.н. Апресян В.Ю. (ИРЯ РАН); к.ф.н. Галактионова И.В. (МГУ им. М.В. Ломоносова); к.ф.н. Иомдин Б.Л. (ИРЯ РАН).

Публикация:

Активный словарь русского языка / Под общим руководством академика РАН Ю.Д. Апресяна. Т. 4, ч. 2. Электрон. текстовые данные. М.: МЦНМО, 2024. 681 с.

4. Издание книги «Очерки общей и русской фразеологии».

В книге (**Рис. 188**) рассматриваются фундаментальные проблемы фразеологии: категория идиоматичности, специфика фразеологизмов как особой части лексикона, специфика семантики фразеологизмов, связь актуального значения фразеологизма с внутренней формой, морфологические и синтаксические особенности фразеологизмов.



Рис. 188. Издание «Очерки общей и русской разеологии»

Обсуждается дискурсивное поведение идиом, их авторские характеристики, а также связь теории фразеологии с Грамматикой конструкций. Среди частных вопросов в книге уделяется внимание отдельным классам фразеологизмов: идиомам, пословицам и фразеологизмам-конструкциям. Разбирается соотношение семантики идиом и жестов. В качестве теоретической основы используются положения современной лингвистической семантики, теоретической лексикографии, теории дискурса и корпусной лингвистики. Монография адресована как специалистам по фразеологии, лексической семантике и лексикографии, так и студентам-филологам.

Организация: Институт русского языка им. В.В. Виноградова РАН.

Авторы: Баранов А.Н., Добровольский Д.О.

Публикация:

Баранов А.Н., Добровольский Д.О. Очерки общей и русской фразеологии. М.: Издательский Дом ЯСК, 2024. 280 с. – (Studia philologica).

5. Публикация коллективной монографии «Таксис в славянских языках. Типологический анализ» (в 2 тт.)

Коллективная монография (

Рис. 189) содержит подробное описание функционально-семантической категории таксиса в современных славянских языках с позиций генетической типологии. В ней представлено подробное описание средств выражения функционально-семантической категории «таксис» почти во всех современных славянских языках с литературной нормой, а также в молизско-славянском «микроязыке». Все главы опираются на единую теоретическую концепцию таксиса и написаны по общему плану.



Рис. 189. Издание «Таксис в славянских языках. Типологический анализ», в 2 тт.

Организация: Институт лингвистических исследований РАН.

Руководители: д.ф.н. Храковский В.С. (ИЛИ РАН); профессор Амстердамского университета А. Барентсен (отв. редакторы).

Публикации:

1) Таксис в славянских языках. Типологический анализ. Том I / Отв. ред. В.С. Храковский, А. Барентсен. М.: Издательский Дом ЯСК, 2024. 832 с.

2) Таксис в славянских языках. Типологический анализ. Том II / Отв. ред. В.С. Храковский, А. Барентсен. М.: Издательский Дом ЯСК, 2024. 592 с.

Сельскохозяйственные науки

О реализации государственной научно-технической политики в Российской Федерации в сфере сельскохозяйственных наук и важнейших научных результатах, полученных российскими учеными в 2024 году

Государственная научно-техническая политика в сфере сельскохозяйственных наук в Российской Федерации направлена на реализацию Указа Президента Российской Федерации от 21.07.2016 № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства» и приоритетных направлений развития сельского хозяйства, определенных Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 28.02.2024 № 145, Стратегией развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 08.09.2022 № 2567-р.

Разнообразие эколого-географических и почвенно-климатических условий в Российской Федерации требует проведения научных исследований в комплексе – фундаментальных, поисковых и прикладных, тематика которых в 2024 году выполнялась в соответствии с Программой фундаментальных научных исследований Российской Федерации на период 2021-2030 годы по шести основным направлениям: экономика, земельные отношения и социальное развитие села; земледелие, мелиорация, водное и лесное хозяйство; растениеводство, защита и биотехнология растений; зоотехния и ветеринария; механизация, электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства; хранение и переработка сельскохозяйственной продукции.

Анализ результатов выполнения этих научных исследований показал, что по ряду направлений фундаментальной сельскохозяйственной науки исследования, проводимые российскими учеными, находятся на мировом уровне. К ним относятся комплексные фундаментальные и прикладные исследования, направленные на создание новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, пород, типов и кроссов животных, птиц, насекомых и аквакультуры; разработку технологий, технологических систем и процессов производства сельскохозяйственного сырья и продуктов его переработки, новых видов удобрений, ветпрепаратов, продуктов питания.

По направлению экономики, земельных отношений и социального развития села в условиях негативных тенденций, сложившихся на фоне обострения геополитической ситуации, усиления санкционного давления западных стран и усугубления процессов экономической и технической изоляции, в целях ускоренного преодоления зависимости от иностранных технологий в сельском хозяйстве, повышения эффективности и конкурентоспособности сельскохозяйственного производства и наращивания экспортного потенциала наибольшую значимость приобретает поиск путей научно-технологического развития сельского хозяйства, совершенствование материально-технического обеспечения производства агропродовольственной продукции, разработка и реализация стратегических направлений повышения эффективности агропромышленного комплекса, устойчивого развития сельских территорий в интересах достижения параметров продовольственной безопасности и технологического суверенитета Российской Федерации.

Результаты научных исследований, проведенных учеными Отделения сельскохозяйственной наук РАН в 2024 году, позволили разработать научную продукцию, к важнейшей из которой относятся:

− модель экономического механизма развития сельского хозяйства на основе экономико-математического моделирования, обеспечивающая повышение конкурентоспособности агропромышленного комплекса страны, удовлетворение

потребностей внутреннего рынка, расширение экспорта продовольствия и сельскохозяйственного сырья (ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ);

− предложения по совершенствованию направлений и инструментов структурных преобразований агропродовольственного комплекса России в кризисных условиях, обеспечивающие создание устойчивой системы ведения сельского хозяйства, повышение конкурентоспособности агропродовольственной продукции на мировом рынке и наращивание экспорта продукции с высокой добавленной стоимостью (ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ);

− теоретические положения и прикладные рекомендации по формированию усовершенствованной системы управления развитием сельских территорий, обеспечивающие развитие и полноценное использование экономического и социального потенциала сельского населения, расширение и повышение устойчивости системы сельского расселения, обеспечение заселенности и хозяйственного освоения сельских территорий, рационального использования земельных, лесных, водных и иных природных ресурсов (ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ);

− предложения и рекомендации по развитию и модернизации системы материально-технического обеспечения производства и товародвижения агропродовольственной продукции в России и совершенствованию ресурсного обеспечения и ресурсосбережения в процессах производства, обеспечивающие совершенствование управления материально-технического обеспечения производства агропродовольственной продукции, снижение проблемы ресурсно-технологической импортозависимости и формирование устойчивости АПК к внешним и внутренним вызовам (ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ).

К разработкам мирового уровня относятся организационно-экономические механизмы и меры по обеспечению коллективной продовольственной безопасности Союзного государства в условиях усиления санкционного давления на его страны и проведения СВО, обеспечивающие повышение качества и уровня жизни граждан России и Беларуси, а также наращивание экспортного потенциала сельскохозяйственной и продовольственной продукции (ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ).

По направлению земледелия, мелиорации, водного и лесного хозяйства продолжены исследования по сохранению и повышению плодородия почв в различных природно-климатических зонах России, эффективному использованию природно-ресурсного потенциала агроландшафтов, разработке новых агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур, конструированию эффективных микробно-растительных систем, мелиоративных, агролесомелиоративных и лесохозяйственных комплексов в условиях глобальных изменений климата.

По результатам исследований в 2024 году с использованием научного задела прошлых лет разработаны:

− ресурсосберегающая технология повышения плодородия чернозёмных почв, предназначенная для использования в адаптивно-ландшафтных системах земледелия, осваиваемых в условиях плакорных, ложбинно-балочных и межбалочно-полевых агроландшафтов (ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева»);

− технология возделывания бобовых агрофитоценозов при орошении в Нижнем Поволжье, обеспечивающая повышение продуктивности и качества корма (0,55-0,65 кормовых единиц, 120-163 г переваримого протеина, 9,6-10,2 МДж обменной энергии) (ВНИИОЗ – филиал ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова»);

− технология прямого посева гороха в Центрально-Черноземном регионе для сохранения и воспроизводства почвенного плодородия, обеспечивающая накопление продуктивной влаги за зимний период на 22%, повышение урожая зерна гороха на 11% (ФГБНУ «Курский ФАНЦ»);

− новый способ защиты почв от эрозии в лесополосах комбинированной конструкции, обеспечивающий наиболее эффективное размещение посадок низкорослого

кустарника в условиях лесостепи, степи и сухой степи (ФГБНУ «ФНЦ агроэкологии РАН»);

− способы оптимизации эродированной пашни и пастбищ на склонах в условиях Центрального Предкавказья, предназначенные для решения методических и практических вопросов перехода к адаптивно-ландшафтному земледелию на уровне фермерских хозяйств в склоновых агроландшафтах Центрального Предкавказья (ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ»).

К разработкам мирового уровня относится Национальный доклад «Глобальный климат и почвенный покров России» (том 1 - 4, М., 2018, 2019, 2021, 2024), в завершающем томе которого «Глобальный климат и почвенный покров России» анализируются климатические изменения Арктической зоны Российской Федерации и их последствия для почвенного покрова и сельскохозяйственного освоения, запасы, баланс и динамика органического углерода, парниковых газов (ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»).

По направлению растениеводства, защиты и биотехнологии растений продолжались исследования по созданию высокоурожайных сортов и гибридов сельскохозяйственных растений, разработке методов управления селекционным процессом, сортовых технологий и средств защиты растений.

Результаты фундаментальных исследований, проведенных в 2024 году, позволили разработать:

− технологию генотипирования сахарной свеклы (*Beta vulgaris*) по 10 микросателлитным локусам: FDSB1001, FDSB1033, SB04, SB09, SB15, Unigene16898, Unigene17623B, Unigene17923, Unigene26753, Unigene27833, предназначенную для генетической идентификации линий сахарной свеклы, контроля качества гибридизации на всех стадиях селекционного процесса (ФГБНУ ВНИИСБ);

− схему оздоровления растительного материала винограда от основных инфекций биотехнологическими методами; составлен паспорт технологии оздоровления растительного материала винограда биотехнологическими методами (ФГБУН «ВННИИВиВ «Магарач» РАН»);

− методики для паспортизации яровой мягкой пшеницы на основе набора из 12 SSR-маркеров сортов и линий ячменя из коллекции ФИЦ Немчиновка на основе набора из 14 микросателлитных маркеров (ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка»);

− регламенты применения (нормы и сроки применения) 286 новых пестицидов: 88 инсектицидов (8 на биологической основе), 95 фунгицидов (12 на биологической основе), 96 гербицидов и 7 родентицидов (ФГБНУ ВИЗР);

− ассортимент новых природоподобных, химических и биологических средств защиты зерновых, овощных, плодовых, зернобобовых культур, состоящий из 33 инсектицидов, 40 фунгицидов и 51 гербицида (ФГБНУ ВИЗР).

Созданы:

− *сорт пшеницы мягкой озимой КубГАУ-100.* Разновидность *lutescens.* Сорт создан методом индивидуального отбора в пятом поколении из гибридной популяции, полученной от скрещивания линий 665sv-24 и 2877к-2. Сорт короткостебельный, высота растений 80-105 см. Зимоморозостойкость высокая. Гармоничное сочетание скороспелости, устойчивости к полеганию и стабильно высокой продуктивности с хорошими хлебопекарными качествами зерна на фоне генетической устойчивости к бурой и стеблевой ржавчине, септориозу и мучнистой росе позволит эффективно возделывать сорт при минимальном уровне пестицидной нагрузки. По всем показателям соответствуют ценной пшенице. Среднее содержание белка в зерне 13,3%, сырой клейковины 23,0%. Объем хлеба в среднем 793 см^3, общая хлебопекарная оценка 4,3 балла. Максимальная урожайность сорта КубГАУ-100 на уровне 13,18 т зерна с 1 га получена по предшественнику горох (ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко»);

− *сорт озимой ржи Самородок.* Средняя урожайность – 5,0 т/га, максимальная урожайность – 7,26 т/га. Вегетационный период 294–319 суток. Устойчивость к полеганию высокая – 4,9 баллов. Высокая густота стеблестоя. Масса 1000 зерен 25,2–34,8 г. Содержание белка в зерне на уровне стандарта (11,2%). Отличается низкой активностью альфа-амилазы (число падения – 273 сек., высота амилограммы – 713 е.а.). Среднеустойчив к бурой ржавчине. (ФГБНУ СамНЦ РАН, ФГБНУ ФИЦ «Немчиновка»);

− *сорт ячменя озимого Генерал* с высоким темпом начального роста. Урожайность 8-10 т/га, максимально реализованная – 12,3 т/га, что на 1,7 т/га выше стандарта (сорт Иосиф). Крупнозёрный - масса 1000 зёрен 43-53 г. Натура зерна высокая - 716 г/л. Содержание белка в зерне 10%. Высокоустойчив к полеганию. Обладает средней зимоморозостойкостью. Высокая полевая устойчивость к основным листовым болезням позволяет возделывать его на среднем фоне минерального питания и в органическом земледелии без применения фунгицидов. Превосходит сорт Иосиф по устойчивости к мучнистой росе (на 2 балла), сетчатой пятнистости (на 0,5 балла) и темно-бурой пятнистости (на 1,5 балла) (ФГБНУ НЦЗ им. П.П. Лукьяненко);

− *сорт риса Александр* адаптивный, высококачественный, среднеспелый (вегетационный период 114-116 суток). Зерно короткое, полуокруглой формы. Масса 1000 зерен – 30-31 г. Сорт среднеустойчив к пирикуляриозу. Устойчивость к полеганию высокая (8 баллов из 10). Высокая устойчивость к осыпанию, но обмолачивается легко. Потенциальная урожайность – 9-10 т/га. Обладает средними темпами роста в начальный период развития растений и средней полевой всхожестью, поэтому рекомендуется выращивать при укороченном затоплении. Каша белая полурассыпчатая, отличного рисового вкуса. Крупа рекомендуется для приготовления гарниров, плова, каши (ФГБНУ «ФНЦ риса»);

− *гибрид кукурузы Воронежский 270 СВ* среднеранний (ФАО 270), универсального назначения использования. Растения высокорослые (240-270 см), не кустящиеся, хорошо облиственные, высота прикрепления початка средняя (80-95 см). Урожайность зерна достигает 11 т/га. Выход зерна при обмолоте початков – 81-83%. Устойчивость к полеганию и болезням хорошая. Семеноводство гибрида ведется на стерильной основе С-типа ЦМС по схеме полного восстановления фертильности (ФГБНУ ВНИИ кукурузы);

− *сорт яблони Эдие* позднелетнего срока созревания. Дерево среднерослое. Средняя урожайность 11-15 т/га. Зимостойкость средняя. Стойкость к парше средняя, к мучнистой росе высокая. Плоды крупные и очень крупные массой 125-215 г. Основная окраска в период съемной зрелости зеленоватая, с розово-красным размытым румянцем по большей части поверхности. Мякоть белая, плотная, сладко-кислого вкуса (4,3 балла). В плодах сухих растворимых веществ содержится 14,8%, сахаров – 11,5%, органических кислот – 1,1%, а также витамин С – 14,0-15,7 мг/100 г сырой массы. Съемная зрелость плодов наступает в августе, потребительская – в августе-сентябре. Транспортабельность высокая (ФГБУН «НБС-ННЦ»).

К разработкам мирового уровня относятся: сохранение и развитие генофонда Российской Федерации в количестве 415 тыс. единиц хранения генетических ресурсов семенных коллекций, в т.ч. 365 тыс. единиц в контролируемых условиях хранилищ с учетом региональных и видовых особенностей растений (ФГБНУ ВИР).

По направлению зоотехнии и ветеринарии продолжены исследования по созданию новых селекционных форм в животноводстве; усовершенствованию традиционных пород, способных обеспечить импортозамещение генетических ресурсов животных, необходимых для интенсификации производства мясной и молочной продукции; разработке методик управления метаболизмом в организме животных для прижизненного формирования функциональных свойств продукции; созданию эффективной системы охраны здоровья животных и производства безопасной животноводческой продукции.

По результатам фундаментальных научных исследований, проведенных в 2024 году, с использованием научного задела прошлых лет, разработаны:

− система генетической паспортизации сибирского осетра (Acipenser baerii) ленской популяции аквакультурного происхождения, позволяющая идентифицировать чистопородность, достоверность происхождения, а также унифицировать родителей особей сибирского осетра, обеспечивающая индивидуальное установление принадлежности к виду, родственные связи между особями, что необходимо племенным и товарным рыбоводческим хозяйствам России для тестирования особей сибирского осетра (ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста);

− тест-система для расшифровки нуклеотидной последовательности фрагмента третьего экзона гена прионового протеина домашних коз, позволяющая выявить аллельные варианты аминокислот с 23 по 257 кодов на и определить генетическую устойчивость коз к скрепи (ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста);

− тест-система для полуколичественного определения титра антител к миостатину в сыворотке/плазме крови крупного рогатого скота (в том числе и рекомбинантному модифицированному) методом твердофазного иммуноферментного анализа (ELISA) для оценки эффективности иммунизации крупного рогатого скота вакцинами, содержащими рекомбинантный миостатин в качестве антигена (ВНИИФБиП – филиал ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста);

− тест-система для целевого SNP 2226443T>A в гене *LCORL* для генотипирования северных оленей, характеризующихся контрастными фенотипами по признаку «убойная масса», для подтверждения ассоциации убойной массы с разными генотипами этого SNP (ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста);

− методика снижения генетического груза в субпопуляциях голштинского скота, позволяющая вести подбор родительских пар, исключающих у потомков формирование гомозиготных летальных генотипов, и тем самым улучшить репродуктивные показатели на 3 % и не допустить снижения молочной продуктивности (ФГБНУ КНЦЗВ).

К разработкам мирового уровня относятся:

− способ получения генно-модифицированных кроликов с нокаутом гена GALNT17 с помощью системы CRISPR/Cas9, позволяющая создать модели повышения социальной активности животных при доместикации и для исследований генетических механизмов развития синдрома Уильямса-Бойрена у человека (ФГБНУ НИИПЗК);

− тест-система для анализа последовательностей фрагмента второго экзона локуса BoLA-DRB3.2, позволяющая типировать аллели, связанные с устойчивостью или чувствительностью к лейкозу крупного рогатого скота (ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста).

По направлению механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства продолжены работы по исследованию процессов энергообеспечения, энергоресурсосбережения, возобновляемых и альтернативных источников энергии, а также разработке экологически безопасных машинных технологий, роботизированной техники и цифровых систем для производства высококачественной сельскохозяйственной продукции.

Фундаментальные исследования, проведенные в 2024 году, с использоваием наработок предыдущих лет позволили разработать:

− автоматизированную машину для загрузки овощных культур и картофеля в хранилище/контейнеры, обеспечивающую повышение равномерности распределения корнеклубнеплодов по объёму хранилища и в контейнеры при формировании требуемого контура загрузки исполнительными элементами цифровой системы автоматизированного контроля и управления. Патенты РФ № 224422, № 2024102303, № 2024612899 (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ);

− универсальную систему (комплекс) машин для первичной переработки лубяных культур (технической конопли, льна-долгунца, льна масличного, джута и других лубяных

культур в спутанной массе), осенней и весенней уборки в однотипное неориентированное волокно высокой степени очистки производительностью до 800 кг/ч при выходе волокна 28-35% (ФГБНУ ФНЦ Лубяных культур);

− машину - вспушиватель лент льна ВЛН–3А для отрыва от земли и вспушивания лент льна, прибитых к почве дождями или проросших сорняками, с целью сохранения качества льнотресты в период вылежки стеблей льна, обеспечивающую качественное вспушивание лент льнотресты на высокой скорости 17-25 км/ч (ФГБНУ ФНЦ Лубяных культур);

− технологическую линию для первичной переработки технической конопли в виде спутанных ломаных стеблей осенней и весенней уборки, обеспечивающую ее переработку в пеньку однотипную высокого качества при снижении (в сравнении с аналогами) металлоемкости на 50% и затрат электрической энергии в 1,5-2,0 раза (ФГБНУ ФНЦ Лубяных культур);

К разработкам мирового уровня относится:

- роботизированная платформа с манипулятором, позволяющая проводить технологическую операцию поточной уборки плодов яблони с использованием мехатронных систем затаривания контейнеров, обеспечивающая уборку плодов семечковых культур в поточном режиме без участия человека. Система технического зрения на основе сверточной нейронной сети глубокого обучения позволяет распознавать и классифицировать плоды яблони на кроне дерева, определять их координаты в режиме реального времени. Патент РФ №2024688354 (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ).

По направлению хранения и переработки сельскохозяйственной продукции продолжены исследования по решению проблем интегрального контроля производства сельскохозяйственного сырья и продуктов питания, созданию инновационных технологий глубокой переработки сельскохозяйственного сырья; разработке методов управления процессами хранения сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов.

Фундаментальные исследования, проведенные в 2024 году с использованием наработок прошлых лет позволили разработать:

− метод определения безопасности зерна и норм по загрязнённости насекомыми с применением высокоэффективной жидкостной хроматографии, позволяющий быстро, точно, объективно определить заражённость и загрязнённость зерна и зернопродуктов насекомыми по наличию мочевой кислоты (ВНИИЗ - филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН);

− технологии мягких и полутвердых сыров из козьего и овечьего молока на основе совершенствования технологических решений их производства, подбора заквасочных культур и дополнительных нетрадиционных видов микроорганизмов (плесневых грибов), формирующих оригинальные органолептические характеристики продукта (ВНИИМС – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН);

− методики и компьютерную программу для неразрушающего контроля качества какао-бобов с использованием микрофокусной рентгенографии, позволяющие оптимизировать процесс сортировки какао-бобов для предотвращения поставок недоброкачественного сырья в Россию (ВНИИКП – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН);

− способ идентификации меда и других продуктов пчеловодства с использованием метода изотопной масс-спектрометрии и ИСП-МС, позволяющий получить информацию о его ботаническом и географическом происхождении (ВНИИПБиВП – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН);

− технологию производства мороженого с низким гликемическим индексом с различными композиционными составами подсластителей, с частичной и полной заменой сахарозы; технические требования на мороженое с сахарами и подсластителями для межгосударственного стандарта (ВНИХИ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН);

− методику оценки подлинности молока и молочных продуктов с использованием молекулярно-генетических методов для количественного определения содержания ДНК крупного рогатого скота в молоке и молочных продуктах (ФГАНУ ВНИИ молочной промышленности).

К разработкам мирового уровня относится технология производства хлебобулочных изделий, в том числе специализированного назначения для здоровьесбережения населения Арктической зоны Российской Федерации с использованием региональных видов сырья – порошков из высушенных резаных слоевищ лишайника цетрарии исландской, брусники, клюквы, позволяющая сбалансировать питание населения, снизив риски возникновения неинфекционных заболеваний (ФГАНУ «НИИ хлебопекарной промышленности»).

х х х

Результаты фундаментальных исследований, выполненных учеными сельскохозяйственной науки (методы селекции, включая и отдаленную гибридизацию, новые методы мобилизации, сохранения и рационального использования генофонда растений, животных, птиц, рыб и полезных насекомых, генно-инженерные конструкции симбиотических систем, генно-инженерные методы и биотехнологии создания растительно-микробных систем, устойчивых к стрессам, новые формы микроорганизмов и др.), послужили основой для проведения прикладных научных исследований, позволивших в 2024 году с учетом научного задела прошлых лет создать 229 конкурентоспособных сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, по урожайности и качеству продукции не уступающих мировым аналогам; одну породу животных; разработать 149 новых и усовершенствованных технологий и технологических процессов производства сельскохозяйственного сырья; 119 технологических способов и приемов производства сельскохозяйственной продукции; 64 единицы машин, приборов и оборудования; шесть вакцин, диагностикумов, препаратов и дезинфицирующих средств. Разработано новых и усовершенствовано существующих 96 методов и методик. Получено 785 патентов на изобретения и селекционные достижения.

По материалам исследований изданы 261 книга и монография, опубликовано 16,1 тыс. статей, в том числе 14,2 тыс. единиц в БД РИНЦ, 596 – в Web of Science, 673 – в Scopus.

х х х

Фундаментальные исследования в агропромышленном комплексе Российской Федерации в долгосрочной перспективе (прогноз до 2030 года) будут осуществляться по следующим направлениям.

В области экономики, земельных отношений и социального развития села.

Разработка новых и совершенствование существующих методологий и механизмов развития агропромышленного комплекса страны в целях совершенствования государственной аграрной политики, обеспечения расширенного воспроизводства в условиях усугубления существующих и возникновения новых глобальных вызовов и угроз. Разработка и совершенствование моделей и механизмов развития земельных отношений в сельском хозяйстве, реализации стратегических направлений развития сельских территорий.

В области земледелия, мелиорации, водного и лесного хозяйства.

Разработка и совершенствование систем воспроизводства плодородия почв, предотвращения всех видов деградации в условиях изменения климата, создание адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий нового поколения на основе цифровизации и регулирования потоков биогенных элементов в агроэкосистемах. Создание и эксплуатация оросительных и осушительных систем, агролесомелиоративных и лесохозяйственных комплексов. Разработка природоподобных технологий восстановления

плодородия мелиорированных земель.

В области растениеводства, защиты и биотехнологии растений.

Мобилизация, сохранение и изучение генетических ресурсов растений. Развитие сельскохозяйственной биотехнологии в целях создания новых высокопродуктивных форм культурных растений, устойчивых к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам среды. Создание новых генотипов растений с хозяйственно ценными признаками и устойчивостью к биотических и абиотическим стрессовым факторам в целях конструирования высокопродуктивных агрофитоценозов и агроэкосистем. Системы фитосанитарного прогнозирования на основе усовершенствования традиционных методов с использованием информационных технологий. Новые природоподобные, биологические и химические средства защиты растений.

В области зоотехнии и ветеринарии.

Мобилизация, сохранение и изучение генофонда животных, птиц, насекомых и аквакультуры. Новые генотипы животных, птиц, насекомых и аквакультуры с хозяйственно ценными признаками и устойчивыми к стрессовым факторам. Разработка нового поколения противовирусных, антибактериальных, противопаразитарных и противогрибковых лекарственных препаратов, в том числе биологически активных веществ, для сохранения эпизоотического благополучия и качества здоровья сельскохозяйственных животных, птиц, насекомых и аквакультуры. Обеспечение безопасности и противодействия биологическому терроризму.

В области механизации, электрификации и автоматизации.

Энергообеспечение и энергоресурсосбережение, возобновляемые источники энергии, беспилотные летательные аппараты и робототехника в агропромышленном комплексе. Интенсификация машинных технологий и новая энергонасыщенная техника для производства основных групп продовольствия; создание и применение робототехнических систем в сельскохозяйственном производстве.

В области хранения и переработки сельскохозяйственной продукции.

Базовые ресурсосберегающие технологии глубокой переработки сельскохозяйственного сырья, производства и хранения пищевых продуктов. Контроль качества продуктов питания.

Важнейшие достижения российских ученых в 2024 году

Проведение фундаментальных научных исследований на современном уровне позволило в завершающем цикле выполнения прикладных исследований получить не уступающую мировым аналогам научно-техническую продукцию. К важнейшей относится следующая.

В области земледелия, мелиорации, водного и лесного хозяйства для решения проблемы эффективного использования земли учеными разработаны технологии нового поколения.

Технология возделывания сельскохозяйственных культур в системе прямого посева (технология No-till) (**Рис. 190**) на черноземе обыкновенном предназначена для защиты почв от дефляции и водной эрозии, консервации и повышения плодородия, и содержания в почве углерода. Технология обеспечивает увеличение водопрочности и водопроницаемости почвы, повышение содержания в ней продуктивной влаги на 33-38%, снабжение растений элементами питания, рост численности и видового разнообразия почвенной мезофауны и микробиоты, увеличение урожайности возделываемых культур на 11-15%.

Разработчики: ФГБНУ «Северо-Кавказский ФНАЦ», ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева», ФГБУН «НИИСХ Крыма».

Авторы: д.с.-х.н. Дридигер В.К., ак. РАН Иванов А.Л., д.с.-х.н. Кулинцев В.В., д.с.-х.н. Белобров В.П. и др.



Рис. 190. Возделывание сельскохозяйственных культур (подсолнечника) в системе прямого посева

По направлению растениеводства, защиты и биотехнологии растений учеными созданы конкурентоспособные сорта сельскохозяйственных культур с высокой урожайностью и качеством продукции. К наиболее значимым из них относятся:

Сорт пшеницы мягкой озимой РАН 300 (**Рис. 191**) отличается высокой зерновой продуктивностью. Максимальная урожайность – 14 т/га. Качество зерна нового сорта соответствует требованиям, предъявляемым к сильным пшеницам. Содержание белка на полупаровых предшественниках (рапс, горох, нут, кукуруза/силос) – 14,1-15,5%, после пропашных (подсолнечник, кукуруза/зерно, сахарная свекла) – 12,5-13,7%; содержание клейковины – 27,0-32,0% и 24,0-26,0% соответственно. Отличается высокими показателями валориметрической оценки, времени образования и устойчивости теста, высоким объемным выходом хлеба (780-830 мл.) и общей хлебопекарной оценкой (4,3-4,6 балла). Зерновка стекловидная крупная, масса 1000 зерен – 45-56 г, на 15-20% превосходит стандартный сорт. Сорт полукарликовый (средняя высота – 81 см), высокоустойчив к полеганию, среднеспелый. Засухоустойчивость, жаростойкость и зимостойкость высокие, относится к группе сортов с повышенной морозостойкостью. На фоне искусственного заражения высокоустойчив к бурой, желтой ржавчине, мучнистой росе, устойчив к вирусным болезням, умеренно устойчив к стеблевой ржавчине и септориозу. Рекомендуется для возделывания по малопестицидным технологиям.

Оригинатор: ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко».

Авторы: ак. РАН Беспалова Л.А., чл.-кор. РАН Аблова И.Б., к.с.-х.н. Пузырная О.Ю., к.с.-х.н. Новиков А.В., к.с.-х.н. Керимов В.Р., д.с.-х.н. Кудряшов И.Н. и др.



Рис. 191. Сорт пшеницы мягкой озимой РАН 300

Сорт тритикале озимой Коллайдер (**Рис. 192**) отличается принципиально новой эффективной архитектоникой растения, со стабильно высоким уровнем морозостойкости. Зерно хлебопекарного назначения, с очень высоким припеком, белоснежным мякишем, для высококлассных хлебобулочных изделий. Максимальная урожайность – 12,51 т/га. Полукарликовый, высокоустойчив к полеганию. Зерно крупное, красное, сферическое, масса 1000 зерен 40,0-46,2 г, натура – 753-767 г/л, выход муки на 4-5% выше, чем у сортов *aestivumforme*. Содержание белка в среднем составило 14,1%, клейковины 26,9%, на высоком агрофоне достигает 29%. Объемный выход хлеба более 860 мл, общая хлебопекарная оценка 4,4-4,5 баллов. Хлеб обладает очень высокими вкусовыми достоинствами.

На фоне искусственного заражения сорт Коллайдер высокоустойчив к бурой и желтой ржавчинам, септориозу, мучнистой росе и вирусным болезням, устойчив к твердой головне и стеблевой ржавчине.

Оригинатор: ФГБНУ «НЦЗ им. П.П. Лукьяненко».

Авторы: ак. РАН Беспалова Л.А., чл.-кор. РАН Аблова И.Б., к.с.-х.н. Пузырная О.Ю., к.с.-х.н. Новиков А.В., к.с.-х.н. Агаев Р.А., д.с.-х.н. Кудряшов И.Н. и др.

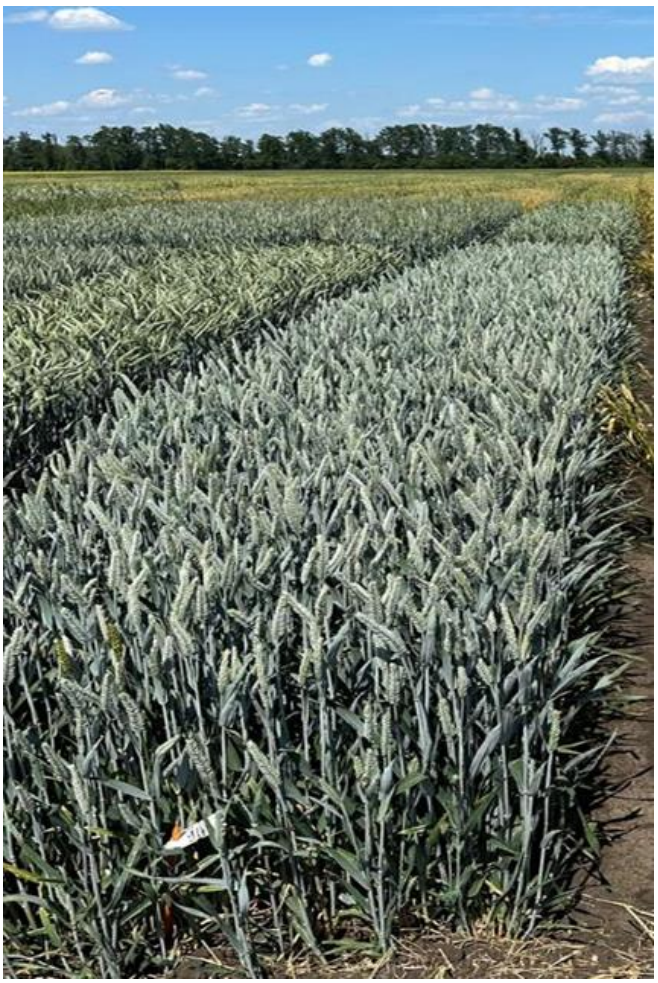


Рис. 192. Сорт тритикале озимой Коллайдер

Гибрид кукурузы Воронежский 270 СВ (**Рис. 193**) – среднеранний (ФАО 270), универсального назначения использования. Предназначен для выращивания на зерно в Нижневолжском регионе, на зерно и силос в Центрально-Черноземном, Северо-Кавказском и Средневолжском регионах. Основное преимущество гибрида – высокий потенциал зерновой продуктивности в среднеранней группе и пониженная уборочная влажность зерна. Гибрид соответствует современным требованиям технологии возделывания кукурузы. Урожайность зерна в благоприятных условиях выращивания достигает 11 т/га. В среднем урожайность составила 9,22 т/га с существенным превышением стандарта Воронежский 279 СВ на 1,49–2,54 т/га. Уборочная влажность зерна в среднем за три года составила 23,3% – ниже, чем у стандарта на 2,0%. Выход зерна при обмолоте початков составляет 81–83%. Устойчивость к полеганию и болезням хорошая.

Семеноводство гибрида ведется на стерильной основе С-типа ЦМС по схеме полного восстановления фертильности.

Оригинатор: ФГБНУ ВНИИ кукурузы.

Авторы: д.с.-х.н. Горбачева А.Г., д.с.-х.н. Орлянский Н.А., к.с.-х.н. Зубко Д.Г., к.с.-х.н. Орлянская Н.А.



Рис. 193. Гибрид кукурузы Воронежский 270 СВ

Гибрид подсолнечника Сурус ВО (**Рис. 194**) относится к среднеспелой группе. Вегетационный период – 110 суток от всходов до уборочной спелости. Содержание олеиновой кислоты в масле составляет более 85%. Характеризуется высокой урожайностью (4,5 т/га), масличностью семянок (48%), обладает устойчивостью к заразихе (расы А-Е), ложной мучнистой росе (раса 330), проявляет толерантность к фомопсису. Гибрид Сурус ВО предназначен для выращивания в производственных системах на основе использования гербицидов (сульфонилмочевин). С целью получения высокоолеинового масла из товарных семян рекомендуемая густота стояния растений к уборке – 50-60 тыс./га.

Оригинатор: ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК.

Авторы: д.б.н. Демурин Я.Н., к.б.н. Пихтярёва А.А., к.б.н. Чебанова Ю.В., к.б.н. Перетягина Т.М. и др.



Рис. 194. Гибрид подсолнечника Сурус ВО

Сорт картофеля Добрыня (**Рис. 195**) среднеспелый, столового назначения. Клубни желтые, удлиненно-овальной формы. Кожура гладкая, мякоть клубня светло-желтая. Многоклубневый – количество клубней под кустом 23-30 шт., масса товарного клубня 110-130 г. Потенциальная урожайность 50,0-60,0 т/га. Вкус отличный, не темнеет в свежем и вареном виде. Содержание сухих веществ 18,0-21,0%. Сорт устойчив к раку и золотистой цистообразующей картофельной нематоде.

Предлагается для выращивания в Центральном, Центрально-Черноземном, Волго-Вятском, Средневолжском регионах Российской Федерации.

Оригинатор: ФГБНУ «ФИЦ картофеля им. А. Г. Лорха».

Авторы: д.с.-х.н. Симаков Е.А., к.с.-х.н. Митюшкин А.В., к.с.-х.н. Журавлев А.А., д.с.-х.н., к.с.-х.н. Митюшкин Ал-р. В., к.с.-х.н. Гайзатулин А.С. и др.



Рис. 195. Сорт картофеля Добрыня

Гибрид свеклы сахарной Партнер (**Рис. 196**) – генетически одноростковый диплоидный гибрид на стерильной основе урожайно-сахаристого типа, пригоден для средних сроков уборки. Вегетационный период – 165-175 суток. За годы испытаний в полевых условиях Северо-Кавказского региона средняя урожайность корнеплодов составила 63,87 т/га, содержание сахара – 16,6%, сбор сахара – 10,57 т/га. Масса корнеплода - 755,0 г. Растения слабо поражались корневыми гнилями и корнеедом.

Оригинатор: ФГБНУ «Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свёклы».

Авторы: к.с.-х.н. Логвинов А.В., к.с.-х.н. Мищенко В.Н., к.б.н. Логвинов В.А. и др.



Рис. 196. Гибрид сахарной свеклы Партнер

Сорт яблони Сефа (**Рис. 197**) позднелетнего срока созревания. Дерево среднерослое, ветвистое. В плодоношение на слаборослом подвое вступает на 2-3-й год. Урожайность до 37 т/га. Плоды крупные средней массой 154 г, одномерные, конические, гладкие. Основная окраска в период съемной зрелости зеленовато-желтая, с розово-красным размытым полосатым румянцем по большей части поверхности. Мякоть средней плотности, белая, кисло-сладкая вкуса (4,6 балла). В плодах содержится: сухих растворимых веществ – 15,8%, сахаров – 12,3%, органических кислот – 0,49%, а также витамина С – 12,8 мг/100 г сырой массы. Съемная зрелость плодов наступает в августе, потребительская – август-сентябрь. Транспортабельность высокая.

Оригинатор: ФГБУН «НБС-ННЦ».

Авторы: к.с.-х.н. Челебиев Э.Ф., к.с.-х.н. Ляпихова А.А. и др.



Рис. 197. Сорт яблони Сефа

В области зоотехнии и ветеринарии продолжены исследования по разработке методов селекции животных по их племенной ценности с использованием геномной информации с целью создания высокопродуктивных конкурентоспособных пород и типов сельскохозяйственных животных для получения животноводческой продукции с требуемыми качественными характеристиками.

Учеными отделения сельскохозяйственных наук созданы:

порода кроликов Великородская белая (**Рис. 198**) (в результате совершенствования племенных и продуктивных качеств популяции кроликов породы белый великан). Популяция обладает высокими продуктивными показателями (плодовитость – 9,8±0,2 крольчат на самку и выход крольчат к отсадке – 7,8±0,2 крольчат, что статистически значимо превышает средние показатели исходной популяции на 2,2 гол.) и превосходит показатели основного стада кроликов породы белый великан по всем важным продуктивным показателям: плодовитости, числу выращенных крольчат к отсадке, молочности, живой массе помета при рождении, живой массе помета в 45 дней, 2 месяца, 3 месяца. Живая масса кроликов породы Великородская белая: крольчихи - 5,5±0,03 кг, самцы – 5,6±0,03 кг, молодняка в 3-месячном возрасте – 2,95 кг, что превосходит аналогичные показатели породы белый великан. Предназначается для использования на кролиководческих предприятиях различных форм собственности в различных регионах России. Патент на селекционное достижение № 13758 от 08.07.2024.

Оригинатор: ФГБНУ НИИПЗК.

Авторы: чл.-кор. РАН Косовский Г.Ю., к.с-х.н. Карелина Т.К..



Рис. 198. Порода кроликов Великородская белая

Каскадная аквапонная система (**Рис. 199**) представляет собой устройство для выращивания стербела (гибрид первого поколения от скрещивания самки стерляди и самца белуги), позволяющее без дополнительных затрат повысить живую массу рыбы на 5–8%, увеличить коэффициент упитанности рыбы по Фультону на 0,05–0,15, уменьшить кормовой коэффициент на 9,56%–15,26%. При выращивании петрушки в аквапонной установке семена проростали быстрее, чем в грунте: всходы появились на 7-е сутки в сравнении с 14 сутками при посадке в грунт. По сравнению с выращиванием в грунте урожайность петрушки с 1м^2 увеличилась на 12,8–17,7%. Каскадная аквапонная система может быть применена для получения дополнительной продукции растениеводства при разведении рыбы, в том числе осетровых. Патент на полезную модель RU 224438 U1 от 22.03.2024.

Разработчик: ФГБНУ КНЦЗВ.

Авторы: к.с.-х.н. Юрин Д.А., к.б.н. Максим Е.А., д.с.-х.н. Осепчук Д.В. и др.

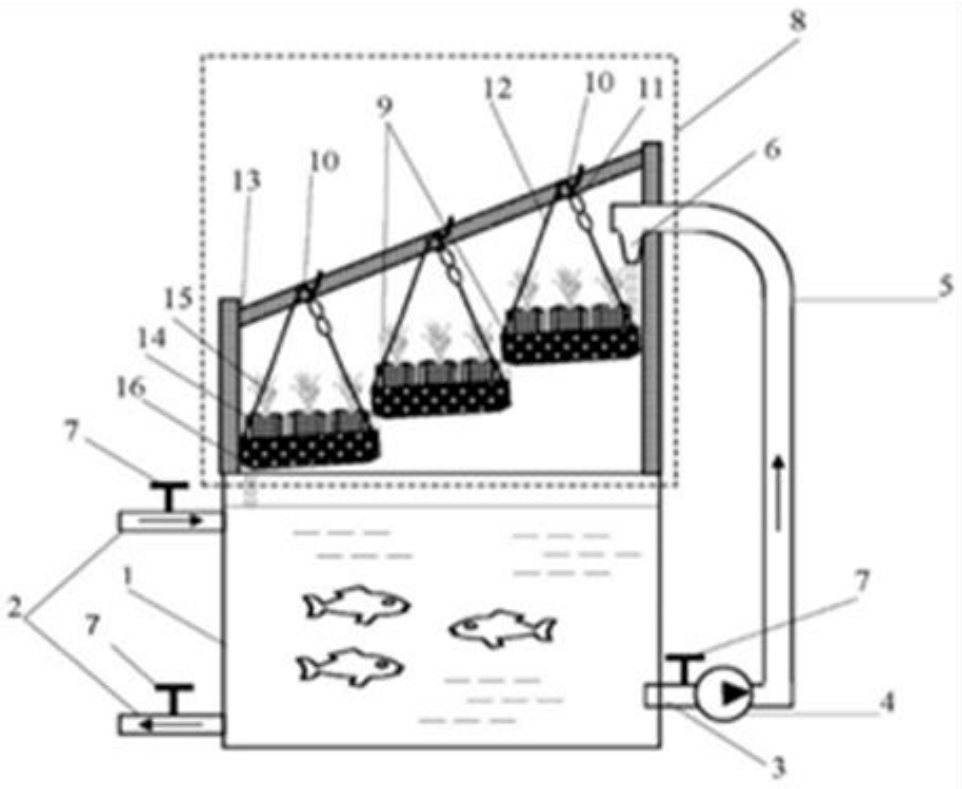


Рис. 199. Схема каскадного аквапонного устройства

Ветеринарный препарат для снижения заболеваемости и повышения продуктивности телят (**Рис. 200**). Комплекс биологически активных веществ получен путем низкотемпературной экстракции в ультразвуковом поле листьев алоэ древовидного, подорожника большого, крапивы двудомной, травы змееголовника тимьяноцветкового, цветков клевера розового, эхинацеи пурпурной, обеспечивающих нормализацию биохимических, иммунологических показателей крови, обменных процессов телят. Подбор компонентов смеси трав производился с учетом разнообразия фармакологических свойств и химического состава, представленного комплексом биологически активных веществ, дополняющих друг друга, обеспечивающего нормализацию биохимических, иммунологических показателей крови, обменных процессов и других параметров. Подкожное введение телятам инъекционного растительного средства с профилактической целью желудочно-кишечных болезней обеспечивает снижение заболеваемости телят на 37,5%, улучшение сохранности на 18,0%, увеличение среднесуточных привесов на 9,5%. Использование средства при иммунизации телят в неблагополучном хозяйстве по респираторным вирусным болезням (ИРТ, ПГ-3, ВД КРС) способствует увеличению титра антител к вирусам в среднем на 26,1%. Изобретение относиться к средствам, регулирующим метаболические процессы для снижения заболеваемости и повышения продуктивности телят.

Патент на изобретение № 2827855RU от 02.10.2024.

Разработчик: ФГБНУ ФАНЦА.

Автор: к.в.н. Шаньшин Н.В.



Рис. 200. Инъекционное средство для снижения заболеваемости и повышения продуктивности телят

Тест-система (**Рис. 201**) для выявления парвовируса гусей методом полимеразной цепной реакции в режиме реального времени. Обеспечивает своевременную и достоверную диагностику актуального для гусеводства заболевания. Набор предназначен для выявления в режиме реального времени ДНК парвовируса гусей (ПВГ) в биологических материалах методом амплификации ДНК с флуоресцентной детекцией. Детекция продуктов амплификации осуществляется с использованием принципа выщепления флуоресцентной метки на 5'конце олигонуклеотидного зонда. Дизайн тест-системы позволяет исключить этап приготовления реакционной смеси и необходимость хранения при минусовых температурах. ПЦР-РВ, основанная на использовании синтетических олигонуклеотидных праймеров к гену VP3, является одним из экспресс-методов диагностики парвовирусного энтерита гусей и предназначена для тестирования нативного и восстановленного после лиофилизации культурального и эмбрионального

вируса, патологического материала, сыворотки крови. Разработанная тест-система также применима для детекции возбудителя во внешней среде.

Разработчик: ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН.

Авторы: к.б.н. Величко Г.Н., к.в.н. Шуляк А.Ф., к.б.н. Белименко В.В. и др.



Рис. 201. Тест-система для выявления парвовируса гусей методом по-лимеразной цепной реакции в реальном времени

В области механизации, электрификации и автоматизации разработана *роботизированная платформа с манипулятором* (**Рис. 202**), которая позволяет проводить технологическую операцию поточной уборки плодов яблони с использованием мехатронных систем затаривания контейнеров.

Роботизированная платформа, включающая систему технического зрения, основанного сверточной нейронной сети глубокого обучения позволяет распознавать и классифицировать плоды яблони на кроне дерева, определять их координаты в режиме реального времени. Применение роботизированной платформы с манипулятором для автоматизированного сбора и транспортировки яблок позволит снизить трудоёмкость операции уборки урожая плодовых культур, решить проблему недостатка сезонной рабочей силы, сократить производственные затраты на уборку урожая на 20-30%.

Разработчик: ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ».

Авторы: д.т.н. Смирнов И.Г., д.т.н. Хорт Д.О., к.т.н. Кутырев А.И.



Рис. 202. Роботизированная платформа с манипулятором для уборки урожая плодов

В области хранения и переработки сельскохозяйственной продукции разработана технология производства хлебобулочных и сдобных изделий, обогащенных арктическими растительными компонентами (**Рис. 203**)**.** Технология включает разнообразные растительные виды сырья в виде порошков из высушенных резаных слоевищ цетрарии исландской (лишайника), брусники, клюквы. Установлены оптимальные рецептурные соотношения белково-протеиназного комплекса для обеспечения качества хлеба по физико-химическим и органолептическим показателям. Качественные показатели хлеба характеризуются объёмом и формоустойчивостью хлеба, пористостью мякиша, хранимоспособностью хлеба, скоростью черствения, индексом твердости, устойчивостью к развитию картофельной болезни и плесневению. Включение в рацион питания населения Арктической зоны разработанных с учетом медико-биологических требований обогащенных хлебобулочных изделий, являющихся источником пищевых волокон, железа, фолацина и витамина Е, позволяет сбалансировать питание населения, снизив риски возникновения неинфекционных заболеваний.

Изделия апробированы на производственной площадке региона – АО «Якутский хлебокомбинат». Разработаны проекты государственных стандартов: «Хлеб пшеничный и пшенично-ржаной «Полярный». Технические условия», «Хлеб «Арктический. Технические условия».

Разработчик: ФГАНУ НИИ хлебопекарной промышленности.

Авторы: к.т.н. Костюченко М.Н., к.т.н. Тюрина И.А., к.т.н. Тюрина О.Е., к.т.н. Пешкина И.П. и др.



Рис. 203. Хлеб из пшеничной муки с добавлением порошка из цетрарии исландской

ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ РОССИЙСКИХ УЧЕНЫХ РААСН, РАО, РАХ

Важнейшие научные достижения в области архитектуры и строительных наук

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

В соответствии с Государственной программой Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» и Программой фундаментальных научных исследований Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 годы) в 2024 году научные исследования проводились по следующим направлениям и разделам:

В области архитектуры

Научные исследования выполнялись по 20 темам в ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» и его филиалах НИИТИАГ и УралНИИпроект.

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

– архитектура мира с древнейших времен до современности; расширение фактологической и методологической базы исследований;

– история архитектуры и градостроительного искусства России в свете новых открытий;

– теория архитектуры в изменяющихся картинах мира;

– архитектурно-градостроительное наследие как культурное достояние (принципы и методы сохранения и использования);

– российская и мировая архитектуры в глобальном цивилизационном процессе;

– архитектурно-пространственные средства повышения качества жизни.

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

– Междисциплинарные исследования архитектурного творчества.

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

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

Базовым направлением фундаментальной науки можно считать заполнение белых пятен в истории русской архитектуры и градостроительства, уточнение атрибуций, датировок и композиционно-стилистических характеристик малоизученных памятников архитектуры, получение новых знаний и выработка новых представлений о российском региональном полиэтническом архитектурно-градостроительном наследии, его многовековом формировании, эволюции и трансформациях под воздействием различных факторов, раскрытие и обоснование историко-культурной и художественной ценности произведений российского зодчества и градостроительного искусства.

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

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

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

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

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

прорыв в сфере архитектуры и градостроительства как важнейших направлений развития современного общества.

Следует изучать различные грани архитектурной деятельности в соотнесении с соответствующими отраслями знаний и умений; исследовать архитектуру как социально-культурное явление и результат прагматической деятельности, а также как высокого художественного творчества и традиционного ремесла; выявлять связи архитектуры с гуманитарными, точными, естественными и техническими науками, исследовать возможный потенциал развития архитектуры под влиянием новых цифровых и технологических прорывов.

В области градостроительства

Научные исследования выполнялись по 24 темам в ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» и его филиале УралНИИпроект.

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

– градостроительные основы и ключевые направления пространственного развития территории России и её частей;

– проблемы формирования качественной и безопасной среды городов и территорий.

Направление 2.2. «Теоретические и методологические основы градостроительства»:

– прогнозно-аналитические исследования в области градостроительства;

– актуальные теоретические проблемы в сфере градостроительства;

– научные основы территориально-градостроительной политики России;

– методологические основы современного градостроительного проектирования, программирования, прогнозирования;

– градостроительное наследие и проблемы его сохранения и использования;

– исследование экологических проблем современного градостроительства.

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

– междисциплинарные научные исследования в приложении к сфере градостроительства.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

В области строительных наук

Научные исследования выполнялись по 41 теме в ФГБУ «НИИСФ РААСН» (35 тем ФНИ) и ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» (Филиал ДальНИИС) (6 тем ФНИ).

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

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

– строительная механика новых строительных материалов и конструкций, методы обеспечения конструктивной безопасности строительных объектов;

– развитие научных основ создания строительных материалов нового поколения;

– теоретические основы создания конструктивных систем современных и перспективных зданий и сооружений;

– научные основы строительной физики энергосберегающих безопасных и комфортных зданий и сооружений;

– научные основы водообеспечения населения Российской Федерации путем сохранения водных ресурсов и их возобновляемости;

– научные основы цифровых технологий в строительстве;

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

– выявление тенденций развития и прогнозные исследования.

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

Один из разделов направления «Научные основы строительной физики энергосберегающих безопасных и комфортных зданий и сооружений» включает разработку жизненно важных научных направлений строительной физики, таких как совершенствование и развитие фундаментальной теории энергоэффективности зданий и сооружений; разработка методологии и научно обоснованных принципов энергоресурсосбережения с использованием поступающей солнечной радиации в коммунальном хозяйстве; разработка методов исследования показателей теплоизоляционных материалов с учетом условий эксплуатации; разработка теоретических основ оценки тепловой защиты и долговечности ограждающих конструкций и энергосбережения высотных зданий, включая совершенствование теории расчета тепло- и звукоизоляционных характеристик светопрозрачных конструкций с новыми видами остекления с низкоэмиссионными покрытиями (многофункциональными, фотохромными, электрохромными, фотоэлектрическими и другими стеклами); разработка научных основ использования нетрадиционных видов энергии в зданиях и сооружениях; разработка и развитие теоретических основ принципиально новых энергосберегающих и экологобезопасных ограждающих конструкций с использованием современных технологий (в том числе, нанотехнологий) с учетом новых теплоизоляционных и конструкционно-изоляционных материалов; математическое моделирование и оптимизация энергоснабжения энергоэффективных экологически чистых зданий и сооружений как единых энергетических систем; разработка фундаментальных научных основ решения экологических проблем современного строительства и комфортности проживания человека; фундаментальные исследования по применению подходов строительной физики для решения проблем среды обитания человека в космосе.

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

развитие фундаментальных научных основ совершенствования аппаратных средств (приборной базы) для испытаний, обследования и мониторинга зданий и сооружений.

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

В рамках раздела «Научные основы цифровых технологий в строительстве» проводятся исследования и разработки по развитию и верификации методов математического и компьютерного моделирования нагрузок и воздействий на строительные объекты (ветровых потоков и нагрузок, снеговых нагрузок, сейсмических воздействий, воздействия сред различной степени агрессивности); решение актуальных проблем математического (численного) моделирования напряженно-деформированного состояния, динамики и устойчивости строительных объектов при основных и особых сочетаниях нагрузок и воздействий на значимых этапах жизненного цикла (большая вычислительная размерность задач компьютерного (численного) моделирования; моделирование способов учета различных факторов физической нелинейности, приобретаемой и конструктивной неоднородности и анизотропии, взаимодействия наземных и подземных сооружений с грунтовым основанием с учетом реальных свойств, поэтапности возведения и фактической истории эксплуатации; анализ сейсмостойкости зданий и сооружений); решение связанных задач механики для адекватного моделирования уникальных и ответственных зданий и сооружений (численное моделирование задач аэрогидроупругости в строительстве и термоупругости); разработка фундаментальных научных основ использования цифровых технологий в натурных исследований, в том числе с обеспечением взаимосвязи с результатами математического моделирования (технологии лазерных сканирующих систем для проведения обследования зданий и сооружений, проблемы обследования, в том числе в части технической диагностики на основе аппарата нечеткой логики и мониторинга несущих конструкций зданий и сооружений); разработка фундаментальных научных основ использования цифровых технологий в производстве материалов изделий и конструкций (3D-принтинг, лазерные 3D-технологии заливки бетона и др.); развитие компьютерного материаловедения (в том числе: разработка, исследование и развитие теории синтеза и теории конструирования оптимальных структур строительных композитов нового поколения; разработка, исследование и развитие проблем математического моделирования, разработки алгоритмов и программ, информационных технологий в задачах компьютерного материаловедения и оптимизации вариабельных структур строительных композитов – сверхплотных, особо высокопрочных, ультралегковесных, сверхстойких к действию эксплуатационной среды и т.п.); разработка, исследование и развитие фундаментальных научных основ технологий информационного моделирования в строительстве (BIM), цифровых технологий в экономике строительства, технологий типа «умный дом», «умный район», «умный город» и т.д.

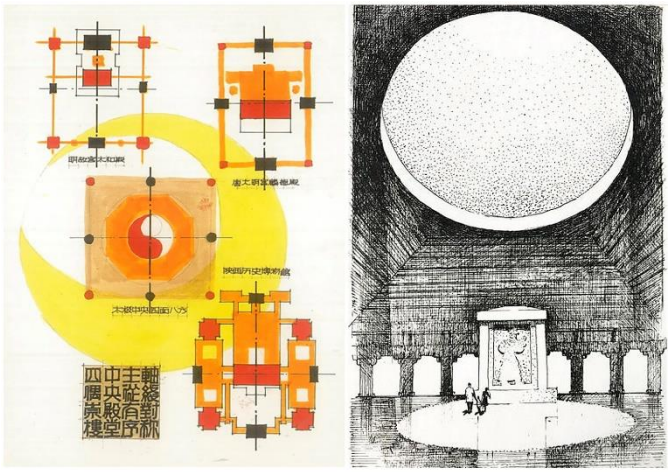
По направлению междисциплинарных исследований в разделе «Выявление тенденций развития и прогнозные исследования» проводятся исследования по обеспечению безопасности и комфортности среды жизнедеятельности инженерных, социальных и природно-техногенных систем городов и поселений на основе парадигмы биосферной совместимости: развитие методологии научного анализа и мониторинга состояния городской среды, доступности и реализуемости функций биосферосовместимого развивающего человека города в рамках парадигмы биосферной

совместимости городов и поселений; развитие фундаментальных научных основ составления и расчета гуманитарных балансов биотехносферы и математические модели отраслевых балансов и его составляющих, системное представление и модели природно-социотехнических структур жизнеобеспечения биосферосовместимых урбанизированных территорий с учетом изменяющихся условий внешней среды и внутренних структурных перестроек, развитие теоретико-методологического инструментария обеспечения безопасности окружающей среды и комфортности среды жизнедеятельности человека на основе современных методов моделирования, внедрения информационных и вычислительных технологий, а также создания автоматизированных систем управления биосферо совместимыми природосоциотехническими структурами.

Перечень важнейших результатов Российской академии архитектуры и строительных наук, полученных в 2024 году

1. АРХИТЕКТУРА

1.1. Традиционные ценности в истории художественного и технологического развития мирового зодчества и их отражение в современной архитектуре



Проведенное исследование представляет собой анализ влияния традиционных ценностей на развитие архитектуры в различных странах и эпохах. Авторы ставят перед собой задачу раскрытия механизмов передачи этих ценностей через архитектурные формы и стили, а также их отражение в современной архитектуре.

К одной из ключевых тем исследования относится влияние образа храмового комплекса Святого Гроба Господня в Иерусалиме на архитектуру других стран, в частности Франции, Великобритании, Германии, Италии, что позволило выявить способы передачи традиционных ценностей через архитектурные формы и стили. Другой крупной темой является распространение «античной» архитектуры в странах Северной Европы, анализ специфики интерпретации античного наследия, обусловленной конфессиональными противоречиями. В этом же ключе всесторонне исследована архитектурно-градостроительная организация новых городских и сельских поселений Российской империи в XVIII веке, в ходе чего раскрыта взаимосвязь планировочной структуры данных поселений с явлением веротерпимости. Далее на примере творчества архитектора В.Н. Гудкова затронута тема советского постмодернизма и его связи с исторической традицией. Наконец, рассмотрены подходы к переосмыслению традиций в современной архитектуре Китая на примере творчества архитектора Чжан Цзиньцю.

Научная новизна исследования заключается в новом подходе к анализу исторической архитектуры с точки зрения проявления в ней традиционных ценностей, а также в выявлении механизмов и способов передачи традиционных ценностей средствами архитектуры. Новаторским является также мультикультурная направленность исследования, охватывающего образцы восточного и западного зодчества в их сопоставлении.

Практическая значимость исследования выражена в направленности на внедрение его результатов в профессиональное сознание и творческую деятельность российских архитекторов и градостроителей, а также в сферу образования и просвещения населения. Результаты исследования могут быть использованы при подготовке методических рекомендаций для архитекторов и исследователей современной архитектуры.

Организация: Филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» НИИТИАГ.

Руководитель: д-р архитектуры Шевченко М.Ю.

Авторы: Баева О.В., Лаврентьева Е.С., Михейкин Д.И., Попова В.Л.

Публикации:

1. Баева О.В., Казарян А.Ю. Градостроительные планы городов Екатеринославского наместничества. Иерархическая структура и пространственные границы // Известия Уральского федерального университета. Серия 2: гуманитарные науки. – 2024. – № 4.

2. Шевченко М.Ю. Новая древность – образ архитектуры первых династий в проектах современных китайских архитекторов // Архитектура и современные информационные технологии. – 2024. – № 4(69).

1.2. Архитектура общественных пространств. История и современность

Историко-архитектурная среда рассмотрена в аспекте представлений о каркасе и ткани как базовых составляющих градостроительных систем. Установлено, что их взаимодействие во времени формирует жизненный цикл историко-архитектурной среды, включающий фазу эволюционного формирования и фазу инволюционного преобразования.

В фазе формирования историко-архитектурная среда постепенно приобретает структурность, целостность, сбалансированность всех компонентов в пределах территории, определенной генеральным планом или фактически обжитой. В фазе преобразования под влиянием дальнейшего развития города и его роста прежняя городская территория становится историческим центром, а историко-архитектурная среда испытывает «перерождение», характеризуемое, с одной стороны, массовым разрушением ее элементов в связи с их моральным и физическим износом, с другой же – активным появлением новых элементов, диссонирующих по отношению к системе в целом. Нарастание количества диссонансов приводит к качественным необратимым изменениям и в итоге – к завершению жизненного цикла историко-архитектурной среды. Однако обновление системы не исключает сохранение отдельных компонентов и свойств, обладающих историко-культурной ценностью и градоформирующим потенциалом.

Жизненный цикл историко-архитектурной среды как феномена материальной культуры характеризуется совокупностью последовательных процессов: формирование – рост – расцвет – стагнация – преобразование – обновление (замена) (**Рис. 204**).

Практическая значимость исследования заключается в том, что его результаты могут быть использованы для прогнозирования преобразований историко-архитектурной среды при проектировании общественных пространств.

Организация: ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России»

Руководитель: ак. РААСН, д-р архитектуры Гельфонд А.Л.

Авторы: Лисицына А.В., Пирогов Д.А.

Публикации:

1. Лисицына А.В. Малые и средние города Нижегородского Поволжья: в поисках утраченной гармонии. Часть 2 // Градостроительство и архитектура. – 2024. – Т. 14, № 2(55). – С. 75–83.

2. Гельфонд А.Л. Десять лет в жизни исторического поселения (Арзамас 2014–2024) // Приволжский научный журнал. – 2024. – № 3(71). – С. 147–156.

3. Гельфонд А.Л., Лисицына А.В., Пирогов Д.А. Общественные пространства в аспекте жизнеспособности историко-архитектурной среды // Научно-практическая конференция «Архитектура в формировании среды жизнедеятельности: проблемы, задачи и решения». 17.06.2024 / РААСН; МАРХИ. – Москва, 2024.

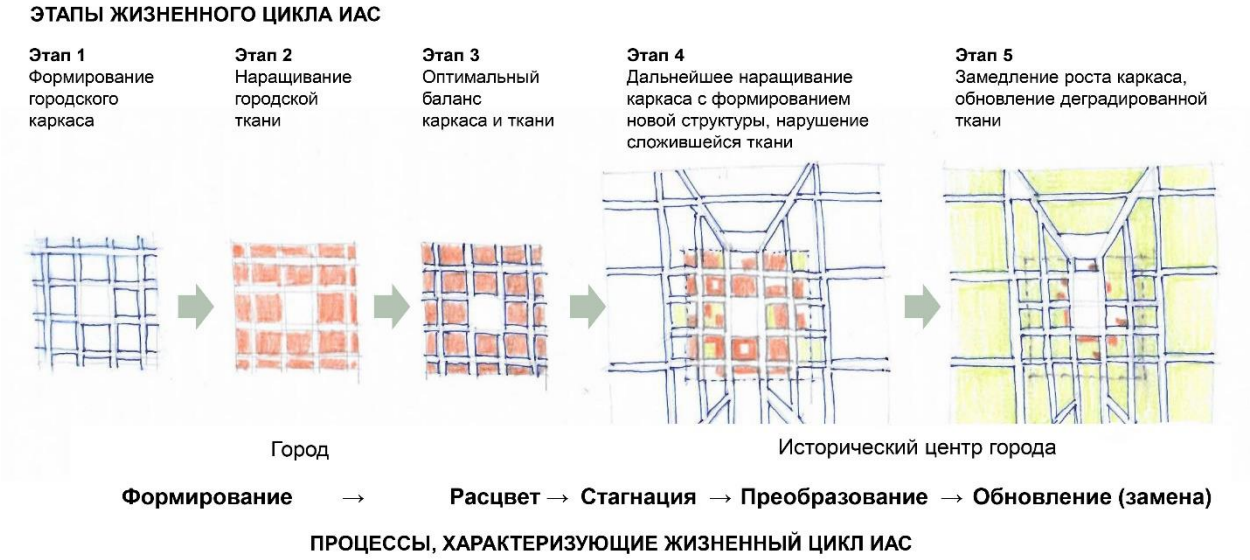


Рис. 204. Жизненный цикл историко-архитектурной среды как феномена материальной культуры

1.3. Архитектурная организация городской среды: целостность и дискретность

Выявлены причины и следствия раздробления современных городов. Раскрыты возможности сосуществования и развития различных по характеру пространств на примере Нижнего Новгорода, Красноярска (**Рис. 205**) и других российских и зарубежных городов. Проблема взаимодействия частей и целого рассмотрена во взаимосвязях с теоретическими исследованиями в области философии, урбанистики, социально ориентированных средовых теорий. Изучена морфология неплановых, депрессивных и маргинальных разделительных территорий в структуре современных городов. На примере трех городов Подмосковья показано, сколь существенную интегрирующую роль играет в них частная застройка сельского типа. Предложены меры по ее сохранению. Исследован имперский опыт контролируемого формирования окраинных кварталов Казани с татаро-мусульманским и русским старообрядческим населением, включаемым в единое регулярное городское пространство. Проведен графический анализ поисков гармоничного построения классицистического ансамбля главной площади Тамбова. Специальное внимание уделено уникальной целостности Санкт-Петербурга и новейшим угрозам ее разрушения. Получены научные результаты исследований и более глубоких исторических пластов профессиональной культуры, включая античность и средневековье. Завершает отчет рассмотрение вопроса о возможности гармоничного формирования города в условиях его перманентного роста и модернизации.

Впервые проблема целостности города рассматривается в соотнесении с существующей дискретностью его отдельных частей и элементов, которую предлагается не уничтожать, а разумно культивировать в интересах людей, памятников старины, природных достопримечательностей и с целью достижения наибольшей художественной выразительности архитектурных комплексов и ансамблей. Новизной отличается постановка проблемы ликвидации архитектурных конфликтов и диссонансов в городской среде путем создания переходных и буферных зон между разнокачественными пространственными анклавами. Научной новизной обладают также полученные авторами

редкие и малоизвестные фактические данные и основанные на них результаты теоретических построений и выводов.

Практическая значимость работы заключается в выяснении причин деструктивных явлений в организации городских пространств и выработке некоторых предложений по их нейтрализации, предназначенных для принятия эффективных практических решений управленцами и проектировщиками. Наряду с этим результаты исследования могут быть использованы в сферах профессионального образования и экспертно-консультативной деятельности.

Организация: Филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» НИИТИАГ.

Руководитель: ак. РААСН, д-р архитектуры Бондаренко И.А.

Авторы: Грязнова Н.В., Дуцев М.В., Кукина И.В., Михейкин Д.И., Нугманова Г.Г., Ухналев А.Е.

Публикации:

1. Бондаренко И.А. О дискретности городских пространств // Academia. Архитектура и строительство. – 2024. – № 3. –С. 69–76.

2. Нугманова Г.Г. Имперские практики архитектурно-градостроительного упорядочения городского разнообразия: этноконфессиональные окраины Казани в структуре регулярного города // Academia. Архитектура и строительство. – 2024. – № 4. – С. 51–61.



Рис. 205. Схема разнокачественных ареалов и пространственно-планировочных конфликтов в структуре г. Красноярска

2. ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО

2.1. Методологические основы обеспечения скоординированности территориального и стратегического планирования и механизмов реализации с учетом опыта стран БРИКС

Выявлены особенности и проблемы современного этапа стратегирования в России, взаимной согласованности и увязки документов стратегического и территориального

планирования на федеральном, региональном и муниципальном уровнях.

Складывающаяся современная ситуация и новые вызовы предъявляют повышенные требования к составу и содержанию региональных документов стратегического и территориального планирования, их актуализации и скоординированности, поиску наиболее эффективных институтов и инструментов реализации, а также более четкому позиционированию вопросов пространственного развития с учетом специфики экономики и сложившихся социальных диспропорций в регионе.

Научный анализ нескоординированности и слабой реализации принимаемых стратегических документов за двадцатилетний период на примере двух высоко урбанизированных субъектов Российской Федерации: Московской и Самарской областей, имеющих особое значения для пространственного развития страны, подтвердил принципиальный характер выявленных проблем, которые проявляются в том или ином виде и в других регионах, что требует системного подхода к их решению.

Проведенное исследование показало, что для эффективной системы стратегического планирования в Российской Федерации с учетом новых вызовов требуются дополнительные меры правового регулирования, а также научно-методического, информационного и организационного обеспечения разработки стратегических документов. Определены основные «болевые точки» и рассогласование процессов подготовки документов стратегического и территориального планирования федерального, регионального и муниципального уровней. Полученные результаты задают перспективные направления дальнейшего исследования в системе пространственного планирования, предметом которого являются:

– технологическая взаимосвязь различных инструментов территориального и стратегического планирования и задействование этих инструментов на разных таксономических уровнях (локальном, субрегиональном и региональном, макрорегиональном и страновом);

– выработка совокупности действенных показателей и индикаторов (не только экономического характера) планирования и оценки эффективности реализации документов территориального и стратегического планирования.

Практическая значимость работы заключается в том, что ее результаты могут быть использованы как в реальной проектной практике при подготовке схем территориального планирования агломераций, субъектов Российской Федерации, макрорегионов (включая двух и более субъектов Российской Федерации), так и в учебном процессе в архитектурных и архитектурно-строительных вузах при подготовке специалистов по территориальному планированию.

Организация: ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России»

Руководитель: чл.-корр. РААСН, к.э.н. Климов Д.В.

Автор: Ткаченко Л.Я.

Публикации:

1. Ткаченко Л.Я. Стратегическое и территориальное планирование региона: особенности, проблемы и перспективы // Город и его окружение: современные вызовы и перспективные пути развития. Сб. статей Международной конференции (Москва, 25–27.04.2024). – Москва: МГУ, 2024. – С. 86-102.

2. Ткаченко Л.Я. Лучшие практики стран БРИКС для скоординированности территориального и стратегического планирования России // Страны БРИКС: стратегии развития и механизмы сотрудничества в изменяющемся мире. Материалы Второй международной научно-практической конференции (Москва, 5–7.06.2024). В 2-х частях. Часть 1. – Москва: УМЦ, 2024. – С. 376–382.

3. Климов Д.В., Ткаченко Л.Я. Особенности территориального стратегического планирования в странах БРИКС // Градостроительство. – 2024. – № 3–4. – С. 2–12.

2.2. Закономерности развития и оптимизация структуры полицентрической агломерации на примере агломерации новых территорий

Проведенное исследование показало, что полицентрическая агломерация Донбасса может стать фокусом, крупнейшим узлом всей пространственной структуры Национальной системы расселения Российской Федерации. Она придаст ей большую пространственную устойчивость и образует начало одной из трех основных осей расселения, а именно юго-западной оси каркаса расселения страны. Успешное развитие агломерации Донбасса обеспечит целостность и связность этого каркаса, и пространственно уравновесит его европейскую часть (**Рис. 206**).

Анализ показал, что агломерация Донбасса сложилась как замкнутая и эффективная в транспортном, экономическом и градостроительном отношении (**Рис. 207**). Первая кольцевая структура сложилась к северу от Донецка, вторая более вытянутая по оси запад-восток доходит до границы пространственная двойная кольцевая структура, состоящая из малых, средних и крупных городов, связанных друг с другом и чередующихся по периметру этих колец. Такая структура свидетельствует о высокой степени пространственного развития агломерации, так как кольцевые структуры являются наиболее устойчивыми с Ростовской областью. Эти замкнутые структуры кольцевого типа частично накладываются друг на друга. Донецк находится вне этой пространственной структуры. Ее развитие прошло через два существенно отличающихся этапа:

– первый этап (1926–1979 гг.) характеризуется взрывным ростом всех градостроительных параметров агломерации Донбасса: численность городов, усложнения пространственной структуры агломерации;

– второй этап (1979–2010 гг.) отличается переходом к стагнации, а затем деградации всех указанных параметров.

Организация: Филиал ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России» УралНИИпроект

Автор: ак. РААСН, канд. архитектуры Мазаев А.Г.

Публикации:

1. Мазаев А.Г. Значение полицентрической агломерации Донбасса в Национальной системе расселения Российской Федерации // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2024. – № 2(61) – С. 22–27.

2. Верховых Е.Ю., Мазаев А.Г. Особенности развития полицентрической агломерации Донбасса // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. – 2024. – №3 (62) – С. 21–26.

3. Мазаев А.Г. Развитие полицентрической агломерации Донбасса за последнее столетие // Академический вестник УралНИИпроект РААСН – 2024. – №4 (63).

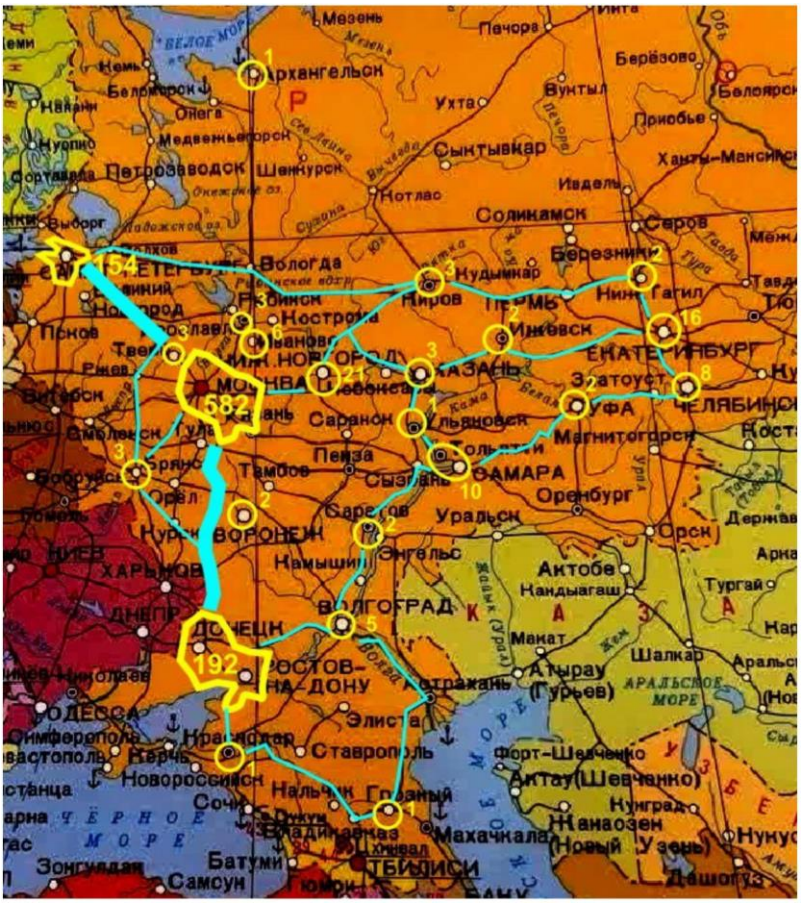


Рис. 206. Структура каркаса расселения Европейской России с учетом агломерации Донбасса. Желтые контуры показывают городские агломерации. Числа показывают величину коэффициента сложности данной агломерации. Синие линии показывают основные транспортные коридоры

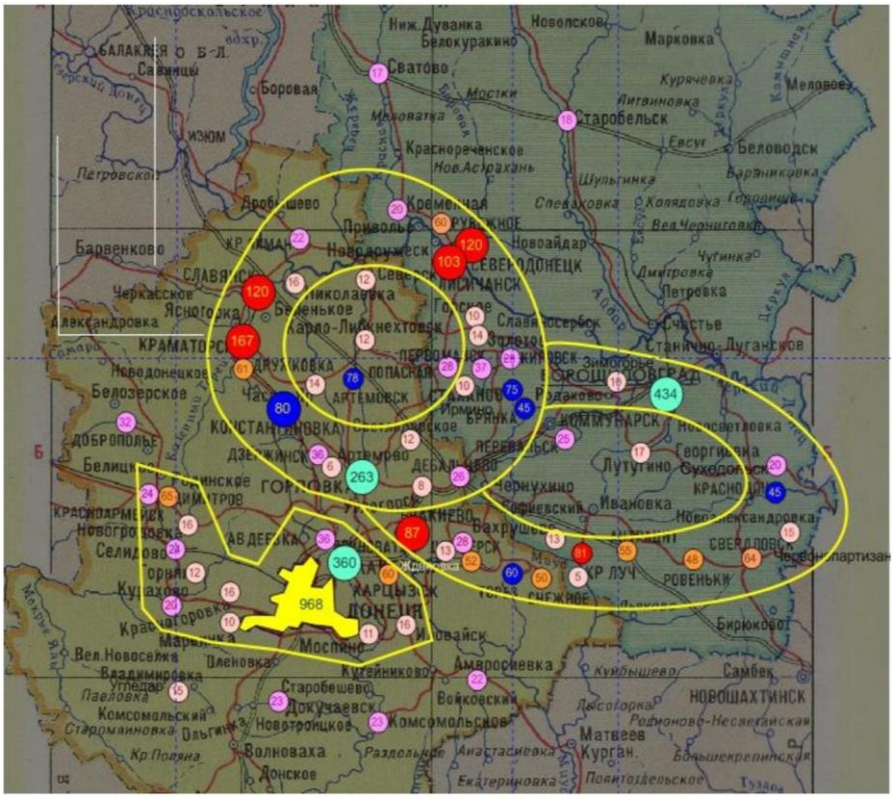


Рис. 207. Пространственный анализ агломерации Донбасса. Основные пространственные структуры

2.3. Концептуальные основы применения искусственного интеллекта в сфере градостроительства для регулирования среды жизнедеятельности

Сформулированы тенденции использования искусственного интеллекта (ИИ) в сфере градостроительства для регулирования среды жизнедеятельности в России на всех уровнях: национальном, региональном, местном и для различных градостроительных типов территории (мегалополис, агломерация и др.) (**Рис. 208**) во взаимодействии обработки разнородных Больших данных (в т.ч. релевантных для расселения населения, предупреждения природных и техногенных рисков, обеспечения национальной безопасности, сохранения объектов культурного наследия и создания социализационно-культурных традиционных ценностей при новом строительстве, реновации, ревитализации, регенерации территории и её градостроительной рекультивации).

Концептуально предложены три ключевые темы применения ИИ для регулирования среды жизнедеятельности:

1) совершенствование процессов принятия решений в градостроительстве;

2) повышение вовлеченности населения в градостроительную деятельность;

3) поддержка устойчивого развития территорий.

Предложена организация градостроительного информационно-коммуникационного портала (ГИКП) в предложенном к созданию научно-исследовательском центре при уполномоченном ФОИВ. ГИКП с применением ИИ позволит работать с генерализованными обезличенными данными, что ускорит выявление пространственных взаимозависимостей в системе расселения, обеспечит: количественный и качественный учет потребностей заинтересованных участников градостроительной деятельности (ЗУГД), оценку градостроительного потенциала конкретных земельных участков, подготовку граддокументации всех установленных в законодательстве видов и своевременное внесение изменений в них (минимизировав субъективное восприятие, увеличив число вариантов градостроительной трансформации территории и сократив срок их подготовки).

Проработка научных основ для разработки регулирующих документов применения ИИ в сфере градостроительства; предложения в СП. Применение искусственного интеллекта в градостроительном проектировании.

Организация: ФГБУ «ЦНИИП Минстроя России»

Автор: советник РААСН, к.т.н. Самойлова Н.А.

Публикации:

1. Самойлова Н.А., Москаленко И.В. Основные положения применения искусственного интеллекта в сфере градостроительства для регулирования среды жизнедеятельности // Актуальные проблемы строительной отрасли и образования: Сборник докладов IV Национальной научной конференции. – Москва, 2024. – С. 370–377. – URL: https://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/.

2. Самойлова Н.А. ГИКП // Инновационный альбом РААСН. – Москва, 2024. – С. 44. – URL: https://raasn.ru/academy/research/innovation/section/199

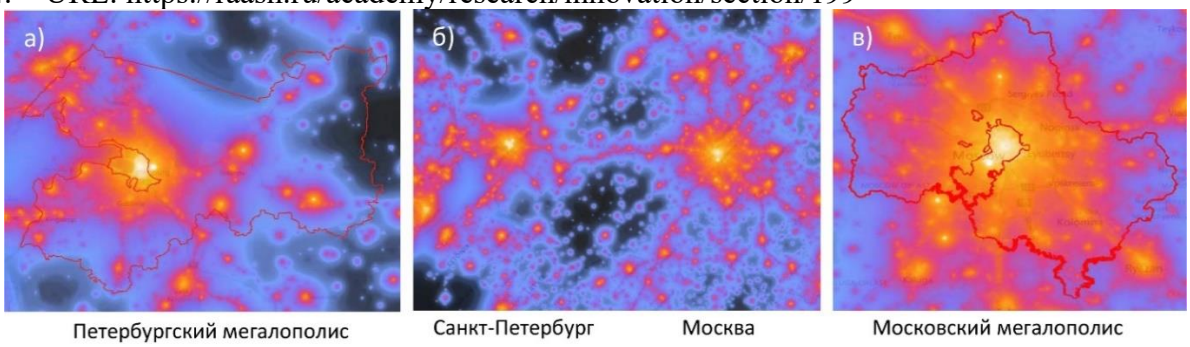


Рис. 208. Пример градостроительного анализа системы расселения в ГИКП: взаиморасположение мегалополисов (б) и сопоставление их (а, в) с границами субъектов РФ

3. СТРОИТЕЛЬНЫЕ НАУКИ

3.1. Экспериментально-теоретические исследования физико-механических и реологических свойств высокопрочного легкого бетона нового поколения

Актуальность полученных результатов заключается в развитии знаний о механизме формирования, закономерностях и способах управления свойствами высокопрочного конструкционного легкого бетона классов В45–В70 марок по средней плотности D1600-D2000 из высокоподвижных и самоуплотняющихся бетонных смесей за счет технологических факторов.

Выполнен обзор отечественной и иностранной литературы, затрагивающей научно-техническую проблему, с разработкой научной гипотезы управления свойствами легких конструкционных бетонных смесей и бетонов с помощью технологических факторов.

Проведены исследования физико-технических характеристик и обоснован выбор компонентов, в том числе лёгких заполнителей искусственного и природного происхождения для получения конструкционных лёгких бетонов классов В45–В70.

Экспериментально исследованы физико-технические характеристики конструкционных легких бетонов, полученных из высокоподвижных и самоуплотняющихся смесей, в зависимости от качества и объема керамзитового гравия и вида мелкого заполнителя (Рис. 209 и Рис. 210).

Выявлены зависимости прочности и средней плотности лёгких бетонов от физико-технических свойств лёгких заполнителей искусственного и природного происхождения. Обоснованы принципы проектирования составов самоуплотняющихся бетонных смесей для получения конструкционных лёгких бетонов классов по прочности на сжатие В45–В70 с марками по средней плотности D1600-D2000.

Разработаны составы высокопрочных конструкционных легких бетонов классов по прочности на сжатие В45-В70 марок по средней плотности D1600-D2000 из высокоподвижных и самоуплотняющихся смесей с использованием легких пористых заполнителей искусственного и природного происхождения.

Полученные результаты показывают, что снижение собственного веса в нагрузках и воздействиях на здания и сооружения возможно при условии использования высокопрочных легких бетонов, позволяющих снизить объем и массу несущих конструкций, а следовательно, повысить эффективность строительства.

Организация: НИИСФ РААСН.

Руководитель: ак. РААСН, д.т.н. Каприелов С.С.

Авторы: Травуш В.И., Шейнфельд А.В., Карпенко Н.И. и др.

Публикации:

Каприелов С.С., Шейнфельд А.В., Чилин И.А., Дондуков В.Г., Селютин Н.М. Модифицированные бетоны: реальность и перспективы // Вестник ОА НИЦ «Строительство». – 2024. – 40 (1). – С. 92–104.



Рис. 209. Структура легкого бетона B58 D1600 с керамзитовым заполнителем



Рис. 210. Структура легкого бетона B61 D1900 с туфовым заполнителем

3.2. Изучение ключевых факторов для формирования оптимального алгоритма управления интеллектуальными системами обеспечения микроклимата и качества воздуха (первый этап исследования)

Сущность работы определяется теоретической разработкой единообразного подхода к оптимизации алгоритмов управления, целесообразности применения соответствующих устройств для регулирования в вентиляционных сетях, выявлению доминирующих факторов формирования условий микроклимата и качества воздушной среды в помещениях различного назначения при изменении внутренних и внешних воздействий. Показано, что нейроуправление инженерными системами зданий и сооружений представляет собой сложную многокомпонентную структуру, включающую внешние и внутренние данные (климатические характеристики и поддерживаемые параметры внутренней среды), анализирующие программные комплексы и регулирующие средства управления. Применение систем управления инженерным оборудованием жизнеобеспечения зданий с использованием искусственного интеллекта позволяет снизить риск ошибок, вызванных «человеческим фактором», улучшить микроклимат помещений, сократить затраты тепловой и электрической энергии, обеспечить

эффективное и безопасное функционирование систем в режимах нормальной и аварийной эксплуатации.

Новизна полученных результатов основана на установлении приоритета гибридного параллельного нейроуправления с включением в систему управления обычного и нейроконтроллера (**Рис. 211**), взаимосвязи информационных и технологических систем с помощью самообучающегося нейроконтроллера (**Рис. 212**).

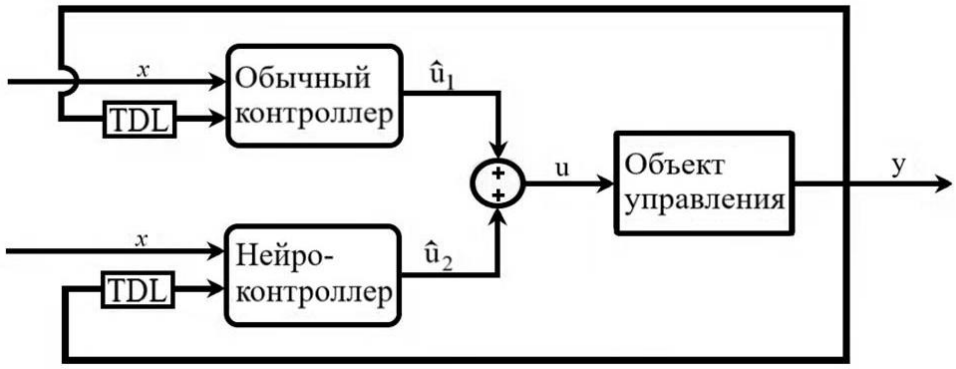


Рис. 211. Гибридное параллельное нейроуправление

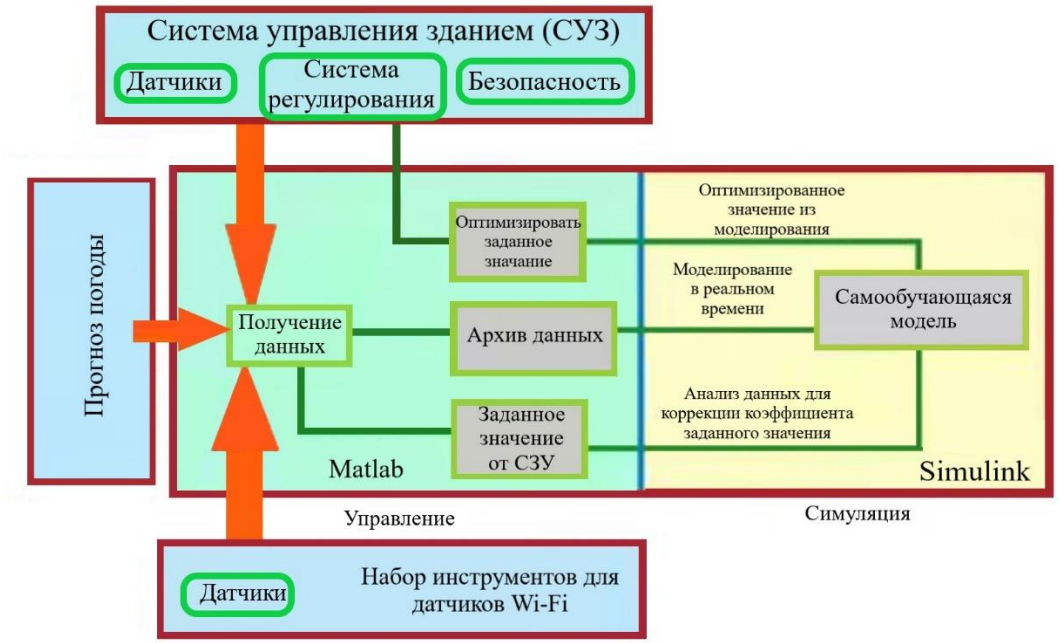


Рис. 212. Самообучающийся нейроконтроллер

Результаты работы позволят откорректировать существующие и разработать новые стандарты для проектирования, строительства и эксплуатации инженерных систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха зданий различного назначения.

Организация: НИИСФ РААСН.

Руководитель: чл.-корр. РААСН, д.т.н. Шубин И.Л.

Автор: Стронгин А.С.

Публикации:

1. Шубин И.Л., Стронгин А.С., Разаков М.А. Обзор применения систем интеллектуального управления инженерными системами зданий и сооружений // Журнал «Строительство и реконструкция». 2024. – № 5. – С. 138–148

2. Стронгин А.С. Особенности проектирования систем жизнеобеспечения в условиях аварийной эксплуатации // БСТ: Бюллетень строительной техники. Наука 2.2. – 2024. – № 6. – С. 32–33.

3. Шубин И.Л., Стронгин А.С. Интеллектуальные системы управления инженерным оборудованием зданий // Приволжский научный журнал. – 2024. – №4. – С. 81–87.

4. Стронгин А.С. Требования к системам жизнеобеспечения зданий в северной строительно-климатической зоне // АВОК. – 2024. – № 3. – С. 32–37.

5. Стронгин А.С. Проблемы и решения обеспечения требуемого микроклимата и энергосбережения в складских помещениях // АВОК. – 2024. – № 6. – С. 14–23.

Зарегистрирована база данных:

База данных результатов измерения параметров микроклимата в лабораторном помещении / М. А. Разаков, А. С. Стронгин, Д. Ю. Желдаков; заявитель: НИИСФ РААСН; номер государственной регистрации №2024624018; Опубл. 10.09.2024.

3.3. Разработка диаграммного метода расчета стержневых и плоскостных железобетонных конструкций из высокопрочного фибробетона с направленным и дисперсным армированием при кратковременных и длительных режимных нагружениях

Актуальность полученных результатов заключается в разработке численных моделей и расчетных методов, базирующихся на общей теории деформирования и разрушения железобетонных элементов из высокопрочных бетонов с различными видами армирования с учетом физической нелинейности бетона и железобетона.

На основании экспериментально-теоретических исследований построены определяющие соотношения для бетона и железобетона и разработана методика диаграмм-изохрон, которые являются теоретической основой проектирования конструкций и сооружений с учетом действительных прочностных и деформативных свойств бетона и железобетона при дисперсном и направленном армировании. Разработана численная модель механизма разрушения бетонного диска при двухосном сжатии (Рис. 213) и выполнено компьютерное моделирование сопротивления балки-стенки из высокопрочного бетона при кратковременном нагружении (Рис. 214).

Сформированы определяющие соотношения для бетона и железобетона, и на их основе разработана деформационная модель и методика расчета стержневых и плоскостных железобетонных конструкций с направленным и дисперсным армированием при кратковременных и длительных режимных нагружениях.

Снижение материалоемкости и повышение надежности и безопасности несущих систем зданий и сооружений за счет применения нового конструкционного материала, высокопрочного фибробетона с дисперсным и направленным армированием на основе более совершенной нормативной базы строительного проектирования.

Деформационная модель и методика диаграммного расчета стержневых и плоскостных железобетонных конструкций из высокопрочного фибробетона с направленным и дисперсным армированием при кратковременном и длительном режимных нагружениях предназначены для внедрения в СП 52-104-2006* «Сталефибробетонные конструкции», а также в методические материалы, развивающие нормы проектирования.

Организация: НИИСФ РААСН.

Руководитель: д.т.н. Петров А.Н.

Авторы: Семёнова Н.Г., Степанов М.В.

Публикации:

Зайцева М.И. Two-parameter models of brittle materials behavior under uniaxial compression [Electronic resource] / М.И. Зайцева, Ю.В. Никонова, А.Н. Петров, Г.Н. Колесников // E3S Web of Conferences. – France, 2024. – P.1-5.

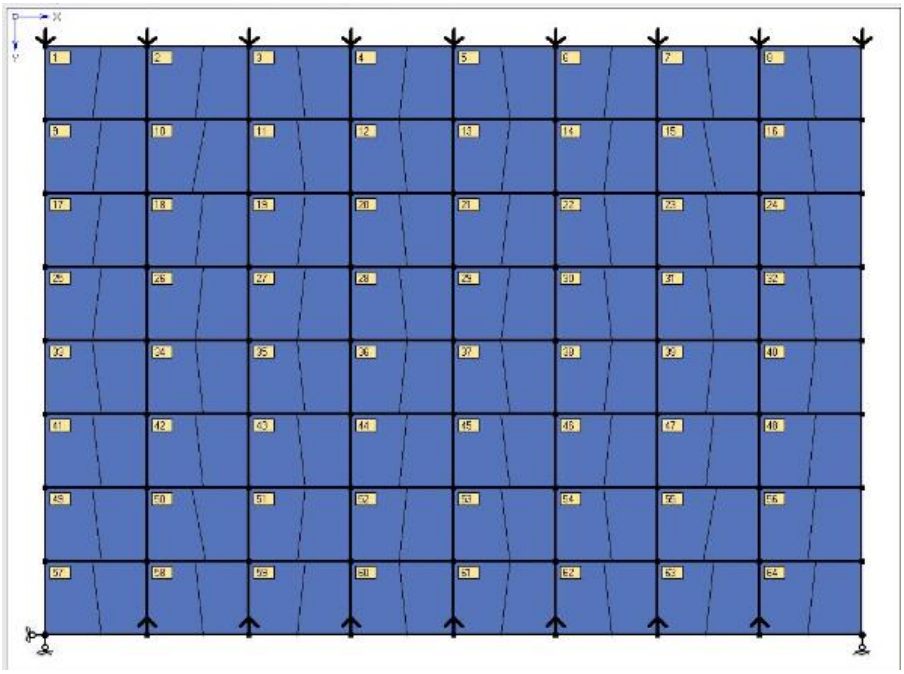


Рис. 213. Модель разрушения бетонного диска

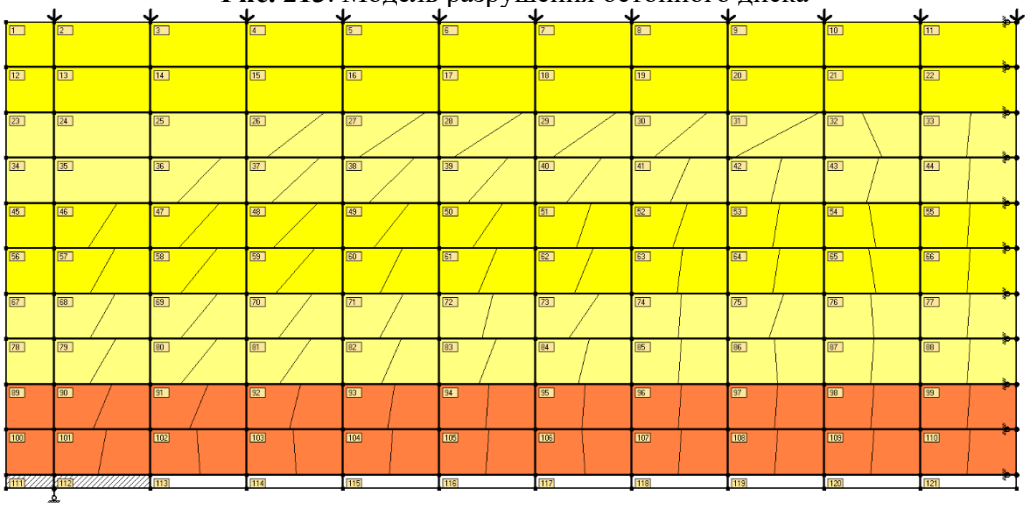


Рис. 214. Схема образования и развития трещин в балке-стенке из высокопрочного бетона

Важнейшие научные достижения в области образования

СВЕДЕНИЯ
об основных направлениях фундаментальных и прикладных исследований в сфере наук об образовании

Современное общество вступает в период серьезных демографических, экономических и технологических изменений во всем мире. В Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утверждённой Указом Президента Российской Федерации от 28.02.2024 № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации», особо выделяется, что «В ближайшее десятилетие приоритетами научно-технологического развития следует считать направления, позволяющие получить значимые научные и научно-технические результаты, создать отечественные наукоемкие технологии и обеспечивающие возможность эффективного ответа российского общества на большие вызовы с учетом возрастающей актуальности синтетических научных дисциплин, созданных на стыке психологии, социологии, политологии, истории и научных исследований, связанных с этическими аспектами научно-технологического развития, изменениями социальных, политических и экономических отношений». Все это приводит к повышению роли гуманитарных знаний в обеспечении устойчивого будущего нации, в развитии России и определении ее положения в мире. В качестве основного направления реализации государственной политики в области научно-технологического развития страны предлагается развитие интеллектуального потенциала страны. Это направление ставит целый комплекс задач всем гуманитарным наукам, но прежде всего наукам об образовании.

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

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

Федеральный закон от 23.08.1996 № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике»; Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»; Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»; Указ Президента Российской Федерации от 24.12.2014 № 808 «Об утверждении Основ государственной культурной политики»; Указ Президента Российской Федерации от 29.05.2017 № 240 «Об объявлении в Российской Федерации Десятилетия детства»; Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года»; Указ Президента Российской Федерации 25.04.2022 № 231 «Об объявлении в Российской Федерации Десятилетия науки и технологий»; Указ Президента Российской Федерации от 09.11.2022 № 809 «Об утверждении Основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей»; Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации, утверждённая Указом Президента Российской Федерации от 28.02.2024 № 145; Стратегия развития информационного общества в Российской Федерации на 2017–2030 годы, утвержденная Указом Президента Российской Федерации от 09.05.2017 № 203; Национальная стратегия развития искусственного интеллекта на период до 2030 года, утвержденная Указом Президента Российской Федерации от 10.10.2019 № 490; Концепция государственной языковой политики Российской Федерации, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 12.06.2024 № 1481-р; Программа фундаментальных научных

исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 годов) и другие документы, имеющие принципиальное значение для развития российского образования и науки, задают вектор научным исследованиям в сфере наук об образовании и требуют новых теоретико-методологических и практико-ориентированных подходов к образованию.

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

1. Психологические и психофизиологические исследования развития и обучения детей, подростков и молодежи

1.1. Психологические и психофизиологические закономерности развития современных детей, подростков и молодежи в условиях цифрового общества.

1.2. Адаптивные возможности и здоровье детей в разные возрастные периоды.

1.3. Научное обоснование возрастных норм психического развития ребенка в условиях изменяющейся социальной ситуации.

1.4. Индивидуальные траектории обучения на основе исследований детских популяций, фундаментальных нейрофизиологических механизмов обучения, изучения индивидуально-психологических и психофизиологических особенностей современных детей.

1.5. Обеспечение успешности обучения на основе выявления причинно-следственных отношений между различными биологическими, психологическими, средовыми факторами.

2. Теория воспитания. Социализация детей и подростков

2.1. Научные основания развития системы воспитания в информационном обществе.

2.2. Теория и практика формирования мировоззрения молодого поколения.

2.3. Новые методы и способы воспитания в культурологическом и аксиологическом аспектах.

2.4. Психолого-педагогическая поддержка семейного воспитания в современных условиях: направления, содержание и формы.

2.5. Теоретические и методические основы проведения воспитательной работы в образовательных организациях на всех уровнях образования.

2.6. Теория и практика развития культуры межэтнических отношений в образовательной среде у всех категорий обучающихся.

2.7. Социокультурные особенности ценностных ориентаций современных подростков и молодежи: нормы и девиации.

3. Психолого-педагогическое сопровождение формирования развивающей и безопасной образовательной среды. Всестороннее развитие современного ребенка, подростка и молодого человека в условиях обучения в образовательных организациях разного уровня

3.1. Научно-методологические основы психолого-педагогического сопровождения развития человека в социальной, образовательной и профессиональной средах.

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

3.3. Психолого-педагогическое обеспечение развития дошкольного образования.

3.4. Методология и методики обновления содержания предметных областей (естественно-научной и социально-гуманитарной направленности) начального общего, основного общего и среднего общего образования.

3.5. Обновление дидактических систем на всех уровнях образования в современных условиях.

3.6. Научно-педагогические и психологические основы развития информатизации образования.

3.7. Безопасная образовательная среда в образовательных организациях на разных уровнях образования.

3.8. Научно-методическое обеспечение и сопровождение гибридных (дистантных) форм обучения.

3.9. Формирование научно обоснованной системы выявления, поддержки и развития способностей и талантов детей и молодежи.

3.10. Педагогические и социокультурные основы языковой политики в Российской Федерации.

4. Профессиональное образование. Обеспечение перехода профессионального образования на инновационный путь развития

4.1. Методологическое обеспечение качественной подготовки специалистов для передовых отраслей науки и высокотехнологичных секторов экономики.

4.2. Модернизация профессионального образования, в том числе посредством внедрения адаптивных, практико-ориентированных и гибких образовательных программ.

4.3. Формирование научно обоснованной системы непрерывного обновления работающими гражданами своих профессиональных компетенций.

4.4. Система подготовки и профессионального роста научных и научно-педагогических кадров.

4.5. Современные образовательные и интерактивные технологии, активные методы профориентации в содержании профориентационной деятельности.

4.6. Научное обеспечение разработки Концепции инженерного образования.

4.7. Совершенствование профессиональной ориентации школьников на инженерное образование.

4.8. Развитие гуманитарной составляющей обучения по инженерным, техническим специальностям как фактор становления гражданской позиции и нравственного воспитания.

4.9. Научно-методологическое обеспечение качественной подготовки квалифицированных рабочих кадров.

4.10. Научные основы национальной системы профессионального образования иностранных граждан.

4.11. Научно-методологические основания трансформации системы среднего профессионального образования в современных условиях.

4.12. Научно-методическое и организационно-технологическое обеспечение цифровой образовательной среды профессионального образования.

5. Педагогическое образование

5.1. Научные основы инновационного развития педагогического образования в современной России.

5.2. Единая стратегия планирования и разработки образовательных программ педагогического образования в актуальных и востребованных направлениях подготовки педагогов.

5.3. Научно-методическое обеспечение подготовки педагогических кадров для дополнительного образования взрослого населения, в том числе третьего возраста.

5.4. Научно-методологическое обеспечение привлечения молодежи к педагогической профессии.

5.5. Теоретические и методические основы реализации деятельностного и личностно ориентированного подходов в педагогическом образовании в условиях цифровой трансформации.

6. Современные стратегии образования и прогнозирование тенденций развития образования. Управление образовательными системами в современном мире

6.1. Научное обоснование стратегий развития образования.

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

6.3. Методология прогнозирования развития системы образования в современных условиях.

6.4. Совершенствование научных основ управления образовательными организациями как фактор достижения высоких результатов обучения и воспитания обучающихся.

6.5. Научное обоснование нормативно-правового регулирования отношений в сфере образования.

6.6. Методологии и методики организации и проведения опытно-экспериментальной работы и педагогического эксперимента с учетом динамично меняющихся условий развития образования.

7. Система образования детей с ограниченными возможностями здоровья и системы непрерывного образования специалистов для работы с ними

7.1. Научные основы развития системы образования детей с ограниченными возможностями здоровья, начиная с первых месяцев жизни.

7.2. Научные основы системы непрерывного образования специалистов для работы с детьми с ограниченными возможностями здоровья.

7.3. Научно-методологические основы обучения и воспитания детей с ограниченными возможностями здоровья.

7.4. Современные представления о семье ребенка с ограниченными возможностями здоровья различных нозологических и возрастных категорий. Научно-методологическое обеспечение поддержки семей, имеющих детей с ограниченными возможностями здоровья.

7.5. Научное обоснование эстетического воспитания детей с ограниченными возможностями здоровья.

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

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

8.2. Научно-методическое обеспечение информационной безопасности участников образовательных отношений и сохранения их физического и психического здоровья при формировании и развитии современной цифровой образовательной среды.

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

8.4. Проблема межкультурной и межъязыковой коммуникации в условиях цифрового общества.

8.5. Гражданская и культурная идентичность гражданина Российской Федерации в цифровом пространстве.

8.6. Стратегические ориентиры развития информатизации отечественного образования в условиях цифровой трансформации.

8.7. Методики подготовки педагогических кадров в области информационной безопасности личности в условиях цифровой трансформации образования.

9. Качество фундаментальных исследований в сфере наук об образовании. Качество образования на всех уровнях

9.1. Совершенствование научных исследований на основе актуализации базы тематик для подготовки диссертационных исследований в сфере наук об образовании.

9.2. Методологические основы критериального анализа научных изданий в сфере наук об образовании.

9.3. Методология оценки качества образования, ориентированная на инновационное развитие.

Предложения по тематикам научно-исследовательских работ в рамках Десятилетия детства на 2025–2027 гг.

В рамках работы Координационного совета при Правительстве Российской Федерации по проведению в Российской Федерации Десятилетия детства Российской академией образования подготовлен перечень актуальных и фундаментальных тематик исследования детства.

Теория. Методология

1. Феноменология современного детства как источник актуальных направлений развития педагогики.
2. Философско-педагогические основы формирования российского образовательного идеала человека и общества.
3. Антропология современного детства.
4. Исследование лучших образовательных практик России.

Исторический опыт. История образования

5. Изучение педагогических идей и исторического опыта обучения, и воспитания, и возможностей применения в современных условиях.
6. Исследование направлений исторического развития научно-педагогического знания в различных отраслях педагогики.
7. Результативные воспитательные практики: исторический анализ.

Дидактика. Методики преподавания

8. Изучение проблем современной дидактики, результативности влияния современных образовательных технологий, дидактических средств.
9. Читательская деятельность школьника как образовательный и социокультурный феномен.
10. Педагогическая поддержка профессионального выбора обучающихся.
11. Педагогическое обеспечение достижения школьниками предметных образовательных результатов.
12. Индивидуальная образовательная траектория обучающегося как средство развития его субъектной позиции.
13. Методология и методы развития у обучающихся готовности к самообразованию.
14. Профильное обучение: специфика, формы работы, структура программ и учебного плана.
15. Развитие личностного потенциала обучающегося в образовательном процессе.
16. Исследование проблемы чтения и формирования читательской грамотности.
17. Формирование функциональной грамотности школьников.
18. Педагогическое сопровождение исследовательской деятельности обучающихся в школе.
19. Методика формирования ценностной картины мира средствами предметного содержания и внеурочной работы.
20. Вовлечение обучающихся в совместную образовательную деятельность как ресурс их личностного (познавательного, коммуникативного) развития.

21. Содержание работы по предупреждению и преодолению учебных (предметных) затруднений школьников.

22. Воспитательный потенциал предметного обучения для формирования гражданской идентичности и патриотизма обучающихся.

23. Диалог культур в обучении предметам гуманитарного цикла.

24. Педагогическое сопровождение формирования речевой культуры как важнейшего элемента национального самосознания современной молодежи.

25. Приобщение школьников к искусству.

26. Профилактика негативных социальных проявлений личности средствами физической культуры.

Воспитание. Социализация

27. Воспитание детей в различных видах деятельности и общения.

28. Воспитание обучающихся в совместной культурно-досуговой деятельности детей и взрослых.

29. Исследование проблем коллективного воспитания школьников на разных возрастных этапах.

30. Исследование проблем воспитания детей и подростков в условиях детских общественных объединений.

31. Методологические основы профилактики асоциальных форм поведения в образовательной среде.

32. Методология и методы гражданско-патриотического воспитания как социокультурного фактора обеспечения безопасности страны

33. Методология исследования и проектирования систем воспитания в условиях трансформации социума.

34. Патриотическое воспитание на разных уровнях общего, профессионального и дополнительного образования.

35. Формирование экологической культуры обучающихся.

36. Педагогическая поддержка обучающихся в процессе их социального и нравственного становления.

37. Педагогические аспекты развития самосознания обучающихся в разных возрастных периодах.

38. Педагогические аспекты формирования личностного самоопределения на различных уровнях образования.

39. Педагогическое сопровождение творческого развития обучающихся (в различных видах деятельности).

40. Трудовое воспитание и подготовка школьников к производительному труду.

41. Самоопределение и саморазвитие субъектов образовательного процесса в условиях социокультурной трансформации.

42. Методология исследования социального развития обучающихся с учетом динамики социокультурных процессов.

43. Методология формирования воспитательной среды образовательной организации.

44. Педагогические условия гражданского воспитания обучающихся на основе взаимодействия образовательной организации с детскими и молодежными объединениями.

45. Педагогическое обеспечение формирования и развития детско-взрослых сообществ.

46. Методология исследования социального развития обучающихся с учетом динамики социокультурных процессов.

47. Методология формирования воспитательной среды образовательной организации.

48. Влияние традиций образовательной организации на воспитание детей.

49. Педагогическое сопровождение родителей в процессе формирования здорового образа жизни ребенка и семьи.

50. Проблема формирования социально-правовой культуры обучающихся.

51. Формирование гражданской идентичности обучающихся на разных уровнях образования.

52. Формирование нравственной культуры личности в поликультурном пространстве.

53. Формирование социальной успешности воспитанников.

54. Система патриотического воспитания членов детских, молодежных общественных объединений.

55. Формирование ценностного отношения обучающихся к героическому прошлому России (истории России; истории своего села, города).

56. Формирование эмоционального интеллекта: педагогические условия, цель и методы.

57. Школьное самоуправление как фактор развития социального опыта обучающихся.

58. Формирование, становление и развитие качеств личности.

59. Педагогическая профилактика социальных девиаций у обучающихся.

60. Педагогическое сопровождение подростков, склонных к девиантному поведению.

61. Проблема профилактики противоправного поведения обучающихся общеобразовательных организаций.

62. Ранняя профилактика отклонений в личностном развитии ребенка как условие предупреждения асоциального поведения.

Психологические аспекты

63. Исследования психосоциальных ситуаций развития современного детства.

64. Педагогические условия обеспечения эмоционального / субъективного благополучия обучающихся в образовательном процессе.

65. Психолого-педагогическое сопровождение развития личности на различных уровнях образования.

66. Исследование учебной мотивации у детей, попавших в сложные социальные условия (мигранты, девианты, сироты и др.).

67. Проблемы социально-профессионального самоопределения личности на разных возрастных этапах.

Цифровая трансформация образования

68. Социально-педагогические аспекты цифровизации образовательного процесса.

69. Проблема предотвращения негативных последствий использования информационных и коммуникационных технологий в образовательном процессе.

70. Педагогический потенциал персонализированного обучения обучающихся в информационно-образовательной среде современной школы.

71. Электронные образовательные ресурсы как средство формирования информационной культуры младших школьников.

72. Педагогическое сопровождение социального развития личности в цифровом обществе.

73. Педагогические условия создания безопасной образовательной среды, кибербезопасности школьников.

74. Формирование медиаграмотности как условие обеспечения информационной безопасности обучающихся, профилактики и противодействия буллингу и кибербуллингу.

75. Искусственный интеллект и его роль в воспитании детей, подростков и молодёжи.

Работа с родителями. Семья

76. Взаимодействие семьи и образовательной организации на разных этапах развития российского общества.

77. Педагогическое взаимодействие участников образовательных отношений в современных условиях.

78. Роль межпоколенческих взаимодействий в обучении, воспитании, развитии и социализации личности.

79. Семейные ценности в содержании школьного образования.

80. Формирование ценностных ориентаций обучающихся различных возрастных групп из неблагополучных семей.

81. Научно-методическое обеспечение развития детско-родительского взаимодействия.

82. Способы вовлечения родителей, обучающихся в совместную образовательную деятельность.

83. Теория и технология домашнего обучения детей и подростков.

84. Этнопедагогические традиции семейного воспитания народов Российской Федерации.

Инклюзивное образование. Образование детей с ОВЗ

85. Педагогическое сопровождение участников инклюзивного образовательного процесса.

86. Формирование ценностных ориентаций обучающихся с ограниченными возможностями здоровья в условиях инклюзивного образования.

87. Проблема профилактики противоправного поведения у обучающихся с интеллектуальными нарушениями.

88. Социализация лиц с ОВЗ и/или инвалидностью в современном обществе.

89. Социокультурное развитие обучающихся с ОВЗ разных нозологических групп, получающих образование по различным вариантам адаптированных программ.

90. Вопросы профессиональной ориентации школьников с особыми образовательными потребностями.

Медицинские аспекты образования

91. Исследование проблем здоровья и безопасности в системе образования.

Важнейшие результаты, полученные российскими учеными в сфере наук об образовании

1. Топологические особенности функциональных сетей мозга как фактор индивидуальных различий рабочей памяти

В рамках когнитивной нейронауки активно развивается новое направление исследований – коннектомика как область науки, изучающая работу мозга с помощью анализа структуры нейронных связей и построения карты связей с когнитивными функциями. В русле данного направления проведено исследование, в котором изучается, как сети мозга связаны с функционированием рабочей памяти. В ходе регистрации электроэнцефалограммы (64 отведения) 195 участников (17–39 лет) выполняли задание на отсроченное воспроизведение стимулов, позволяющее оценить эффективность рабочей памяти при решении задач различной сложности (задача Стернберга). При выполнении этой задачи оценивалось количество правильных и неправильных ответов (точность) и время реакции на каждую попытку. Сети функциональной связности оценивались для трех условий: состояния покоя, фазы запоминания и фазы воспроизведения задачи Стернберга. На основании этих сетей были оценены такие характеристики сети, как длина пути, модулярность, центральность, коэффициент кластеризации и другие, а их эффект на точность и время ответа оценивался с помощью линейной регрессии со случайными эффектами. Результаты показали высокую специфичность характеристик топологии сети,

зависящую от состояния покоя или когнитивной задачи. В целом рабочая память опирается на распределенные сети мозга, которые вовлекают большое количество областей мозга. Помимо этого, запоминание и воспроизведение ассоциированы с различными характеристиками топологии сетей, указывая на различия их нейрофизиологической основы. В целом рабочая память связана с топологическими характеристиками топологии сетей функциональной связности в тета-, альфа- и обоих бета- диапазонах, указывая на частотно-специфические процессы. С точки зрения топологии сетей более высокая точность в задаче Стернберга связана с длиной пути, модулярностью, индексом партиципации и коэффициентом кластеризации, демонстрируя специфичность паттернов ассоциаций для состояния покоя и состояния выполнения задачи. Изменения топологии сетей мозга между этими двумя состояниями наблюдаются преимущественно для коэффициента кластеризации во всех диапазонах и для центральности, модулярности и коэффициенту партиципации в тета-диапазоне, отражая требования к функциональной организации мозга в ходе выполнения задачи на рабочую память. В целом успешность рабочей памяти скорее связана с быстрой перестройкой сетей, нежели со стабильными элементами сетей. Кроме того, анализ показал, что как сильные, так и слабые связи вносят вклад в когнитивные процессы, причем слабые связи потенциально ведут к более стабильным и поддерживающим сетям рабочей памяти. Результаты согласуются с нейросетевой теорией интеллекта сетевой нейронауки, предполагающей уникальные свойства сетей, связанные с определенными когнитивными функциями. При этом сочетание общих и уникальных процессов является ключом к пониманию индивидуальных различий в когнитивных способностях, что играет важную роль в успешности обучения.

Организация: Федеральный научный центр психологических и междисциплинарных исследований.

Руководитель: академик РАО Малых С.Б.

Авторы: Малых С.Б., Адамович Т.В., Исматуллина В.И.

Публикации:

Adamovich, T., Ismatullina, V., Chipeeva, N., Zakharov, I., Feklicheva, I., & Malykh, S. (2024). Task-specific topology of brain networks supporting working memory and inhibition. // Human Brain Mapping, 45(13), e70024. https://doi.org/10.1002/hbm.70024

2. Концепция развития личности ребенка в семье: основы семейного воспитания

В Концепции сформулированы современные основы развития личности ребенка в семье и его воспитания: определены цель и задачи семейного воспитания, показаны ключевые ошибки семейного воспитания, определены условия успешного развития личности ребенка в семье, предложены эффективные формы и методы семейного воспитания.

Назначение Концепции – помочь родителям в осмыслении и корректировке существующей практики их взаимодействия с собственными детьми. Концепция также призвана наметить общие ориентиры работы с родителями для семейных консультантов, семейных психологов, социальных педагогов, педагогов-психологов.

На основе Концепции разработан проект образовательной программы «Ответственное родительство: как стать хорошими мамами и папами», которая может быть реализована как программа внеурочной деятельности для старшеклассников или как программа спецкурса для студенческой молодежи. Концепция стала основой разработки видеолекций «Воспитание в семье: заблуждения и привычки, которых следует избегать» и «Общение с ребенком: распространенные заблуждения родителей», а также проекта семинара «Воспитание в семье: как не допустить ошибок и не жалеть о прошлом».

Полученные результаты могут быть использованы (и уже используются) для разработки методических материалов по проблемам семейного воспитания: курсов,

видеолекций, пособий, рекомендаций для родителей и специалистов, работающих с семьями.

Организация: Российская академия образования.

Руководитель: академик РАО Васильева О.Ю.

Авторы: Васильева О.Ю., Басюк В.С., Иванова С.В., Степанов П.В.

Публикации:

Васильева О.Ю., Басюк В.С., Иванова С.В. Семья: ее истоки, ценности и значение // Известия Российской академии образования. 2024. № 3. С. 6-20.

Васильева О.Ю., Басюк В.С., Иванова С.В., Степанов П.В. О разработке Концепции семейного воспитания // Ценности и смыслы. № 6. 2024. С. 28-45.

Степанов П.В., Степанова И.В. Курс «Семьеведение» и проблемы его реализации в школе // Семейные ценности и ценностное отношение к семье: методология и позитивный опыт: Монография / Под ред. О. В. Гукаленко, И. Ю. Фроленковой. Москва: МАКС Пресс, 2024. С. 166-174.

Дугарова Т.Ц., Фроленкова И.Ю. Воспитание ценностного отношения к труду на основе взаимодействия семьи и школы // Ценности и смыслы. № 6. 2024. С. 60-73.

3. Особенности социокультурного портрета современного студента педагогического вуза

Вопросы ценностей и их формирования относятся к наиболее значимым в области социально-гуманитарных наук. На сегодняшний день проблеме ценностей уделяется особое внимание при реализации государственной политики. Ценностные ориентации отражают отношение человека к действительности и в то же время представляют собой систему установок, регулирующих поведение человека, направляя вектор целеполагания согласно сложившейся системе ценностей. Особый интерес представляет изучение ценностных ориентаций студентов университетов как особой социальной группы, имеющей достаточно широкие возможности для мобильности, социально активной и особо восприимчивой к происходящим в различных жизненных сферах переменам. Проведен мониторинговый анкетный опрос студентов педагогических вузов и классических университетов различных регионов Российской Федерации. Анкета состоит из 92 вопросов, включая социально-демографический блок. В исследовании приняли участие 3855 респондентов.

На основе полученных данных построена иерархия жизненных ценностей студентов. Выявлено влияние демографических и социально-стратификационных факторов на ценностные ориентации студентов университетов.

На рисунке **Рис. 215** приведено общее распределение ответов студентов на вопрос о наиболее значимых для них жизненных ценностях.

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что в структуре жизненных ценностей студентов доминирующие позиции занимают базовые ценности: «хорошее здоровье» и «семья», а также характерные для данного возрастного этапа ценности, связанные со значимостью позитивных межличностных отношений. При этом ценности, связанные с учебной деятельностью («познание, расширение кругозора» и «развитие творческого потенциала и способностей»), посредством которой достигаются основные цели подготовки специалистов, отмечает только каждый четвертый-пятый современный студент. Это указывает на незавершившийся для многих обучающихся процесс профессионального самоопределения, когда обучение в вузе выступает в качестве «психосоциального моратория», позволяющего отсрочить окончательный выбор профессии и вхождение в нее.

Особое внимание в исследовании уделено изучению социально-психологических особенностей мотивации получения высшего образования. Интерес представляют результаты, касающиеся влияния уровня академической успеваемости на мотивацию получения высшего образования. На рисунке **Рис. 216** приведены различия в значимости

мотивов получения высшего образования между студентами с разным уровнем академической успеваемости.



Рис. 215. Общее распределение ответов студентов на вопрос о наиболее значимых для них жизненных ценностях (%)

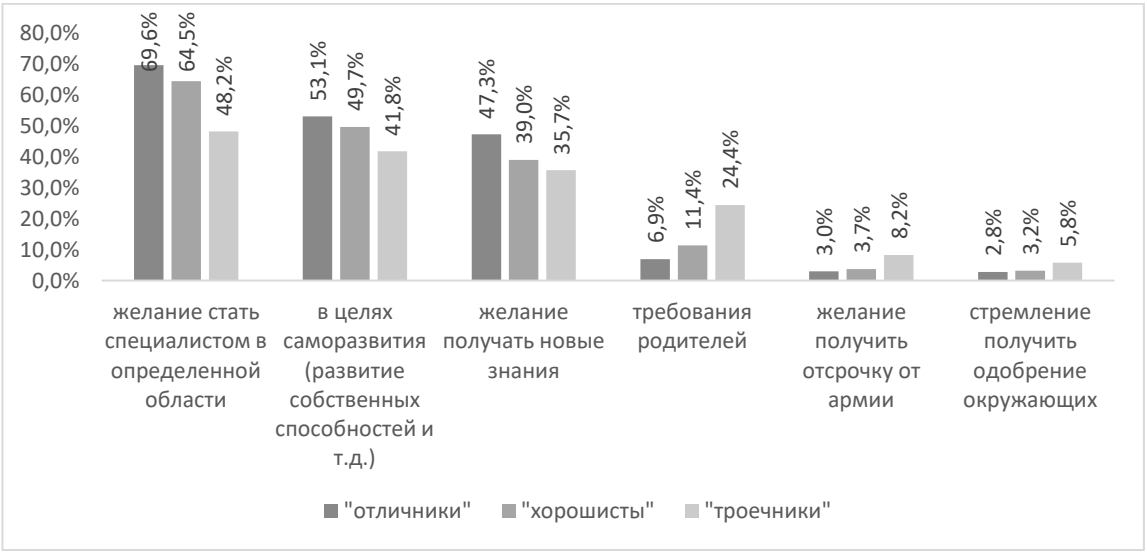


Рис. 216. Различия в значимости мотивов получения высшего образования между подвыборками студентов с разным уровнем академической успеваемости (%)

Результаты отражают, что высокий уровень академической успеваемости связан со значимостью профессиональных («желание стать специалистом в определенной области») и познавательных («в целях саморазвития», «желание получать новые знания») мотивов обучения в вузе. Низкий уровень успеваемости связан со значимостью социальных мотивов («требования родителей», «одобрение окружающих») и желанием получить отсрочку от армии. Таким образом, получение высшего образования у

академически успешных студентов обуславливается влиянием внутренних мотивов, непосредственно связанных с обучением и профессионализацией, у неуспешных – влиянием внешних мотивов.

Организация: Российская академия образования».

Руководитель: академик РАО Собкин В.С.

Авторы: Собкин В.С., Смыслова М.М., Коломиец Ю.О., Адамчук Д.В.

Публикации:

Собкин В.С., Смыслова М.М., Адамчук Д.В. Социально-психологические особенности ценностных ориентаций студентов вузов // Педагогика. – 2024. – Т. 88, № 6. – С. 38-49.

Собкин В.С., Смыслова М.М., Адамчук Д.В. К вопросу об особенностях мотивации получения высшего образования: мотивы обучения и мотивы отчисления // Педагогика. 2024. № 12. (в печати).

4. Дидактика общего образования в условиях цифровой трансформации

Рассмотрены новые дидактические решения проблем обучения в средней школе в условиях цифровой трансформации образования: постановка проблемы, которую решает данная инновация, содержание ценностно-целевого компонента образования, форм, методов, средств обучения. Дано представление о результатах, характере взаимодействия педагогов и обучающихся. Рассматриваются дидактические инновации, охватывающие процесс обучения в целом, а также отдельные его компоненты.

Охарактеризованы новые дидактические решения в процессе обучения, которые можно разделить на три группы. Первая – это дидактические решения, основанные на информационно-коммуникационных технологиях (ИКТ) (например использование искусственного интеллекта при изучении физики, сетевое обучение старшеклассников проектно-исследовательской деятельности). Вторая группа – дидактические решения, которые могут быть реализованы без ИКТ, при этом ИКТ их усовершенствует, позволяет добиться более высоких результатов (развитие критического мышления на уроках литературы с использованием инструментов искусственного интеллекта, использование рабочих листов в условиях цифровизации образования). Третья группа– дидактические решения, не связанные с ИКТ, но направленные на формирование у обучающегося тех качеств, которые необходимы ему в условиях цифровой трансформации (приемы моделирования в достижении метапредметных результатов в начальной школе на уроках математики, развитие самосознания обучающихся на уроке и во внеурочной деятельности как ответ на вызовы цифровой эпохи).

Представленные дидактические решения дают возможность широкому кругу педагогических работников разных профилей использовать описанный опыт построения процесса обучения по-новому, с учетом цифровой трансформации образования.

Организация: Российская академия образования.

Руководитель: академик РАО М.Л. Левицкий.

Авторы: Левицкий М.Л., Осмоловская И.М., Тарханова И.Ю.

Публикации:

Новые дидактические решения для общего образования в условиях цифровой трансформации: Сборник научно-методических материалов / Под научной ред. М.Л. Левицкого, И.М. Осмоловской, И.Ю. Тархановой. – Москва, РАО, 2024.

Левицкий М.Л., Осмоловская И.М. Взаимосвязь дидактики и практики // Ценности и смыслы. 2025. № 1 (95).

Тарханова И.Ю. Дидактические затруднения педагогов в условиях цифровой трансформации общего образования // Ярославский педагогический вестник. – 2024. – № 4(139). – С. 8-18.

5. Формирование традиционных российских духовно-нравственных ценностей в общеобразовательной школе

Разработана концептуальная модель формирования у обучающихся традиционных российских духовно-нравственных ценностей в условиях общеобразовательной организации, раскрыт потенциал общеобразовательной организации в формировании у обучающихся традиционных российских ценностей, обоснованы ценностно-смысловой, культурологический, личностно-развивающий, полисубъектный подходы к решению школой задачи приобщения обучающихся к традиционным российским ценностям.

Выявлены и обоснованы условия эффективной трансляции общеобразовательной организацией традиционных российских ценностей обучающимся: обеспечение разнообразия и событийности деятельности, формирование пространства для самореализации обучающихся, проектирование творческой среды совместной деятельности детей и взрослых, учет возрастных особенностей школьников, а также педагогическая культура и мастерство педагога. Подготовлены научно-методические рекомендации, в которых с учетом психолого-возрастных особенностей школьников раскрываются формы, средства, методы, педагогические технологии деятельности школы по приобщению обучающихся к традиционным ценностям российской культуры.

В целом в результате обоснован и раскрыт потенциал общеобразовательной организации в формировании у обучающихся традиционных российских ценностей, разработаны теоретико-методологические основы и научно-методическая система его реализации. Приобщение обучающихся к традиционным российским ценностям раскрыто как новый самостоятельный вид социально-педагогической деятельности школы, обеспечивающий формирование у обучающихся ценностного отношения к родной стране, ее истории и культуре.

Организация: Институт содержания и методов обучения.

Руководитель: академик РАО Гукаленко О.В.

Авторы: Богуславский М.В., Вагнер И.В., Дзятковская Е.Н., Долгая О.И., Милованов К.Ю., Мухаметзянов И.Ш., Сериков В.В.

Публикации:

Гукаленко О.В., Сериков В.В. Формирование гражданско-патриотической идентичности будущих педагогов в классическом университете // Вестник Московского университета. Серия 20. Педагогические науки. 2024. Т. 22, № 1. С. 205-221.

Гукаленко О.В., Дзятковская Е.Н., Захлебный А.Н., Вагнер И.В., Долгая О.И. Формирование традиционных российских ценностей как педагогическая задача: диалог науки и практики // Социальная педагогика в России. Научно-методический журнал. 2024. № 4. С. 5-18.

Богуславский М.В. Идеалы духовно-нравственного воспитания в трактовке отечественных мыслителей эпохи просвещения: Е. Р. Дашкова, Н. И. Новиков, А. Ф. Бестужев // Наука. Управление. Образование. РФ. 2024. № 2 (14). С. 9-17.

Мухаметзянов И.Ш. Цифровая образовательная среда и возможности ее применения в процессе формирования традиционных духовно-нравственных ценностей у учащихся // Педагогическая информатика. 2024. № 1. С. 18-27.

Милованов К.Ю. Ценностный нарратив в содержании отечественных школьных учебников истории // Историко-педагогические чтения. 2024. № 28. С. 198-204.

6. Методологические основы дидактики профессионального образования в контексте цифровой и сетевой трансформации

Разработаны методологические основы общей теории и дидактики профессионального образования в условиях цифровой и сетевой трансформации, а также основы построения дидактических систем в высшем техническом образовании.

Сформулирован ряд методологических положений теории цифровой и сетевой трансформации образования.

Разработаны новые аспекты методологии реализации компетентностного подхода в профессиональном образовании. На основе анализа перспективных направлений разработки и применения когнитивных, цифровых и сетевых технологий, а также результатов лонгитюдного исследования эффективности применения иммерсивных технологий в организациях высшего и среднего профессионального образования разработана методика применения данных технологий. Обобщены российский и зарубежный опыты применения цифровых технологий по ряду направлений: образование, ТЭК, медицина, психология. Предложены механизмы сопряжения традиционных российских ценностей и универсальных компетенций во ФГОС ВО четвертого поколения. Определены основные параметры прогнозирования состояний системы профессионального образования в процессе модернизации; разработаны критерии анализа научно-методических подходов и практик прогнозирования развития СПО, в том числе в структуре технического вуза.

Разработанные методологические основы общей теории и дидактики профессионального образования в контексте цифровой и сетевой трансформации профессионального образования могут быть применены для достижения национальных целей в области подготовки инженерных кадров, специалистов среднего звена и высококвалифицированных рабочих для ключевых отраслей экономики страны с целью обеспечения технологического и идеологического суверенитета Российской Федерации. Разработанная методология подготовки кадров для ОПК может стать основой для более эффективных стратегий использования потенциала университетских комплексов как катализаторов позитивных экономических изменений. Разработанные теоретические положения для высшей школы позволяют развернуть аналогичные исследования в системе среднего профессионального образования, новые подходы к прогнозированию развития системы СПО позволят принимать более обоснованные управленческие решения.

Организации-соисполнители: РАО, РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, РАНХиГС, ВОЕНМЕХ им. Д.Ф. Устинова.

Руководители: академик РАО Мартынов В.Г., академик РАО Подуфалов Н.Д., академик РАО Стриханов М.Н.

Авторы: Акилин А.А., Алехина И.Г., Арнаутенко М.С., Беракчян А.Д., Блинов В.И., Бордовский Г.А., Душин А.В., Жедяевский Д.Н., Жураковский В.М., Калашников П.К., Кузнецов А.Н., Куртеева Л.Н., Малых С.Б., Мартынов В.Г., Подуфалов Н.Д., Савенков А.И., Самарин И.В., Строгонов А.Ю., Сергеев И.С., Шматко А.Д.

Публикации:

Калашников П.К., Мартынов В.Г., Подуфалов Н.Д., Савенков А.И. Основные проблемы
и направления формирования теории и дидактики высшего образования / Педагогика. 2024. № 1. С. 5-20; № 2. С. 25-40.

Инновационные процессы в высшем и среднем профессиональном образовании, и профессиональном самоопределении: Сборник научных трудов. – М.: ООО Издательство «Экон-Информ», 2024. 378 с.

Технологии виртуальной, дополненной и смешанной реальности в системе высшего и среднего профессионального образования (оценка применимости технологий) / Под общ. ред. В.Г. Мартынова, Н.Д. Подуфалова. М.: ИЦ РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2024. 74 с.

Бордовский Г.А., Подуфалов Н.Д., Шматко А.Д. Роль университетских комплексов технической направленности в социально-экономическом развитии страны в условиях многополярности мира / Экономика и управление, № 30(8), 2024. С. 891-897.

Сергеев И.С., Блинов В.И., Куртеева Л.Н. Основные параметры прогнозирования состояний системы профессионального образования и обучения в процессе модернизации / Профессиональное образование и рынок труда. 2024. Т. 12, № 1(56). С. 6-28.

Алехина И.Г., Жедяевский Д.Н., Калашников П.К., Малых С.Б., Мартынов В.Г., Подуфалов Н.Д., Савенков А.И., Шматко А.Д. Развитие общей теории и дидактики высшего образования и формирование эффективной информационной образовательной среды. Педагогика. 2024. № 11. С. 5-15.

Важнейшие научные достижения в области изобразительного искусства

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

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

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

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

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

6.3.1. Русское изобразительное искусство, скульптура и архитектура:

6.3.1.1. Древнерусское искусство и архитектура;

6.3.1.2. Русское искусство и архитектура XVIII - XIX веков;

6.3.1.3. Русское (советское) искусство и архитектура XX века;

6.3.1.4. Основные тенденции развития искусства в XXI веке.

Мировая художественная культура (6.3.6 - 6.3.9)

6.3.6. История изобразительного искусства и архитектуры

6.3.6.1. Античное искусство и архитектура;

6.3.6.2. Византийское искусство и архитектура;

6.3.6.3. Средневековое искусство и архитектура;

6.3.6.4. Искусство и архитектура Нового времени;

6.3.6.5. Искусство и архитектура XX - XXI веков;

6.3.6.6. Искусство и архитектура стран Центральной Европы XX века;

6.3.11. Искусство в современном медийном пространстве;

6.3.11.1. Экранные медиа и литература;

6.3.11.2. Визуальная культура современных массмедиа;

6.3.11.3. Звуковая культура современных массмедиа.

6.3.12. Теория искусства и эстетика:

6.3.12.1. История науки об искусстве;

6.3.12.2. Семиотические проблемы языка искусства;

6.3.12.3. История эстетической мысли;

6.3.12.4. Методология искусствознания;

6.3.12.5. Теория искусствознания;

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

6.3.15. Стратегии охраны культурного наследия и разработка реставрационных методик:

6.3.15. Стратегии охраны культурного наследия и разработка реставрационных методик;

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

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

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

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

6.3.16.3. Восстановление и разработка технологий производства художественных материалов.

6.3.17. Анализ актуальных процессов развития современной культуры:

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

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

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

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

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

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

6.3.18. Искусство в контексте развития современного гуманитарного образования:

6.3.18.1. Особенности развития новейших художественных течений;

6.3.18.2. Развитие академического образования в сфере искусства;

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

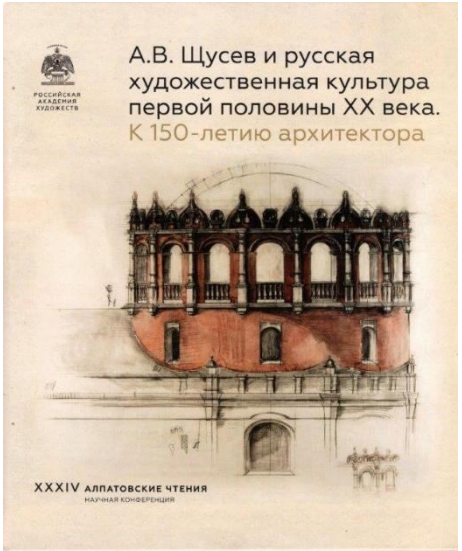
6.3.18.4. Роль искусства в системе образования современного человека и всестороннего развития личности;

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

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

ОБЛАСТЬ ЗНАНИЯ АРХИТЕКТУРА

А.В. Щусев и русская художественная культура первой половины XX века. К 150-летию архитектора // Коллект. моногр. по мат-лам XXXIV Алпатовских чтений. 23.11.2023, РАХ, Москва. М.: Российская академия художеств, 2024.-212 с.; ил. ISBN 978-5-6052109-0-0. Тираж 500 экз.



Печатается по решению Президиума Российской академии художеств.

Коллективная монография по материалам научной конференции XXXIV Алпатовские чтения «А.В. Щусев и русская художественная культура первой половины XX века. К 150-летию архитектора» анализирует и обобщает творческую деятельность выдающегося зодчего. В конференции приняли участие

представители научно-исследовательских и музейных институций, в стенах которых на протяжении юбилейного года проходили выставки и научные мероприятия, раскрывшие грандиозный масштаб личности Алексея Викторовича Щусева. Публикуемые материалы предлагают ранее неизвестные сведения и факты о его деятельности не только как архитектора, но и графика, дизайнера, музейного деятеля, реставратора, и впервые вводятся в научный оборот.

Может быть рекомендовано в образовательных программах по искусству, для специалистов в области гуманитарных знаний, а также для широкой аудитории.

Руководитель: академик РАХ Д.О. Швидковский.

Составители: академик РАХ Д.О. Швидковский, академик РАХ Е.О. Романова.

Научный редактор: академик РАХ Е.О. Романова.

Перевод на английский язык: член-корреспондент РАХ Л.Б. Федоровская.

ДЕКОРАТИВНОЕ ИСКУССТВО

Диалог с классикой в контексте современного творчества // Коллект. моногр. - Москва: Российская академия художеств, 2024. - 220 с.; илл. ISBN 978-5-6052109-3-1. Тираж 300 экз.



Печатается по решению Президиума Российской академии художеств.

В коллективной монографии собраны материалы исследований, осуществлявшихся учеными в Российской академии художеств в 2022-2023 годах. В контексте многосторонней художественной жизни XX-XXI веков проблема современной классики видится особенно острой и дискуссионной. Диалог с классическим наследием происходит практически во всех видах искусства: в изобразительных искусствах и архитектуре, в музыке и театре, опере и балете, в кинематографе, которые вовлечены в современный творческий процесс. Тем временем многие направления в искусстве XX века уже получили статус классических, а яркие творческие личности - статус современных классиков. Таким образом, мы являемся свидетелями процесса, в результате которого на наших глазах рождается так называемая «новая классика». И хотя это понятие еще не стало официально признанным, процесс становления «новой классики» вызывает пристальный интерес. Вокруг него ведутся дискуссии, споры, высказываются разные суждения.

Широкий круг вопросов, связанный с художественной спецификой того или иного вида искусства, обязывает установить некие границы исследования, определить аспекты рассмотрения, выявить наиболее очевидные для современного художественного процесса особенности в обращении к классическому наследию. В рассмотрении конкретного материала первостепенными представляются два аспекта. Первый из них – в каких формах осознания и реалиях художественной практики происходит связь с классическим искусством. Второй касается критериев ценности современного произведения декоративного искусства, которые позволяют считать его сопричастным к понятию классического. Представляется важным, что руководителем проекта является академик, доктор искусствоведения Л.В. Казакова - один из ведущих специалистов в стране по проблемам изучения декоративных искусств. В основе представленной исследовательской программы лежит многолетнее личное знакомство почти со всеми отечественными и зарубежными художниками, представленными в исследовании, позволило наблюдать в развитии творчество каждого из них. В результате посещения мастерских и студий,

персональных выставок, участия в международных выставках, симпозиумах, представления выставок отечественного декоративного искусства за рубежом ощущалась, «переживалась» творческая ситуация от 1960-х до 2000-х годов.

Может быть рекомендовано в образовательных программах по искусству, для специалистов в области гуманитарных знаний, а также для широкой аудитории.

Руководители: академик РАХ Д.О. Швидковский; академик РАХ Л.В. Казакова.

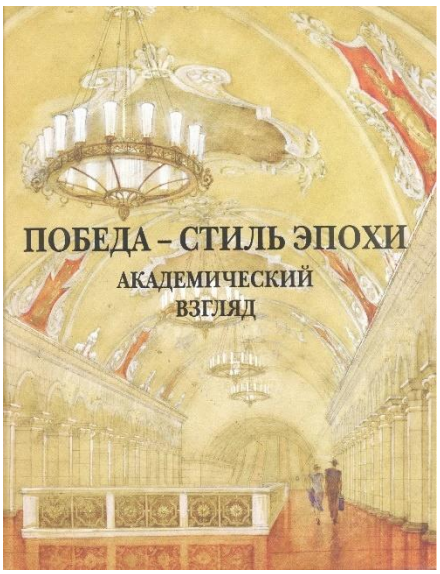
Составители: академик РАХ Л.В. Казакова, академик РАХ Е.О. Романова

Научный редактор: академик РАХ Е.О. Романова.

Перевод на английский: член-корреспондент РАХ Л.Б. Федоровская.

ИСКУССТВОЗНАНИЕ

1. ПОБЕДА - СТИЛЬ ЭПОХИ: АКАДЕМИЧЕСКИЙ ВЗГЛЯД. Коллективная монография по материалам Международной научной конференции (19-21 мая 2021 года). М.: Союз Дизайн, 2023. - С. 816: ил. ISBN 978-5-6048958-5-6. Тираж 500 экз. Реальный выход в свет 2024 г.



Печатается по решению Президиума Российской академии художеств и Ученого совета НИИ теории и истории изобразительных искусств Российской академии художеств. Издание осуществлено при финансовой поддержке Фонда культурного просвещения «СТИЛЬ ПОБЕДЫ»

Руководитель: академик РАХ ТА. Кочемасова.

Редакционный совет: академик РАХ Т.Л. Астраханцева, к. искусствовед. А.А. Дружинин, академик РАХ А.А. Золотов, академик РАХ В.Г. Калинин, член-корреспондент РАХ Н.Н. Панюшева, академик РАХ С.С. Ступин, академик РАХ Д.О. Швидковский, К.Г. Лебедянская.

Ответственный редактор и составитель: академик РАХ Т.Л. Астраханцева.

Редактор: Г.П. Конечна.

Научные рецензенты: к. искусствовед. Д.В. Кейпен-Вардиц; д. искусствовед. В.А. Малолетков.

Коллективная монография, составленная по материалам Международной научной конференции «ПОБЕДА - СТИЛЬ ЭПОХИ: АКАДЕМИЧЕСКИЙ ВЗГЛЯД», представляет исследования ведущих российских и зарубежных специалистов: искусствоведов, культурологов, историков, филологов, архитекторов, скульпторов, художников. Издание охватывает широкий круг проблем, связанных с историко-теоретическими вопросами и особенностями современного прочтения послевоенного искусства (1945-1955), всесторонне рассматривает определение термина «стиль Победы», понимаемого как комплекс мировоззренческих, эстетических и художественных средств, участвующих в создании образа - от замысла до реализации.

В монографию вошли публикации как признанных ученых-исследователей, так и молодых специалистов.

Результаты научной работы послужат выработке новых подходов к истории отечественной художественной культуры середины XX века. Могут быть использованы в педагогическом процессе (художественные вузы, лицеи, школы) как для специалистов в области истории и искусства, так и для широкой аудитории, в том числе и при подготовке программ по патриотическому воспитанию молодежи, сохранению духовно-культурных ценностей.

2. Императоры Александр II и Александр III - покровители русского искусства: коллективная монография / под общ. ред. Ю.Р. Савельева. - Москва: Энциклопедия, 2024. - 792 с.: 104 л. цв. илл. ISBN 978-5-94802-298-7. Тираж 500 экз.

Печатается по решению Президиума Российской академии художеств, при организационной поддержке: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет искусств; Санкт-Петербургский институт истории РАН.



Рецензенты: академик РАХ В.А. Малолетков; член-корреспондент РАН, академик РАХ А.Г. Толстиков; член-корреспондент РАХ Д.В. Кейпен-Вардиц.

К 200-летию со дня рождения Императора Александра П, к 175-летию со дня рождения Императора Александра Ш, к 130-летию учреждения Комиссии по реформированию Императорской Академии художеств.

В коллективной монографии «Императоры Александр II и Александр III - покровители русского искусства» публикуются материалы научных конференций, состоявшихся в 2018 и 2021 годах и посвященных важнейшим датам отечественной истории. Тематика статей охватывает большой круг вопросов русской истории, культуры и искусства второй половины XIX - начала XX века, а также все виды художественного творчества: архитектуру, скульптуру, живопись, графику и декоративное искусство. Главная научная проблематика статей основана на признании исключительной роли глав государства в развитии изобразительного искусства и культуры. В этом созидательном процессе выдающаяся роль принадлежала Императорской Академии художеств - главному центру профессионального художественного творчества и художественного образования в нашей стране. Среди авторов статей девять докторов и девять кандидатов наук. Издание дополняют приложения, содержащие архивные материалы и свидетельства современников. Монография будет интересна как специалистам, так и всем тем, кто неравнодушен к истории отечественной культуры и искусства.

Результаты исследования могут быть использованы в образовательных программах художественных школ, лицеев, вузов, для специалистов в области искусства, культуры, гуманитарных дисциплин, а также для широкой аудитории.

НОВЕЙШИЕ ХУДОЖЕСТВЕННЫЕ ТЕЧЕНИЯ

Важным направлением деятельности Российской академии художеств являются научно-выставочные проекты, которые объединяют творческие достижения современных академиков и художников России, научные исследования, посвященные процессам трансформации в современной художественной культуре. Среди них необходимо отметить многолетнюю научно-выставочную программу в формате ежегодного **Межрегионального академического проекта «КРАСНЫЕ ВОРОТА/ ПРОТИВ ТЕЧЕНИЯ».**

В 2024 году продолжалась реализация масштабного, рассчитанного на 20 лет академического проекта, - межрегиональной академической выставки-конкурса «Красные ворота / Против течения». Руководителем и автором проекта является вице-президент Российской академии художеств, академик и член Президиума РАХ, председатель Поволжского отделения РАХ, президент Творческого Союза художников России Константин Худяков. Более 100 современных авторов представили свои произведения в передвижной выставке. Среди участников - члены Российской академии художеств.



В рамках реализации проекта издан 6-й том арт-энциклопедии «Красные ворота / Против течения». ПРОТИВ ТЕЧЕНИЯ: монография. – ТСХР, РАХ, М.-2024 - 680 с. Тираж 500 экз. ISBN 978-5-6052109-3-1. В коллективной монографии исследуется связь изобразительного искусства с общественной проблематикой: насколько адекватны времени отдельные его виды и жанры, на какие следует обратить пристальное внимание, выстраивая стратегию строительства новой русской культуры. В издании представлены репродукции произведений 395 художников, концепция проекта, аналитические статьи, информация об организаторах, партнерах и участниках проекта.

Поволжское отделение Российской академии художеств Творческий союз художников России.

Многолетняя программа служит поддержкой творческой молодежи, созданию единого экспериментального художественного пространства, в котором старшее поколение и молодые художники объединяются в создании новых форм визуальной изобразительности.

Опубликованные в монографии материалы могут быть использованы в программах по художественному образованию (художественные школы, лицеи, училища, институты), адресованы как специалистам, так и широкой аудитории.

ЖИВОПИСЬ

1. Яхонт О.В. Страницы художественного и научного творчества. Том 1. / отв. науч. ред. М.М. Красилин. - М.: Издательство СканРус, 2024. -192 с., ил. ISBN 978-5-4350-0159-4. Тираж 500 экз.



Яхонт О.В. Страницы художественного и научного творчества. Том 2. / отв. науч. ред. М.М. Красилин. - М.: Издательство СканРус, 2024. -384 с., ил. ISBN 978-5-4350-0160-0. Тираж 500 экз.

Научное издание утверждено и рекомендовано к печати ученым советом.

Федерального государственного бюджетного научно-исследовательского учреждения «Государственный научно-исследовательский институт реставрации».

О.В. Яхонт – академик Российской академии художеств, заслуженный деятель искусств Российской Федерации, почетный реставратор города Москвы, профессор, кандидат искусствоведения, художник-реставратор высшей квалификации, автор ряда книг и около 200 статей по истории, теории и практике реставрации, атрибуции, истории искусства. Данная книга - сборник творческих работ автора. Стаж его работы приближается к 60 годам, а число отреставрированных памятников давно превысило тысячу. Некоторые работы потребовали сложнейших комплексных научных исследований с привлечением специалистов различных областей наук.

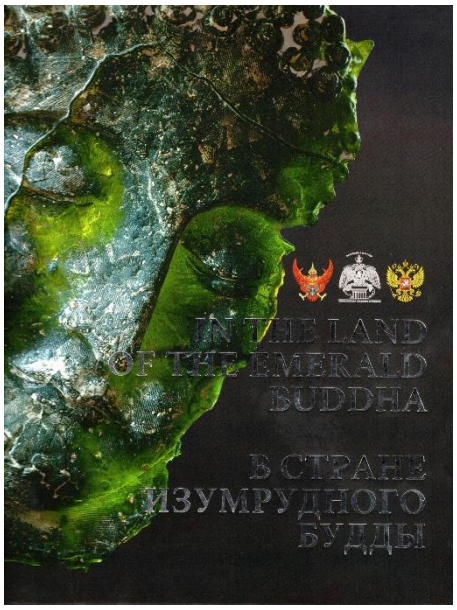


Реставрация, по словам Олега Яхонта, – сложнейший процесс, благодаря которому шедевры

мастеров предшествующих эпох удается сохранить. Это возможно благодаря тому, что реставратор обладает не только должным уровнем художественного и искусствоведческого образования, но и профессиональными навыками в области лепки, ваяния и формовочных работ. В исследовании процесс рестарации представлен как уникальный пример синтеза наук и искусств во благо сохранения культурного наследия человечества, осмысленный выдающимся специалистом мирового уровня.

Книга адресована музейным работникам, специалистам по истории культуры, искусствоведам, реставраторам, учащимся высших и средних художественных учебных заведений и всем любителям искусства.

2. В стране Изумрудного Будды. Научное издание, альбом, посвящённое 125-летию установления дипломатических отношений Российской Империи, СССР, Российской Федерации и Королевства Таиланд.



Авторы составители Анисимов В.Н., Шишин М.Ю. - М.: Издательский дом «Христофор», Российская академия художеств. 2024 г. - 324 с. ил. ISBN 978-5-9908697-1-4. Тираж 500 экз.

Издание осуществлено при поддержке Российской академии художеств, Российско-Таиландского делового совета и Бюро творческих экспедиций.

Руководители: академик РАХ Владимир Анисимов, академик РАХ Михаил Шишин.

Консультант: Екатерина Колдунова.

Издание наиболее полно представляет творчество российских художников, которые на протяжении многих лет изучали культурное и природное наследие Королевства Таиланд. Экспедиции в эту страну возглавлял академик Российской академии художеств В.Н. Анисимов. Созданные там произведения искусства были объединены в выставку, которая была представлена не только в Москве, но еще в 18 городах России, на Урале, в Сибири и на Дальнем Востоке. Проект стал примером плодотворного международного культурного сотрудничества, получил высокую оценку Министерства иностранных дел Российской Федерации и Посольства Королевства Таиланд, вошел в официальную программу перекрестных годов культур.

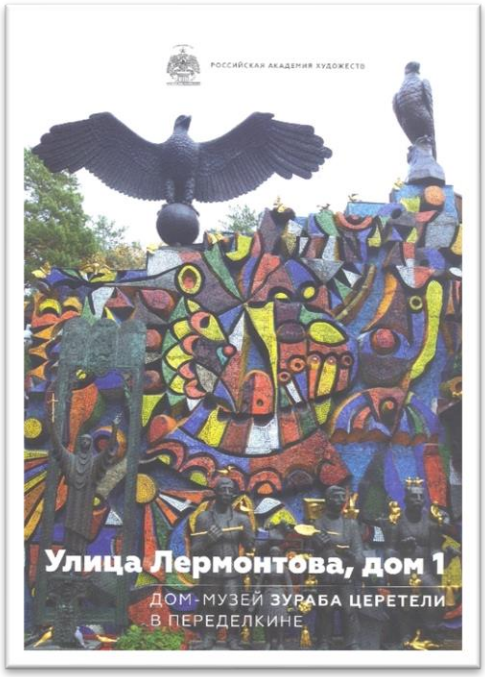
Издание, которое знакомит читателя с работами выставки, предназначено специалистам, искусствоведам, востоковедам и всем интересующимся и изучающим искусство Юго-Восточной Азии и, в первую очередь, историю, культуру, искусство и природное наследие Таиланда.

СКУЛЬПТУРА

Улица Лермонтова, дом 1. Дом-музей Зураба Церетели в Переделкине // Коллективная монограмма по материалам Круглого стола «Дом-музей Зураба Церетели в Переделкине: Смысл творчества и взгляд в историю. К юбилею художника». 18.01.2024, РАХ. Москва: Российская академия художеств, 2024. - 284 с.; илл. ISBN 978-5-6048493-2-3.э. Тираж 500 экз.

Печатается по решению Президиума Российской академии художеств.

Коллективная монография включает материалы, подготовленные научным коллективом Российской академии художеств к 90-летию выдающегося художника с мировым именем, президента Российской академии художеств, Посла Доброй Воли ЮНЕСКО З.К. Церетели. За свою творческую жизнь художник реализовал десятки благотворительных культурных инициатив, в число которых вошло и создание шести



музейно-выставочных пространств.

Данная монография фокусируется на последнем по времени создания Доме-музее художника в подмосковном поселке Переделкино, его замысле, коллекции, экспозиции. Прослеживается уникальный опыт создания и «обживания» музейного пространства, создаваемого сами художником. Такие прецеденты существуют в мировой и отечественной музейной практике, тем не менее они являются редким примером особого художественного видения, когда художника становится исследователем собственного творчества, куратором и организатором экспозиционного пространства. При этом широко освещаются этапы творческого пути З.К. Церетели, его место в контексте мирового искусства, характерные особенности творчества художника. В создании монографии приняли участие ведущие отечественные историки искусства и художественные критики, которые на протяжении многих лет исследуют творчество З.К. Церетели.

Монография предназначена для специалистов в области теории и истории изобразительных искусств, гуманитарных дисциплин, рекомендуется для использования в образовательном процессе (программы художественных вузов, лицеев, школ), будет интересна широкой аудитории читателей.

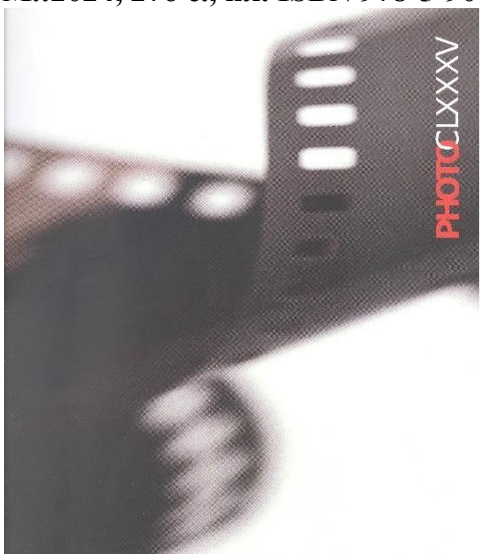
Научный руководитель вице-президент РАХ, президент РААСН, ректор МАрхИ. Д.О. Швидковский.

Составители: Д.О. Швидковский, Е.О. Романова.

Научный редактор Е.О. Романова Академик РАХ.

ФОТОГРАФИЯ И МУЛЬТИМЕДИА

Проект «PHOTO CLXXXV» Экспериментальной творческой мастерской Поволжского отделения Российской академии художеств и Творческого Союза художников России при поддержке Министерства культуры Российской Федерации. М.:2024, 276 с., ил. ISBN 978-5-907887-13-7. Тираж 500 экз.



Выставочный проект посвящен 185-летию события, вошедшего в историю как День рождения фотографии. 7 января 1839 года французский художник-декоратор и химик Луи Дагер на заседании Парижской Академии наук представил удивительное техническое изобретение, позволяющее фиксировать светом изображение окружающего мира. Знаменательно, что у истоков фотографии стоял художник. Ведь живописцы и графики с XVII века пользовались оптической камерой-обскура при рисовании видов городов и интерьеров. Прошло два столетия и достижения химии позволили изображению самому зафиксировать себя без участия руки художника. Уже с первых дней существования «светопись», как ее называли, стремилась приблизиться к изобразительному искусству, обучаясь приемам светотеневой моделировки, композиции и сюжетного построения, одновременно став помощником художникам в фиксации образов с помощью фотокамеры.

Фотография была признана искусством в XX веке, а цифровые технологии XXI века позволили показать в фотографии красоту бесконечного разнообразия природных и геометрических форм, творчески отразить глубинные миры сознания человека, продемонстрировать современные сюжетные и пластические приемы работы с моделью, трансформацию реалистического живописного языка, неограниченные возможности создания декоративных абстрактных композиций и примеры включения в творческий процесс искусственного интеллекта.

Сегодня Российская академия художеств имеет в своем составе Отделение фотоискусства и мультимедийных технологий. Успешно работают фотохудожники, члены секции арт-фото Творческого Союза художников России, которая отмечает 15-летие выставочной деятельности. Полноправными участниками юбилейного выставочного проекта являются действительные члены, члены-корреспонденты и почетные члены Российской академии художеств.

В эру цифровых технологий и использования искусственного интеллекта искусство фотографии — это неотъемлемая часть технологического прогресса. В наши дни даже мобильные телефоны обладают встроенными фотокамерами. Казалось бы, что процесс фотосъемки стал простым и обыденным. Тем не менее высокохудожественно «остановить мгновение» и сейчас могут далеко не все. Как и прежде, для этого требуются опыт, знания, талант.

Каждое достижение в сфере производства фотокамер, печати и публикации изображений приводит к появлению новых форм фотографии. Все эти изменения расширяют разнообразие и качество художественной фотографии. Новые открывшиеся перспективы стимулируют фотографов к свежим идеям и подходам. Они используют не только возможности фотокамер, но и работают с цифровыми редакторами, что создаёт практически неограниченные возможности для творческой фантазии, где порой стираются границы между собственным видением фотохудожника и возможностями оборудования. Умение видеть и чувствовать – основа любого творчества, но не менее важно владение мастерством в передаче своего видения, своих мыслей и чувств художественными средствами.

Результаты научно-выставочного проекта могут быть использованы в научных исследованиях, образовательных программах, посвященных современной фотографии, использованию новых технологий и их влияния на вовлеченность общества в творческий процесс.

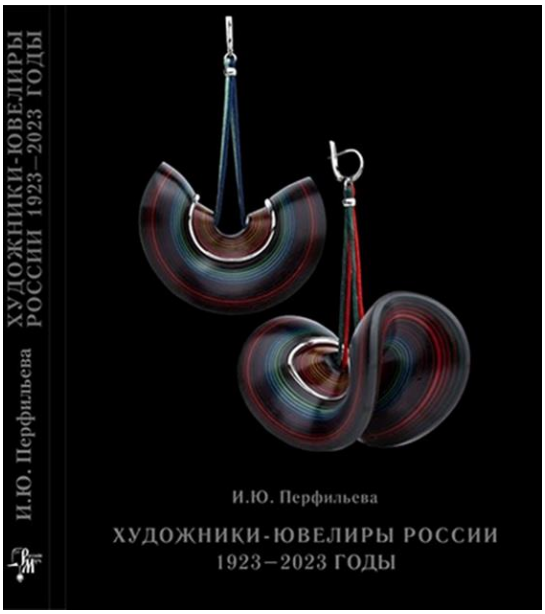
ДИЗАЙН

Перфильева, Ирина Юрьевна. Художники-ювелиры России. 1923—2023 года: иллюстрированный биографический словарь / И. 10. Перфильева; Российская акад, художеств, Научно-исслед. ин-т теории и истории изобразит, искусств. — М. : Русский Mip'b, 2024. — 472 с. ISBN 978-5-89577-312-3.

Проект реализован в рамках гранта Президента Российской Федерации для поддержки творческих проектов общенационального значения в области культуры и искусства.

Рукопись одобрена Ученым советом Научно-исследовательского института теории и истории изобразительных искусств Российской академии художеств.

Рецензенты: академик РАХ Хромов О.Р.; к. искусствовед. Габриэль Г.Н..



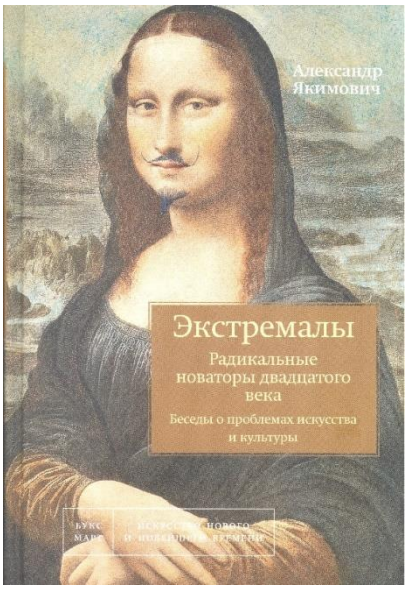
«Художники-ювелиры России. 1923-2023 годы. Иллюстрированный биографический словарь» – продолжение научно-исследовательской работы Ирины Юрьевны Перфильевой, доктора искусствоведения, доцента, главного научного сотрудника отдела Художественных проблем дизайна, декоративного и народного искусства НИИ теории и истории изобразительных искусств Российской академии художеств, автора монографии «Русское ювелирное искусство XX века в контексте европейских художественных тенденций. 1920-2000-е годы» – первого обобщающего труда, посвященного анализу художественного процесса формирования, становления и развития видового жанра «станково-прикладных», авторских произведений ювелирного искусства.

Собранный в процессе написания книги материал по персоналиям, но не вошедший в нее, представлен как самостоятельное справочное издание. Оно содержит биографическую информацию о широком круге художников-ювелиров России, работавших в авторском ювелирном искусстве на протяжении почти ста лет. Настоящее издание позволяет значительно конкретизировать сложную историю русского авторского ювелирного искусства XX - начала XXI века. Через приведенные в Словаре творческие биографии художников-ювелиров автор дает широкую и объективную картину эволюции этого вида искусства.

Словарь будет полезен исследователям русского авторского ювелирного искусства, сотрудникам музеев, занимающимся атрибуцией современных произведений русского ювелирного искусства, студентам вузов по специальности «история декоративно-прикладного искусства», а также широкому кругу читателей, интересующихся этим видом пластических искусств.

НОВЕЙШИЕ ТЕЧЕНИЯ

Якимович А.К. Экстремалы. Радикальные новаторы двадцатого века. Беседы о проблемах искусства и культуры. Книга *3*- М.: БуксМАрт, 2024. — 304 с.: ил. ISBN 978-5-00203-006-4. Тираж 1500 экз.



Печатается по решению Научно-исследовательского института теории и истории изобразительных искусств, Российской академии художеств и Редакционно-экспертного совета Ассоциации искусствоведов.

Рецензенты: член-корреспондент РАХ Флорковская А.К.; к. искусствовед. Иньшаков А.Н..

Представленное исследование является значимым вкладом в отечественное искусствознание, результатом многолетней научной работы одного из выдающихся ученых, доктора наук, академика РАХ А.К. Якимовича.

В третьей книге бесед о судьбах, проблемах и крупных фигурах художественной культуры двадцатого столетия А.К. Якимович намечает «общую историю новейшего экстрима». От провозвестников арт-экстрима - Лотреамона, Альфонса Алле и Альфреда Жарри к таким

мастерам креативного подрыва, как Марсель Дюшан, Сальвадор Дали и Энди Уорхол, до действующих «актуалистов» радикального типа вроде Дэмиена Хёрста и Эрика Булатова, Микеланджело Антониони и Дэвида Линча. Творческое самоутверждение реализуется через самоотрицание в живописи и фотографии, литературе, театре и, конечно, в кино. Рассматривая отдельные эксперименты автор анализирует философские основы креативного «бунтарства», которые восходят к Ницше, маркизу де Саду, Гегелю, раннему Марксу и Фрейду, и делает первые шаги на пути к обобщению. Научный по своей природе и полемичный по сути материал изложен доступным языком. Текст сопровождает обширный иллюстративный ряд, что делает издание востребованным среди самого широкого круга читателей.

Заключение

Представленный в Докладе обзор состояния фундаментальной науки в Российской Федерации и важнейшие научные достижения российских ученых, полученные в 2024 году, свидетельствует о том, что отечественная фундаментальная наука продолжает сохранять широкий фронт исследований и отчетливые представления о путях дальнейшего развития в общей перспективе мировой науки.

Большинство новых научных результатов имеют отчетливое прикладное значение. Они таким образом могут рассматриваться как конкретный и весомый вклад академической науки в решение насущных задач экономического и социального развития России на данном историческом этапе во имя укрепления и процветания нашей страны, обеспечения технологического суверенитета и безопасности Родины.

Принятые сокращения

1.	ОМН РАН	-	Отделение математических наук РАН
2.	ОФН РАН	-	Отделение физических наук РАН
3.	ОНИТ РАН	-	Отделение нанотехнологий и информационных технологий РАН
4.	ОЭММПУ РАН	-	Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН
5.	ОХНМ РАН	-	Отделение химии и наук о материалах РАН
6.	ОБН РАН	-	Отделение биологических наук РАН
7.	ОФизиолН РАН	-	Отделение физиологических наук РАН
8.	ОНЗ РАН	-	Отделение наук о Земле РАН
9.	ООН РАН	-	Отделение общественных наук РАН
10.	ОГПМО РАН	-	Отделение глобальных проблем и международных отношений РАН
11.	ОИФН РАН	-	Отделение историко-филологических наук РАН
12.	ОМедН РАН	-	Отделение медицинских наук РАН
13.	ОСХН РАН	-	Отделение сельскохозяйственных наук РАН
14.	СПбО РАН	-	Санкт-Петербургское отделение РАН
15.	ДВО РАН	-	Дальневосточное отделение РАН
16.	СО РАН	-	Сибирское отделение РАН
17.	УрО РАН	-	Уральское отделение РАН
18.	ВНЦ РАН и РСО-А	-	Владикавказский научный центр РАН и Правительства Республики Северная Осетия - Алания
19.	ДНЦ РАН	-	Дагестанский научный центр РАН
20.	КБНЦ РАН	-	Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр «Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук»
21.	КазНЦ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»
22.	КарНЦ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Карельский научный центр Российской академии наук»
23.	СамНЦ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Самарский научный центр Российской академии

наук»

24.	СПбНЦ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Санкт-Петербургский научный центр Российской академии наук»
25.	ТНЦ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Троицкий научный центр Российской академии наук»
26.	ФИЦ КНЦ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук»
27.	ФИЦ СНЦ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Саратовский научный центр Российской академии наук»
28.	УФИЦ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук»
29.	ЮНЦ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук»
30.	ААНИИ	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт»
31.	АКЦ ФИАН		Астрокосмический центр Учреждения Российской академии наук Физического института им. П.Н.Лебедева РАН
32.	АлтГУ		Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Алтайский государственный университет»
33.	АМИГЭ		Акционерное общество «Арктические Морские Инженерно-Геологические экспедиции»
34.	АНЦ		Акционерное общество «Астрономический научный центр»
35.	АНЦ «Донской»		Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Аграрный научный центр «Донской»
36.	АРАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Архив РАН
37.	БАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Библиотека Российской академии наук
38.	БИН РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН
39.	БИП СО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Байкальский институт природопользования Сибирского отделения Российской академии наук
40.	БФУ имени И.Канта	-	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
41.	Верхневолжский ФАНЦ		Верхневолжский Федеральный аграрный научный центр
42.	ВИАМ	-	Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт

			авиационных материалов»
43.	ВИАПИ им. А.А. Никонова – филиал ФГБНУ «ФНЦ ВНИИЭСХ»	-	Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А.А. Никонова (ВИАПИ) - филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий - Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства»
44.	ВИЗР	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений»
45.	ВИЛАР	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений»
46.	ВИНИТИ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук
47.	ВИР		Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова»
48.	ФГБНУ «ВНИИ агрохимии»	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт агрохимии имени Д.Н. Прянишникова»
49.	ФГБНУ «ВНИИ кукурузы»	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы»
50.	ВНИИ маслоделия и сыроделия - филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН	-	Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН
51.	ВНИИВиВ – филиал ФГБНУ ФРАНЦ	-	Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия имени Я.И. Потапенко – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный Ростовский аграрный научный центр»
52.	ФГБНУ «ФНЦ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова»	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова»
53.	ВНИИГРЖ - филиал ФГБНУ «ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста»	-	Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных -филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»
54.	ВНИИЗ - филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН	-	Всероссийский научно-исследовательский институт зерна и продуктов его переработки- «ВНИИЗ» - филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН

55.	ВНИИК - филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН	-	Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов - филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
56.	ВНИИКП – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН	-	Всероссийский научно-исследовательский институт кондитерской промышленности - филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем имени В.М. Горбатова» РАН
57.	ВНИИМЗ	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель"
58.	ВНИИМС – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН	-	Всероссийский научно-исследовательский институт маслодеделия и сыроделия - филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
59.	ВНИИНМ	-	Акционерное общество "Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А.А. Бочвара"
60.	ВНИИО - филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»	-	Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный научный центр овощеводства"
61.	ВНИИОЗ	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт орошаемого земледелия"
62.	ВНИИП - филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН	-	Всероссийский научно-исследовательский институт фундаментальной и прикладной паразитологии животных и растений - филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук»
63.	ВНИИПБиВП – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН	-	Всероссийский научно-исследовательский институт пивоваренной, безалкогольной и винодельческой промышленности - филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
64.	ВНИИР – филиал ФГБНУ «ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста»	-	Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного рыбоводства - филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста»
65.	ВНИИРАЭ	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»

66.	ВНИИСБ	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии»
67.	ВНИИСПК	-	Всероссийского научно-исследовательского института селекции плодовых культур
68.	ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова»
69.	ВНИИСХМ	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной микробиологии»
70.	ВНИИФ	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии»
71.	ВНИИФБиП – филиал ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста	-	Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»
72.	ВНИМИ, ВНИИ молочной промышленности	-	Федеральное государственное автономное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности»
73.	ВНИХИ – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН	-	Всероссийский научно-исследовательский институт холодильной промышленности (ВНИХИ) – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
74.	ВННИИВиВ «Магарач» РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН»
75.	ВолНЦ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Вологодский научный центр Российской академии наук»
76.	Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Воронежский федеральный аграрный научный центр им. В.В. Докучаева»
77.	ВСЕГЕИ	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского»
78.	ВЦ РАН		Вычислительный центр им. А.А. Дородницына Российской академии наук Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук
79.	Вычислительный центр ДВО РАН - обособленное подразделение ХФИЦ ДВО РАН.		Вычислительный центр Дальневосточного отделения Российской академии наук – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Хабаровский Федеральный исследовательский центр Дальневосточного отделения Российской академии наук

80.	ГАИШ	-	Государственный астрономический институт им. П.К.Штернберга
81.	ГБС РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН
82.	ГБУЗ «НИИ СП им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»	-	Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского Департамента здравоохранения города Москвы»
83.	ГБУЗ «НИКИО им. Л.И. Свержевского» ДЗМ	-	Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Научно-исследовательский клинический институт оториноларингологии им. Л.И. Свержевского» Департамента здравоохранения города Москвы
84.	ГБУЗ ГКБ им. С.П. Боткина ДЗМ	-	Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Московский многопрофильный научно-клинический центр имени С.П. Боткина» Департамента здравоохранения города Москвы
85.	ГБУЗ МКНЦ им. А.С. Логинова ДЗМ	-	Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Московский клинический научно-практический центр имени А.С. Логинова Департамента здравоохранения города Москвы»
86.	ГЕОХИ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук
87.	ГИ ПФИЦ УрО РАН	-	«Горный институт Уральского отделения Российской академии наук» - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского Федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук
88.	ГИМ	-	Государственный исторический музей
89.	ГИН РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геологический институт Российской академии наук
90.	ГНИИИ ВМ МО РФ	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение "Государственный научно-исследовательский испытательный институт военной медицины" Министерства обороны Российской Федерации
91.	ГоИ КНЦ РАН	-	Горный институт – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук»
92.	ГЦ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геофизический центр Российской академии наук
93.	Дальневосточный НИИСХ – филиал ФГБУН «ХФИЦ ДВО	-	Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки

	РАН»		«Хабароский Федеральный исследовательский центр Дальневосточного отделения Российской академии наук
94.	ДВГИ ДВО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Дальневосточный геологический институт Дальневосточного отделения Российской академии наук
95.	ДВФУ	-	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Дальневосточный федеральный университет"
96.	ЗИН РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Зоологический институт Российской академии наук
97.	ИАиЭ СО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт автоматики и электрометрии Сибирского отделения Российской академии наук
98.	ИА РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт археологии Российской академии наук
99.	ИАК РАН, Институт археологии Крыма РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки "Институт археологии Крыма РАН"
100.	ИАП РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт автоматизации проектирования Российской академии наук
101.	ИАПУ ДВО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук
102.	ИАфр РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Африки Российской академии наук
103.	ИАЭП – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ	-	Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства - филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ"
104.	ИАЭТ СО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт археологии и этнографии Сибирского отделения Российской академии наук
105.	ИБВВ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук
106.	ИБГ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии гена Российской академии наук
107.	ИБК РАН	-	Институт биофизики клетки Российской академии наук - обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Пущинский научный центр биологических исследований Российской академии наук»
108.	ИБМХ	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт

биомедицинской химии имени В.Н. Ореховича»

109. ИБР РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН
110. ИБРАЭ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук
111. ИБХ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук
112. ИБХФ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук
113. ИВ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт востоковедения Российской академии наук
114. ИВИ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт всеобщей истории Российской академии наук
115. ИВиС ДВО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вулканологии и сейсмологии Дальневосточного отделения Российской академии наук
116. ИВМ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вычислительной математики им. Г.И. Марчука Российской академии наук
117. ИВМ СО РАН - Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН
118. ИВМиМГ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук
119. ИВНД и НФ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук
120. ИВП РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт водных проблем Российской академии наук
121. ИВПС КарНЦ РАН - Институт водных проблем Севера — обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук»
122. ИВР РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт восточных рукописей Российской академии наук
123. ИВС РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук

124. ИВТ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук
125. ИВЭП ДВО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт водных и экологических проблем Дальневосточного отделения Российской академии наук
126. ИВЭП СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения Российской академии наук
127. ИГ КарНЦ РАН - Институт геологии — обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук»
128. ИГ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт географии Российской академии наук
129. ИГ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения Российской академии наук
130. ИГАБМ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения Российской академии наук
131. ИГГ УрО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и геохимии им. ак. А.Н. Заварицкого Уральского отделения РАН
132. ИГГД РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и геохронологии докембрия Российской академии наук
133. ИГД ДВО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук
134. ИГД СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела им. Н. А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук
135. ИГД УрО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук
136. ИГЕМ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук
137. ИГИ КБНЦ РАН - Институт гуманитарных исследований – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр «Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук»
138. ИГИиПМНС СО РАН - Институт гуманитарных исследований и проблем малочисленных народов Севера Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального

			исследовательского центра «Якутский научный центр» Сибирского отделения Российской академии наук
139.	ИГиЛ СО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук
140.	ИГМ СО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук
141.	ИГП РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт государства и права Российской академии наук
142.	ИГФ УрО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геофизики им. Ю.П. Булашевича Уральского отделения Российской академии наук
143.	ИГХ СО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской академии наук
144.	ИГЭ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева Российской академии наук
145.	ИДВ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Дальнего Востока Российской академии наук
146.	ИДГ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт динамики геосфер Российской академии наук
147.	ИДСТУ СО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова Сибирского отделения Российской академии наук
148.	ИЕ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Европы Российской академии наук
149.	ИЗиСП при Правительстве РФ	-	Федеральное государственное научно-исследовательское учреждение «Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации»
150.	ИЗК СО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт земной коры Сибирского отделения Российской академии наук
151.	ИЗМИРАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова Российской академии наук
152.	ИИ СО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт истории Сибирского отделения Российской академии наук
153.	ИИАЭ ДВО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт истории, археологии и этнографии народов Дальнего Востока Дальневосточного отделения Российской академии наук

154. ИИАЭ ДФИЦ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт истории, археологии и этнографии Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук
155. ИИЕТ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова Российской академии наук
156. ИИиА УрО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт истории и археологии Уральского отделения Российской академии наук
157. ИИМК РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт истории материальной культуры Российской академии наук
158. ИИФ УрО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт иммунологии и физиологии Уральского отделения Российской академии наук
159. ИКВС УрО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза Уральского отделения Российской академии наук
160. ИКЗ ТюмНЦ СО РАН - Институт криосферы Земли Тюменского научного центра Сибирского отделения РАН
161. ИКИ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук
162. ИКСА РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Китая и современной Азии Российской академии наук
163. ИКТИ РАН - Федеральное государственное автономное учреждение науки Институт конструкторско-технологической информатики Российской академии наук
164. ИЛА РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Латинской Америки Российской академии наук
165. ИЛИ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт лингвистических исследований Российской академии наук
166. ИЛФ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт лазерной физики Сибирского отделения Российской академии наук
167. ИМ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт математики им. С.Л. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук
168. ИМАШ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук
169. ИМАШ УрО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения имени Э.С. Горкунова Уральского отделения Российской академии наук
170. ИМБ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта Российской академии наук

171. ИМБП РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации институт медико-биологических проблем Российской академии наук
172. ИМБП СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт монголоведения, буддологии и тибетологии Сибирского отделения Российской академии наук
173. ИМВЦ УФИЦ РАН - Институт математики с вычислительным центром - обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук
174. ИМГ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт молекулярной генетики Российской академии наук
175. ИМЕТ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук
176. ИМЕТ УрО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии Уральского отделения Российской академии наук
177. ИМЗ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова Сибирского отделения Российской академии наук
178. ИМКЭС СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения Российской академии наук
179. ИМЛИ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт мировой литературы им. А.М. Горького Российской академии наук
180. ИММ УрО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского Уральского отделения Российской академии наук
181. ИММ ФИЦ КазНЦ РАН - Институт механики и машиностроения - обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»
182. ИМСС УрО РАН - Институт механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук
183. ИМХ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева Российской академии наук
184. ИМЧ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой

Российской академии наук

185. ИМЭМО РАН - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Национальный исследовательский институт мировой экономики и международных отношений имени Е.М. Примакова Российской академии наук»
186. ИНАСАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт астрономии Российской академии наук
187. ИНГГ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук
188. ИНМЭ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нанотехнологий микроэлектроники Российской академии наук
189. ИНОЗ РАН - Институт озероведения Российской академии наук - обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук»
190. ИНП РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук
191. Институт иммунологии ФМБА России - Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр «Институт иммунологии» Федерального медико-биологического агентства
192. Институт прикладной математики и автоматизации КБНЦ РАН - Институт прикладной математики и автоматизации – филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр «Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук»
193. Институт философии РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт философии Российской академии наук
194. Институт цитологии РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт цитологии Российской академии наук
195. ИНХ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения Российской академии наук
196. ИНХС РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева Российской академии наук
197. ИНЭИ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт энергетических исследований Российской академии наук
198. ИНЭОС РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова Российской академии наук

199.	ИО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук
200.	ИОА СО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения Российской академии наук
201.	ИОГен РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова Российской академии наук
202.	ИОНХ НАН Беларуси	-	Государственное научное учреждение «Институт общей и неорганической химии Национальной академии наук Беларуси»
203.	ИОНХ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук
204.	ИОС УрО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского Уральского отделения Российской академии наук
205.	ИОФ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук
206.	ИОФХ им. А.Е. Арбузова - обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН	-	Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»
207.	ИОХ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской академии наук
208.	ИП РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт психологии Российской академии наук
209.	ИПКОН РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук
210.	ИПЛИТ РАН, ФНИЦ КФ ИПЛИТ РАН	-	Институт проблем лазерных и информационных технологий РАН - филиал Федерального государственного учреждения «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук»
211.	ИПМ ДВО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт прикладной математики Дальневосточного отделения Российской академии наук
212.	ИПМ им. М.В. Келдыша РАН	-	Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук»
213.	ИПМ РАН		Институт проблем машиностроения РАН – филиал Федерального государственного бюджетного научного

учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук»

214. ИПМаш РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем машиноведения Российской академии наук

215. ИПМех РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук

216. ИПМИ КарНЦ РАН - Институт прикладных математических исследований — обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук»

217. ИПМТ ДВО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем морских технологий Дальневосточного отделения Российской академии наук

218. ИПНГ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем нефти и газа Российской академии наук

219. ИПНГ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем нефти и газа Сибирского отделения Российской академии наук

220. ИППИ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича Российской академии наук

221. ИППМ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем проектирования в микроэлектронике Российской академии наук

222. ИПРИМ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт прикладной механики Российской академии наук

223. ИПРЭ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем региональной экономики Российской академии наук

224. ИПРЭК СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения Российской академии наук

225. ИПС РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт программных систем имени А.К. Айламазяна Российской академии наук

226. ИПТ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук

227. ИПТМ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем технологии микроэлектроники и особочистых материалов Российской академии наук

228. ИПТС - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт природно-технических систем»

229.	ИПУ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук
230.	ИПФ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук»
231.	ИПХФ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем химической физики Российской академии наук
232.	ИПЭЭ РАН	-	Институт проблем экологии и эволюции им А.Н. Северцова Российской академии наук
233.	ИРИ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт российской истории Российской академии наук
234.	ИРЛИ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт русской литературы (Пушкинский Дом) Российской академии наук
235.	ИРЭ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук
236.	ИРЯ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт русского языка им. В.В. Виноградова Российской академии наук
237.	ИС УрО РАН	-	Институт степи Уральского отделения Российской академии наук - обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Оренбургского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук
238.	ИСАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт спектроскопии Российской академии наук
239.	ИСВЧПЭ РАН		Федеральное государственное автономное научное учреждение Институт сверхвысокочастотной полупроводниковой электроники имени В.Г. Мокерова Российской академии наук
240.	ИСЗФ СО РАН		Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук
241.	ИСИЭЗ	-	Институт статистических исследований и экономики знаний
242.	ИСКРАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Соединенных Штатов Америки и Канады Российской академии наук
243.	ИСл РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт славяноведения Российской академии наук
244.	ИСОИ РАН – филиал ФНИЦ "Кристаллография и фотоника" РАН	-	Институт систем обработки изображений РАН - филиал федерального государственного учреждения «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» РАН

245. ИСП РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт системного программирования им. В.П. Иванникова Российской академии наук
246. ИСПИ РАН - Институт социально-политических исследований Федерального научно-исследовательского социологического центра Российской академии наук
247. ИСПМ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова Российской академии наук
248. ИСЭ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук
249. ИСЭИ УФИЦ РАН - Институт социально-экономических исследований – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук
250. ИСЭМ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук
251. ИСЭПН ФНИСЦ РАН - Институт социально-экономических проблем народонаселения имени Н.М. Римашевской - обособленное подразделение ФГБУН Федерального научно-исследовательского социологического центра Российской академии наук
252. ИТ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук
253. ИТиГ ДВО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина Дальневосточного отделения Российской академии наук
254. ИТПЗ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики Российской академии наук
255. ИТПМ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения Российской академии наук
256. ИТПЭ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и прикладной электродинамики Российской академии наук
257. ИТФ им. Л.Д. Ландау РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау Российской академии наук
258. ИТЭБ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и экспериментальной биофизики Российской академии наук
259. ИУ ФИЦ УУХ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук», Институт угля СО РАН

260.	ИФ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П. Павлова Российской академии наук
261.	ИФ СО РАН	-	Институт физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения Российской академии наук - обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН
262.	ИФ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН	-	Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук»
263.	ИФА РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова Российской академии наук
264.	ИФАВ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологически активных веществ Российской академии наук
265.	ИФВД РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики высоких давлений им. Л.Ф.Верещагина Российской академии наук
266.	ИФЗ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук
267.	ИФЗ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук
268.	ИФиП УрО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт философии и права Уральского отделения Российской академии наук
269.	ИФЛ СО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт филологии Сибирского отделения Российской академии наук
270.	ИФМ РАН	-	Институт физики микроструктур РАН — филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук
271.	ИФМ УрО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики металлов имени М.Н. Михеева Уральского отделения Российской академии наук
272.	ИФП СО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук
273.	ИФПМ СО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения Российской академии наук
274.	ИФР РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева Российской академии наук

275. ИФТ РАН, ИФТ ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН - Институт фотонных технологий Федерального научно-исследовательского центра «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук
276. ИФТТ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики твердого тела Российской академии наук
277. ИФХЭ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физической химии и электрохимии им. А.Н.Фрумкина Российской академии наук
278. ИХБФМ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химической биологии и фундаментальной медицины Сибирского отделения Российской академии наук
279. ИХВВ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии высокочистых веществ им. Г.Г. Девятых Российской академии наук
280. ИХС РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова Российской академии наук
281. ИХТРЭМС КНЦ РАН - Обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева
282. ИХТТ УрО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии твердого тела Уральского отделения Российской академии наук
283. ИХТТМ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии твердого тела и механохимии Сибирского отделения Российской академии наук
284. ИЦиГ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук»
285. ИЭ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экономики Российской академии наук
286. ИЭ УрО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экономики Уральского отделения Российской академии наук
287. ИЭА РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Дружбы народов Институт этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая Российской академии наук
288. ИЭИ ДВО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экономических исследований Дальневосточного отделения Российской академии наук
289. ИЭМ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экспериментальной минералогии

имени академика Д.С. Коржинского Российской академии наук

290. ИЭМ, ФГБНУ «ИЭМ» - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт экспериментальной медицины»

291. ИЭОПП СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской академии наук

292. ИЭП КНЦ РАН - Обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина.

293. ИЭРиЖ УрО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук

294. ИЭФ УРО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт электрофизики Уральского отделения Российской академии наук

295. ИЭФБ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук

296. ИЯз РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт языкознания Российской академии наук

297. ИЯИ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерных исследований Российской академии наук

298. ИЯЛИ ДНЦ РАН, ИЯЛИ ДФИЦ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт языка, литературы и искусства им. Г. Цадасы Дагестанского научного центра Российской академии наук

299. ИЯЛИ КарНЦ РАН - Институт языка, литературы и истории КарНЦ РАН — обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук»

300. ИЯЛИ Коми НЦ УрО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт языка, литературы и истории Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук

301. ИЯФ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук

302. КалмНЦ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Калмыцкий научный центр Российской академии наук»

303. Калмыцкий НИИСХ – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» - Калмыцкий научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Б. Нармаева - филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук»

304.	КамчатНИРО	-	Камчатский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
305.	КНИТУ-КАИ	-	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
306.	КНЦЗВ	-	Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии
307.	КрАО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Крымская астрофизическая обсерватория Российской академии наук
308.	Курский ФАНЦ	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Курский федеральный аграрный научный центр»
309.	КФ ФИЦ ЕГС РАН	-	Камчатский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Единая геофизическая служба Российской академии наук»
310.	КФТИ – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН	-	Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского - обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»
311.	МАГЭ	-	Морская арктическая геологоразведочная экспедиция
312.	МАЭ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) Российской академии наук
313.	МГИ, МГИ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Морской гидрофизический институт РАН»
314.	МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России	-	федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
315.	МГПУ	-	Государственное автономное образовательное учреждение высшего образования города Москвы «Московский государственный педагогический университет»
316.	МГТУ им. Н.Э. Баумана	-	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»
317.	МГУ (МГУ имени М.В. Ломоносова)	-	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова"

318.	МИАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Математический институт им. В.А. Стеклова Российской академии наук
319.	ММБИ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Мурманский морской биологический институт Российской академии наук
320.	МНИОИ им. П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ Радиологии» Минздрава России	-	Московский научно-исследовательский онкологический институт имени П.А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России
321.	МСЦ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Межведомственный суперкомпьютерный центр Российской академии наук
322.	МФТИ	-	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет)»
323.	Национальный НИИ общественного здоровья имени Н.А. Семашко	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Национальный научно-исследовательский институт общественного здоровья имени Н.А. Семашко»
324.	НГТУ	-	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный технический университет»
325.	НГУ	-	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
326.	НИВС им. И.И. Мечникова	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Научно-исследовательский институт вакцин и сывороток им. И.И. Мечникова
327.	НИГТЦ ДВО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научно-исследовательский геотехнологический центр Дальневосточного Отделения Российской академии наук
328.	НИИ «Реактивэлектрон»	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение научно-исследовательский институт «Реактивэлектрон»
329.	НИИ акушерства, гинекологии и репродуктологии им. Д.О. Отта	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт акушерства, гинекологии и репродуктологии имени Д.О. Отта»
330.	НИИ педиатрии ЦКБ РАН	-	Научно-исследовательский институт педиатрии и охраны здоровья детей Федерального государственного бюджетного учреждения здравоохранения Центральная клиническая больница Российской академии наук
331.	НИИ пульмонологии ФМБА России	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт пульмонологии Федерального медико-биологического агентства»
332.	НИИ фармакологии имени В.В. Закусова	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт

фармакологии имени В.В. Закусова»

333.	НИИГБ	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт глазных болезней»
334.	НИИМЧ	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт морфологии человека»
335.	НИИНА	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт по изысканию новых антибиотиков имени Г.Ф. Гаузе»
336.	НИИПЗК	-	Научно-исследовательский институт пушного звероводства и кролиководства имени В.А. Афанасьева
337.	НИИПФ ИГУ	-	Научно-исследовательский институт прикладной физики Иркутского государственного университета
338.	НИИР им. В.А. Насоновой НИИ ревматологии им. В.А. Насоновой	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт ревматологии имени В.А. Насоновой»
339.	НИИСХ Крыма	-	Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма
340.	НИИТПМ - филиал ИЦиГ СО РАН	-	Научно-исследовательский институт терапии и профилактической медицины - филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук»
341.	НИИФКИ	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт фундаментальной и клинической иммунологии»
342.	НИИХП; НИИ хлебопекарной промышленности	-	Федеральное государственное автономное научное учреждение «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности»
343.	НИИЭОАПК ЦЧР - филиал ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева»	-	Научно-исследовательский институт экономики и организациягропромышленного комплекса Центрально-черноземного района – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Воронежский федеральный аграрный научный центр им. В.В. Докучаева»
344.	НИИЯФ МГУ	-	Научно-исследовательский институт ядерной физики имени Д.В. Скобельцына Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова
345.	НИТУ МИСиС	-	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС»
346.	НИУ ВШЭ	-	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

347.	НИУ МГСУ	-	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»
348.	НИЦ «Курчатовский институт» – ИФВЭ	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение «институт физики высоких энергий имени А.А. Логунова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
349.	НИЦ «Курчатовский институт» - ПИЯФ	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики им. Б. П. Константинова» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
350.	НИЦ «Курчатовский институт», НИЦ КИ	-	Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»
351.	НИЦ МБП КНЦ РАН	-	Научно-исследовательский центр медико-биологических проблем адаптации человека в Арктике - обособленное структурное подразделение Кольского научного центра Российской академии наук
352.	НИЦ СЭ и НК	-	Общество с ограниченной ответственностью «НИЦ супер-ЭВМ и нейрокомпьютеров»
353.	НИЦ "Курчатовский институт" - ЦНИИ КМ "Прометей"	-	Федеральное государственное унитарное педприятие «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных материалов «Прометей» имени И.В. Горынина Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
354.	НИЦЭМ им.Н.Ф.Гамалеи	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии имени почетного академика Н.Ф.Гамалеи» Министерства здравоохранения Российской Федерации
355.	НИЯУ МИФИ	-	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
356.	НМИЦ АГП им. В.И. Кулакова Минздрава России	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр акушерства, гинекологии и перинатологии имени академика В.И. Кулакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
357.	НМИЦ ВМТ им. А.А.Вишневского Минобороны России	-	«Национальный медицинский исследовательский центр высоких медицинских технологий — Центральный военный клинический госпиталь имени А.А. Вишневского» Министерства обороны Российской Федерации
358.	НМИЦ детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера Минздрава России	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии имени Г.И.Турнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации
359.	НМИЦ им. В. А. Алмазова Минздрава России	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр имени В. А. Алмазова» Министерства здравоохранения

			Российской Федерации
360.	НМИЦ кардиологии Минздрава России	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии Министерства здравоохранения Российской Федерации
361.	НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко	-	Федеральное государственное автономное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр нейрохирургии имени академика Н.Н.Бурденко» Министерства здравоохранения Российской Федерации
362.	НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н. Блохина» Министерства здравоохранения Российской Федерации
363.	НМИЦ онкологии Минздрава России	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации
364.	НМИЦ радиологии	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Минздрава России.
365.	НМИЦ ССХ им. А.Н. Бакулева Минздрава России	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации
366.	НМИЦ ТПМ Минздрава России	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации
367.	НМИЦ трансплантологии и искусственных органов им. ак. В.И. Шумакова	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова» Минздрава России.
368.	НМИЦ эндокринологии Минздрава России	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр эндокринологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации
369.	НМИЦК им. ак. Е.И. Чазова Минздрава России	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии имени академика Е.И. Чазова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
370.	ННЦМБ ДВО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского» Дальневосточного отделения Российской академии наук
371.	НТЦ микроэлектроники РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научно-технологический центр микроэлектроники и субмикронных гетероструктур Российской академии наук
372.	НЦЗ им. П.П. Лукьяненко	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко»

373.	ОИВТ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Объединенный институт высоких температур Российской академии наук
374.	ОИЯИ	-	Объединенный институт ядерных исследований
375.	ОФИЦ УрО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Оренбургский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии
376.	ПАБСИ КНЦ РАН	-	Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н.А. Аврорина — обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр» Российской Академии наук
377.	Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет)	-	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)
378.	ПИБР ДНЦ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра Российской академии наук
379.	ПИН РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка Российской академии наук
380.	ПНИИЭО АПК	-	Поволжский научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Саратовский научный центр Российской академии наук»
381.	ПОМИ им. В.А. Стеклова РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургское отделение Математического института им. В.А. Стеклова Российской академии наук
382.	Психологический институт РАО	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Психологический институт Российской академии образования»
383.	ПСПбГМУ им. И.П. Павлова Минздрава России	-	ФГБОУ ВО «Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
384.	РААСН	-	Российская академия архитектуры и строительных наук
385.	РАХ	-	Российская академия художеств
386.	РГГУ	-	ФГБОУ ВО «Российский государственный гуманитарный университет»

387.	РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина	-	Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина
388.	РИНЦ	-	Российский индекс научного цитирования
389.	РКС	-	Российские космические системы
390.	РНИМУ им. Н.И. Пирогова	-	Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова Министерства здравоохранения Российской Федерации
391.	РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского»
392.	РУДН	-	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы»
393.	РФЯЦ - ВНИИТФ	-	Российский федеральный ядерный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е.И. Забабахина. Предприятие Госкорпорации «Росатом»
394.	РФЯЦ - ВНИИЭФ	-	Российский федеральный ядерный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики
395.	СамГМУ Минздрава России	-	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
396.	САО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук
397.	СВКНИИ ДВО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило Дальневосточного отделения Российской академии наук
398.	СГЦ «Смена» - филиал ФГБНУ ФНЦ «ВНИТИП» РАН	-	Селекционно – генетический центр «Смена» - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения Федерального научного центра «Всероссийский научно - исследовательский и технологический институт птицеводства Российской академии наук
399.	Северо-Кавказский ФНАЦ	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр
400.	СЗНИЭСХ	-	Институт аграрной экономики и развития сельских территорий (ИАЭРСТ) - структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук»
401.	СибИМЭ СФНЦА РАН	-	Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства Сибирского отделения Сибирского федерального

научного центра агробиотехнологий Российской академии наук

402. СКФНЦСВВ - Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия

403. СКФУ - Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет»

404. СОИГСИ ВНЦ РАН - Северо-Осетинский институт гуманитарных и социальных исследований им. В.И. Абаева - филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального научного центра Владикавказский научный центр РАН

405. СПбАУ РАН им. Ж.И. Алферова - Санкт-Петербургский национальный исследовательский Академический университет имени Ж.И. Алферова Российской академии наук

406. СПбГМТУ - Санкт-Петербургский государственный морской технический университет

407. СПбГУ - Санкт-Петербургский государственный университет

408. СПбИИ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургский институт истории Российской академии наук

409. СПбПУ - Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

410. СПбФ АРАН - Санкт-Петербургский филиал архива РАН

411. СПИИРАН - Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук – структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук»

412. СФУ - Сибирский федеральный университет

413. ТатНИИСХ – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН - Татарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства - обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки "Федеральный исследовательский центр "Казанский научный центр Российской академии наук

414. ТИБОХ ДВО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г.Б. Елякова Дальневосточного отделения Российской академии наук

415. ТИГ ДВО РАН - Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения Российской Академии Наук

416. ТОИ ДВО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения Российской академии наук

417. Томский НИМЦ - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской

академии наук»

418. Тувинский НИИСХ - Тувинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
419. УГНТУ - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет»
420. УИИЯЛ УдмФИЦ УрО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Удмуртский институт истории, языка и литературы Уральского отделения Российской академии наук
421. Университет ИТМО - Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики
422. УрФАНИЦ УрО РАН - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук
423. УрФУ - Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
424. УфИХ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Уфимский Институт химии Российской академии наук
425. ФАНЦ РД - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Федеральный аграрный научный центр Республики Дагестан
426. ФАНЦ Северо-Востока - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого
427. ФАНЦА - Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий
428. ФГАНУ - Федеральное государственное автономное научное учреждение
429. ФГАОУ ВО - Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
430. ФГБНУ - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
431. ФГБНУ НЦ ПЗСРЧ Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека»
432. ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр - Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной ветеринарии имени К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко Российской академии наук»
433. ФГБОУ ВО - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
434. ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение дополнительного

	России		профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации
435.	ФГБУ	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение
436.	ФГБУ «ЦСП» ФМБА России	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Федерального медико-биологического агентства
437.	ФГБУН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
438.	ФГБУН «НБС-ННЦ»	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад — Национальный научный центр РАН»
439.	ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН	-	Федеральное государственное учреждение «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук»
440.	ФГУП	-	Федеральное государственное унитарное предприятие
441.	ФГУП «Гос.НИИ ОЧБ» ФМБА России	-	Федеральное государственное унитарное предприятие «Государственный научно-исследовательский институт особо чистых биопрепаратов» Федерального медико-биологического агенства
442.	ФИАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук
443.	ФИЦ «Немчиновка»	-	Федеральный исследовательский центр «Немчиновка»
444.	ФИЦ «Почвенный институт им. В.В. Докучаева»	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Почвенный институт имени В.В. Докучаева»
445.	ФИЦ Биотехнологии РАН	-	Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук»
446.	ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр животноводства - ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»
447.	ФИЦ ВИР	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова»
448.	ФИЦ ЕГС РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Единая геофизическая служба Российской академии наук»
449.	ФИЦ ИК СО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения Российской академии наук»
450.	ФИЦ ИУ РАН	-	Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Информатика

и управление» Российской академии наук»

451. ФИЦ КазНЦ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр "Казанский научный центр Российской академии наук»
452. ФИЦ картофеля им. А. Г. Лорха - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Федеральный исследовательский центр картофеля имени А. Г. Лорха
453. ФИЦ КНЦ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»
454. ФИЦ Коми НЦ УрО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук»
455. ФИЦ питания и биотехнологии - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи»
456. ФИЦ ПНЦБИ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Пущинский научный центр биологических исследований Российской академии наук»
457. ФИЦ ПХФ и МХ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр проблем химической физики и медицинской химии Российской академии наук
458. ФИЦ УУХ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук»
459. ФИЦ ФТМ - Федеральное Государственное Бюджетное Научное Учреждение «Федеральный Исследовательский Центр Фундаментальной и Трансляционной Медицины»
460. ФИЦ ХФ РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук
461. ФИЦ ЯНЦ СО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»
462. ФИЦВиМ - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр вирусологии и микробиологии»
463. ФИЦКИА УрО РАН - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук
464. ФНАЦ ВИМ; Федеральный - Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный

	научный агроинженерный центр ВИМ		центр ВИМ»
465.	ФНИСЦ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный научно-исследовательский социологический центр Российской академии наук
466.	ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН	-	Федеральное государственное учреждение «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук»
467.	ФНКЦ РР	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии»
468.	ФНКЦ ФМБА России, Федеральный научно-клинический центр ФМБА России	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий федерального медикобиологического агентства»
469.	ФНЦ агроэкологии РАН	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения Российской академии наук»
470.	ФНЦ БЗР	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр биологической защиты растений»
471.	ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии» ДВО РАН
472.	ФНЦ БСТ РАН	-	Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук
473.	ФНЦ ВНИИМК, ВНИИМК им. В.С. Пустовойта	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр «Всероссийский научно-исследовательский институт масличных культур имени В.С. Пустовойта»
474.	ФНЦ ВНИИЭСХ	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий - Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства»
475.	ФНЦ им. И.В. Мичурина	-	Федеральный научный центр им. И.В. Мичурина
476.	ФНЦ Лубяных культур	-	Федеральный научный центр лубяных культур
477.	ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН	-	Федеральный научный центр пищевых систем им. В. М. Горбатова РАН
478.	ФНЦ риса	-	Федеральный научный центр риса
479.	ФНЦИРИП им. М.П. Чумакова РАН	-	Федеральное государственное автономное научное учреждение Федеральный научный центр исследований и разработки иммунобиологических препаратов им. М.П. Чумакова РАН (Институт полиомиелита)

480.	ФНЦО	-	Федеральный научный центр овощеводства
481.	ФРАНЦ	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный ростовский аграрный научный центр»
482.	ФТИ им. А.Ф.Иоффе РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук
483.	ФТИАН РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технологический институт Российской академии наук
484.	ХФИЦ ДВО РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Хабаровский федеральный исследовательский центр Дальневосточного отделения Российской академии наук
485.	ЦИАМ им. П.И. Баранова	-	Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова»
486.	ЦИТП РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр информационных технологий в проектировании Российской академии наук
487.	ЦКП «СКИФ»	-	Центр коллективного пользования «Сибирский кольцевой источник фотонов»
488.	ЦНИИ туберкулеза	-	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Центральный научно-исследовательский институт туберкулеза»
489.	ЦНИИчермет им. И.П. Бардина	-	Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии имени И.П. Бардина»
490.	ЦНИИЭ, ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора	-	Федеральное бюджетное учреждение науки «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
491.	ЦТП ФХФ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр теоретических проблем физико-химической фармакологии Российской академии наук
492.	ЦЭМИ РАН	-	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центральный экономико-математический институт Российской академии наук
493.	ЮУГМУ Минздрава России	-	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации
494.	ЮФУ	-	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Южный федеральный университет»