



МАТЕРИАЛЫ  
ОБЩЕГО СОБРАНИЯ ЧЛЕНОВ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
23 ИЮНЯ 2020 ГОДА

МОСКВА  
2020

УДК 001

ББК 72; 72.4 (2Рос)

М34

Настоящий сборник включает в себя материалы общего собрания членов Российской академии наук, состоявшегося 23 июня 2020 года.

Свое вступительное слово президент РАН академик РАН А.М. Сергеев посвятил экстраординарному событию – борьбе с эпидемией коронавируса и участию в ней академической науки.

Министр науки и высшего образования Российской Федерации В.Н. Фальков в своем выступлении раскрыл проблемы, направления и перспективы взаимодействия Минобрнауки России и Российской академии наук.

Отчет о работе президиума РАН в 2019 году представлен общему собранию главным ученым секретарем президиума РАН академиком РАН Долгушкиным Н.К.

Общим собранием членов РАН обсужден и утвержден к представлению Президенту Российской Федерации и в Правительство Российской Федерации доклад «О реализации государственной научно-технической политики в Российской Федерации и о важнейших научных достижениях, полученных российскими учеными в 2019 году».

В Докладе дан анализ состояния отечественной фундаментальной науки, роль фундаментальной науки в социально-экономическом развитии России, показано ресурсное обеспечение фундаментальных научных исследований, место и роль РАН в осуществлении государственной социально-экономической, научно-технической и образовательной политики.

Доклад подготовлен Информационно-аналитическим центром «Наука» РАН с использованием материалов отделений РАН, структурных подразделений РАН, региональных отделений РАН, государственных академий наук, Минобрнауки России, ГК Росатом, ГК Роскосмос, ИПРАН РАН, ЦЭМИ РАН, ИГП РАН, ИПУ РАН, ведущих научных организаций и университетов страны.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

<b>ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО ПРЕЗИДЕНТА РАН АКАДЕМИКА РАН А.М. СЕРГЕЕВА НА ОБЩЕМ СОБРАНИИ ЧЛЕНОВ РАН 23 ИЮНЯ 2020 ГОДА .....</b>	<b>4</b>
<b>ВЫСТУПЛЕНИЕ В.Н. ФАЛЬКОВА – МИНИСТРА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ .....</b>	<b>8</b>
<b>ДОКЛАД ГЛАВНОГО УЧЕНОГО СЕКРЕТАРЯ ПРЕЗИДИУМА РАН АКАДЕМИКА РАН ДОЛГУШКИНА Н.К. О РАБОТЕ ПРЕЗИДИУМА РАН ЗА ОТЧЕТНЫЙ ПЕРИОД .....</b>	<b>11</b>
<b>ПОСТАНОВЛЕНИЕ ОБ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ РАБОТЫ РАН В 2019 ГОДУ И О ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ЕЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....</b>	<b>50</b>
<b>О РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2019 ГОДУ .....</b>	<b>56</b>
<b>СОСТОЯНИЕ ОТРАСЛЕЙ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ И ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ РОССИЙСКИХ УЧЕНЫХ .....</b>	<b>109</b>
<b>ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ .....</b>	<b>327</b>
<b>РИСУНКИ И ИЛЛЮСТРАЦИИ .....</b>	<b>345</b>

# **ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО ПРЕЗИДЕНТА РАН АКАДЕМИКА РАН А.М. СЕРГЕЕВА НА ОБЩЕМ СОБРАНИИ ЧЛЕНОВ РАН 23 ИЮНЯ 2020 ГОДА**

Уважаемые коллеги! В первой части своего выступления, я бы хотел остановиться на текущем моменте – как наша академическая наука, Российская академия наук, принимает участие в борьбе с коронавирусом. «Covid-19» – абсолютно экстраординарное событие в масштабах всего земного шара, оно существенным образом изменило вектор движения и для экономики, и для науки, и для политики, причем, не только у нас в стране, но и во всем мире.

И мы с вами видим востребованность науки, потребность в том, чтобы на основе научных исследований были быстро предложены и реализованы новые методы в диагностике, в лечении коронавирусной инфекции. Это говорит о том, что общество во всём мире сейчас понимает роль науки и ждет от науки новых решений.

Если говорить о российской науке в целом, то участие в борьбе с коронавирусом принимают ученые различных государственных структур. Это и учреждения Роспотребнадзора, и учреждения Минздрава России, и учреждения ФМБА. Учёные институтов в этих государственных структурах, образно говоря, «поставлены под ружьё»: они занимаются проблемами «Covid-19» (далее COVID). Особо надо подчеркнуть роль, которую играют наши ведущие научные и научно-технологические организации, такие как Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора, «Национальный исследовательский центр эпидемиологии и микробиологии им. академика Н.Ф. Гамалеи» Минздрава России, институты ФМБА, в разработке новых средств борьбы с коронавирусом.

Хочу представить информацию о том, как академические учреждения и наши университеты работают в это «ковидное» время. Направления разработок сейчас принято делить на разработку тест-систем, разработку новых лекарственных препаратов и разработку вакцин. И должен сказать, здесь со стороны академической науки были продемонстрированы очень интересные результаты.

Прежде всего, это тест-система на основе иммуноферментного анализа, которая была разработана в Институте молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта под руководством академика А.А. Макарова и кандидата химических наук А.В. Иванова. Эта тест-система прошла в конце апреля регистрацию с очень высоким качеством и сейчас внедрена в производство. Тот уровень чувствительности 95% и специфичность 98% при обнаружении антител – иммуноглобулинов класса G – и есть показатель очень высокого качества этой разработки, в основе которой академическая наука.

Ещё одна тест-система на основе иммуноферментного анализа создана в Институте биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН под руководством академика А.Г. Габиева. Эта тест-система состоит из четырех наборов на разные классы антител, два из которых уже получили госрегистрацию, а два других получают в ближайшее время. У этой системы тоже очень высокое качество, и проведено уже достаточно большое количество тестов в пробном режиме. Надеемся, что в ближайшие недели будет развернуто производство. Тест-система зарегистрирована от имени Российской академии наук и Министерства образования и науки.

Важный вклад в разработку тест-систем внес академик В.М. Говорун, работающий в системе ФМБА. Была создана очень чувствительная система-анализ на основе изотермической цепной реакции. Эта тест-система позволяет в реальном времени, т.е. фактически в течение 15–20 минут, получать результат, который показывает, есть ли в крови пациента и в каком количестве представлены



вирусные частицы. Мы с вами понимаем, что пациентам, которые обращаются за проведением анализа ПЦР (полимеразная цепная реакция), важно иметь этот результат быстро, т.е. в течение 15–20 минут, может, получаса, но не ждать в течение нескольких суток решения своей судьбы.

Аналогичные разработки по созданию системы для изотермической ПЦР разрабатываются и в Институте химической биологии и фундаментальной медицины Сибирского отделения РАН.

Во всём мире будоражит общественное мнение вопрос о разработке вакцин, это мы видим по средствам массовой информации. Действительно, в отсутствии вакцины очень трудно избежать последующих волн в приходе инфекции и поэтому в мире, образно говоря, развернулось соревнование за то, кто быстрее разработает вакцину. Наши российские учёные тоже разрабатывают несколько типов вакцин. Есть очень интересные разработки «Национального исследовательского центра эпидемиологии и микробиологии им. академика Н.Ф. Гамалеи», которые находятся на второй стадии клинических испытаний, есть разработка вакцины, выполненная совместно ГНЦ «Вектор» с компанией «БИОКАД».

В академических институтах тоже ведутся такие разработки. В частности, в Институте биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН ведется работа по созданию субъединичной вакцины, где носителем является вирус гепатита В, сама вакцина снабжена необходимыми рецепторами, которые приводят к тому, что в организме вырабатываются соответствующие антитела. Планируется, что в июле будут закончены доклинические испытания на гуманизированных мышах и дальше эта работа пойдёт уже на стадии клинических испытаний.

Интересная работа проводится в МГУ под руководством академика М.П. Кирпичникова – это вакцина на основе вируса табачной мозаики, она сейчас зарегистрирована Всемирной организацией здравоохранения. Это комплекс, где носителем является вирус табачной мозаики, он образует сферические частицы, платформу для того, чтобы посадить соответствующие антигены. Сейчас это разработка проходит доклинические испытания.

Интересной и перспективной является работа, которая ведется в Федеральном научном центре исследований и разработки иммунобиологических препаратов им. М.П. Чумакова РАН под руководством члена-корреспондента А.А. Ишмухаметова по созданию цельновирионной инактивированной вакцины. Почему это направление сейчас остается очень важным? Очень много разговоров о субъединичных вакцинах: ДНК-вакцина, РНК-вакцина – это то, что сейчас считается «Hi tech» в области разработки новых вакцин. Тем не менее, ни в коем случае нельзя сбрасывать со счетов и цельновирионные вакцины, которые, действительно, существуют, очень хорошо работают в настоящее время. Мы все знаем, что цельновирионными являются вакцины и против полиомиелита, и против энцефалита, и против желтой лихорадки. То, что, собственно, выпускает на своей производственной базе Центр им. М.П. Чумакова РАН и последние наблюдения за развитием коронавируса, по-видимому, поднимает шансы именно цельновирионных вакцин.

COVID, как мы с вами знаем, характеризуется очень большим числом бессимптомных пациентов. И эти пациенты фактически получают некоторую вирусную нагрузку, но, тем не менее, без каких-то существенных явлений, каких-то неприятных симптомов, пациенты нарабатывают антитела. Если вдуматься в то, что происходит, это некая цельновирионная вакцинация, и, поскольку мы сейчас видим, что COVID идет на спад, это может свидетельствовать, что, действительно, нарабатывается достаточно большое количество антител в результате такой вот «естественной» вакцинации. По последним данным, в Москве есть уже около 17% людей с наработанными антителами (в числе врачей – больше 30%) и это очень интересное наблюдение, которое, по-видимому, говорит в пользу того, что цельновирионные вакцины тоже могут сыграть свою роль. Работы в Центре им. М.П. Чумакова РАН ведутся, и мы считаем, что уже в 2020 году может быть начато промышленное производство в достаточно больших масштабах – до нескольких миллионов вакцин.

Следующее направление, где академическая наука участвует – создание противовирусных аппаратов с выраженной активностью против SARS-CoV-2. Здесь, прежде всего, надо отметить проти-

вовирусный препарат триазавирин, который был разработан на Урале в Институте органического синтеза им. И.Я. Постовского УрО РАН под руководством академика В.Н. Чарушина. Этот препарат производится и продается в аптеках уже довольно давно, но он, так скажем, недостаточно разрекламирован на рынке. А оказалось, что все характеристики в отношении SARS-CoV-2 у этого препарата очень и очень эффективные. Есть свидетельство китайских коллег, которые закупили достаточно большую партию триазавирина. Есть свидетельство, каким образом этот аппарат позволяет лечить больных в Екатеринбурге и также позволяет проводить профилактику среди врачей. То есть, это действительно очень интересный препарат и важным сейчас является вопрос: можно ли этот препарат перевести в ингаляционную форму.

Интересная разработка идет в ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН под руководством академика В.О. Попова. Это разработка по созданию препарата, блокирующего контакт вируса SARS-CoV-2 с эпителиальными клетками. Есть соответствующий патент, и в настоящее время должны начаться работы по его доклинической апробации. Очень важно, что Министерство образования и науки поддерживает разработку этого препарата, что, по-видимому, даст возможность достаточно быстро пройти следующую стадию его тестирования.

Кроме разработок по лекарствам, вакцинам и тест-системам, есть разработки технического плана. Остановлюсь только на разработке Федерального научного агроинженерного центра ВИМ под руководством академика А.Ю. Измайлова, в котором создана камера для дезинфекции. Мы с вами совсем недавно слышали о камере, разработанной в Пензе для оснащения офисов высшего руководства страны. Аналогичная разработка есть и в системе академических институтов, которая очень эффективно работает.

В РАН быстро была налажена существенная информационная работа. Я хочу поблагодарить корпус профессоров РАН, которые очень активно откликнулись. Вы знаете, что на сайте Российской академии наук есть кнопка COVID-19, которая позволяет вам перейти к большому количеству информации, показывающей, как у нас ведется работа, поставленная РАН. Хотел бы отметить проект телеканала «Россия 24-РАН», который ведёт Эвелина Закамская. Было несколько десятков передач, организованных с членами Российской академии наук, с видными учеными. Благодаря нашим контактам с РИА Новости мы постоянно проводим различные совещания в прямом эфире и во многом это трансляция на широкую аудиторию. Есть различные информационные проекты другого типа: основная часть создана профессорами РАН, за что мы им очень благодарны. Очень интересный проект, который был осуществлен – 23 лекции по различным аспектам COVID. Вы можете эти лекции прослушать на академическом сайте.

Наконец, какие новые предложения мы сделали в Правительство Российской Федерации в плане противостояния COVID текущего и, по-видимому, будущего. Мы внесли совместно с Минобрнауки России предложения о создании Научного центра социологии и психологии чрезвычайных ситуаций и катастроф РАН. Председатель Правительства предложение поддержал, и сейчас такой Центр будет создаваться в рамках новой программы первоочередных действий по подъему экономики, который стартовал 1 июня.

Мы провели сессию Московского академического экономического форума. В прошлом году этот форум проводился очно, в этом году была заочная сессия и по его результатам в Правительство направлены аналитические материалы «Постпандемическое восстановление российской экономики к устойчивому социально-экономическому развитию». Я благодарен академику А.Г. Аганбегяну, академику Б.Н. Порфирьеву, члену-корреспонденту А.А. Широву и другим коллегам за участие.

Наконец, в Минобрнауки России сейчас представлен крупный научный проект, в котором сотрудничают математики, физики, экономисты, инфекционисты – «Моделирование эпидемии вирусных инфекций», руководителем проекта является академик Г.Н. Рыкованов. Это совместная работа академических институтов и Российского федерального ядерного центра им. ак. Е.И. Забабахина Государственной корпорации «Росатом», который находится в Снежинске.

Конечно, усилия членов Российской академии наук, академических институтов, университетов не прошли незамеченными, и мы с большой радостью прочитали Указ Президента РФ о награждении орденом Пирогова работников российских медицинских и научных учреждений за большой вклад в борьбу с коронавирусной инфекцией, самоотверженность и профессионализм, проявленные при исполнении профессионального долга. Орденом Почета награждены академики С.Ф. Багненко, В.М. Говорун, А.Д. Каприн, Ю.С. Полушин, А.Ш. Ревитшвили, Г.Т. Сухих, члены-корреспонденты С.Н. Авдеев, О.И. Аполихин, Н.А. Дайхес, Г.Г. Кармазановский, А.О. Конради, С.С. Петриков, А.С. Самойлов, Е.А. Трошина, В.В. Фомин, А.В. Шабунин. Звание «Заслуженный врач Российской Федерации» присвоено О.М. Драпкиной и Н.В. Загороднему.

От имени всех присутствующих на этом собрании хотел бы поздравить наших коллег с такой высокой правительственной наградой!

Должен сказать, что несколько наших уважаемых коллег – членов Российской академии наук – были на прошлой неделе удостоены Государственной премии Российской Федерации 2019 года в области науки и технологий. Хочу поздравить члена-корреспондента А.В. Головнева, академика М.Р. Предтеченского, академика Д.М. Марковича с присуждением им Государственной премии Российской Федерации. Это наиболее престижная премия в стране и ей отмечается небольшое число работ самых выдающихся ученых Российской Федерации.

Уважаемые коллеги, фактически, это то, что мне хотелось сказать в первой, не запланированной части.

## **ВЫСТУПЛЕНИЕ В.Н. ФАЛЬКОВА – МИНИСТРА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Уважаемый Александр Михайлович, уважаемые участники собрания! Хочу поблагодарить за приглашение, за конструктивный и доверительный диалог. Совместно с Российской академией наук мы решаем широкий спектр вопросов, и сегодня, я думаю, в докладе Александра Михайловича о многих вопросах и проблемах будет подробно рассказано.

Хочу отдельно отметить ряд важных, на мой взгляд, аспектов взаимодействия министерства и Российской академии наук. Конечно, качество взаимодействия – это оценочная категория. Учитывая историю взаимоотношений, нам есть к чему стремиться и, когда мы встречаемся, то понимаем, что многое не сделано. Мы последовательно движемся вперед и находим компромиссы и по сложным текущим вопросам, и по вопросам, касающимся стратегического развития сектора исследований и разработок в нашей стране.

Я хотел бы поблагодарить Александра Михайловича, президиум Российской академии наук и всех, кто принял участие совместно с министерством и экспертным сообществом в подготовке и разработке новой Программы фундаментальных научных исследований на долгосрочный период – 2021–2030 годы. Это принципиально важный документ. Сейчас он проходит обсуждение, и мы надеемся, что в самое ближайшее время он будет принят. Коллеги, во многом обсуждение проекта прошло, возможно, незамеченным, без серьезных споров. Это говорит о том, что, по крайней мере, на заключительной стадии, была проделана серьезная, кропотливая работа большим количеством специалистов. Насколько я осведомлен, президиум РАН высоко оценивает представленный проект.

Вы знаете, что наша жизнь очень динамична, и даже те планы, которые сверстаны 2–3 года назад, имеют определенную практику реализации. Всегда находятся желающие подвергнуть их ревизии, представить в другом формате, сократить финансирование – одним словом, внести какие-то изменения. Тем не менее хочу отметить, что благодаря последовательной позиции президента Российской академии наук и президиума РАН мы подготовили Правила предоставления субсидий на проведение крупных научных проектов по приоритетным направлениям научно-технологического развития (до 100 млн руб. в год) и, соответственно, создали необходимую нормативную базу для того, чтобы этот большой проект, известный как Программа президиума РАН, состоялся. Обращаю ваше внимание, что по ресурсным параметрам в 2020 году он больше, чем в прошедшем.

Сейчас Российская академия наук совместно с Министерством ведет работу по экспертизе и отбору проектов, и я считаю необходимым отметить, что в рамках конкурсного отбора поступило более 350 заявок по различным тематикам от научных организаций и, что очень важно, от научных и образовательных организаций высшего образования. На экспертизу, которая проводится экспертами Российской академии наук, в 2020 году предусмотрено почти в два раза больше средств, чем в предыдущем. Я считаю, что при экспертной поддержке РАН будут определены поистине прорывные уникальные проекты, которые позволят нам сделать ещё один шаг к тому, чтобы Россия стала научным лидером. Таким образом, мы имеем сегодня беспрецедентный конкурс 1 к 10.

Второй принципиально важный, отвечающий чаяниям времени момент, который я хотел бы отметить – это интеграция научных и образовательных организаций, которой удалось достигнуть в рамках конкурса при поддержке президента и президиума РАН.

Еще одним важным аспектом нашего взаимодействия является решение задачи комплексного обновления приборной базы ведущих научных организаций. Вы все знаете параметры этой программы, её достоинства и недостатки. Российские ученые должны работать на современном оборудовании, и год за годом мы идем к тому, чтобы эта проблема была постепенно решена. Безусловно, она не может быть решена моментально на 100%, но здесь важно оценивать динамику и целепола-

гание, в том числе качество взаимодействия всех заинтересованных сторон. Я хочу отметить, что в 2019 году общий объём грантов на эти цели превысил 4,3 млрд руб., были выделены средства 111 организациям. В 2020 году для каждой научной организации, претендующей на получение гранта, дополнительным условием станет разработка программы обновления научного оборудования, которая должна будет согласовываться с РАН. Это принципиальное отличие механизма обновления. Благодаря этому будет синхронизировано приобретение нового научного оборудования на всей территории страны, исключена возможность дублирования закупок, приобретения оборудования, не позволяющего осуществлять научные прорывные исследования и многое-многое другое.

Коллеги, еще одним примером взаимодействия является совместное обсуждение новой большой программы, которая касается в равной степени сектора науки и высшего образования – это Программа стратегического академического лидерства. Вы знаете, что, по существу, это новый этап программ развития университетов, которые были реализованы начиная с 2016 года в предыдущих программах. На мой взгляд, там было несколько принципиальных отличий. Первое. Они были ориентированы только на образовательные организации, и мы поправили это. Новая Программа предполагает участие не только университетов, но и научных организаций, более того, она нацеливает их на тесную интеграцию. Соответственно, ресурсы, ориентированные на эту Программу, пойдут не только в сектор высшего образования, но и в сектор науки и позволят сконцентрировать усилия на прорывных направлениях, проводить более интересные научные исследования. Второе: концепт Программы был озвучен 5 июня текущего года на площадке Российского союза ректоров, президиума Российского союза ректоров. С самого начала дизайн, замысел и концептуальные основания Программы мы обсуждали с президентом и членами президиума Российской академии наук. Это осознанный шаг. Мы хотели, чтобы цели, которые мы ставим перед участниками программы, работали, в том числе, на сектор исследований и разработок. В частности, мы знаем, что приток молодых кадров сектора исследований и разработок, мягко говоря, оставляет желать лучшего. У нас когда-то были отобраны национальные исследовательские университеты, и в новой редакции один из треков этой программы, проще говоря, один из статусов, за который будут бороться научные образовательные организации в консорциуме с научными организациями, – это научно-исследовательский университет. Мы возродили традицию: основным критерием их успешного участия в Программе будут не рейтинги, не наукометрические показатели, а количество выпускников, трудоустроенных в сектор исследований и разработок в Российской Федерации. Вторым критерием будет уровень средней заработной платы тех выпускников, которые будут трудоустроены в сектор исследований и разработок в Российской Федерации. Сразу хочу оговориться: идеальных критериев и индикаторов нет, идёт большая дискуссия (она всегда открыта). В пятницу на последнем совещании у нас присутствовал вице-президент Российской академии наук, который также высказывался по данному вопросу. Коллеги, если у кого-то есть соображения, то это приглашение к дискуссии, и мы с удовольствием слушаем всех, кто готов внести лепту в эту большую общую Программу. По нашим проектам я хотел бы сказать, что это – осознанная политика, направленная на интеграцию сектора высшего образования и сектора исследований и разработок. Мы выслушали, в том числе, критические замечания, что-то учли, и это шаг к решению общих задач, стоящих перед страной.

В завершение я хотел бы выразить мнение по вопросу об оценке эффективности исследовательского труда, об оценке эффективности ученых. Мне кажется, лучшей площадки, чем выступление с трибуны перед столь высоким собранием, сложно себе представить. Часто приходится слышать, что эффективность исследователей должна в первую очередь определяться качеством формулирования проблем, строгостью научных выводов и использованных методов достижения поставленной цели, а не количеством грантов и числом публикаций, умением привлечь внимание общественности какими-либо яркими инициативами. Такая постановка вопроса не просто имеет право на существование, а весьма и весьма актуальна. Я имею в виду, конечно, набор принципов, последствий, критериев – то, что касается экспертизы и своего рода репутационных метрик. Мы прекрасно понимаем, здесь

нет различий в оценке Министерства и РАН (как это зачастую пытаются представить). Понятно, что избыточность применения наукометрических показателей приводит к недостаточному вниманию в решении реальных проблем. Более того, наукометрическое давление вынуждает ученых публиковаться и часто приводит не к самому хорошему качеству публикаций. Я не буду оригинальным: невоспроизводимость статьи стала обычным явлением. В результате для науки становится характерным, когда исследования ведутся для систематического совершенствования уже имеющихся знаний, при этом остается много белых пятен и крупные научные открытия имеют случайный характер.

Подводя итоги, я бы хотел сформулировать некое предложение для высокого собрания. Совместная задача Министерства науки и высшего образования Российской Федерации и сообщества членов Российской академии наук, профессоров РАН, всех заинтересованных лиц – вывести на орбиту деятельности Российской академии наук как можно большее количество ученых. Нам предстоит подойти к этому вопросу очень обстоятельно, для того чтобы предложить целостную методологию современной оценки труда исследователей, коллективов, лабораторий и центров. Разрушить то, что существует, всегда достаточно легко. Как сделать так, чтобы наука стала результативной, эффективной на перспективу?

Вот на этой ноте, с учетом такой постановки вопроса, я хотел бы еще раз поблагодарить Вас, Александр Михайлович, президиум Российской академии наук, высокое собрание за возможность присутствовать сегодня здесь, высказать свои соображения и суждения. И со своей стороны я хотел бы заверить, что министерство готово принимать все необходимые меры для того, чтобы мы совместно двигались вперед. Я очень надеюсь, что те проблемы, которые стоят перед нашим обществом и государством, о которых будет сегодня говорить Александр Михайлович, а также задачи нашего успешного взаимодействия будут решены. Спасибо большое и всего самого хорошего.

# **ДОКЛАД ГЛАВНОГО УЧЕНОГО СЕКРЕТАРЯ ПРЕЗИДИУМА РАН АКАДЕМИКА РАН ДОЛГУШКИНА Н.К. О РАБОТЕ ПРЕЗИДИУМА РАН ЗА ОТЧЕТНЫЙ ПЕРИОД**

Работа президиума РАН в отчетный период была направлена на достижение целей, реализацию задач и функций Академии, выполнение решений общих собраний членов РАН.

Президиумом РАН рассматривались актуальные вопросы реализации государственной научно-технической политики, задачи научного обеспечения приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации, своевременного предвидения и выработки мер парирования глобальных вызовов и угроз.

## **1. НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**

### **1.1. Общие собрания членов РАН**

В 2019 году состоялись два общих собрания членов РАН.

23–24 апреля на собрании были обсуждены и утверждены доклады:

«О приоритетных направлениях деятельности РАН по реализации государственной научно-технической политики и о важнейших научных достижениях, полученных российскими учеными в 2018 году»;

«О работе президиума РАН за отчетный период».

Рассмотрен и одобрен проект Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2035 годы).

### **Общее собрание членов РАН 23 апреля 2019 г.**



13–15 ноября были проведены выборы академиков РАН, членов-корреспондентов РАН и иностранных членов РАН, рассмотрены и внесены изменения и дополнения в устав РАН. Принято решение об открытии четвертого представительства РАН, расположенного на территории Самарской области.

В рамках собрания состоялись две научные сессии:

1) «Фундаментальные проблемы развития современного российского общества». На сессии заслушаны научные доклады:

- «Россия в трансформирующемся миропорядке» (академик РАН Дынкин А.А.);
- «Самосознание российского общества» (академик РАН Смирнов А.В.);
- «Соответствие менталитета институтам общества как условие социальных и экономических достижений» (академик РАН Ушаков Д.В.);
- «Российское общество в социологическом измерении» (академик РАН Горшков М.К.);
- «Перспективы экономического роста России» (академик РАН Порфирьев Б.Н.);
- «Демографическое развитие России: динамика и социально-экономические риски» (д. социол.н. Локосов В.В., Институт социально-экономических проблем народонаселения РАН);
- «Перспективы демократии в современном конституционализме» (член-корреспондент РАН Руденко В.Н.);
- «Историческая память и российская идентичность» (д.и.н. Петров Ю.А., Институт российской истории РАН);
- «Русская речь в современной России» (академик РАН Молдован А.М.);
- «Новая холодная война: последствия для российского общества» (академик РАН Рогов С.М.).

На сессии была подчеркнута необходимость развития общественных и гуманитарных наук, более широкого использования их результатов при разработке и реализации стратегий государственного развития. Принято решение о разработке Концепции развития общественных наук.

2) «Периодическая таблица элементов – универсальный язык естествознания» была посвящена объявленному ЮНЕСКО Международному году Периодической таблицы химических элементов. На сессии рассмотрены исторические аспекты открытия и развития Периодического закона Д.И. Менделеева, современные направления развития химии и наук о материалах, роль химических элементов в медицине, космосе и других отраслях. На сессии заслушаны научные доклады:

- «Периодический закон химических элементов: 150 лет развития» (академик РАН Золотов Ю.А.);
- «Периодическая таблица сегодня. Открытие новых элементов» (академик РАН Оганесян Ю.Ц.);
- «Селективное разделение близких по свойствам элементов Периодической таблицы – основа новых технологий» (академик РАН Цивадзе А.Ю.);
- «Новые инновационные материалы и технологии» (академик РАН Каблов Е.Н.);
- «Химические элементы в медицине» (академик РАН Чарушин В.Н.);
- «Химические элементы в космосе» (д.ф.-м.н. Лутовинов А.А., Институт космических исследований РАН);
- «Зеленая химия и хемофобия» (член-корреспондент РАН Тарасова Н.П.).

По инициативе РАН, Минобрнауки России, Российского химического общества им. Д.И. Менделеева учреждена международная премия ЮНЕСКО-России им. Д.И. Менделеева за достижения в области фундаментальных наук.

## **1.2. Заседания президиума РАН**

Главное внимание при планировании вопросов повестки заседаний президиум РАН уделял наиболее значимым актуальным научным проблемам, решение которых определяет пути не только социально-экономического развития страны, но и преодоления вызовов глобального развития. В заседаниях президиума принимали участие ведущие российские ученые, руководители и специалисты заинтересованных министерств, ведомств, научных организаций, бизнеса.

За отчетный период президиумом проведено 20 заседаний, на которых рассмотрено 105 вопросов, заслушаны 30 научных докладов.



Состоялось совместное заседание с президиумом Национальной академии наук Беларуси, на котором рассмотрен вопрос «О роли науки в социально-экономическом развитии и формировании единого научно-технологического пространства Союзного государства».

**Совместное заседание  
президиума РАН и президиума Национальной академии наук Беларуси  
«О роли науки в социально-экономическом развитии и формировании  
единого научно-технологического пространства Союзного государства»  
18 июня 2019 г.**



Обсуждены перспективные проекты программ Союзного государства, Соглашение о научно-техническом сотрудничестве, которое было подписано 18 июля 2019 г. в рамках VI Форума регионов России и Беларуси в Санкт-Петербурге. Утверждены Положение о Межакадемическом совете по проблемам развития Союзного государства, новая редакция Положения о премии, присуждаемой Российской академией наук и Национальной академией наук Беларуси за выдающиеся научные результаты, полученные в ходе совместных исследований.

Состоялось вручение дипломов российским лауреатам конкурса РАН и НАН Беларуси 2018 года за выдающиеся научные результаты совместных исследований<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> На заседании были заслушаны и обсуждены следующие доклады и выступления: президента РАН Сергеева А.М. и председателя президиума НАН Беларуси Гусакова В.Г., Государственного секретаря Союзного государства Рапоты Г.А.; сопредседателей Межакадемического совета по проблемам развития Союзного государства вице-президента РАН Пармона В.Н. и первого заместителя председателя президиума НАН Беларуси Чижика С.А. «О важнейших результатах работы РАН и НАН Беларуси в 2018 году и перспективных проектах программ Союзного государства и планах совместной деятельности РАН и НАН Беларуси на 2019–2020 годы»; заместителя Государственного секретаря Союзного государства Кубрина А.А., ученого секретаря Межведомственного координационного совета РАН «Транснациональное развитие Евразийского континента», координатора мегапроекта «Единая Евразия: ТЕПР – ИЕТС» Литвинцева В.Я., директора Государственного научного учреждения «Центр системного анализа и стратегических исследований Национальной академии наук Беларуси» Гончарова В.В. «О научном сопровождении разработки стратегических направлений пространственно-территориального и социально-экономического развития России и Беларуси на долгосрочный период. Концепция мегапроекта «Единая Евразия». Советам молодых ученых РАН и НАН Беларуси было поручено обеспечить продолжение сотрудничества в части реализации совместных научно-исследовательских проектов, в том числе в рамках конкурса БРФФИ-РФФИ среди молодых ученых, проведении совместных научно-технических и научно-организационных мероприятий – форумов, научных семинаров, школ молодых ученых, круглых столов. Одобрена деятельность РАН и НАН Беларуси по расширению и укреплению инфраструктуры Международной ассоциации академий наук (МАН).

На других заседаниях президиума РАН рассмотрены важнейшие вопросы применения методов математического моделирования в эпоху цифровой экономики, проблемы территориальной связанности страны, безопасности атомной энергетики, персонализированной медицины, сохранения историко-культурного наследия России, международного научно-технического сотрудничества, обсуждались современные климатические вызовы, включая климатические проблемы Арктики.

Ниже приведен перечень рассмотренных научных проблем, сгруппированных по стратегическим направлениям научно-технологического развития Российской Федерации.

**Проблема пространственного развития страны.** Заслушаны и обсуждены научные доклады:

- «Социальный мегапроект XXI века «Единая Евразия: Транс-Евразийский Пояс RAZVITIE (ТЕПР) – Интегральная Евразийская Транспортная Система (ИЕТС)» (академик РАН Осипов Г.В.), в котором были освещены результаты совместной деятельности РАН, МГУ им. М.В. Ломоносова и ПАО «РЖД»;

- «О комплексном плане развития Уральского отделения РАН» (академик РАН Чарушин В.Н., академик РАН Матвеев В.П., Кокшаров В.А.);

- «Опережающее развитие Ангара-Енисейского макрорегиона – ключевого в развитии Сибирского федерального округа» (академик РАН Крюков В.А.).

Президиумом РАН поручено:

- разработать «дорожную карту» научного сопровождения опережающего развития Центральной и Восточной Сибири;

- поддержать предложение УрО РАН о создании Уральского центра высокопроизводительных вычислений, обработки и хранения больших объемов данных, Уральского центра технологий и материалов, Уральского межрегионального научно-образовательного центра «Передовые промышленные технологии», Удмуртского научно-образовательного центра «Материалы с программируемыми свойствами», Уральского центра социогуманитарных технологий и экспертиз и других научно-технологических и гуманитарных центров, вошедших в проект Комплексного плана развития УрО РАН.

Проблемы изменения климата – их обсуждение было направлено на решение вопросов сохранения комфортной для проживания природной среды, повышения эффективности использования ресурсов наземных экосистем, освоения Арктики и проблем, стоящих перед Арктическим регионом. Заслушаны и обсуждены научные доклады:

- «Коренные изменения наземных экосистем в России в 21 веке: вызовы и возможности» (член-корреспондент РАН Крестов П.В.);

- «Генетические ресурсы растений: стратегия сохранения и использования в 21 веке» (д.б.н. Хлесткина Е.К.);

- «Глобальные вызовы и лесные экосистемы» (член-корреспондент РАН Лукина Н.В.);

- «Фундаментальные проблемы взаимодействия процессов на шельфе и глубоководной части Северного Ледовитого океана в условиях современных климатических изменений» (член-корреспондент РАН Семилетов И.П.);

- «Современные геополитические и климатические проблемы Арктики в контексте геодинамических, сейсмотектонических и газодинамических исследований литосферы» (академик РАН Лобковский Л.И.);

- «Комплексные научные исследования глубоководной части Северного Ледовитого океана на базе замороженного ледокола «Капитан Драницын» в 2020–2021 гг.» (почетный полярник Писарев С.В.).

Решениями президиума РАН поручено:

- Научному совету по лесу подготовить предложения по проекту концепции нового федерального закона «Лесной кодекс Российской Федерации»;

- рекомендовать РНФ и РФФИ организовать дополнительные тематические конкурсы, направленные на изучение биосферных функций наземных экосистем, сохранение растительных генетических ресурсов;

– поддержать создание специализированного национального центра комплексных арктических исследований в Минприроды России при участии РАН;

– провести научный семинар с рассмотрением вопросов, связанных с эмиссиями метана в Арктических морях России и его влиянием на арктический и планетарный климат.

**Проблема безопасности атомной энергетики** – ее обсуждение было направлено на решение вопросов обеспечения повышенных требований к обновлению научно-технической и производственной баз высокотехнологических отраслей промышленности и энергетики.

Заслушан и обсужден научный доклад «Безопасность атомной энергетики» (академик РАН Большов Л.А.). Отмечена сложившаяся практика сотрудничества РАН, научных организаций и Госкорпорации «Росатом» в области безопасности атомной энергетики с привлечением ведущих ученых и специалистов.

**Проблема математического моделирования в эпоху цифровой экономики.** Заслушан и обсужден научный доклад «Компьютерное моделирование социально-экономических процессов» (академик РАН Макаров В.Л., член-корреспондент РАН Бахтизин А.Р.).

Президиум РАН рекомендовал шире использовать компьютерные разработки, в частности модель «Интеллектуальная Россия» в работе Научно-координационного совета РАН по проблемам прогнозирования и стратегического планирования в Российской Федерации и поручил представить предложения об использовании математических моделей, построенных с учетом лучших мировых практик, для оценки последствий государственных управленческих решений, направленных на реализацию национальных проектов.

**Проблема сохранения историко-культурного наследия России** – является одним из наиболее важных среди общенациональных приоритетов развития российского общества, обеспечения исторической преемственности, сохранения исторической памяти.

Заслушаны и обсуждены научные доклады:

- «Сохранение археологического наследия в 2010-х годах. Новые реалии» (академик РАН Макаров Н.А.);

- «Музейное дело и Академия наук» (академик РАН Пиотровский М.Б.);

- «Академические архивы – хранилища исторической памяти России» (член-корреспондент РАН Тункина И.В.).

Президиумом РАН поручено:

- подготовить предложения по программе изучения и сохранения историко-культурного наследия России, модернизации архивного и музейного дела в РАН;

- инициировать разработку вопросов правового статуса музеев РАН.

**Проблема развития принципиально новых подходов в области персонализированной медицины и создания инновационных лекарств.** Заслушаны и обсуждены научные доклады:

- «Скрининговые технологии в решении проблем комбинаторной химии, биологии и биомедицины» (академик РАН Габибов А.Г.);

- «Скрининговые технологии в поиске новых лекарственных препаратов» (член-корреспондент РАН Бачурин С.О.);

- «Скрининговые технологии в микробиологии и поиске новых антибиотиков» (д.х.н. Сергеев П.В.).

Президиумом РАН поручено подготовить предложения по:

- дальнейшему внедрению новых методов биологии и комбинаторной синтетической и медицинской химии в области биомедицины;

- поддержке создания профильных подразделений по скрининговым биомедицинским технологиям в научных центрах геномных исследований мирового уровня;

– развитию научных школ по данному направлению;  
– формированию в структуре Межведомственного совета РАН по научному обоснованию и сопровождению лекарственной политики Российской Федерации секции по исследованию основ лекарственной и антибиотикорезистентности и разработке соответствующей программы.

### **Вселенная в рентгеновских лучах: некоторые результаты Орбитальной Обсерватории Спектр-РГ**

Заслушан и обсужден научный доклад академика РАН Сюняева Р.А.

### **Новая коронавирусная инфекция COVID-19**

Российская академия наук с февраля 2020 г. активно включилась в борьбу с коронавирусной инфекцией. Проведены 2 заседания президиума РАН, посвященные фундаментальным аспектам, эпидемиологии, диагностике и профилактике COVID-19.

Заслушаны и обсуждены научные доклады:

- 10 марта 2020 г. – «Острая респираторная коронавирусная инфекция: ситуация и принимаемые меры» (академик РАН Онищенко Г.Г.);
- 2 июня 2020 г. – «Академическая наука в борьбе с коронавирусной инфекцией» (академик РАН Чехонин В.П.), «О состоянии и мерах по профилактике новой коронавирусной инфекции COVID-19» (академик РАН Онищенко Г.Г.).

Академией подготовлены документы для Правительства Российской Федерации (научные разработки, основные предложения РАН в данном направлении, создание Научного центра изучения особенностей поведения человека в чрезвычайных ситуациях и др.).

Российская академия наук совместно с телеканалом «Россия 24» запустила Проект «Россия 24» – РАН: ученые о коронавирусе. Факты, гипотезы, прогнозы» с ведущими учеными – членами РАН, профессорами РАН. Каждая программа – это взгляд на коронавирус с точки зрения отделений РАН по областям и направлениям науки. На сайте РАН в ежедневном режиме размещалась оперативная информация о коронавирусе, информационный проект профессоров РАН «COVID-19 – мнение ведущих ученых и практических врачей. Коротко – о главном», рубрики «Влияние пандемии на человека и общество» (Психологические, социальные и экономические последствия пандемии: комментарии и рекомендации экспертов), «Изучение и лечение коронавируса» (Разработки российских медицинских препаратов) ([www.gas.ru](http://www.gas.ru)).

Научный совет РАН «Науки о жизни» (председатель – академик РАН Чехонин В.П.), Отделение медицинских наук РАН провели серию видеоконференций по COVID-19: «Коронавирус – глобальный вызов науке», «Чего мы не знаем о COVID-19?», «Вакцины от COVID-19: реальность и практика», «Лечение COVID-19: новые методы». Представлены новые данные о диагностике и лечении COVID-19, разработке вакцин и новых препаратов с учетом уже полученного опыта. С докладами выступили ведущие ученые Академии наук в области медицины, биологии, эпидемиологии, вирусологии.

Российская академия наук в мае 2020 г. вместе с Вольным экономическим обществом России, Международным Союзом экономистов выступила соорганизатором онлайн-сессии Московского академического экономического форума на тему: «Постпандемический мир и Россия: новая реальность?», которая была посвящена анализу текущей ситуации, плану действий по оздоровлению российской экономики, выходу из кризиса и восстановлению занятости, доходов граждан и росту экономики с участием ведущих экономистов страны.

10 июня 2020 г. проведена совместная видеоконференция РАН и НАН Беларуси «Коронавирусная инфекция: фундаментальные, клинические и эпидемиологические аспекты. Социально-экономические вызовы здравоохранению». С докладами по социально-экономическим вопросам, фундаментальным аспектам, клинике и эпидемиологии выступили ведущие ученые, представляющие научные организации и образовательные организации высшего образования.

По итогам рассмотрения этих и других научных проблем на заседаниях президиума РАН разрабатывались конкретные предложения и мероприятия, которые направлялись руководству страны, а также по принадлежности в министерства и ведомства.

На постоянном контроле президиума РАН находились вопросы выполнения решений общих собраний членов РАН, прежде всего, касающиеся защиты интересов науки и научного сообщества, а также повышения эффективности деятельности Академии.

По поручению общего собрания членов РАН в адрес Правительства Российской Федерации и Минобрнауки России были направлены обращения:

- о необходимости продления предельного возраста для замещения должностей руководителей научных организаций с 65 до 70 лет. В настоящее время законопроект, согласованный РАН, о внесении изменений в Трудовой кодекс РФ в части повышения их предельного возраста подписан Президентом РФ В.В. Путиным (Федеральный закон № 157-ФЗ «О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации в части установления предельного возраста для замещения должностей руководителей, заместителей руководителей государственных и муниципальных образовательных организаций высшего образования и научных организаций и руководителей их филиалов»);

- об отмене вызвавшего большой резонанс в научном сообществе ведомственного акта Минобрнауки России, регламентирующего прием иностранных ученых (в настоящее время приказ отменен).

Президиумом РАН рассмотрены результаты работы комиссий РАН по противодействию фальсификации научных исследований и борьбе с лженаукой. Была отмечена полезность их работы, в тоже время обращено внимание на превышение Комиссией РАН по противодействию фальсификации научных исследований полномочий при публикации доклада о нарушениях научной этики кандидатов в академики РАН и члены-корреспонденты РАН, который до обсуждения с отделениями и президиумом РАН должен оставаться документом для внутреннего пользования. Президиум РАН поручил Комиссии осуществлять деятельность строго в соответствии с данными им полномочиями.

РАН согласовала проект закона «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)», устанавливающий обязательность подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук. Законопроект принят Государственной Думой в первом чтении.

На заседаниях президиума РАН неоднократно обсуждались актуальные вопросы, касающиеся деятельности Академии:

- утвержден порядок реализации постановления Правительства РФ от 30 декабря 2018 г. № 1781 о научно-методическом руководстве, которое осуществляется отделениями РАН во взаимодействии с региональными отделениями, а также перечень научных организаций, находящихся под научно-методическим руководством РАН;

- заслушана информация первого заместителя министра науки и высшего образования РФ академика РАН Трубникова Г.В. о методике оценки результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения. Президиум РАН счел целесообразным подготовить положение о выездных экспертных комиссиях по оценке результативности деятельности научных учреждений, в состав которых входили бы представители от РАН и Минобрнауки России;

- заслушано сообщение академика РАН Стародубова В.И. о предложениях по определению статуса Высшей аттестационной комиссии при Минобрнауки России, подготовленных в соответствии с поручением президиума РАН. Президиум РАН счел необходимым обратиться в Правительство Российской Федерации с предложениями об изменении статуса Высшей аттестационной комиссии при Минобрнауки России, определив ее учредителем Правительство Российской Федерации. Предложено состав Высшей аттестационной комиссии, ее президиум и председателя утверждать решением Правительства Российской Федерации по согласованию с РАН;

– член-корреспондент РАН Иванов В.В. выступил на президиуме РАН с информацией о проекте Федерального закона «О научной и научно-технической деятельности в Российской Федерации». Президиум РАН рекомендовал обратиться в Правительство Российской Федерации с предложением отложить сроки принятия указанного Федерального закона в связи с необходимостью более широкого обсуждения научной общественностью как концепции, так и содержания проекта данного закона;

– в сентябре 2019 г. президиум РАН заслушал сообщения академиков РАН Фортова В.Е., Красникова Г.Я., Литвака А.Г., Осипова Ю.С., Нигматулина Р.И., Рубакова В.А. о предполагаемой реорганизации Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) и Российского научного фонда (РНФ), была выражена серьезная озабоченность в связи с возможной реорганизацией указанных научных фондов. Президиум РАН отметил, что любое реформирование существенных элементов научной политики, каковыми являются эти фонды, должно проводиться на основе широкого обсуждения научной общественностью, согласования с РАН и последующим принятием решения Советом при Президенте Российской Федерации по науке и образованию. По поручению президиума было подготовлено и направлено обращение по данному вопросу в Правительство Российской Федерации;

– в марте 2020 г. президиум РАН вновь вернулся к обсуждению ситуации с изменением функционала РФФИ. Предложено провести совещание руководителей Минобрнауки России, РАН, РФФИ и РНФ, на котором обсудить сложившуюся ситуацию и создать межведомственную рабочую группу для разработки концепции реформирования фондов. О сложившейся ситуации было проинформировано Правительство Российской Федерации;

– в феврале 2020 г. на заседании президиума РАН с участием Министра науки и высшего образования Фалькова В.Н. состоялось обсуждение вопросов обновления приборной базы и принципов установления нормативов публикационной результативности для научных организаций. При обсуждении методики расчета публикационной результативности научных организаций в рамках госзадания президиум РАН поддержал предложения отделений РАН гуманитарного и общественно-го профиля и направил их в Минобрнауки России для учета при доработке методики;

**Заседание президиума РАН  
с участием Министра науки и высшего образования РФ Фалькова В.Н.  
11 февраля 2020 г.**



– 2 июня 2020 г. президиум РАН обсудил вопрос совершенствования системы самостоятельного присуждения организациями ученых степеней в Российской Федерации (докладчики – председатель Координационного совета профессоров РАН д.ф.-м.н. Лутовинов А.А. и академик РАН Хохлов А.Р.). Президиум РАН отметил, что результаты, достигнутые к настоящему моменту в ходе реализации постановления Правительства Российской Федерации от 11 мая 2017 г. № 553 «Об утверждении Положения о формировании перечня научных организаций и образовательных организаций высшего образования, которым предоставляются права, предусмотренные абзацами вторым–четвертым пункта 3.1 статьи 4 Федерального закона «О науке и государственной научно-технической политике» недостаточны, чтобы сделать вывод о целесообразности дальнейшего расширения перечня организаций, которым предоставляется право самостоятельного присуждения ученых степеней, и принял решение обратиться в Правительство Российской Федерации, Совет при Президенте Российской Федерации по науке и образованию с предложением о введении трехлетнего моратория на включение в уже имеющийся перечень научных организаций и образовательных организаций высшего образования. Также президиум РАН рассмотрел вопрос аттестации научных организаций и принял решение обратиться в Министерство науки и высшего образования Российской Федерации по вопросам совместного обсуждения повторного проведения аттестации научных организаций.

На заседании президиума РАН в январе 2020 г. рассмотрена деятельность региональных отделений, одобрены отчеты о выполнении ими утвержденных государственных заданий.

## **2. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ФЕДЕРАЛЬНЫМИ ОРГАНАМИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ВЛАСТИ**

Члены РАН широко представлены в советах и комиссиях при Президенте Российской Федерации, Правительстве Российской Федерации, включая советы по созданию и развитию научно-образовательных центров мирового уровня в рамках национального проекта «Наука», Совета Федерации и Государственной Думы, а также в научно-технических и общественных советах при министерствах и ведомствах.

Продолжилось активное взаимодействие Академии с Советом Федерации Федерального Собрания Российской Федерации в рамках подписанного в 2018 г. Соглашения о сотрудничестве. Более 70 членов РАН состоят в советах и комиссиях при Совете Федерации. По предложению РАН одно из заседаний Научно-экспертного совета при Председателе Совета Федерации было посвящено проблемам и перспективам освоения биоресурсов Мирового океана в интересах Российской Федерации. В заседании правления Интеграционного клуба при Председателе Совета Федерации, рассмотревшего подготовленный с участием членов РАН проект ежегодного доклада «Будущее Евразийского экономического союза: цифровая трансформация и молодежь» принял участие и выступил президент РАН академик РАН Сергеев А.М.

Продолжается тесное взаимодействие РАН с Государственной Думой, ее комитетами. На площадке РАН состоялось расширенное заседание Рабочей группы по разработке нормативных правовых актов в сфере научной, научно-технической и инновационной деятельности с участием Комитета Государственной Думы по образованию и науке, представителей Минобрнауки России, ВАК, государственных корпораций, научных организаций, фондов, бизнеса, на котором рассмотрен вопрос: «О проекте федерального закона «О научной и научно-технической деятельности в Российской Федерации».

Члены Академии приняли участие в заседании Экспертного совета Государственной Думы по вопросам развития региональной и муниципальной науки при Комитете Государственной Думы по образованию и науке, рассмотревшего вопрос «Правовое обеспечение развития региональной и му-

ниципальной науки в контексте проекта ФЗ «О научной, научно-технологической и инновационной деятельности» и в работе Экспертного совета Государственной Думы по организации фундаментальных и прикладных научных исследований.

Члены РАН активно участвовали в деятельности Рабочей группы по подготовке предложений о внесении поправок в Конституцию Российской Федерации. По их предложению пункт «е» статьи 71 «Установление основ федеральной политики и федеральные программы в области государственного, экономического, экологического, социального, культурного и национального развития Российской Федерации» дополнен словами «научно-технологического», часть 1 статьи 114 дополнена словами: «обеспечивает государственную поддержку научно-технологического развития Российской Федерации, сохранения и развития ее научного потенциала».

За минувший год Академией по запросам Администрации Президента Российской Федерации, Правительства РФ, Совета Безопасности Российской Федерации, министерств и ведомств подготовлено более 40 информационно-аналитических материалов по важнейшим проблемам развития страны.

РАН активно участвует в реализации задач федеральных проектов (ФП) национального проекта «Наука» (ФП 1 «Развитие научной и научно-производственной кооперации», ФП 2 «Развитие передовой инфраструктуры для проведения исследований и разработок в Российской Федерации», ФП 3 «Развитие кадрового потенциала в сфере исследований и разработок»), в создании научно-образовательных центров и научных центров мирового уровня, включая сеть международных математических центров и центров геномных исследований, оценке результативности деятельности организаций, выполняющие научные исследования и разработки, в определении критериев обновления приборной базы. Согласовано решение о проведении обязательной экспертизы РАН при реализации проекта обновления приборной базы в 2020–2024 годах в рамках Нацпроекта «Наука».

Члены РАН принимали активное участие в деятельности Координационного совета по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию (далее – Координационный совет), а также в работе Советов по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации (далее – Советы по приоритетам), созданных с целью реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации.

В состав Координационного совета и Советов по приоритетам входят 15 членов РАН, в том числе президент РАН академик РАН Сергеев А.М., председатель Координационного совета, вице-президент РАН академик РАН Бондур В.Г., заместитель председателя Координационного совета. Состоялось около 60 заседаний Советов по приоритетам, на которых рассмотрено 80 заявок на разработку Комплексных научно-технических программ и проектов полного инновационного цикла (КНТП).

Координационным советом согласованы проекты КНТП, которые представлены на утверждение в Правительство Российской Федерации: «Иммунотерапия онкологических заболеваний», «Новые композитные материалы: технологии конструирования и производства», «Разработка технологий, систем проектирования, мониторинга и управления тепловым состоянием промышленных и гражданских объектов в условиях Арктики», «Синтетические смазочные материалы для экстремальных условий», «Разработка с последующим освоением производства комплексных систем автономного энергоснабжения на основе электрохимических источников тока высокой мощности с топливными процессорами», «Разработка критических технологий высокоэффективных микрогазотурбинных энергоустановок мощностного ряда 30–200 кВт с апробацией в серийном производстве уникальных узлов базовой установки мощностью 30 кВт для решения актуальных задач энергоснабжения потребителей специального и гражданского назначения в отдаленных регионах страны», «Системы поддержки принятия решений с учетом многофакторных рисков орга-



нами государственной власти, бизнес-структурами и международными организациями, основанные на методах искусственного интеллекта», «Создание пилотного производства отечественных белковых компонентов – основы сухих молочных продуктов для питания новорожденных и детей до 6 месяцев», «Глобальные информационные спутниковые системы», «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи твердых полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых продуктов глубокой переработки из угольного сырья, при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения».

Следует отметить плодотворное взаимодействие президиума РАН и Совета Безопасности Российской Федерации в сфере стратегического планирования и прогнозирования социально-экономического развития и обеспечения национальной безопасности страны. Начал работу постоянный семинар Научно-координационного совета РАН по проблемам прогнозирования и стратегического планирования в Российской Федерации.

Члены РАН приняли участие в подготовке большого количества запрашиваемых материалов, в том числе:

- информационно-аналитической записки к докладу Правительства РФ «О состоянии экономической безопасности РФ в 2018 г. и мерах по ее укреплению»;
- важнейших результатов исследований в интересах выполнения Плана мероприятий по реализации Стратегии развития Арктической зоны РФ и обеспечению национальной безопасности на период до 2020 г., полученные в 2018 г. в рамках ПФНИ РАН: «Арктика-научные основы технологий освоения, сохранения, развития» и «Фундаментальные основы прорывных технологий в интересах национальной безопасности»;
- материалов «О научных подходах к определению стратегических приоритетов при корректировке Стратегии национальной безопасности РФ и развитии системы стратегического планирования».

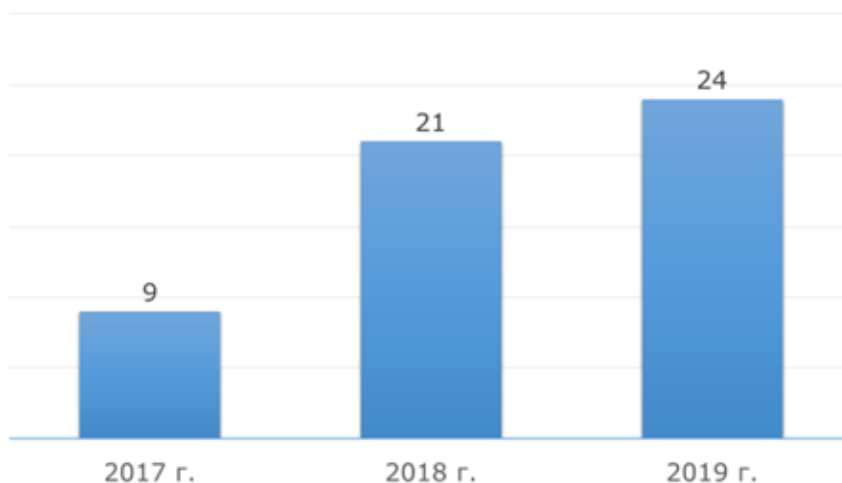
В целом, за отчетный период в президиум РАН поступило около 1400 документов из Администрации Президента РФ, Правительства РФ, Совета Безопасности РФ, Совета Федерации, Государственной Думы, Счетной Палаты РФ. Всего в 2019 г. документооборот составил 12 340 ед. (для примера: в 2017 г. – 9 150 ед., в 2018 г. – 11 008 ед.), в том числе около 2 000 ед. обращений граждан и организаций. В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 17 апреля 2017 г. №171 РАН ежемесячно представляет в Администрацию Президента РФ информацию о результатах их рассмотрения и принятых мерах по таким обращениям для размещения на информационном ресурсе ССТУ.РФ.

### **3. СОТРУДНИЧЕСТВО РАН В СФЕРЕ НАУЧНОЙ И НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Продолжалась работа по подписанию и реализации соглашений о сотрудничестве РАН с органами государственной власти Российской Федерации, субъектами Российской Федерации, государственными корпорациями и другими организациями. Усиливается интерес к деятельности Академии, научных учреждений, использованию их научных разработок и результатов со стороны реального сектора экономики.

Значительный рост числа заключенных соглашений за последние два года свидетельствует о повышении интереса к Академии со стороны субъектов научной и научно-технической деятельности. За 2019 год подписаны 24 новых соглашения, возрастает заинтересованность российских регионов во взаимодействии с РАН – начато сотрудничество с Сахалинской областью и Республикой Саха (Якутия).

## Динамика подписания соглашений РАН о сотрудничестве



Подписаны новые соглашения с министерствами и ведомствами, союзами, крупными акционерными обществами, научно-исследовательскими центрами, информационными агентствами и другими организациями, в том числе:

- Правительство Сахалинской области;
- Республика Саха (Якутия);
- Министерство спорта РФ, Минобрнауки России, Федеральное медико-биологическое агентство;
- Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки;
- «Российский союз промышленников и предпринимателей»;
- Вольное экономическое общество и Международный союз экономистов;
- МГУ им. М.В. Ломоносова – о содействии развитию научно-технологической деятельности, осуществляемой на территории «Инновационного научно-технологического центра МГУ «Воробьевы горы»;
- ММО «Международный НИИ проблем управления»;
- Удмуртский государственный университет;
- РХТУ им. Д.И. Менделеева и Фонд развития инновационного научно-технологического центра «Долина Менделеева»;
- ПАО «СИБУР Холдинг»;
- ПАО «Транснефть»;
- Всероссийский профессиональный союз работников РАН;
- ТК «Цивилизация»;
- АО «НПП «Радий»;
- Новикомбанк, опорный банк Госкорпорации «Ростех».

Научным наполнением сотрудничества в виде реальных проектов, программ совместных исследований и дорожных карт можно отметить взаимодействие РАН с рядом организаций.

В рамках сотрудничества РАН и Росрыболовства в 2019 году проведены совместные исследования экосистемы, продуктивности и биоресурсов морей Сибирской Арктики, Южного океана, российских вод Черного и Азовского морей, а также экологии и рыбного хозяйства реки Волги и озера Байкал, утверждена программа совместных исследований на 2020 год.

В соответствии с соглашением с фондом «Росконгресс» РАН участвовала в Восточном экономическом форуме – 2019 (г. Владивосток, ДФУ), Петербургском международном экономическом форуме – 2019, Российском инвестиционном форуме «Сочи-2019».

«ФосАгро» стала первой частной компанией, с которой Российская академия наук заключила долгосрочное соглашение в сфере инновационного развития. При поддержке РАН в 2019 г. с участием членов Академии на агрополигонах «ФосАгро» в Московской, Орловской, Саратовской областях и в Краснодарском крае успешно проведено более 100 испытаний систем минерального питания сельскохозяйственных культур и составлен каталог этих систем с учетом почвенно-климатических условий для практического применения.

#### **4. ОБЕСПЕЧЕНИЕ КООРДИНАЦИИ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Одним из важнейших предметов деятельности РАН является обеспечение координации фундаментальных и поисковых научных исследований, проводимых по важнейшим направлениям естественных, технических, медицинских, сельскохозяйственных, общественных и гуманитарных наук и исследований.

Основными инструментами РАН для проведения и развития научных исследований являются Программа фундаментальных научных исследований государственных академий наук (2013–2020 годы) и Программы фундаментальных исследований по приоритетным направлениям, определяемым президиумом РАН.

Академией в соответствии со ст.17 Федерального закона Российской Федерации от 27 сентября 2013 г. № 253-ФЗ и уставом РАН разработан проект Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2035 годы). Особое внимание при разработке уделено целостности системы организации фундаментальных научных исследований в Российской Федерации.

Цель Программы: получение новых фундаментальных знаний об основах мироздания, закономерностях развития природы, человека и общества в интересах социально-экономического, научно-технологического развития и обеспечения национальной безопасности Российской Федерации.

Структурно Программа включает 6 подпрограмм, сформулированных с учетом принятых стратегических документов, действующего законодательства и поручений Президента Российской Федерации:

1. Аналитические исследования, определение и прогнозирование перспективных и критически важных направлений современной науки, выявление больших вызовов, совершенствование системы стратегического планирования.
2. Фундаментальные научные исследования.
3. Фундаментальные исследования, проводимые на уникальных научных установках и объектах «мегасайенс».
4. Ориентированные фундаментальные исследования по направлениям Стратегии НТР.
5. Инициативные фундаментальные научные исследования, финансируемые фондами поддержки научной и научно-технической деятельности и из внебюджетных источников.
6. Научные исследования, реализуемые в сфере оборонно-промышленного комплекса в интересах обеспечения обороны и безопасности государства.

После одобрения проекта Программы общим собранием членов РАН в 2019 г. он был доработан с учетом замечаний и предложений Координационного совета по Программе, согласован со всеми заинтересованными министерствами и ведомствами и представлен в Правительство Российской Федерации на утверждение.

Подготовлен и направлен Правительству Российской Федерации доклад об итогах реализации в 2018 году Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы.

Несмотря на ряд трудностей с организацией Программ фундаментальных исследований (далее – Программы ФИ) по приоритетным направлениям, определяемым президиумом РАН, в 2019 году проводились исследования силами 307 организаций по 25 укрупненным программам, включая 3 региональных программы, с общим объемом финансирования 1,68 млрд руб (Приложение 1).

В рамках Программ ФИ, включающих 1550 проектов со средним объемом финансирования 1085 тыс. руб., осуществлялась координация исследований, в которых было задействовано почти половина членов РАН (45%) и значительное число сотрудников научных организаций, подведомственных Минобрнауки России и находящихся под научно-методическим руководством РАН (около 30% докторов наук, около 24% кандидатов наук). Несмотря на позднее начало работ по проектам Программ ФИ (финансирование в научные организации начало поступать в августе 2019 г.) получены значимые научные результаты и высокие наукометрические показатели.

С 2020 г. вместо Программ ФИ, игравшим с 2002 г. исключительно важную роль в координации фундаментальных исследований, прежде всего междисциплинарных, вводится грантовая система. В соответствии с постановлением Правительства РФ от 27 декабря 2019 г. № 1902 «Об утверждении Правил предоставления из федерального бюджета грантов в форме субсидий на проведение крупных научных проектов по приоритетным направлениям научно-технологического развития» президиум РАН определяет направления, по которым научным организациям и образовательным организациям высшего образования будут предоставляться гранты на конкурсной основе с объемом финансирования до 100 млн руб. ежегодно на выполнение крупных научных проектов. При этом представители РАН вошли в состав экспертного совета Минобрнауки России по формированию тематик крупных научных проектов по приоритетным направлениям научно-технологического развития и критериев их конкурсного отбора, сопредседателями которого являются президент РАН академик РАН Сергеев А.М. и заместитель Министра науки и высшего образования Российской Федерации член-корреспондент РАН Люлин С.В.

Президиум РАН в первом квартале 2020 г. рассмотрел и утвердил перечень приоритетных направлений научно-технологического развития для предоставления грантов, по которым Минобрнауки России проведен конкурс крупных научных проектов.

Вместе с тем, по мнению ряда членов президиума РАН, вышеуказанное постановление Правительства РФ существенно ограничивает функции РАН по организации и координации крупных научных проектов по сравнению с Программами ФИ, несомненно, ограничивает возможности РАН в части научно-методического руководства научными организациями, подведомственными Минобрнауки России.

#### **4.1. Рекомендации РАН по финансированию научных исследований**

В соответствии с п. 2 статьи 11 Федерального закона № 253-ФЗ и подпункта «в» пункта 63 устава Академия ежегодно представляет в Правительство РФ подготовленные специально созданной Комиссией РАН и утвержденные общим собранием членов РАН Рекомендации об объеме и видах бюджетных ассигнований по финансированию фундаментальных и поисковых научных исследований на очередной год.

Минфином России на проведение фундаментальных и поисковых исследований в 2021 году предусмотрено 220,1 млрд руб. (на 22,8 млрд руб. больше, чем в 2020 г.), что составит 0,18% ВВП.

Вместе с тем достижение поставленных в Стратегии научно-технологического развития страны целей требует увеличения данного показателя к 2026 году как минимум до 0,4% ВВП. Комиссия РАН считает запланированный на 2021 год объем средств на финансирование фундаментальных исследований недостаточным и рекомендует выделить финансовые средства в сумме 301,6 млрд руб., в том числе на финансирование РАН – 7,17 млрд руб.

**Рекомендации об объеме средств федерального бюджета  
на фундаментальные и поисковые научные исследования  
на 2021 год, млрд руб.**

<b>ВСЕГО</b>	<b>301,6</b>
<b>в том числе:</b>	
• <b>РАН</b>	<b>7,2</b>
• <b>Минобрнауки России, включая академические институты и образовательные организации высшего образования</b>	<b>234,9</b>
• <b>Исследования, финансируемые государственными научными фондами</b>	<b>37,4</b>
• <b>Исследования, выполняемые НИЦ, ГНЦ, другими научными организациями</b>	<b>22,1</b>

## **5. НАУЧНОЕ И НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО**

Постановлениями Правительства Российской Федерации от 30.12.2018 г. № 1781 и от 24.12.2019 г. № 1793 утверждены Правила осуществления Российской академией наук научного и научно-методического руководства научной и научно-технической деятельностью научных организаций и образовательных организаций высшего образования.

В тоже время, по мнению ряда членов президиума РАН предусмотренных указанными постановлениями мероприятий недостаточно для обеспечения должного уровня научно-методического руководства научными организациями, в связи, с чем необходима их доработка.

### **5.1. Реформирование научных организаций. Руководящие кадры**

На постоянном контроле президиума РАН, Комиссии РАН по совершенствованию структуры научных организаций, которую возглавляет президент РАН академик РАН Сергеев А.М., находятся вопросы реформирования научных организаций, которое проводится с 2014 года.

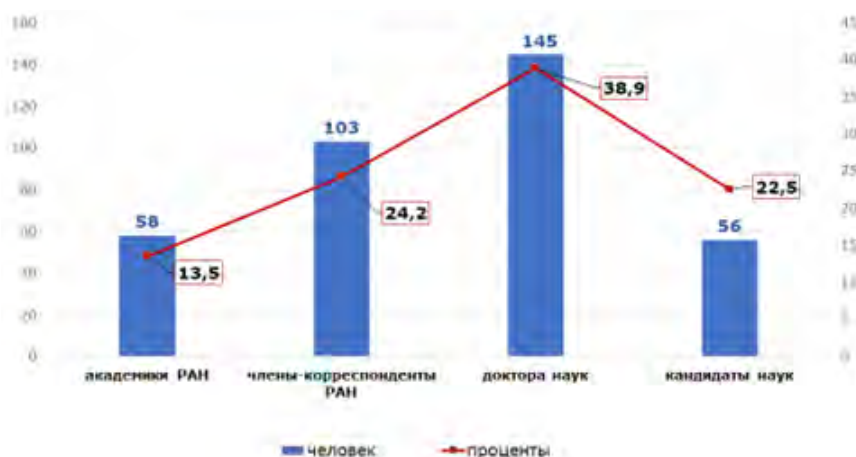
В 2019 году реорганизованы 88 научных организаций, на их базе созданы 28 профильных научных центров. В стадии реорганизации находятся 57 научных организаций, на их базе предполагается создание 28 исследовательских центров. В связи с реорганизацией научных организаций Академия рассмотрела более 30 проектов изменений и новые редакции их уставов, согласованы 118 программ развития научных организаций, подготовлены 25 экспертных заключений о реализации программ их развития (19 – федеральные научные центры или федеральные исследовательские центры – ФНИЦ\ФИЦ, 6 – национальные научные и исследовательские центры).

В прошедшем году в 49 научных организациях, подведомственных Минобрнауки России, были объявлены выборы руководителей. По представлению Кадровой комиссии президиум РАН согласовал 133 кандидатуры на должность руководителя и 7 кандидатур на должность научного руководителя, 16 кандидатур были не согласованы на должность руководителя. Рассмотрение одной кандидатуры на должность научного руководителя отложено.

Из 94 предложенных Минобрнауки России кандидатур на должности временно исполняющих обязанности руководителей научных организаций президентом РАН согласованы 93. Следует отме-

тить, что в последние годы ухудшился качественный состав руководителей научных организаций. Члены РАН сегодня возглавляют лишь 37% из них (в 2014 году – 56%), почти каждой четвертой (22,5%) – руководит кандидат наук.

### Руководители научных организаций



В целях повышения эффективности управления научными организациями, сохранения преемственности и обеспечения развития научных школ и направлений, передачи опыта и знаний коллективу, реализации долгосрочных программ деятельности и развития научных организаций, расширения их кооперации с предприятиями реального сектора экономики, а также сохранения научных традиций при президиуме РАН образован Научно-координационный совет членов РАН – научных руководителей научных организаций, подведомственных Минобрнауки России и находящихся под научно-методическим руководством РАН во главе с академиком РАН Багаевым С.Н.

Бюро Совета разработало предложения по наделению научных руководителей научных организаций дополнительными полномочиями<sup>2</sup>. С этой целью Минобрнауки России рекомендовано:

- обеспечить внесение соответствующих дополнений в уставы научных организаций;
- внести в «Методические рекомендации по вопросам введения в научных организациях должности научного руководителя научной организации» следующие положения:
- назначать научного руководителя по представлению РАН;
- заключать трудовой договор с научным руководителем, в котором предусматривать решение вопросов его материально-технического обеспечения на уровне занимаемой прежней должности;

<sup>2</sup> Перечень дополнительных полномочий:

- участие в формировании программ развития научной организации;
- руководство Ученым советом научной организации;
- представление интересов научной организации в отношении с государственными органами РФ и органами местного самоуправления;
- участие в решении вопросов совершенствования научной, образовательной, организационной и управленческой деятельности научной организации;
- согласование документов научной организации, касающихся научной деятельности, перед их утверждением директором;
- участие в обсуждении и принятии государственных заданий и Программ фундаментальных и поисковых исследований РАН;
- формирование прорывных научных и научно-технических направлений;
- аттестация научных кадров;
- выдвижение научных сотрудников на премии и золотые медали РАН;
- организация новых крупных (национального масштаба) научно-технологических программ (предложений, проектов) по актуальным направлениям научно-технологического развития страны, программ президиума РАН (2021–2023 гг. и т.д.);
- активное участие в развитии инновационной деятельности научной организации.

– предусмотреть в типовых правилах выборов состава Ученого совета научной организации вхождение в него по должности (научный руководитель, директор, его заместители по научной работе, научные руководители научных направлений, ученый секретарь, члены РАН, работающие в научной организации, председатель совета молодых ученых научной организации) и нормы «представительства» (научные работники, имеющие ученую степень, должны составлять не менее 75% от числа членов Ученого совета, отведенного под данную норму).

Предполагается в ближайшей перспективе обсуждение данных предложений президентом РАН с Министром науки и высшего образования Российской Федерации.

Президентом РФ В.В. Путиным подписан Федеральный закон № 159-ФЗ «О внесении изменений в статьи 5 и 7 Федерального закона «О науке и государственной научно-технической политике» и статью 51 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации» (в части полномочий президента вуза и научного руководителя научной организации). В соответствии с поручением Президента Российской Федерации В.В. Путина от 29 июля 2019 года № Пр-1496 (подпункт «б» пункта 1) предусматривается наделение их полномочиями по участию в разработке программ и планов развития организаций, в деятельности коллегиальных органов управления этих организаций (в том числе по руководству деятельностью ученого (научного, научно-технического) совета организации). Также самостоятельно выделены полномочия руководителя научного направления по обеспечению формирования приоритетных направлений и (или) тематики научных исследований в научной организации.

## **5.2. Экспертная деятельность РАН**

Одним из инструментов научно-методического руководства научными организациями и образовательными организациями высшего образования страны является экспертная деятельность РАН. В рамках научно-методического руководства научной и научно-технической деятельностью научных организаций и образовательных организаций высшего образования и экспертизы научных и научно-технических результатов, полученных этими организациями, была организована работа отделений РАН и аппарата президиума РАН по:

– проведению экспертизы проектов программ развития научных организаций, поступивших на рассмотрение в РАН от Минобрнауки России и других ведомств: проведена экспертиза 118 программ развития научных организаций, подготовлены 25 экспертных заключений о реализации программ развития научных организаций в 2018 г.;

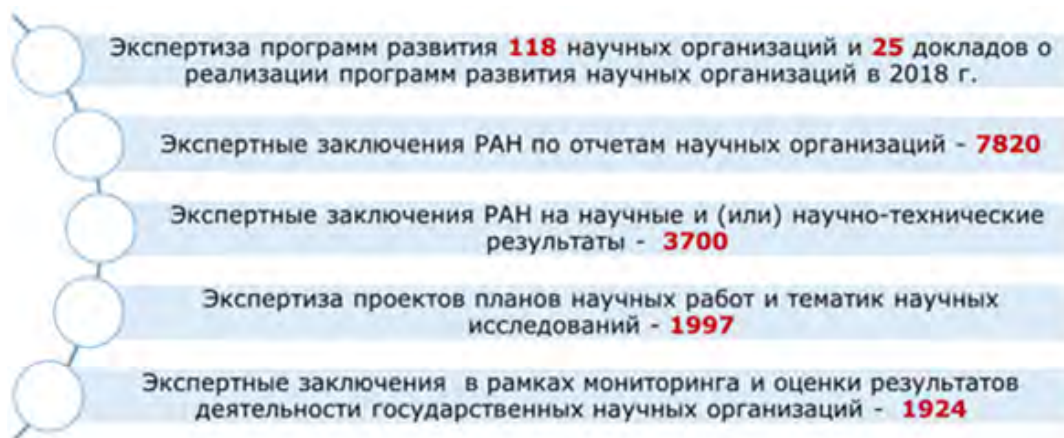
– проведению экспертизы проектов планов научных работ научных организаций и образовательных организаций высшего образования и проектов тематик научных исследований, включаемых в данные проекты планов научных работ: осуществлена экспертиза 1997 тем, поступивших из 10 федеральных органов исполнительной власти, в том числе Минобрнауки России, Минздрава России, Минпросвещения России и других ведомств, а также из 5 организаций, подведомственных Правительству РФ;

– подготовке экспертных заключений в рамках рассмотрения и согласования отчетов о выполнении планов научных работ научных организаций и образовательных организаций высшего образования, поступивших в РАН: всего рассмотрен 7681 отчет (7820 объектов экспертизы с учетом междисциплинарного характера части отчетов);

– проведению экспертизы полученных с привлечением ассигнований федерального бюджета научных и (или) научно-технических результатов, включая оценку их содержания, полноты, научной и практической значимости: выполнены 3700 экспертиз, в том числе 2686 по вузам;

– подготовке экспертных заключений в рамках мониторинга и оценки результатов деятельности государственных научных организаций, независимо от их ведомственной принадлежности: проведена экспертиза по 18 ФОИВам (1924 ед.), из них 1724 объекта экспертизы поступили из Минобрнауки России (89,6%).

## Экспертная деятельность РАН в 2019 году



### Экспертные заключения в рамках мониторинга и оценки результатов деятельности государственных научных организаций, независимо от их ведомственной принадлежности



Академия в целях экспертного научного обеспечения деятельности государственных органов и организаций, оказания экспертных услуг в установленном законодательством Российской Федерации порядке осуществляла экспертизу научно-технических программ и проектов, в том числе государственных программ, федеральных целевых и межгосударственных целевых программ (в частности, проект «Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2035 года», разработанный Минэнерго России, постановления Правительства РФ «О внесении изменений в федеральную целевую программу «Развитие водохозяйственного комплекса РФ 2012–2020 гг.», «О внесении изменений в федеральную целевую программу «Развитие Транспортной системы», целевая программа «Повышение безопасности Дорожного Движения в 2013–2020 годах» и др.).



Проведена экспертиза поступивших в РАН нормативных правовых актов в сфере научной, научно-технической и инновационной деятельности (в том числе предложения по совершенствованию нормативной правовой и методической базы в сфере разработки документов стратегического планирования в области прогнозирования, замечания и предложения по проекту ФЗ «О научной, научно-технической деятельности в РФ», предложения по совершенствованию нормативного правового регулирования в сфере развития прикладной науки с целью создания и внедрения новых технологий), а также поступивших в РАН научно-технических решений и их описания, в том числе в части оценки их мировой новизны и возможностей применения по запросам Федеральной службы по интеллектуальной собственности и Суда по интеллектуальным правам (в 100% объеме). Кроме того, в соответствии с Федеральным законом от 1 марта 2020 г. № 41-ФЗ «О почетном звании Российской Федерации «Город трудовой доблести» Академия начала работу по подготовке экспертных заключений, которые являются обязательными при присвоении этого звания.

## **6. НАУЧНЫЕ СОВЕТЫ, КОМИТЕТЫ, КОМИССИИ РАН**

Важную роль в осуществлении РАН своих функций и реализации задач играют научные, экспертные, координационные советы, комитеты и комиссии Академии. В отчетном периоде президиум РАН завершил работу по их оптимизации и актуализации деятельности.

В настоящее время при президиуме РАН функционируют 39 советов, включая научные по приоритетным направлениям и комплексным проблемам, координационные, межведомственные (по радиохимии с ГК «Росатом», по научному обоснованию и сопровождению лекарственной политики с Минздравом России, Транснациональному развитию Евразийского континента, исследованиям в области агропромышленного комплекса), межакадемический по проблемам развития Союзного государства, 9 комитетов и 22 комиссии (Приложение 2).

Созданы новые советы и комиссии РАН:

- Научный совет РАН по методологии искусственного интеллекта и когнитивных исследований,
- Координационный совет РАН и РАО «Здоровье и образование детей, подростков и молодежи»,
- Научный совет РАН «Квантовые технологии»,
- Комиссия по модернизации приборной базы научных организаций.

В соответствии с новой функцией РАН создан Научно-координационный совет РАН по проблемам прогнозирования и стратегического планирования в Российской Федерации в декабре 2019 г. Совет провел заседание в формате постоянно действующего семинара, посвященное стратегическому планированию в контексте глобальных трансформаций и обеспечении устойчивого развития России, климатическим аспектам развития России в XXI веке (риски и перспективы) и др.

Кроме того, при президиуме РАН функционируют вновь созданные в отчетном периоде:

Рабочая комиссия по подготовке предложений к выборам в Российской академии наук (председатель – академик РАН Козлов В.В.);

Рабочая группа при президиуме РАН по разработке предложений повышения результативности российской науки (председатель – академик РАН Адрианов А.В.);

Рабочая комиссия по организации и проведению международных семинаров по актуальным научным направлениям (председатель – академик РАН Балегла Ю.Ю.).

При отделениях РАН действуют 148 советов, комитетов и комиссий.

## **7. СОСТАВ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК**

### **7.1. Выборы в 2019 году**

В ноябре 2019 г. состоялись выборы членов РАН, в которых участвовали 1827 кандидатов: 325 – в академики РАН и 1502 – в члены-корреспонденты РАН, в том числе 180 с ограничением возраста до 56 лет.

Отделениям РАН была предоставлена самостоятельность в вопросах принятия решений по количеству вакансий с ограничением возраста, расширения названий специальностей с учетом приоритетных направлений научно-технологического развития страны, определения порядка и формы выступлений кандидатов и публикаций сведений о них на сайте РАН.

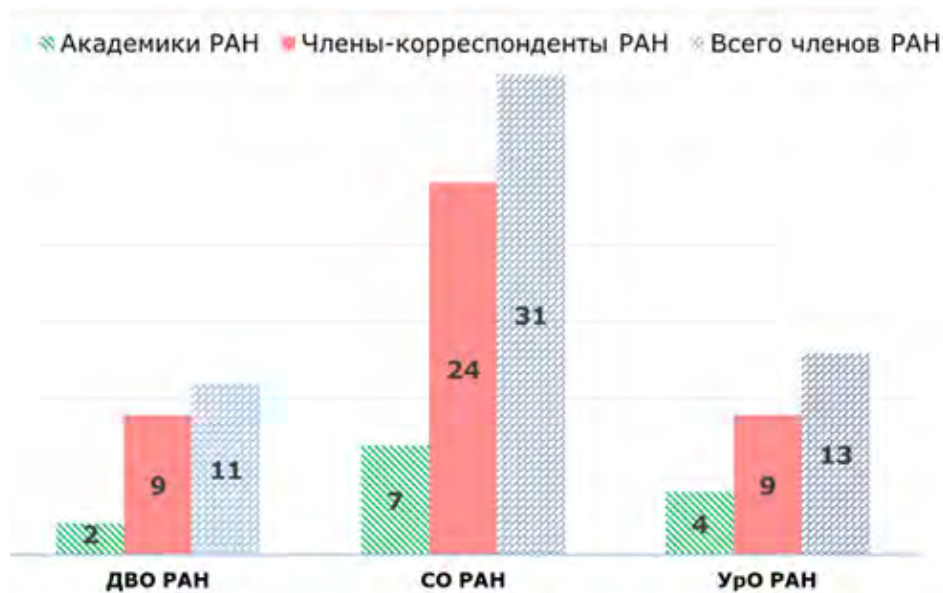
Выборы характеризовались высокой конкурсностью: на одну вакансию академика РАН конкурс составил – 4,3 чел. против 2,6 чел. в 2016 году; члена-корреспондента РАН – 8,8 чел. против 5,4 чел. соответственно.

Высокий конкурс на вакансии академиков РАН был в Отделении химии и наук о материалах РАН (13 человек), свыше 10 человек по отдельным специальностям – в Отделении математических наук РАН, Отделении физических наук РАН, Отделении нанотехнологий и информационных технологий РАН, Отделении энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН и Отделении наук о Земле РАН. Самый высокий показатель кандидатов на вакансии членов-корреспондентов РАН – в Отделении математических наук РАН по специальности «Прикладная математика и информатика» (55 человек на 1 место). В целом по 42 специальностям (40% от числа вакансий) конкурс составил более 10 человек на вакансию.

По итогам тайного голосования на общем собрании членов РАН были избраны 71 академик РАН, 158 членов-корреспондентов РАН, в том числе 26 в возрасте до 56 лет.

Более 60% избранных членов РАН работают в научных организациях, подведомственных Минобрнауки России. В региональных отделениях РАН избрано 55 членов РАН (24% от общего количества), в том числе 53 – на региональные вакансии: ДВО РАН – 2 академика РАН и 9 членов-корреспондентов РАН, СО РАН – 7 академиков РАН и 24 члена-корреспондента РАН, УрО – 4 академика РАН и 9 членов-корреспондентов РАН.

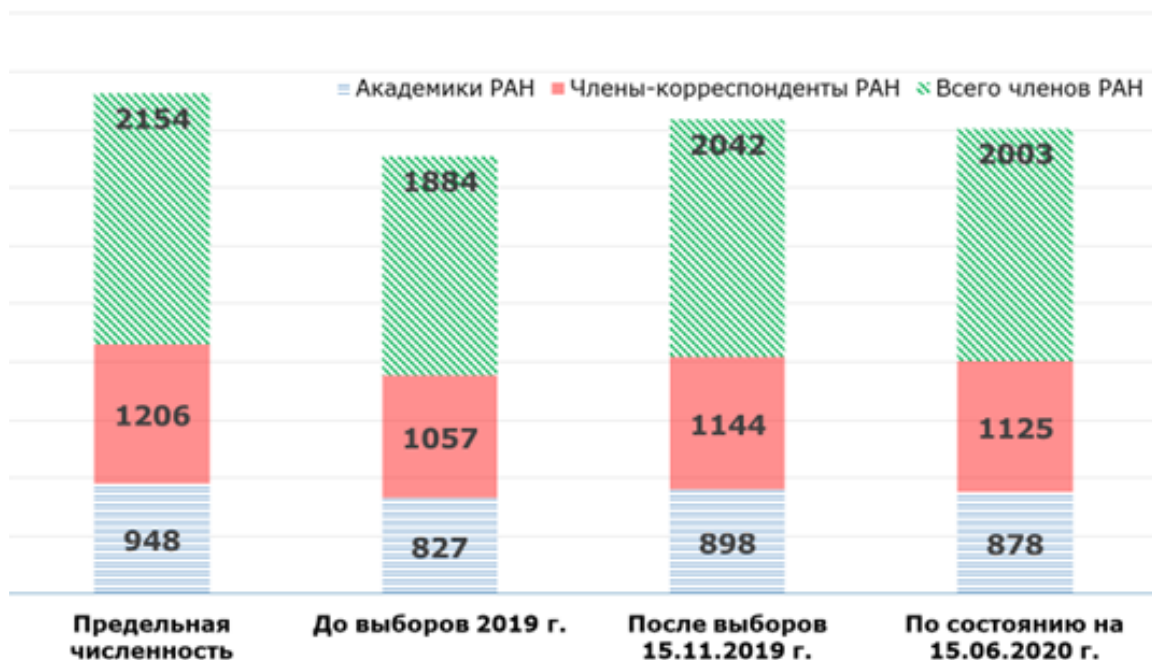
### Итоги выборов членов РАН в 2019 году. Региональные отделения РАН



В члены РАН в 2019 году избрано 30 женщин (4 академика РАН и 26 членов-корреспондентов РАН). После выборов доля женщин в составе РАН увеличилась на 1% и составила 7,8% (159 человек).

Средний возраст избранных академиков РАН составляет 64 года (63 года в 2016 году), членов-корреспондентов РАН – 58,3 года (53 года – в 2016 году). Почти каждый пятый избранный член-корреспондент РАН (18%) в возрасте моложе 50 лет, а 31% – в возрасте от 50 до 60 лет. По состоянию на 15 июня 2020 г. численность членов РАН составляет 2003 чел., из них 878 академиков РАН и 1125 членов-корреспондентов РАН, 593 члена Академии в возрасте свыше 80 лет (29,3%).

### Итоги выборов членов РАН в 2019 году



Среди руководства РАН и работников аппарата президиума члены Академии составляют 13% или 42% от численности работников высшей квалификации, доктора и кандидаты наук – 18% или соответственно 58%.

### 7.2. Профессора РАН

Реальным кадровым потенциалом Академии является образованный в 2015 году институт профессоров РАН.

В настоящее время насчитывается 606 профессоров РАН, из них в 2016 г. 103 человека были избраны членами-корреспондентами РАН, в 2019 году – 36 профессоров избраны членами-корреспондентами РАН, академиками РАН избраны 3 члена-корреспондента РАН, имеющих звание «Профессор РАН».

Профессора РАН принимают активное участие в деятельности экспертных советов и рабочих групп по реализации национального проекта «Наука», выполняют экспертные работы. По инициативе президиума РАН Координационным советом профессоров РАН проведено исследование «Шесть лет реформы РАН: результаты и перспективы преобразований» с целью выявления мнения научного сообщества об итогах реформы, а также о критериях оценки финансирования фундаментальной науки в России. Почти две трети (64%) респондентов отметили отрицательное влияние реформы на их область исследования и ухудшение положения дел в российской науке за прошедшие 6 лет.

## Профессора РАН



В 2019 г. общее собрание профессоров РАН было посвящено вопросу организации и поддержки науки в России, с участием РАН и РФФИ проведена Всероссийская конференция «Большие вызовы и развитие фундаментальной науки в России», в ходе которой обсуждены направления деятельности профессоров РАН, их участие в формировании научной политики России и решении задач, стоящих перед Академией.

В то же время требуется законодательное закрепление статуса «профессоров РАН», их полномочий, прав и обязанностей в нормативных правовых документах.

### 7.3. Проблемы формирования кадрового потенциала российской науки

Президиум Российской академии наук уделяет постоянное внимание вопросам подготовки и закреплению научных кадров, формированию кадрового научного потенциала. В Академии действует Совет молодых ученых РАН, среди них ежегодно проводятся Конкурсы на соискание медалей с премиями, в том числе совместно с Департаментом образования и науки города Москвы.

В 2019 г. были подведены итоги Конкурса на соискание медалей РАН с премиями для молодых ученых России и студентов высших учебных заведений России. Победителями Конкурса 2018 года стали 54 молодых ученых и 26 студентов.

### Конкурс на соискание медалей РАН с премиями для молодых ученых и студентов



#### Участники конкурса 2018 года:

- 543 молодых учёных из 26 учреждений
- 201 студент из 21 ВУЗа

#### Представлено:

- 606 научных работ

#### Победители:

- 54 молодых учёных
- 26 студентов

В 2019 году учреждены новые премии для молодых учёных и студентов по направлениям «медицина» и «агропромышленный комплекс»

#### География:

Москва, Нижний Новгород, Санкт-Петербург, Томск, Новосибирск, Омск, Владивосток, Орёл, Ярославль, Липецк, Екатеринбург, Арсеньев (Приморский край), Зеленоград, Оренбург

На Конкурс было представлено 606 научных работ из большинства регионов, ведомств России. Учреждены новые премии для молодых учёных и студентов по направлениям «Медицина» и «Агропромышленный комплекс».

Развитие кадрового научного потенциала в сфере исследований и разработок является одним из трех федеральных проектов, входящих в национальный проект «Наука» и направленный на увеличение численности исследователей, создание научных лабораторий, увеличение количества высококвалифицированных кадров.

По числу исследователей (в эквиваленте полной занятости) – 405,8 тыс. человек – Россия сейчас занимает пятое место в мире. Первая четверка стран-лидеров насчитывает исследователей: 1) Китай – 1866,1 тыс. человек, 2) США – 1434,4 тыс. человек, 3) Япония – 678,1 тыс. человек, 4) Германия – 433,2 тыс. человек (ВШЭ, данные 2018 г.).

Вместе с тем по такому показателю, как количество исследователей на 10 000 занятых в экономике – 49 человек, Россия не попадает даже в первую десятку (для сравнения: Израиль – 174 чел., Дания – 155 чел., Швеция – 146 чел., Финляндия – 145 чел., Республика Корея – 144 чел., Франция – 103 чел., Япония – 100 чел., Германия – 95 чел., Великобритания – 90 чел., США – 89 чел., Испания – 68 чел.).



Количество исследователей на 10 000 занятых в экономике (человек). Источник: ИПРАН РАН

А именно этот показатель является важнейшей составляющей научного потенциала страны. По данным Росстата численность исследователей с 2016 по 2018 годы сократилась на 22,5 тысяч человек в том числе молодых исследователей в возрасте до 39 лет на 7,5 тыс. человек (Источник: ИПРАН РАН, Росстат).







Источник: Росстат

для подготовки высококвалифицированных научных кадров по приоритетным направлениям развития регионов.

Федеральным проектом «Развитие кадрового потенциала в сфере исследований и разработок» доля молодых исследователей к 2024 году должна быть увеличена на 25% к уровню 2016 г. и составить 50% в общей численности исследователей. Но, как отмечает Счётная палата РФ, мероприятия по комплексной социальной поддержке аспирантов, молодых учёных и исследователей национальным проектом «Наука» и госпрограммой РФ «Научно-технологическое развитие Российской Федерации», не предусмотрены<sup>3</sup>.

В поле зрения президиума РАН постоянно находятся вопросы подготовки научных кадров высшей квалификации. После принятия в 2012 году Федерального закона №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» в новой редакции резко – с 157,5 тыс. человек до 84,3 тыс. человек (на



Источник: Росстат, ИПРАН РАН

К сожалению, не снижается отток интеллектуального капитала. Число ежегодно выезжающих за рубеж специалистов с высшим образованием выросло с 14 тыс. в 2012 г. до 69 тыс. в 2018 г., докторов наук – с 40 до 157 чел., кандидатов наук – с 194 до 280 человек соответственно.

Глубокую озабоченность вызывает сложившаяся неудовлетворительная ситуация с притоком молодых кадров в науку в регионах, особенно на Дальнем Востоке. Выделяемое количество бюджетных мест для обучения в аспирантуре недостаточно

сократилась общая численность обучающихся в аспирантуре. Причем, если в 2010 году защитили диссертации – 28,5% от числа закончивших аспирантуру, то в 2019 году только 10,5% (9611 и 1629 человек соответственно).

По мнению членов президиума РАН назрела настоятельная необходимость внесения в Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» (Федеральный закон № 273-ФЗ) поправок в части модернизации института аспирантуры, устранения бюрократизма при аккредитации

<sup>3</sup> Отчет Счетной палаты РФ о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Определение основных причин, сдерживающих научное развитие в Российской Федерации: оценка научной инфраструктуры, достаточность мотивационных мер, обеспечение привлекательности работы ведущих ученых» (<http://audit.gov.ru/checks/9658>), февраль 2020 г.

ее программ; внедрения целевой подготовки научных кадров высшей квалификации для научно-образовательного комплекса<sup>4</sup>.

РАН считает, что аспирантура должна основываться на научной работе, а образовательная составляющая программ должна существовать в том объеме и тех формах, которые способствуют успешной исследовательской деятельности аспиранта, ведущей к защите диссертации.

В настоящее время Правительством РФ внесен в Государственную Думу законопроект «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре)», который прошел первое чтение.

В частности, в проекте предлагается вместо образовательных стандартов по направлениям подготовки кадров высшей квалификации в аспирантуре установить требования по программам аспирантуры, и, как следствие, отменить по ним государственную аккредитацию образовательной деятельности.

Предполагается на уровне Правительства России утвердить порядок сопровождения лиц, успешно прошедших итоговую аттестацию по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), при представлении ими диссертации на соискание учёной степени кандидата наук к защите, а также порядок осуществления контроля за подготовкой научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре). Основной целью обучения по программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) должна стать обязательная подготовка диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

28 марта 2020 года Президент Российской Федерации В.В. Путин утвердил перечень поручений (Пр-589)<sup>5</sup> по итогам совместного расширенного заседания президиума Государственного совета и Совета при Президенте по науке и образованию, состоявшегося 6 февраля 2020 года, касающихся в том числе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) и поддержки аспирантов и молодых исследователей:

Правительству РФ поручено: «...обеспечить поэтапное увеличение квоты приёма на целевое обучение по образовательным программам подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), предусмотрев для аспирантов обязательство по проведению научного исследования и представлению диссертации к защите в установленные сроки получения образования, а для заказчиков целевого обучения – обязательство по трудоустройству аспиранта в научной организации или образовательной организации высшего образования (в том числе в период обучения) и оказанию ему мер поддержки».

С целью ранней профессиональной ориентации школьников, имеющих склонность к научной деятельности, Академия в 2019 году продолжала работу по созданию опорных школ под эгидой РАН. В проекте принимают участие 108 школ из 32 субъектов Российской Федерации, в которых обучается более 30 тысяч учащихся. Образованная при президиуме РАН Комиссия по научно-организационной поддержке базовых школ разработала и предложила несколько моделей таких школ, включая профильную школу, школу с углубленным изучением отдельных предметов, школу-лабораторию и другие. В регионах проводится консультирование, оказывается помощь в разработке (коррекции) программ развития и образовательных программ. В этой работе участвуют члены РАН и работники научных и образовательных организаций, многим школьникам предоставляется возможность выполнять проекты и исследования в научных лабораториях. В феврале 2020 г. президиумом РАН с участием Минпросвещения России и Российской академии образования проведен круглый стол, посвященный поддержке учащихся базовых школ РАН (победителей конкурсов и олимпиад естественнонаучной направленности) и их научных исследований.

---

<sup>4</sup> С 1 сентября 2013 г. в соответствии с Федеральным законом «Об образовании в Российской Федерации» образовательные программы подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре) (далее – программы аспирантуры (адъюнктуры)) были отнесены к уровню высшего образования – подготовка кадров высшей квалификации.

<sup>5</sup> Источник: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/63083>

В марте этого года с участием представителей Российской академии наук состоялось расширенное заседание комитета Совета Федерации по науке, образованию и культуре, на котором были рассмотрены проблемы в сфере подготовки научных кадров и поддержки ученых, в том числе молодых.

Председателем Совета Федерации Матвиенко В.И. поддержаны предложения РАН о проведении парламентских слушаний о роли научных кадров в развитии страны и регионов, об основных проблемах в сфере подготовки научных кадров и мерах их поддержки.

## 8. МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Академия осуществляет международное сотрудничество с научными организациями более чем из 80 стран, с которыми заключено свыше 300 соглашений. За отчетный период подписаны соглашения о сотрудничестве с Азербайджанской, Монгольской академиями наук, Национальной академией наук Беларуси, Дорожная карта сотрудничества в области науки, научных исследований и инноваций между Российской академией наук и Китайской академией наук, Меморандум о взаимопонимании между Российской академией наук и Национальным институтом сельскохозяйственных технологий Аргентинской Республики.

Члены Академии приняли участие в более чем 70 международных мероприятиях в рамках научно-информационного сотрудничества с академиями наук и научно-исследовательскими организациями иностранных государств.

В Академии получает развитие новая форма международного научного сотрудничества – проведение так называемых «мозговых штурмов». Было проведено пять встреч российских и иностранных ученых на базе гостиничного комплекса РАН «Узкое»:

- «Перспективы исследований глобальной структуры гелиосферы. Открытые вопросы будущей космической миссии»;
- «Перспективы внедрения новых методов преподавания истории в школе»;
- «Высокоэнергетические процессы космических объектов. Фундаментальная физика и новые технологии детектирования»;
- «Исследование эволюции арктической системы «литосфера-гидросфера-криосфера-атмосфера» в условиях современных изменений климата: фундаментальные вызовы 21-го века»;
- «Технологии медико-биологического обеспечения межпланетных полетов: экспертиза текущего состояния и научно-методическое обоснование развития».

По итогам встреч вырабатывались конкретные решения по рассмотренным проблемам.

На заседаниях президиума РАН также неоднократно обсуждались вопросы международного сотрудничества.

В ноябре 2019 г. с докладом о развитии российско-французского научно-технического сотрудничества (в области археологии, искусственного интеллекта, математики) на президиуме выступила Почетный постоянный секретарь Академии наук Франции, посол Французской Республики по особым поручениям в области науки, технологий и инноваций Катрин Брешиньяк.

При активном участии членов РАН были подготовлены и проведены:

Международная научно-практическая конференция «Система «наука-технологии-инновации»: методология, опыт, перспективы» (г. Минск, Республика Беларусь);

Международная научно-практическая конференция «Наукоемкая экономика: инновации, цифровизация и приоритеты социальной политики» (г. Алматы, Республика Казахстан);

Международный геополитический конгресс «Глобальная безопасность и научно-технологический прогресс» (г. Москва).

Продолжалось взаимодействие с иностранными членами РАН. Общим собранием членов РАН 14 ноября 2019 года иностранными членами РАН были избраны 44 иностранных ученых по 36 специальностям, их общая численность составляет 472 человека, они представляют 55 стран.



В числе избранных иностранных членов РАН:

лауреаты Нобелевской премии:

- по физике – Бэрриш Барри Кларк (США), Каджита Такааки (Япония), Макдональд Артур Брюс (Канада), 'т Хоофт Герардус (Нидерланды),
- по химии – Альтман Сидни (США), Варшель Арье (США);
- лауреат медали Филдса: Дональдсон Саймон (Великобритания);
- руководители международных организаций: Ван Дисхук Эвин (Нидерланды) – президент Международного астрономического союза (IAU), Джанотти Фабиола (Швейцария) – генеральный директор Европейской организации по ядерным исследованиям (CERN), Мандея Миоара (Франция) – президент Международной ассоциации геомагнетизма и аэрономии (IAGA) и Европейского Союза Геонаук (EGU).

Трем известным иностранным ученым присуждена ученая степень доктора *honoris causa*.

Вместе с тем, с учетом новых задач и функций РАН необходима более четкая и понятная Стратегия международного научного и научно-технического сотрудничества, требует совершенствования порядок избрания и взаимодействия с иностранными членами РАН.

## **9. НАУЧНО-ИЗДАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ. ПОПУЛЯРИЗАЦИЯ ДОСТИЖЕНИЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ**

### **9.1. Научно-издательская деятельность**

Российская академия наук – крупнейший издатель научной периодики. РАН является учредителем (или одним из соучредителей) 167 журналов, самостоятельно издает в печатном или электронном виде 140 журналов (журнал «Доклады РАН» с 2020 года публикуются в виде 5 самостоятельных серий-журналов: «Науки о Земле», «Математика, информатика, процессы управления», «Науки о жизни», «Физика, технические науки», «Химия, науки о материалах»), 103 журнала переводятся на английский язык.

На платформе Web of Science в трех основных базах данных (индексах) в настоящее время размещаются всего 165 российских журналов, из них 125 журналов РАН (как правило англоязычные версии): 119 журналов входят в Science Citation Index Expanded (SCI-E) и Social Sciences Citation Index (SSCI); 6 журналов входят в Arts & Humanities Citation Index (A&HCI). В Scopus входят 120 журналов РАН, в том числе 19 изданий в оригинальной русскоязычной версии (на английском языке представлены только метаданные к публикациям). «Национальный индекс научного цитирования» (RSCI) или «русская полка» журналов включает 792 российских научных журнала (организацию содержательной экспертизы с принятием итогового решения по включению изданий в RSCI или исключению из RSCI осуществляет Рабочая группа по оценке качества и отбору научных периодических изданий в Russian Science Citation Index, образованная распоряжением президиума РАН от 18.10.2016 № 10005-730).

В печатном и электронном виде в 2019 году издано 1064 номера научных журналов РАН и 44 монографии, сборника и иных изданий, в которых опубликованы результаты научных исследований, проводимых российскими учеными (Приложение 3).

В течение 2019 года президиумом РАН были согласованы 17 кандидатур главных редакторов научных журналов Академии с последующим их утверждением президентом РАН. Президиумом РАН принято решение по истечении пятилетнего срока полномочий главного редактора научного журнала РАН заслушивать на заседании бюро отделения РАН, соответствующего научному направлению журнала, его отчет и программу развития журнала.

Академия активно работает в части продвижения российских научных журналов, повышения их качества, престижа, востребованности для отечественных ученых и видимости на международном поле.

## 9.2. Популяризация науки

Важнейшим направлением деятельности РАН остается пропаганда научных знаний и популяризация достижений российской науки. За прошедший период членами Академии проведено более 300 открытых лекций и семинаров, с их участием прошли мероприятия по популяризации научных знаний, пропаганде достижений науки и техники в рамках крупнейших форумов – Технопром 2019, экономический форум «Россия-Африка», Восточный экономический форум 2019, Московский академический экономический форум (МАЭФ-2019). Проведен Всероссийский научный фестиваль НАУ-КА 0+, который является крупнейшим просветительским проектом в области популяризации науки, реализуется ежегодно с сентября по ноябрь на более чем 400 площадках в 80 регионах страны.

В течение года Академией проведена серия конференций, выставок, конкурсов в рамках Международного года (ООН) Периодической таблицы химических элементов.

В рамках лекционного проекта «Профессора РАН – школам», который охватил около 27 регионов страны (37 городов), проведено более 150 лекций. В масштабном мероприятии приняли участие 47 профессоров РАН, которые провели образовательные мероприятия для обучающихся и педагогов 70 базовых школ РАН по самым актуальным вопросам науки (химия, физика, материалы и конструкции, математические вычисления, языковедение, биологическое разнообразие, нанотехнологии, робототехника и искусственный интеллект, фармакология, Год Периодической таблицы химических элементов Д.И. Менделеева, зеленые технологии и др.).

Три лучшие работы по популяризации науки отмечены премиями РАН:

1. В номинации «Лучшая научно-популярная книга» – Дробышевский С.В. (МГУ им. М.В. Ломоносова) за книгу «Байки из грота: 50 историй из жизни древних людей».

2. В номинации «Лучшая журналистская работа по популяризации науки» – Волкова О.В., Панов А.В., Стариковская О.А. (научно-популярный портал «Биомолекула») за цикл научных статей «Методы молекулярной биологии».

3. В номинации «Лучшее научно-популярное видео» – Тмур А.А. и Быковский Е.В. (портал «Чердак») за короткометражный документальный фильм «Жизнь подо льдом».

## 10. ПОДГОТОВКА К 300-ЛЕТИЮ РАН

Во исполнение Указа Президента Российской Федерации от 6 мая 2018 года № 197 «О праздновании 300-летия Российской академии наук» в 2019 году продолжилась подготовка к юбилейным торжествам. Состоялось несколько совещаний в РАН и Минобрнауки России по подготовке плана мероприятий с участием представителей заинтересованных федеральных органов исполнительной власти и организаций. Проект плана содержит пять основных направлений работы:

1. Организационные мероприятия, в том числе торжественные мероприятия, учреждение памятной медали «300 лет Российской академии наук», издание памятных монет, книг и буклетов.

2. Научно-образовательные, культурно-просветительские, информационные мероприятия, включая проведение международного научного форума «Наука – обществу и миру» и создание цикла юбилейных научно-популярных фильмов.

3. Ремонтно-восстановительные работы объектов РАН.

4. Модернизация и техническое переоснащение гостинично-представительского комплекса Академии.

5. Демонстрация достижений сектора научных исследований и разработок.

В ноябре 2019 года на заседании президиума РАН, посвященном вопросам подготовки к 300-летию юбилею Академии, образован организационный комитет РАН по подготовке и проведению празднования 300-летия Российской академии наук во главе с президентом РАН Сергеевым А.М., отмечены памятные даты, связанные с президентами Академии наук СССР (150-летие со дня рождения академика В.Л. Комарова и 120-летие со дня рождения академика А.Н. Несмеянова), организована тематическая выставка документов и фотографий.

## Президенты Академии наук СССР



**150-летие академика  
Владимира Леонтьевича  
Комарова**



**120-летие академика  
Александра Николаевича  
Несмеянова**

18 марта текущего года состоялось специальное заседание президиума РАН, посвященное 90-летию со дня рождения лауреата Нобелевской премии по физике академика РАН Ж.И. Алфёрова.

## 11. НАГРАДЫ

### 11.1. Государственные награды

За отчетный период 67 академиков РАН и 35 членов-корреспондентов РАН удостоены высоких государственных наград, почетных званий и премий.

Указами Президента Российской Федерации за заслуги перед государством, многолетнюю плодотворную деятельность и большой вклад в развитие науки звания Герой Труда Российской Федерации удостоен академик РАН Велихов Е.П., 14 членов РАН награждены орденами «За заслуги перед Отечеством» I степени – академик РАН Савиных В.П. (полный кавалер ордена), «За заслуги перед Отечеством» II степени (академик РАН Пиотровский М.Б., академик РАН Челышев Е.П., член-корреспондент РАН Чилингаров А.Н.), III степени (академик РАН Глыбочко П.В., академик РАН Новаков И.А., академик РАН Седов Е.Н., академик РАН Стародубов В.И., академик РАН Хомич В.Ю., академик РАН Чантурия В.А., академик РАН Чиссов В.И., академик РАН Чучалин А.Г.) и IV степени (академик РАН Осипов В.И., академик РАН Чазов Е.И.), медалью ордена «За заслуги перед Отечеством» I степени – член-корреспондент РАН Скляров Е.В. и II степени – академик РАН Воевода М.И., академик РАН Кизяев Б.М., член-корреспондент РАН Кабанихин С.И., член-корреспондент РАН Логунов Д.Ю., 10 членов РАН – орденом Александра Невского (академик РАН Волков С.Н., академик РАН Грачев М.А., академик РАН Большов Л.А., академик РАН Золотов Ю.А., академик РАН Калашников В.В., академик РАН Козлов В.В., академик РАН Колесникова Л.И., академик РАН Лагарьков А.Н., академик РАН Островский М.А., академик РАН Черепашук А.М.), 9 членов РАН – орденом Почета (академик РАН Беспалова Л.А., академик РАН Готье С.В., академик РАН Иванов А.Л., академик РАН Овчинников А.С., академик РАН Терновой С.К., член-корреспондент РАН Свистунов А.А., член-корреспондент РАН Сидоренко Е.И., член-корреспондент РАН Систер В.Г., член-корреспондент РАН Цыганков Б.Д.), орденом Дружбы – академик РАН Гинцбург А.Л., член-корреспондент РАН Радзинский В.Е., 4 члена Академии награждены Почетной грамотой Президента Российской Федерации (академик РАН Минакир П.А., академик РАН Окрепилов В.В.,

академик РАН Чупахин О.Н., член-корреспондент РАН Титов А.Ф.), член-корреспондент РАН Березович Е.Л. – Благодарностью Президента Российской Федерации, знаком отличия «За наставничество» – академик РАН Малеев В.В., Почетной грамотой Правительства Российской Федерации – академик РАН Кашин В.И., член-корреспондент РАН Сафаралиев Г.К., академик РАН Алешин Н.П. – Благодарностью Правительства Российской Федерации, медалью Столыпина П.А. I степени награжден академик РАН Чазов Е.И.

Указом Президента Российской Федерации от 21 июня 2020 г. №407 за большой вклад в борьбу с коронавирусной инфекцией (COVID-19), самоотверженность и высокий профессионализм, проявленные при исполнении врачебного долга, награждены орденом Пирогова: академик РАН Багненко С.Ф., академик РАН Говорун В.М., академик РАН Каприн А.Д., академик РАН Полушин Ю.С., академик РАН Ревитшвили А.Ш., академик РАН Сухих Г.Т., член-корреспондент РАН Авдеев С.Н., член-корреспондент РАН Аполихин О.И., член-корреспондент РАН Дайхес Н.А., член-корреспондент РАН Кармазановский Г.Г., член-корреспондент РАН Конради А.О., член-корреспондент РАН Петриков С.С., член-корреспондент РАН Самойлов А.С., член-корреспондент РАН Фомин В.В., член-корреспондент РАН Трошина Е.А., член-корреспондент РАН Шабунин А.В.

Присвоены звания: «Заслуженный деятель науки РФ» – академику РАН Хабриевой Т.Я., члену-корреспонденту РАН Анисимову В.Н., члену-корреспонденту РАН Дайхесу Н.А., члену-корреспонденту РАН Супяну В.Б., члену-корреспонденту РАН Тюренкову И.Н.; «Заслуженный землеустроитель РФ» – академику РАН Комову Н.В.; «Заслуженный работник дипломатической службы РФ» – академику РАН Торкунову А.В.; «Заслуженный врач РФ» – члену-корреспонденту РАН Аполихину О.И., члену-корреспонденту РАН Драпкиной О.М., члену-корреспонденту РАН Загороднему Н.В.

Лауреатами Государственной премии Российской Федерации в области науки и технологий 2019 года стали академик РАН Маркович Д.М., академик РАН Наумкин В.В., академик РАН Порханов В.А., академик РАН Предтеченский М.Р., академик РАН Пустовойт В.И., академик РАН Хазанов Е.А., академик РАН Харченко В.П., член-корреспондент РАН Головнев А.В., член-корреспондент РАН Паршин В.Д., лауреатами премии Правительства Российской Федерации 2019 года в области науки – 16 человек: академик РАН Багаев С.Н., академик РАН Бухтияров В.И., академик РАН Вайсберг Л.А., академик РАН Ганиев Р.Ф., академик РАН Гулюкин М.И., академик РАН Дорожкин В.И., академик РАН Енгашев С.В., академик РАН Леонтьев Л.И., академик РАН Малышев Ю.Н., академик РАН Нигматулин Р.И., академик РАН Потапов А.А., академик РАН Стекольников А.А., член-корреспондент РАН Мулюков Р.Р., член-корреспондент РАН Сочнев В.В., член-корреспондент РАН Фролов И.Е., член-корреспондент РАН Чилингаров А.Н.

## ***11.2. Награды РАН***

Решениями президиума РАН большая группа ученых за научные и научно-технические достижения были удостоены золотых медалей и премий имени выдающихся ученых:

– Большая золотая медаль Российской академии наук имени М.В. Ломоносова 2019 года присуждена академику РАН Голицыну Г.С. за выдающийся вклад в изучение физики атмосферы Земли и планет и разработку теории климата и его изменений и иностранному члену РАН, профессору Паулю Йозефу Крутцену (Нидерланды) за выдающийся вклад в химию атмосферы и оценку роли биогеохимических циклов в формировании климата;

– Большая золотая медаль имени Н.И. Пирогова присуждена академику РАН Баиндурашвили А.Г. и профессору Францу Грילו (Австрия) за фундаментальные и прикладные исследования в области детской травматологии и ортопедии.

9 ученых удостоены золотых медалей имени выдающихся ученых 2019 года:

– золотая медаль имени А.А. Полякова – академику РАН Дорожкину В.И. за серию работ по созданию эффективных и безопасных лекарственных средств для лечения и профилактики заболеваний животных,

– золотая медаль имени П.Л. Капицы – академику РАН Дмитриеву В.В. за открытие новых сверхтекучих фаз и топологических состояний жидкого  $^3\text{He}$ ,

– золотая медаль имени И.М. Сеченова – академику РАН Угрюмову М.В. за цикл работ «Исследование роли мозга в нервной и нейроэндокринной регуляциях в онтогенезе и при нейродегенеративных заболеваниях»,

– золотая медаль имени А.Л. Мясникова – академику РАН Голуховой Е.З. за совокупность работ по разработке и внедрению новых методов диагностики и лечения сочетанной кардиальной патологии,

– золотая медаль имени Н.Н. Боголюбова – академику РАН Захарову В.Е. за достижения мирового уровня и пионерские работы по гамильтоновской теории волн в гидродинамике со свободной поверхностью,

– золотая медаль имени В.А. Энгельгардта – академику РАН Макарову А.А. за цикл работ «Молекулярные механизмы церебрального амилоидогенеза как новая платформа для диагностики и терапии болезни Альцгеймера»,

– золотая медаль имени Д.К. Чернова – академику РАН Цветкову Ю.В. за совокупность работ «Плазменные процессы в металлургии и обработке материалов»,

– золотая медаль имени В.И. Даля – д.ф.н. Мокиенко В.М. (Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет») за цикл «Больших словарей» русской фразеологии – поговорок, сравнений, пословиц: «Большой словарь русских поговорок», «Большой словарь русских народных сравнений», «Большой словарь русских пословиц»;

– золотая медаль имени Д.В. Скобелыцына – д.ф.-м.н. Гальперу А.М. (Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ») за выдающийся вклад в развитие космических методов исследований в области астрофизики космических лучей и гамма-астрономии.

47 ученым, в том числе 17 членам РАН, присуждена 31 премия имени выдающихся ученых 2019 года. Президиумом РАН учреждены 2 золотые медали – в области физических наук: имени Г.И. Будкера, присуждаемая РАН российским и зарубежным ученым за выдающиеся работы в области физики ускорителей, и имени Л.В. Келдыша, присуждаемая РАН российским ученым за выдающиеся работы в области физики конденсированного состояния.

Звание «Почетный профессор Российской академии наук» присвоено директору Федерального государственного унитарного предприятия «Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики» доктору технических наук Герою России Костюкову В. Е.

594 человека награждены Почетными грамотами РАН.

### **11.3. Другие награды**

Лауреатами общенациональной неправительственной Демидовской премии 2019 года стали академик РАН Оганесян Ю.Ц. за выдающийся вклад в открытие новых химических элементов, академик РАН Рожнов В.В. за выдающийся вклад в сохранение и восстановление биоразнообразия животного мира, включая особо редкие виды фауны, академик РАН Чибилев А.А. за выдающийся вклад в изучение степей Евразии и разработку теории и практики охраны природы России.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Президиум РАН в 2019 году выполнил основные показатели государственного задания, последовательно работал над реализацией новых задач и расширенных функций, определенных законодательством и уставом РАН, поручений Президента Российской Федерации. За последние годы заметно повысился внешний имидж РАН, становятся более востребованными результаты научных исследований российских ученых.

В тоже время остаются важнейшие вопросы, которые требуют системного и неотложного решения. Это, в первую очередь, усиление отечественной науки финансовыми, материальными, интеллектуальными и организационными ресурсами, обновление приборной базы, создание условий для эффективной работы ученых, комплексная социальная поддержка исследователей и, особенно, молодых ученых.

События последних месяцев, стремительное распространение коронавирусной инфекции COVID-19, сползание мировой экономики в очередной глобальный кризис диктуют настоятельную необходимость опережающего научного и технологического развития страны, разворота к инновационной экономике, экономике знаний и технологий, повышения роли и ответственности научного сообщества, его консолидации в противостоянии существующим угрозам.

Предвидеть и парировать эти и другие глобальные вызовы, с которыми сталкивается и еще столкнется человечество – ухудшение окружающей среды, изменения климата, эпидемии, безопасность энергетики и другие, может только современная, работающая на опережение наука.

Писатель-фронтовик Даниил Гранин, всемерно поддерживавший и пропагандировавший науку, активно выступавший за ее популяризацию, подчеркивал: «...ученый – это народ бескорыстный, поглощенный работой, (устремленный) в будущее. Они живут впереди нас, потому что хотят что-то создать еще небывалое, то, что мы не знаем...».

И с этим нельзя не согласиться

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

### Перечень выполняемых в 2019 г. программ фундаментальных исследований по приоритетным направлениям, определяемым президиумом РАН

№№ п/п	Наименование программы <sup>6</sup>	Координатор
1.	Новейшие методы математического моделирования в изучении нелинейных динамических систем	академик РАН Козлов В.В.
2.	Механизмы обеспечения отказоустойчивости современных высокопроизводительных и высоконадежных вычислений	академик РАН Стемпковский А.Л.
3.	Физика адронов, лептонов, бозона Хиггса и частиц темной материи	академик РАН Рубаков В.А.
4.	Изучение квантовых эффектов в веществе в конденсированном состоянии при сверхнизких температурах	академик РАН Андреев А.Ф.
5.	Фотонные технологии в зондировании неоднородных сред и биообъектов	академик РАН Щербаков И.А.
6.	Новые подходы к созданию и изучению экстремальных состояний вещества	академик РАН Фортов В.Е.
7.	Новые разработки в перспективных направлениях энергетики, механики и робототехники	академик РАН Лагарьков А.Н.
8.	Минеральные ресурсы для высокотехнологичной промышленности и энергетики	академик РАН Бортников Н.С.
9.	Постгеномные технологии и перспективные решения в биомедицине	академик РАН Георгиев Г.П.
10.	Большие вызовы и научные основы прогнозирования и стратегического планирования	академик РАН Ивантер В.В., член-корреспондент РАН Иванов В.В.

<sup>6</sup> Распоряжение РАН «О Перечне программ фундаментальных исследований РАН по приоритетным направлениям, определяемым президиумом РАН, на 2019 год» от 26 декабря 2018 г. № 10115-1388

11.	Социально-гуманитарные аспекты устойчивого развития и обеспечения стратегического прорыва России	академик РАН Тишков В.А.
12.	Вопросы происхождения и эволюции Вселенной с применением методов наземных наблюдений и космических исследований	академик РАН Зеленый Л.М.
13.	Основы высоких технологий и использование особенностей наноструктур в науках о природе	академик РАН Алферов Ж.И.
14.	Физическая химия адсорбционных явлений и актинидных наночастиц	академик РАН Цивадзе А.Ю.
15.	Новые материалы с повышенными прочностными и функциональными свойствами	академик РАН Леонтьев Л.И.
16.	Роль и влияние планетарных процессов на происхождение жизни и эволюцию органического мира	академик РАН Розанов А.Ю., академик РАН Галимов Э.М.
17.	Биоразнообразие природных систем и биологические ресурсы России	академик РАН Павлов Д.С.
18.	Инновационные разработки в биомедицине	академик РАН Григорьев А.И., академик РАН Свердлов Е.Д.
19.	Современные проблемы персонифицированной высокотехнологичной медицины	академик РАН Тутельян В.А.
20.	Новые вызовы климатической системы Земли	академик РАН Нигматулин Р.И.
21.	Инновационные технологии в решении проблем развития агропромышленного комплекса России	академик РАН Романенко Г.А.
22.	Перспективные физико-химические технологии специального назначения	академик РАН Михайлов Ю.М.
23.	Приоритетные научные исследования в интересах комплексного развития Сибирского отделения РАН	академик РАН Пармон В.Н.
24.	Приоритетные научные исследования в интересах комплексного развития Уральского отделения РАН	академик РАН Чарушин В.Н.
25.	Приоритетные научные исследования в интересах комплексного развития Дальневосточного отделения РАН	академик РАН Сергиенко В.И.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### Перечень советов, комитетов и комиссий, состоящих при президиуме РАН

№№ п/п	Наименование совета, комитета и комиссии	Председатель
<b>Научные, экспертные и координационные советы</b>		
1.	Научный совет РАН по проблеме «Координатно-временное и навигационное обеспечение»	академик РАН Михайлов Ю.М.
2.	Научный совет РАН по изучению Арктики и Антарктики	академик РАН Гвишиани А.Д.
3.	Научный совет РАН по материалам и наноматериалам	академик РАН Алдошин С.М.
4.	Научный совет РАН по проблемам Мирового океана	академик РАН Нигматулин Р.И.
5.	Научный совет РАН по комплексной проблеме «Гидрофизика»	академик РАН Бондур В.Г.
6.	Научный совет РАН по комплексным проблемам евразийской экономической интеграции, модернизации, конкурентоспособности и устойчивому развитию	академик РАН Глазьев С.Ю.

7.	Научный совет РАН «История мировой культуры»	академик РАН Пиотровский М.Б.
8.	Научный совет РАН по комплексным проблемам этничности и межнациональных отношений	сопредседатели: академик РАН Тишков В.А., академик РАН Хабриева Т.Я.
9.	Научный совет РАН по астробиологии	академик РАН Розанов А.Ю.
10.	Научный совет РАН по проблемам климата Земли	сопредседатели: академик РАН Бондур В.Г., академик РАН Мохов И.И.
11.	Научный совет РАН по комплексной проблеме «Радиофизические методы исследования морей и океанов»	академик РАН Гуляев Ю.В.
12.	Научный совет РАН по глобальным экологическим проблемам	член-корреспондент РАН Калмыков С.Н. (и.о.)
13.	Научный совет РАН «Науки о жизни»	академик РАН Чехонин В.П.
14.	Научный совет РАН по метрологическому обеспечению и стандартизации	академик РАН Багаев С.Н.
15.	Научный совет РАН по проблемам защиты и развития конкуренции	сопредседатели: Артемьев И.Ю., академик РАН Лисицын-Светланов А.Г., академик РАН Тосунян Г.А.
16.	Научный совет РАН по методологии искусственного интеллекта и когнитивных исследований	академик РАН Лекторский В.А.
17.	Научный совет РАН «Квантовые технологии»	академик РАН Красников Г.Я.
18.	Совет РАН по космосу	академик РАН Сергеев А.М.
19.	Совет РАН по координации научных исследований по направлению «стратегические информационные технологии, включая вопросы создания суперкомпьютеров и разработки программного обеспечения»	сопредседатели: академик РАН Бетелин В.Б., академик РАН Четверушкин Б.Н.
20.	Совет РАН по координации научных исследований по направлению «энергоэффективность и энергосбережение, включая вопросы разработки новых видов топлива»	академик РАН Фортов В.Е.
21.	Совет РАН по генно-инженерной деятельности	академик РАН Кирпичников М.П.
22.	Совет РАН по нанотехнологиям	<i>будет утвержден</i>
23.	Совет РАН по инновационным проблемам транспорта и логистики	сопредседатели: академик РАН Колесников В.И., академик РАН Погосян М.А.
24.	Совет РАН по научным основам цифровой экономики	академик РАН Соколов И.А.
25.	Научно-координационный совет РАН по проблемам прогнозирования и стратегического планирования в Российской Федерации	академик РАН Козлов В.В.
26.	Научно-координационный совет членов РАН - научных руководителей научных организаций, подведомственных Минобрнауки России и находящихся под научно-методическим руководством РАН	академик РАН Багаев С.Н.



27.	Межакадемический совет по проблемам развития Союзного государства (российская часть)	академик РАН Пармон В.Н.
28.	Межведомственный научный совет по радиохимии при президиуме Российской академии наук и Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом»	академик РАН Мясоедов Б.Ф.
29.	Межведомственный координационный совет РАН «Транснациональное развитие Евразийского континента»	академик РАН Садовничий В.А.
30.	Межведомственный координационный совет РАН по исследованиям в области агропромышленного комплекса	академик РАН Романенко Г.А.
31.	Межведомственный совет РАН по научному обоснованию и сопровождению лекарственной политики РФ	академик РАН Чехонин В.П.
32.	Координационный совет РАН и РАО «Здоровье и образование детей, подростков и молодежи»	сопредседатели: академик РАН Чехонин В.П., академик РАО Зинченко Ю.П.
33.	Экспертный совет РАН	академик РАН Адрианов А.В.
34.	Научно-издательский совет РАН	академик РАН Хохлов А.Р.
35.	Координационный совет профессоров РАН	д.ф.-м.н. Лутовинов А.А.
36.	Совет молодых ученых РАН	к.ф.-м.н. Котельников А.Л.
37.	Совет ветеранов	сопредседатели: академик РАН Розанов А.Ю., академик РАН Челышев Е.П.
<b>Комитеты</b>		
38.	Организационный комитет РАН по подготовке и проведению празднования 300-летия Российской академии наук	академик РАН Сергеев А.М.
39.	Российский Пагуошский комитет	академик РАН Дынкин А.А.
40.	Комитет РАН по системному анализу	академик РАН Панченко В.Я.
41.	Комитет РАН по международной программе «Будущее Земли»	член-корреспондент РАН Соломина О.Н.
42.	Комитет РАН по Программе Организации Объединенных Наций по окружающей среде	академик РАН Адрианов А.В.
43.	Национальный комитет по сбору и оценке численных данных в области науки и техники (КОДАТА)	академик РАН Гвишиани А.Д.
44.	Национальный комитет Тихоокеанской научной ассоциации	академик РАН Сергиенко В.И.
45.	Национальный комитет Международного научного комитета по изучению Мирового океана (СКОР)	академик РАН Акуличев В.А.
46.	Российский национальный комитет по программе ЮНЕСКО «Человек и биосфера»	академик РАН Дгебугадзе Ю.Ю.
<b>Комиссии</b>		
47.	Комиссия по уставу федерального государственного бюджетного учреждения «Российская академия наук»	академик РАН Козлов В.В.

48.	Комиссия президиума РАН по совершенствованию структуры научных организаций, указанных в части 9 статьи 18 Федерального закона от 27 сентября 2013 г. № 253-ФЗ	академик РАН Сергеев А.М.
49.	Комиссия президиума РАН по формированию перечня программ фундаментальных исследований РАН	академик РАН Балега Ю.Ю.
50.	Комиссия РАН по разработке рекомендаций об объеме средств, предусматриваемых в федеральном бюджете на очередной финансовый год на финансирование фундаментальных и поисковых научных исследований, проводимых научными организациями и образовательными организациями высшего образования, и о направлениях их расходования	академик РАН Балега Ю.Ю.
51.	Комиссия РАН по модернизации приборной базы научных организаций	академик РАН Кукушкин И.В.
52.	Комиссия РАН по мониторингу и оценке результатов деятельности научных организаций и образовательных организаций высшего образования Российской Федерации	академик РАН Алдошин С.М.
53.	Комиссия РАН по координации деятельности региональных отделений и представительств РАН	академик РАН Адрианов А.В.
54.	Кадровая комиссия президиума РАН	академик РАН Щербаков И.А.
55.	Комиссия РАН по техногенной безопасности	член-корреспондент РАН Махутов Н.А.
56.	Комиссия РАН по экспортному контролю	академик РАН Месяц Г.А. <sup>7</sup>
57.	Комиссия РАН по борьбе с лженаукой	академик РАН Александров Е.Б.
58.	Комиссия РАН по популяризации науки	академик РАН Хохлов А.Р.
59.	Комиссия РАН по противодействию фальсификации научных исследований	академик РАН Васильев В.А.
60.	Комиссия РАН по работе с научной молодежью	академик РАН Козлов В.В.
61.	Комиссия РАН по экспертизе федеральных государственных образовательных стандартов и учебников	академик РАН Хохлов А.Р.
62.	Комиссия РАН по научно-организационной поддержке базовых школ РАН	академик РАН Хохлов А.Р.
63.	Экспертная комиссия по Большой золотой медали РАН имени М.В. Ломоносова	академик РАН Осипов Ю.С.
64.	Экспертная комиссия по Большой золотой медали РАН имени Н.И. Пирогова	академик РАН Дедов И.И.
65.	Комиссия РАН по золотым медалям и премиям имени выдающихся учёных, присуждаемым РАН	академик РАН Козлов В.В.
66.	Российско-Белорусская комиссия по совместной премии Российской академии наук и Национальной академии наук Беларуси	академик РАН Чехонин В.П.
67.	Комиссия РАН по изучению научного наследия выдающихся ученых	член-корреспондент РАН Батурич Ю.М.
68.	Комиссия по антикоррупционной деятельности федерального государственного бюджетного учреждения «Российская академия наук»	академик РАН Балега Ю.Ю.

<sup>7</sup> Положение и состав Комиссии в процессе утверждения

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3

#### Издания Российской академии наук в 2019 г.

№ п/п	Издание <sup>8</sup>	Отделение РАН/Структурное подразделение президиума РАН
1.	Доклад Президенту Российской Федерации и Правительству Российской Федерации «О реализации государственной научно-технической политики в Российской Федерации и о важнейших научных достижениях российских ученых в 2018 году» (включая доклады на общем собрании членов РАН 23.04.2019 г.: президента РАН академика РАН Сергеева А.М., главного ученого секретаря президиума РАН академика РАН Долгушкина Н.К., вице-президента РАН академика РАН Козлова В.В. «О проекте программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период», заместителя президента РАН члена-корреспондента РАН Иванова В.В. «Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период: принципы формирования, структура, управление»	ИАЦ «Наука» РАН
2.	«Научное обеспечение реализации приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации в двух томах. Научные сессии общего собрания членов РАН и общих собраний отделений РАН. Ноябрь 2018 г.» под ред. академика РАН Бондура В.Г., члена-корреспондента РАН Макоско А.А. Том 1. «Научная сессия общего собрания членов РАН 13–14 ноября 2018 г.»	президиум РАН
3.	«Научное обеспечение реализации приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации в двух томах. Научные сессии общего собрания членов РАН и общих собраний отделений РАН. Ноябрь 2018 г.» под ред. академика РАН Бондура В.Г., члена-корреспондента РАН Макоско А.А. Том 2. «Научные сессии общих собраний отделений РАН»	
4.	Доклад Правительству Российской Федерации о ходе реализации программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы в 2018 году. Том 1	ИАЦ «Наука» РАН
5.	Доклад Правительству Российской Федерации о ходе реализации программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы в 2018 году. Том 2	
6.	«Важнейшие результаты фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований РАН, проведенных в 2013–2018 гг., готовых к практическому применению» - информационный сборник в 2-ух томах	
7.	«Комплексное освоение территории Российской Федерации на основе транспортно-логистических коридоров. Актуальные проблемы реализации мега-проекта «Единая Евразия: ТЕПР – ИЕТС»», авторский коллектив, научный руководитель коллектива академик РАН Козлов В.В., отв. исполнитель работы член-корреспондент РАН Макоско А.А	президиум РАН
8.	«Курс математических финансов», Мельников А.В.	Отделение математических наук

<sup>8</sup> Полнотекстовые форматы размещены на сайте РАН в разделах «Научно-издательская деятельность» (подраздел «Издания РАН»/«Сборники» по ссылке <http://www.ras.ru/publishingactivity/issues/collections.aspx>), «Фундаментальные исследования» (подраздел «Основные результаты фундаментальных научных исследований»/«Доклады РАН» по ссылке <http://www.ras.ru/FStorage/Download.aspx?id=5c5570fc-cc50-40e9-a703-2f118aeebb49>, подраздел «Программа фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы» по ссылке <http://www.ras.ru/scientificactivity/2013-2020plan.aspx>) с возможностью загрузки PDF-файлов

9.	«О некоторых актуальных проблемах науки и образования. Избранные статьи и интервью», Саркисов А.А.	Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления
10.	«Электрофизика и взрывобезопасность высоковольтного маслонаполненного электрооборудования», Сон Э.Е., Фортон В.Е. и др.	
11.	«Строение и стабильность высших фуллеренов», Коваленко В.И., Хаматгалимов А.Р.	Отделение химии и наук о материалах
12.	«Обработка агрессивных промышленных стоков», Балакирев В.Ф., Аксенов В.И., Ничкова И.И., Крымский В.В.	
13.	«Научные основы управления структурой и свойствами сталей в процессах термомеханической обработки», Рудской А.И.	
14.	«Криология почв», Макеев О.В.	Отделение биологических наук
15.	«50 лет Совместной российско-монгольской палеонтологической экспедиции. Итоги»	
16.	«Россия в XXI веке: глобальные вызовы, риски и решения. Анализ. Экспертиза. Рекомендации», под общ. ред. академика РАН Залиханова М.Ч., проф. МНЭПУ С.А. Степанова; ред. и сост. Г.Р. Исакова	Отделение наук о Земле
17.	«Механика сдвижения и разрушения горных пород», Викторов С.Д., Гончаров С.А., Иофис М. А., Закалинский В.М.	
18.	«Магнитогорская зона Южного Урала в позднем палеозое: магматизм, флюидный режим, металлогения, геодинамика», Салихов Д.Н., Холоднов В.В., Пучков В.Н., Рахимов И.Р.	
19.	«Минералогия и геохимия древних и современных черных курильщиков (сравнительный анализ)», Масленников В.В., Масленникова С.П., Леин А.Ю.	
20.	«Закономерности пост-сейсмических процессов и прогноз опасности сильных афтершоков», Баранов С.В., Шебалин П.Н.	
21.	«Эколого-геохимические проблемы современной ноосферы», Коробова Е.М.	
22.	«Геомагнетизм: от ядра Земли до Солнца», Гвишиани А.Д., Лукьянова Р.Ю., Соловьёв А.А.	
23.	«Труды Отделения историко-филологических наук РАН. 2018», отв. редактор академик РАН Тишков В.А.	Отделение историко-филологических наук
24.	«Исторические записки. Выпуск 18 (136)», отв. редактор член-корреспондент РАН Пивовар Е.И.	
25.	«Русская литература и Скандинавия: случай Кнута Гамсуна», Полонский В.В.	
26.	«Конституция России: история и будущее», Батурин Ю.М.	
27.	«Распад государства: нелинейная история», Батурин Ю.М.	
28.	«Ученый и власть», Батурин Ю.М.	
29.	«Россия и Франция: диалог языковых стереотипов», Березович Е.Л., Кабакова Г.И.	
30.	«Размышления о понимании истории и проблемах исторического образования», Карпов С.П.	
31.	«Как бы на самом деле, да?» или «О чем говорят паразиты?»», Воротников Ю.Л.	
32.	«Берлинский дневник (1989-1992). Записки дипломата», Максимычев И.	Отделение глобальных проблем и международных отношений

33.	«Современное состояние плодородия почв и основные аспекты его регулирования», Сычев В.Г.	Отделение сельскохозяйственных наук
34.	«Экология азотфиксации», Завалин А.А., Соколов О.А., Шмырева Н.Я.	
35.	«Износостойкие композитные покрытия для рабочих органов сельхозмашин», Соловьев С.А., Иванайский В.В., Ишков А.В., Кривочуров Н.Т., Лялякин В.П., Аулов В.Ф.	
36.	«Функциональная морфология неклоточных тканей человека», Шабалин В.Н., Шатохина С.Н.	Отделение медицинских наук
37.	«Старение мозга мужчин и женщин», Боголепова И.Н., Малофеева Л.И., Агапов П.А.	
38.	«Диагностика и эндоваскулярное лечение артериальной недостаточности нижних конечностей»	
39.	«Использование минимально инвазивных технологий в лечении абдоминальной травмы», Ярцев П.А., Левитский В.Д., Рогаль М.М.	
40.	«Генетические детерминированные формы первичного гиперпаратиреоза: сложности диагностики и ведения», Мокрышева Н.Г.	
41.	«Сигнальные механизмы гипоксии», Лукьянов Л.Д.	
42.	«Лазерная коноскопия и фотоиндуцированное рассеяние света в исследованиях свойств нелинейно-оптического кристалла ниобата лития», Сидоров Н.В., Пикуль О.Ю., Теплякова Н.А., Палатников М.Н.	
43.	«Этногенетические и молекулярно-метаболические аспекты нарушений сна в климактерическом периоде», Колесникова Л.И., Колесников С.И., Мадаева И.М., Семенова Н.В.	
44.	«Промышленная фармация. Путь создания продукта», под ред. Хохлова А.Л., Пятигорской Н.В.	
45.	«Академик Алексей Дмитриевич Сперанский», Делицына Н.С., Магаева С.В., Карганов М.Ю.	
46.	«Стволовые клетки при метаболическом синдроме и сахарном диабете: реалии и перспективы использования в клинике», Дыгай А.М., Скурихин Е.Г., Пахомова А.В., Першина О.В.	

# **ПОСТАНОВЛЕНИЕ ОБ ОСНОВНЫХ РЕЗУЛЬТАТАХ РАБОТЫ РАН В 2019 ГОДУ И О ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ ЕЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Обсудив доклады президента РАН академика РАН Сергеева А.М. «О реализации государственной научно-технической политики в Российской Федерации и о важнейших научных достижениях, полученных российскими учеными в 2019 году» и главного ученого секретаря президиума РАН академика РАН Долгушкина Н.К. «О работе президиума РАН за отчетный период», общее собрание членов РАН отмечает, что деятельность Академии в отчетном периоде осуществлялась в соответствии с Федеральным законом от 27 сентября 2013 г. № 253-ФЗ «О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», уставом РАН и была нацелена на реализацию стратегических направлений развития страны, определенных в посланиях Президента Российской Федерации В.В. Путина 2018 и 2019 гг., Указе Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», на содействие развитию науки в Российской Федерации, повышение ее потенциала, эффективности и результативности научных исследований.

Основное внимание уделялось проведению и развитию фундаментальных и поисковых научных исследований, направленных на получение новых научных знаний, способствующих технологическому, экономическому, социальному и инновационному развитию страны, а также экспертному обеспечению деятельности органов государственной власти, достижению целей и реализации задач, поставленных руководством страны.

Российскими учеными за отчетный период получены новые знания и выдающиеся научные результаты по многим областям и направлениям науки, в ряде из них достигнуты лидирующие позиции в мире.

РАН была и остается активным участником реализации положений Федерального закона от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» и Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, национального проекта «Наука», Государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации», Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы.

Члены РАН участвовали в деятельности совещательных, консультативных и экспертных органов при Президенте Российской Федерации, Совете Федерации Федерального Собрания Российской Федерации и Государственной Думе Федерального Собрания Российской Федерации, координационных и совещательных органов при Правительстве Российской Федерации, в работе Научного совета и комиссиях при Совете Безопасности Российской Федерации.

Российская академия наук обеспечивает научное и экспертное сопровождение реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации. Президент РАН академик РАН Сергеев А.М. возглавляет Координационный совет по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию. Координационным советом согласованы и представлены на утверждение Правительству Российской Федерации предложения по 10 комплексным научно-техническим программам и проектам полного инновационного цикла.

На утверждение Правительства Российской Федерации внесен проект Программы фундаментальных научных исследований в Российской

Федерации на долгосрочный период (2021–2035 годы), одобренный общим собранием членов РАН 23–24 апреля 2019 г.

В соответствии с поручениями Президента Российской Федерации в РАН развернута работа по научному сопровождению системы стратегического планирования и прогнозирования. В декабре 2019 г. начал работу научный семинар РАН по проблемам стратегического планирования.

Экспертная деятельность является одним из важнейших направлений в работе РАН. Объем экспертной нагрузки ежегодно возрастает. Так, в 2019 году в РАН поступило по запросам государственных органов и государственных организаций порядка 18 тысяч объектов экспертиз различного вида.

Текущая экспертная деятельность РАН включает в себя обеспечение органов государственной власти по их запросам, в части рассмотрения проектов документов, и нормативных правовых актов и иных объектов экспертизы, в части научной и научно-технической деятельности. Заключение РАН содержит экспертное мнение и предложения по реализации научной и научно-технической политики, подготовленные с привлечением ведущих экспертов РАН.

Экспертиза РАН является важным инструментом научно-методического руководства научными организациями и образовательными организациями высшего образования.

В рамках реализации постановления Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2018 г. № 1781 РАН: осуществляет экспертизу программ развития научных организаций, подведомственных Министерству науки и высшего образования Российской Федерации и другим ведомствам, полученную с привлечением ассигнований федерального бюджета научных и научно-технических результатов, включая оценку их содержания, полноты, научной и практической значимости, и проектов планов научных работ научных организаций и образовательных организаций высшего образования и проектов тематик научных исследований, включаемых в данные проекты планов научных работ; проводит рассмотрение и согласование отчетов о выполнении планов научных работ научных органи-

заций и образовательных организаций высшего образования, поступивших в РАН.

В рамках реализации постановления Правительства Российской Федерации от 8 апреля 2009 г. № 312 РАН осуществляет экспертизу и представляет заключения в рамках мониторинга и оценки результатов деятельности государственных научных организаций, независимо от их ведомственной принадлежности.

В рамках реализации постановления Правительства Российской Федерации от 30 июля 2014 г. № 718 РАН осуществляет экспертизу и дает заключение на научно-технические программы и проекты, государственные программы, федеральные целевые и межгосударственные целевые программы, включая социально-экономические; стратегии, концепции и иные проекты, предусматривающие проведение научных исследований и разработок.

Члены РАН вели работу, направленную на совершенствование нормативной правовой базы деятельности Российской академии наук, пропаганду и популяризацию науки, распространение научных знаний, повышение престижа науки и РАН.

Организован Научно-координационный совет членов РАН – научных руководителей научных организаций, подведомственных Министерству науки и высшего образования Российской Федерации и находящихся под научно-методическим руководством РАН.

Развивается сотрудничество РАН с субъектами Российской Федерации. В 2019 году осуществлялась работа по воссозданию в структуре РАН Санкт-Петербургского научного центра РАН. Возрастает заинтересованность российских регионов во взаимодействии с РАН: функционируют представительства РАН в Ульяновской и Белгородской областях и Республике Башкортостан, проводится работа по созданию представительств в других субъектах Российской Федерации.

Подготовлены проект Комплексного плана развития федерального государственного бюджетного учреждения «Уральское отделение Российской академии наук» и программа развития федерального государственного бюджетного учреждения «Дальневосточное отделение Российской академии наук».

Российская академия наук ведет активную научно-издательскую деятельность, являясь учредителем и издателем более 130 лучших российских научных журналов.

В 2019 году РАН приняла активное участие в организации и проведении мероприятий Международного года периодической таблицы химических элементов, проводимого под эгидой ООН и ЮНЕСКО.

В рамках реализации соглашения с Фондом «Росконгресс» в 2019 году Российская академия наук приняла активное участие в подготовке и проведении Петербургского и Дальневосточного экономических форумов, а также Сочинского инвестиционного форума.

Совместно с Вольным экономическим обществом в мае 2019 г. был проведен первый международный Московский академический экономический форум.

Осуществлялось международное научное и научно-техническое сотрудничество, был проведен ряд мероприятий по укреплению международных связей и повышению их эффективности, развитию «научной дипломатии». Развивалось научно-техническое сотрудничество между РАН и НАН Беларуси. Начата работа по организации и проведению международных семинаров по актуальным научным направлениям, подготовлена Стратегия международного сотрудничества РАН в сфере научной и научно-технической деятельности.

Организовано взаимодействие с Ассоциацией «Российский дом международного научно-технического сотрудничества». Активизирована работа Научного совета РАН по комплексным проблемам евразийской экономической интеграции, модернизации, конкурентоспособности и устойчивому развитию.

В 2019 году РАН начала реализацию проекта «Базовые школы РАН», в рамках которого было отобрано 108 базовых школ в 32 регионах Российской Федерации. Создан Координационный совет РАН по базовым школам.

Продолжается деятельность РАН по подготовке празднования ее 300-летия: разработан проект плана подготовки и проведения юбилейных мероприятий, создан Организационный комитет РАН по подготовке и проведению 300-летия Российской академии наук.

В 2019 году Академия провела выборы в члены РАН. По итогам тайного голосования на общем собрании членов РАН в ноябре 2019 г. были избраны 71 академик РАН, 158 членов-корреспондентов РАН, в том числе 26 членов РАН с ограничением возраста, а также 44 иностранных члена РАН.

Президиумом РАН и отделениями РАН была проделана значительная работа по обеспечению открытости и высокой конкурентности при проведении выборов. С целью выработки основных направлений формирования кадровой политики, дальнейшего совершенствования системы выборов в РАН создана Рабочая комиссия по подготовке предложений к выборам в Российскую академию наук.

Вместе с тем, несмотря на достигнутые результаты, в работе РАН имеются проблемы и задачи, требующие неотложного решения.

Прежде всего, необходимо усилить роль РАН в решении приоритетной задачи – формировании целостной государственной научно-технической политики и системы управления, ориентированных на вхождение России в число стран – глобальных технологических лидеров. При этом, в первую очередь внимание должно быть уделено восстановлению целостности системы организации фундаментальных научных исследований. С этой целью РАН необходимо подготовить и представить руководству страны свое видение роли науки в развитии государства, предложения по совершенствованию государственной научно-технической политики и системы управления сферой исследований и разработок.

Особую озабоченность вызывают ситуация с недофинансированием РАН и научных организаций, находящихся в ведении Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, устаревшая материально-техническая база, проблемы с обновлением приборного парка в научных организациях, сокращение численности занятых в сфере исследований и разработок, недостаточно гибкий порядок увеличения заработной платы работникам научных организаций за счет бюджетных средств. Имеются вопросы по проведению реструктуризации научных организаций.

Вызывает озабоченность ситуация вокруг Российского фонда фундаментальных исследова-



ний. Общее собрание членов РАН поддерживает позицию президиума РАН, рассматривающего РФФИ в качестве одного из важнейших инструментов организации фундаментальной науки в России, доказавшего собственную эффективность на протяжении почти 30 лет своей деятельности. Конкурсы РФФИ, прежде всего конкурс «А» («Инициативные проекты»), играют важную роль в финансировании инициативных исследований – ключевого элемента в развитии фундаментальной науки. Общее собрание членов РАН выражает озабоченность задержкой объявления этого конкурса на 2021 год и призывает РФФИ к скорейшему решению данного вопроса.

Требуют решения вопросы, связанные с состоянием научно-исследовательского флота и финансированием морских экспедиций.

Имеет место существенное отставание темпов обновления приборной базы научных организаций и образовательных организаций высшего образования.

Необходимо дальнейшее совершенствование системы экспертной деятельности РАН как в рамках обеспечения научно-методического руководства научными и образовательными организациями высшего образования, так и экспертного сопровождения деятельности органов государственной власти. Необходимо расширение участия РАН в экспертизе крупных государственных программ и проектов в сфере социально-экономического развития страны.

Необходимо продолжить работу в рамках информатизации РАН, совершенствования официального сайта РАН, включая создание англоязычной версии. Необходимо совершенствовать информационную политику РАН. В средствах массовой информации недостаточно освещается деятельность Академии, реализация ею основных функций и задач, научные результаты, достигнутые учеными.

Как важнейшую часть совместной работы с Министерством науки и высшего образования Российской Федерации следует рассматривать процесс дебюрократизации в организации научной деятельности научных организаций и образовательных организаций высшего образования, функционирующих под научно-методическим руководством РАН.

Необходимо продолжить работу по законодательному закреплению в нормативных правовых документах статуса «Профессор РАН», его полномочий, прав и обязанностей.

Общее собрание членов РАН ПОСТАНОВЛЯЕТ:

**1. Одобрить деятельность президиума РАН в 2019 году. Утвердить доклад о работе президиума РАН за отчетный период.**

**2. Утвердить и представить Президенту Российской Федерации и в Правительство Российской Федерации доклад «О реализации государственной научно-технической политики в Российской Федерации и о важнейших научных достижениях, полученных российскими учеными в 2019 году».**

**3. Принять и представить в Правительство Российской Федерации рекомендации об объеме и видах бюджетных ассигнований, предусматриваемых в федеральном бюджете на 2021 финансовый год на финансовое обеспечение фундаментальных и поисковых научных исследований, проводимых научными организациями и образовательными организациями высшего образования, и о направлениях их расходования.**

**4. С целью преодоления негативных тенденций развития науки и научно-технологического комплекса страны, превращения науки в реальное конкурентное преимущество считать необходимым:**

4.1. Разработать совместно с Госсоветом Российской Федерации, Советом Безопасности Российской Федерации, Советом при Президенте Российской Федерации по науке и образованию, заинтересованными министерствами и ведомствами, госкорпорациями и представить на рассмотрение Президенту Российской Федерации проект документа «Основы государственной политики развития науки и технологий и формирования национальной инновационной системы на период до 2035 года и дальнейшую перспективу», возложив на РАН научно-методическое сопровождение этой работы.

Сформулировать в данном документе целостную политику нацнотехнологического развития страны, определить науку в качестве ведущей производительной силы, а Российскую академию наук – как высшую научную и экспертную организацию Российской Федерации. Обратить особое внимание на восстановление целостности научно-технологического и научно-образовательного пространства страны, системность организации фундаментальных научных исследований как основы для выработки стратегических решений, обеспечения конкурентоспособности страны и вхождения ее в число глобальных лидеров.

4.2. Определить вышеуказанный документ в качестве базового для разработки и принятия Федерального закона «О государственной научной и научно-технической политике».

4.3. Принять поправки к Федеральному закону от 27 сентября 2013 г. № 253-ФЗ для наделения РАН организационно-правовым статусом «Государственная академия» с внесением соответствующих изменений в Гражданский кодекс Российской Федерации, а также для наделения РАН правом законодательной инициативы и полномочиями надведомственного экспертного органа.

4.4. Разрешить РАН в статусе «Государственной академии» выступать от имени Правительства Российской Федерации в качестве соучредителя научных организаций.

4.5. Законодательно определить в качестве основных видов деятельности РАН: проведение научных исследований, координацию работ по восстановлению научного задела в области обороны и национальной безопасности, научное обеспечение стратегического планирования и прогнозирования научно-технологического и социально-экономического развития.

4.6. Обратиться в Правительство Российской Федерации с инициативой о создании при Правительстве Российской Федерации надведомственного органа, отвечающего за реализацию единой государственной политики развития науки и технологий и формирования национальной инновационной системы, обеспечивающей разработку и реализацию стратегических государственных научно-технических программ, подготовку и аттестацию научных кадров высшей квалификации.

4.7. Внести изменения в Бюджетный кодекс Российской Федерации, предусматривающие специальный раздел классификации расходов бюджетов «Фундаментальные научные исследования, нацнотехнологическое развитие, формирование национальной инновационной системы».

4.8. Разработать механизмы стимулирования участия бизнеса в развитии отечественных технологий, их внедрения в реальный сектор экономики и формирования новых рынков высокотехнологичной продукции на базе отечественных технологий.

4.9. Определить долю российской наукоемкой продукции на глобальном рынке как главный показатель научно-технологического развития страны.

4.10. Разработать подходы к оценке научных организаций, не рассматривающие наукометрические данные в качестве определяющих показателей эффективности и результативности научной деятельности.

## **5. Поручить президиуму РАН:**

5.1. Обратиться к Президенту Российской Федерации с предложением о разработке документа стратегического планирования «Основы государственной политики развития науки и технологий и формирования национальной инновационной системы на период до 2035 года и дальнейшую перспективу», возложив на РАН научно-методическое сопровождение этой работы.

5.2. Активизировать работу по выполнению поручений Президента Российской Федерации от 28 ноября 2018 г. № Пр-2548 и от 11 ноября 2019 г. № Пр-2303, прежде всего, в части, касающейся наделения РАН правом самостоятельного ведения научных исследований и закрепления за РАН функций по научному сопровождению системы стратегического планирования, включая разработку прогнозов, экспертизу документов стратегического планирования и важнейших государственных решений.

5.3. Подготовить и представить в Правительство Российской Федерации предложения по следующим вопросам:

5.3.1. о корректировке постановления Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2019 г. № 1902 «Об утверждении Правил пре-

доставления из федерального бюджета грантов в форме субсидий на проведение крупных научных проектов по приоритетным направлениям научно-технологического развития» в части расширения участия РАН в организации и координации крупных научных проектов по приоритетным направлениям, определяемым президиумом РАН, играющих исключительно важную роль в обеспечении междисциплинарности исследований, являющихся важным инструментом научно-методического руководства научными организациями, подведомственными Министерству науки и высшего образования Российской Федерации;

5.3.2. о создании «Издательского дома РАН»;

5.3.3. о наделении научных руководителей научных организаций, подведомственных Министерству науки и высшего образования Российской Федерации и находящихся под научно-методическим руководством РАН, дополнительными полномочиями в организации научной деятельности этих организаций в соответствии с предложениями Научно-координационного совета членов РАН – научных руководителей научных организаций;

5.3.4. о необходимости возобновления совместных с Министерством науки и высшего образования Российской Федерации регулярных выездных проверок научной деятельности научных организаций и образовательных организаций высшего образования, находящихся под научно-методическим руководством РАН;

5.3.5. о необходимости неотложных мер, связанных с поддержанием рабочего состояния научно-исследовательского флота и финансированием морских экспедиций;

5.3.6. о необходимости ликвидировать отставание в темпах обновления приборной базы научных организаций и образовательных организаций высшего образования.

5.4. Продолжить работу по информатизации Российской академии наук, включая создание новой версии официального сайта РАН в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», создание англоязычной версии сайта РАН, совершенствование системы документооборота; обеспечение информационного взаимодействия

с отделениями РАН, с региональными отделениями РАН, со структурными подразделениями РАН, с находящимися под научно-методическим руководством РАН научными организациями и образовательными организациями высшего образования, госкорпорациями, в том числе в режиме видеоконференций.

5.5. Создать Совет РАН по информационной политике, поручив ему разработку комплексной программы взаимодействия РАН со СМИ и обществом.

5.6. Создать при президиуме РАН Научный совет РАН по глобальным эпидемиологическим проблемам.

5.7. Разработать предложения о дополнительных мерах, направленных на создание условий для привлечения молодежи к научной деятельности.

5.8. Продолжить работу по законодательному закреплению статуса «Профессор РАН».

5.9. Разработать предложения по мерам, направленным на уменьшение бюрократической нагрузки на ученых и научные организации.

**6. Отделениям РАН по областям и направлениям науки и региональным отделениям РАН активизировать работу по популяризации и пропаганде науки, научных знаний, достижений науки и техники, по осуществлению научно-просветительской деятельности, привлечению к указанной работе всего научного сообщества.**

Президент РАН  
академик РАН

*А.М. Сергеев*

Главный ученый секретарь  
президиума РАН  
академик РАН

*Н.К. Долгушкин*

# **О РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В 2019 ГОДУ**

Доклад Российской академии наук Президенту Российской Федерации и в Правительство Российской Федерации «О реализации государственной научно-технической политики в Российской Федерации в 2019 году» подготовлен Информационно-аналитическим Центром «Наука» РАН с использованием материалов Совета по науке и образованию при Президенте Российской Федерации, Счетной палаты Российской Федерации, Минобрнауки России, РАО, РААСН, РАХ, отделений РАН по направлениям наук, региональных отделений РАН, Института проблем развития науки РАН, Института экономики УрО РАН, Института экономики и организации промышленного производства СО РАН, Высшей школы экономики.

Доклад утвержден решением Общего собрания членов РАН, состоявшемся 23 июня 2020 года.

## **Введение**

Наблюдаемые глобальные трансформации во многом обусловлены интенсивным научно-технологическим развитием, принципиально меняющим и качество жизни, и систему социально-экономических отношений. Мир переходит в стадию гуманитарно-технологической революции, в результате которой сформируется новый мировой уклад, в котором лидирующие позиции займут страны, обеспечивающие высокое качество жизни за счет создания принципиально новых видов продукции и услуг на основе передовых технологий, базирующихся на новых результатах фундаментальных научных исследований.

В соответствии с этим в Послании Федеральному Собранию Российской Федерации 01 марта 2018 года Президент Российской Федерации В.В. Путин сформулировал стратегические направления развития страны:

- повышение качества жизни;
- научно-технологическое развитие, прежде всего, ликвидация отставания от стран-технологических лидеров;
- развитие территорий;
- оборона и безопасность.

Указанные направления должны обеспечить решение главной задачи – полноправное присутствие России в числе стран-глобальных лидеров в новом мировом укладе. При этом «ключевую роль в этом должна сыграть российская фундаментальная наука, обеспечивающая получение новых знаний и опирающаяся на собственную логику развития. Поддержка фундаментальной науки как системообразующего института долгосрочного развития нации является первоочередной задачей государства».

Практическое решение стратегических задач лежит в плоскости формирования целостной инновационной системы, включающей проведение фундаментальных научных исследований, прикладных разработок, организацию производства. Применительно к российским условиям национальная инновационная система определяется как совокупность институтов, взаимодействующих в процессе получения, распространения и использования нового знания, направления и механизмы деятельности которой определяются соответствующей государственной политикой и нормативной правовой базой. При этом применительно к российским условиям, которые характеризуются существенной дифференциацией территорий по уровню социально-экономического и научно-технологического развития, должна быть обеспечена целостность инновационной системы, что достигается разработкой единой федерально-региональной научно-технологической и инновационной политики.

В представленном докладе дается анализ действующей государственной научно-технической политики и формулируются предложения по реализации первоочередных мер по развитию науки и технологий, формированию национальной инновационной системы как основы социально-экономического развития страны и обеспечения обороны и безопасности.

## **1. Основные направления государственной научно-технической политики в 2004–2019 гг.**

### **1.1. Организационно-правовые и институциональные трансформации академического и инновационного секторов науки в последнее двадцатилетие**

К началу XXI века Россия начала постепенно выходить из затяжного социально-экономического кризиса, связанного с распадом Советского Союза. Начался экономический рост, обусловленный стабилизацией институтов власти, становлением новой системы экономических отношений в стране и благоприятными изменениями конъюнктуры мировой экономики. Естественно, что на повестку дня вышел также вопрос о принципах и приоритетах функционирования научного, научно-образовательного и научно-технологического комплекса в условиях новой реальности.

До 2004 г. наука относилась к реальному сектору экономики и ее управление осуществлялось Министерством промышленности, науки и технологий Российской Федерации (Минпромнауки России). Подготовка кадров для науки осуществлялась в высших учебных заведениях, подведомственных Министерству образования Российской Федерации. В 2004 г. эти министерства были ликвидированы и наука и высшее образование были переданы во вновь созданное Министерство образования и науки Российской Федерации (с 2018 г. – Министерство науки и высшего образования). На Минобрнауки России были возложены все функции по формированию и реализации государственной научной, научно-технической и образовательной политики.

При этом инновационная политика оказалась децентрализованной и формировалась в интересах отдельных направлений экономики различными отраслевыми министерствами и ведомствами, наукоемкими госкорпорациями, государственными научными центрами и другими структурами. Предполагалось, что рыночные отношения будут автоматически более эффективно управлять процессом превращения знаний в технологии и в рыночный продукт, как это внешне выглядело в развитых экономиках зарубежных государств. На государственном уровне был создан ряд новых институтов технологического развития для поддержки формирования различных научно-технологических экосистем (Сколково, РВК, НТИ, ИНТЦ, и др.) Однако эффективная система полного инновационного цикла «фундаментальная наука – прикладные разработки – производство» так и не заработала в полной мере в гражданском секторе страны до настоящего времени (в отличие от функционирования в сфере оборонных разработок, где все звенья цепи контролируются государством), что является основной причиной продолжающегося технологического отставания нашей страны от государств-лидеров.

Состояние научно-технологического комплекса как основного фактора обеспечения конкурентоспособности и безопасности государства отражается на глобальных рейтингах России. По глобальному индексу конкурентоспособности Всемирного экономического форума в рейтинге 140 стран мира Россия занимает 36-е место (ближайшее окружение: Объединенные Арабские Эмираты, Катар, Мальта). По глобальному индексу инноваций (GII) Россия занимает сегодня 46 место из 126 стран, учтенных в рейтинге (Таблица 1.1). Первые места в этом рейтинге традиционно занимают экономически развитые страны Западной Европы (Швейцария, Нидерланды, Швеция, Великобритания и др.). Вместе с тем в мире сегодня идет активное перераспределение сил по инновационному, а значит, и производственно-технологическому потенциалу развития различных регионов мира. Так,

за период 2015–2019 гг. Китай в рейтинге по ГИ поднялся на 15 позиций, Израиль – на 12 позиций (обогнав Южную Корею и Японию), Таиланд и Вьетнам по данному индексу сумели обойти Россию, а Индия совершила рывок, поднявшись сразу на 29 позиции (с 81 до 52 места в мире). Позиции же России сколько-нибудь значимых изменений за это время не претерпели. Она занимает 46 место среди развивающихся стран по показателям инновационного развития.

**Таблица 1.1.** Место ряда стран в рейтинге по глобальному индексу инноваций (ГИ)

Страна	Место по ГИ		Страна	Место по ГИ	
	2015 г.	2019 г.		2015 г.	2019 г.
Швейцария	1	1	Китай	29	14
Швеция	3	2	Япония	19	15
США	5	3	Франция	21	16
Нидерланды	4	4	Канада	16	17
Великобритания	2	5	Италия	31	30
Сингапур	7	8	Вьетнам	52	42
Германия	12	9	Таиланд	55	43
Израиль	22	10	Россия	48	46
Республика Корея	14	11	Индия	81	52

Составлено: The Global Innovation Index 2015: Effective Innovation Policies for Development. – p. XXX-XXXI; The Global Innovation Index 2019: Energizing the World with Innovation. – p. XX-XXI. /Cornell University, INSEAD, and WIPO. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.globalinnovationindex.org/about-gii#report>

При этом наличие мощного оборонного потенциала, основу которого до настоящего времени в значительной степени составляют научно-технологические заделы, выполненные во времена СССР, позволяют России поддерживать на мировой арене высокий военно-политический статус. При сохранении существующего состояния научно-технологического комплекса и тенденций его развития есть риск утраты и этих преимуществ.

Сложившееся положение научно-технологического комплекса вызывает беспокойство руководства страны. В ежегодном Послании Президента Российской Федерации (март 2018 г.) научно-технологическое развитие, в том числе ликвидация отставания от стран – технологических лидеров, было определено как один из главных стратегических приоритетов развития России.

В принятой в 2015 г. редакции Стратегии национальной безопасности России специально указывается, что: «... Для решения задач национальной безопасности в области науки, технологий и образования необходимы: комплексное развитие научного потенциала, восстановление полного научно-производственного цикла: от фундаментальных научных исследований до внедрения достижений прикладной науки в производство в соответствии с приоритетами социально-экономического, научного и научно-технологического развития Российской Федерации». Однако до настоящего времени не выработано единой государственной научно-технической и инновационной политики, которая сейчас регулируется несколькими стратегическими документами: Национальной технологической инициативой, Стратегией научно-технологического развития, Указами Президента Российской Федерации и др. (Приложение 1). Отсутствие единой государственной научно-технической и инновационной политики является существенным препятствием для разработки нового научного законодательства, работа над которым началась в 2014 году.

Существенные изменения произошли за последние 20 лет и в организации фундаментальных исследований в стране. Прежде всего, это связано с формированием многоканальной системы финансирования фундаментальной науки и с реорганизацией академического сектора исследований.

Наряду с базовым финансированием организаций, занимающихся фундаментальными и поисковыми исследованиями, осуществляемым ведомственными госструктурами, научные коллективы получили возможность привлекать дополнительные средства, участвуя в конкурсах, объявляемых государственными и частными фондами, конкурсных программах Минобрнауки и др. Так, финансирование только из двух крупнейших российских научных фондов – РФФИ и РНФ – составляет сейчас около 20% всех средств на фундаментальную науку. Средства, получаемые на конкурсной основе, являются существенным компонентом поддержания работоспособности и уровня исследований практически для всех значимых научных коллективов в стране.

Организационно-правовые изменения в последнее десятилетие существенным образом затронули академический сектор науки в стране. С принятием Федерального закона Российской Федерации от 8 мая 2010 г. № 83-ФЗ «О бюджетных учреждениях» изменился статус научных организаций, которые превратились из институтов Российской академии наук, как это было установлено Федеральным законом Российской Федерации от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике», в обычные бюджетные организации. Это повлекло за собой серьезные изменения в организации научной деятельности. Базовое финансирование было заменено госзаказом с плановыми показателями выпуска научной (как правило, печатной) продукции, что впоследствии вылилось в нормирование творческого труда ученых и повсеместное внедрение наукометрии. Принятая до этого экспертная оценка деятельности оказалась в значительной степени замененной на формализованные показатели. Резко возросла бюрократизация науки и усилилось прямое управление чиновниками организацией научной деятельности.

Следующим этапом стала кардинальная трансформация академического сектора науки. Федеральным законом Российской Федерации от 27 сентября 2013 г. № 253-ФЗ «О Российской академии наук...», разработанным Минобрнауки России, РАН была лишена статуса высшей научной организации страны и преобразована в ФГБУ, утратив тем самым особую организационно-правовую форму, установленную в 1996 г. Федеральным законом «О науке и государственной научно-технической политике». В соответствии с принятым законом собственно проведение научных исследований также не входит в основные виды деятельности Академии. За ней остались в основном совещательные и экспертные функции.

Отделение академических организаций от РАН, РАМН и РАСХН, передача их под управление ФАНО, а впоследствии Минобрнауки России, объединение в единую структуру членов РАН, РАМН и РАСХН демонтировало прежнюю систему управления фундаментальной наукой, причем наиболее чувствительным это оказалось для исследований в сфере здравоохранения и сельского хозяйства, где научные институты были традиционно ориентированы на соответствующие профильные министерства.

Отличительной чертой сложившейся системы управления фундаментальной наукой является концентрация в одном федеральном органе исполнительной власти функций формирования государственной научно-технологической политики, ее реализации подведомственными организациями, мониторинга и оценки результатов деятельности. При этом рекомендации профессионального сообщества не обязательны для принятия в рассмотрение, что приводит к негативным последствиям. Примером служит не согласованная с научным сообществом реорганизация РФФИ, нацеленная на постепенное упразднение его конкурсных функций и выразившаяся пока в безосновательной реструктуризации (укрупнении) экспертных составов и в попытке ликвидации наиболее массового конкурса инициативных проектов, идея которого лежала в основе создания Фонда.

По мнению большинства ученых, реформирование академического сектора науки в рамках № 253-ФЗ не способствовало решению задач развития науки как реального конкурентного преиму-

щества страны. Об этом, в частности, свидетельствуют результаты опроса членов Академии наук и профессоров РАН, проведенного в конце 2019 г. в связи с шестилетней годовщиной реформы.

За последние 20 лет произошли заметные изменения в институциональной структуре сектора исследований и разработок в стране, которые представлены в Таблице 1.2.

**Таблица 1.2.** Организации, выполняющие исследования и разработки (по типам)

	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Изменение за 2000–2018 гг.
Всего	4099	3492	3682	3566	3605	3604	4175	4032	3944	3950	Уменьшение на 3,6%
Научно-исследовательские организации	2686	1840	1782	1744	1719	1689	1708	1673	1577	1574	Уменьшение на 41,4%
Конструкторские организации	318	362	364	338	331	317	322	304	273	254	Уменьшение на 20,1%
Проектные и проектно-исследовательские организации	85	36	38	33	33	32	29	26	23	20	Уменьшение на 76,5%
Опытные предприятия	33	47	49	60	53	53	61	62	63	49	Рост на 48,5%
Образовательные организации высшего образования	390	517	581	560	671	700	1040	979	970	917	Рост на 135,1%
Организации промышленности	284	238	280	274	266	275	371	363	380	419	Рост на 47,5%
Прочие	303	452	588	557	532	538	644	625	658	717	Рост на 136,6%

Источник: Росстат.

Существенно сократилось число научно-исследовательских (более чем на 40%), конструкторских (более чем на 20%) и проектно-исследовательских организаций (более чем на 75%). При этом количество организаций промышленности, имеющих статью расходов на исследования и разработки, увеличилось практически на 50%.

Приведенные данные свидетельствуют о значительных переменах в организации отраслевой науки за прошедший период. Предприятия реального сектора экономики, ориентированные на производство наукоемкой продукции, организуют исследовательские подразделения в своей структуре для более быстрой и эффективной адаптации инновационных разработок. Эта практика крупнейших международных и национальных корпораций внедряется сейчас и на предприятиях меньшего масштаба.

Наиболее заметные изменения произошли в вузовском секторе науки, в котором количество организаций, участвующих в проведении научных исследований, увеличилось с начала века на 135% и в настоящее время практически все университеты в той или иной степени вовлечены в данную деятельность. Доля этих организаций в общем числе увеличилась с 13 до 25%, а доля сектора высшего образования во внутренних затратах на исследования и разработки – с 4,5% в 2000 г. до 9,7% в 2018 г. Это отражает приоритет государственной научно-технической политики на повышение роли вузовской науки.

## 1.2. Наука и обеспечение стратегических целей развития государства

Одним из основных приоритетов государственной политики в долгосрочной перспективе является научно-технологическое развитие Российской Федерации, которое на прогнозный период определено Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации (далее – Стратегия



научно-технологического развития, Стратегия НТР РФ); на ее реализацию направлены, в том числе, мероприятия, предусмотренные в рамках НП «Наука» (см. раздел 3.3.).

7 мая 2018 года Президент России подписал Указ «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».

В соответствии с этим Указом были сформированы национальные проекты по 13 стратегическим направлениям:

- здравоохранение;
- образование;
- демография;
- культура;
- безопасные и качественные автодороги;
- жилье и городская среда;
- экология;
- наука;
- малое и среднее предпринимательство;
- цифровая экономика;
- производительность труда и поддержка занятости;
- международная кооперация и экспорт;
- комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры.

Национальные проекты направлены на обеспечение прорывного научно-технологического и социально-экономического развития России, повышения уровня жизни, создания условий и возможностей для самореализации и раскрытия таланта каждого человека. По сути, до 2024 года национальные проекты должны ликвидировать имеющиеся отставания в различных областях и тем самым создать условия для дальнейшего ускоренного социально-экономического развития страны, повышения ее безопасности. Эту задачу можно решить, только опираясь на современные науку и технологии.

Расходы на финансирование национальных проектов в 2019 г. представлены в Таблице 1.3. На проведение исследований по гражданской науке было выделено почти 50 млрд рублей, в основном через мероприятия НП «Наука». Паспорта ряда национальных проектов, хотя и не включают в явном виде проведение научных исследований и разработок, тем не менее содержат наукоёмкую составляющую (Приложение 2). Поэтому важной задачей государственной научно-технической политики на текущем этапе является организационное и научное сопровождение национальных проектов и координация их целей с приоритетами научно-технологического развития, определенными Стратегией НТР.

**Таблица 1.3.** Расходы федерального бюджета на финансирование реализации национальных проектов в 2019 г.

Наименование национального проекта	Расходы федерального бюджета на финансовое обеспечение нац. проекта	Из них на гражданскую науку млн руб.	Удельный вес расходов на гражданскую науку в %
ВСЕГО	2129633,5	49661,2	2,33
Безопасные и качественные автомобильные дороги	104274,1 2	41,5	0,04
Демография	725590	177,1	0,02
Жилье и городская среда	106525,4	614,1	0,58
Здравоохранение	312468,8	1358,5	0,43

Культура	17163,7	–	–
Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы	49857,0	–	–
Международная кооперация и экспорт	74548	–	–
Образование	147172,9	243,9	0,17
Наука	47049,0	41653,8	88,53
Производительность труда и поддержка занятости	6900,0	10,0	0,14
Экология	76661,5	25,8	0,03
Цифровая экономика Российской Федерации	124205,6	5536,6	4,46
Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры	337215,7	–	–

Источник: Институт статистических исследований и экономики знаний – НИУ ВШЭ

### 1.3. Деятельность Российской академии наук по формированию и реализации государственной научно-технической политики

#### 1.3.1. Изменения в Федеральный закон № 253-ФЗ «О Российской академии наук...»

По инициативе Президента Российской Федерации В.В. Путина в июне 2018 г. был принят Федеральный закон № 218-ФЗ, которым были внесены дополнения в действующий Федеральный закон № 253-ФЗ «О Российской академии наук...».

Согласно Федеральному закону № 218-ФЗ, в перечень целей и задач РАН добавлено:

- проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований, в том числе в сфере оборонно-промышленного комплекса в интересах обороны страны и безопасности государства;

- прогнозирование основных направлений научного, научно-технологического и социально-экономического развития Российской Федерации;

- научно-методическое руководство научной и научно-технической деятельностью научных организаций и образовательных организаций высшего образования;

- популяризация достижений науки и техники;

- организация разработки программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период и ее представление в Правительство Российской Федерации, организация и координация фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований, проводимых в рамках этой программы научными организациями, образовательными организациями высшего образования и иными субъектами научной и научно-технической деятельности.

Основные виды деятельности Российской академии наук дополнены следующими положениями:

- подготовка и представление Президенту Российской Федерации и в Правительство Российской Федерации Доклада о реализации государственной научно-технической политики в Российской Федерации и о важнейших научных достижениях, полученных российскими учеными;

- расширены функции РАН в сфере международного сотрудничества. Законом, в частности, определено, что РАН «организует проведение совместно с научными организациями иностранных государств фундаментальных научных исследований и прикладных научных исследований и участвует в таких исследованиях»;

- согласование решений о реорганизации и ликвидации научных организаций, ранее подведомственных РАН, а также рассмотрение предложений о внесении изменений в их уставы (об утвержде-

дении уставов в новой редакции) в части научной и (или) научно-технической деятельности в порядке, установленном Правительством Российской Федерации;

– участие в разработке, обеспечении и реализации программ популяризации и пропаганды науки, научных знаний, достижений науки и техники, программ поддержки научно-технического творчества среди детей и молодежи.

При этом проведение научных исследований не было включено в перечень основных видов Академии.

### 1.3.2. Научно-методическое руководство и направления его совершенствования

Постановлениями Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2018 г. № 1781 и от 24 декабря 2019 г. № 1793 утверждены Правила осуществления Российской академией наук научного и научно-методического руководства научной и научно-технической деятельностью научных организаций и образовательных организаций высшего образования, а также экспертизы научных и научно-технических результатов, полученных этими организациями. До утверждения этих правил научно-методическое руководство осуществлялось в рамках Постановления президиума РАН от 17 марта 2015 г. «Об утверждении Положения о научно-методическом руководстве РАН научными организациями и образовательными организациями высшего образования» и регламентов взаимодействия РАН и ФАНО в отношении подведомственных ФАНО академических учреждений.

Сравнительный анализ изменения системы научно-методического руководства представлен в Таблице 1.4.

**Таблица 1.4.** Порядок научно-методического руководства РАН научными организациями и образовательными организациями высшего образования

<b>Постановление президиума РАН от 17 марта 2015 г. «Об утверждении Положения о научно-методическом руководстве РАН научными организациями и образовательными организациями высшего образования»</b>	<b>Постановления Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2018 г. № 1781 и от 24 декабря 2019 г. № 1793 «Об осуществлении федеральным государственным бюджетным учреждением Российская академия наук научного и научно-методического руководства научной и научно-технической деятельностью научных организаций и образовательных организаций высшего образования, а также экспертизы научных и научно-технических результатов, полученных этими организациями»</b>
Утверждение президиумом РАН основных направлений научной деятельности научных организаций по согласованию с отделениями РАН; утверждение с учетом предложений ФАНО России программы развития научных организаций, подведомственных указанному агентству; разработка совместно с ФАНО России плана проведения фундаментальных и поисковых научных исследований научными организациями, подведомственными агентству	Оценка и подготовка заключений в части научной и научно-технической деятельности в отношении проектов тематики научных исследований, включаемых в планы научных работ (проекты тем), проектов планов научных работ, а также в отношении проектов программ развития научных организаций и образовательных организаций высшего образования и отдельных проектов в составе таких программ
	Подготовка предложений для научных организаций и образовательных организаций высшего образования в целях интеграции их научного потенциала, развития научных исследований и поддержки инновационной деятельности
	Подготовка предложений о реализации приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации научными организациями и образовательными организациями высшего образования

Согласование отделениями РАН государственных заданий, годовых и перспективных планов НИР; их представление на утверждение в установленном порядке	
Оценка научной деятельности научных организаций, подведомственных ФАНО России, и оценка результатов такой деятельности	Подготовка заключения по результатам экспертизы научных и научно-технических результатов научных организаций, направление его федеральным органам исполнительной власти, в ведении которых находятся научные организации, и в межведомственную комиссию по оценке результативности
Экспертиза научных и (или) научно-технических результатов, полученных научными организациями, подведомственными ФАНО России	Экспертиза научных и научно-технических результатов в рамках отчетов научных организаций и образовательных организаций высшего образования о проведенных научных исследованиях, о полученных научных и научно-технических результатах за отчетный финансовый год
Экспертиза отчетов о выполнении программ развития, государственных заданий, планов научных исследований научных организаций, подведомственных ФАНО России	Мониторинг и оценка результатов деятельности государственных научных организаций
Согласование кандидатуры на должность научного руководителя научной организации, подведомственной ФАНО России	Согласование кандидатур руководителей научных направлений и научных руководителей научных организаций, подведомственных Минобрнауки (также Постановление от 24 декабря 2018 г. № 1652)
Взаимодействие с ФАНО по формированию междисциплинарных научных проектов и международных проектов	
Согласование отделениями РАН годовых планов проведения научно-организационных мероприятий (конференций, симпозиумов, семинаров, выставок)	

Таким образом, научно-методическое руководство РАН распространяется теперь на все научные организации и университеты страны, а не только на научные организации, ранее подведомственные ФАНО. Это руководство сводится в основном к проведению экспертизы деятельности научных организаций. Правильно организованная система экспертизы с обязательным учетом ее результатов является серьезным рычагом влияния на участников научно-технической деятельности, однако, не затрагивает реального процесса управления и организации научных исследований. Эта компонента научно-методического руководства могла бы быть усилена через расширение функционала научных руководителей.

В настоящее время руководители научных организаций совмещают административные и научно-организационные функции, что во многих случаях, особенно для крупных многопрофильных научных центров, не дает возможности акцентироваться на эффективной координации научных исследований ввиду большой административной загруженности. Эта ситуация усугубляется постоянно возрастающим объемом различных отчетных материалов. В результате нередки случаи, когда активные учёные отказываются от занятия административных должностей, справедливо полагая, что это будет препятствовать научной работе. Тем самым снижается и уровень руководителей научных институтов, и качество организации научных исследований.

Возможным выходом из ситуации могло бы стать создание полноценного института научных руководителей, в функции которых входят вопросы планирования и организации научных исследований, включая:

- определение научной политики организации и руководство разработкой программы её развития;
- руководство Ученым советом научной организации;

- разработка предложений по государственному заданию научной организации в части проведения научных исследований и разработок;
- формирование перспективных научных и научно-технических направлений;
- взаимодействие с заинтересованными отраслями, предприятиями, организациями в части проведения научных исследований и разработок, реализации совместных проектов, инновационной деятельности;
- руководство аттестацией научных кадров.

Представляется также целесообразным ввести в университетах должность научного руководителя с правами первого проректора, назначаемого по согласованию с РАН.

В случае принятия этих предложений для их практической реализации потребуются предусмотреть в уставах научных организаций положения, регламентирующие права, обязанности и порядок назначения научных руководителей.

При этом, каждая научная организация должна иметь право решать, необходима ли ей должность полноценного научного руководителя или функционал административного и научного руководства будет по-прежнему совмещаться директором.

Подобная форма организации научных исследований прошла апробацию на примере реализации атомного и космического проектов СССР, показав свою высокую эффективность, а также с успехом используется в настоящее время в научных институтах ведущей отечественной госкорпорации Росатом.

Для решения общих вопросов развития научных исследований и формирования государственной научно-технической и инновационной политики при президиуме РАН создан Совет научных руководителей.

Предложения по совершенствованию законодательства в части расширения полномочий научных руководителей институтов и научных руководителей направлений находятся сейчас на рассмотрении Государственной Думы.

### **1.3.3. Экспертная деятельность РАН**

Экспертиза является одним из главных направлений деятельности РАН. Объем экспертной нагрузки ежегодно возрастает: так, в 2019 году в РАН поступило по запросам государственных органов и государственных организаций около 18 тысяч объектов экспертиз различного вида.

Текущая экспертная деятельность РАН включает в себя обеспечение федеральных органов исполнительной власти по их запросам в части рассмотрения проектов документов, нормативно-правовых актов и иных неформализованных объектов экспертизы в части научной и научно-технической деятельности. Заключение РАН содержит экспертное мнение и предложения по реализации научной и научно-технической политики, подготовленные с привлечением ведущих экспертов РАН.

В рамках реализации Постановления Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2018 г. № 1781 «Об осуществлении федеральным государственным бюджетным учреждением «Российская академия наук» научного и научно-методического руководства научной и научно-технической деятельностью научных организаций и образовательных организаций высшего образования, а также экспертизы научных и научно-технических результатов, полученных этими организациями, и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» РАН осуществляет экспертизу по 4-м направлениям:

1. Заключение к проектам программ развития научных организаций, подведомственных Министерству науки и высшего образования Российской Федерации и другим ведомствам, поступившим на рассмотрение в РАН: в 2019 г. проведена экспертиза программ развития 117 научных организаций, подведомственных Минобрнауки России; программы развития одной научной организации, подведомственной Федеральному агентству лесного хозяйства; докладов руководителей 25 научных учреждений, подведомственных Минобрнауки России, о реализации программ развития в 2018 году.

2. Экспертные заключения на полученные с привлечением ассигнований федерального бюджета научные и (или) научно-технические результаты, включая оценку их содержания, полноты научной и практической значимости.

В 2019 году в Российской академии наук проведена работа по подготовке 3700 таких заключений, в том числе по поступившим из Министерства науки и высшего образования Российской Федерации отчетам образовательных учреждений высшего образования.

3. Заключения по проектам планов научных работ научных организаций и образовательных организаций высшего образования и проектам тематик научных исследований, включаемых в данные проекты планов научных работ.

В 2019 году Российской академией наук осуществлена экспертиза 1997 тем, поступивших из федеральных органов исполнительной власти, а также из организаций, подведомственных Правительству Российской Федерации: Верховного Суда Российской Федерации, Института законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации, Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики», Исследовательского центра частного права имени С.С. Алексеева при Президенте Российской Федерации, Финансового университета при Правительстве Российской Федерации.

4. Рассмотрение и согласование отчетов о выполнении планов научных работ научных организаций и образовательных организаций высшего образования, поступивших в РАН.

В 2019 году в Российской академии наук была организована работа по рассмотрению отчетов о выполнении планов научных работ научных организаций и образовательных организаций высшего образования. Всего рассмотрен 7681 отчет (7820 объектов экспертизы с учетом междисциплинарного характера части отчетов).

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 8 апреля 2009 г. № 312 «Об оценке и о мониторинге результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения» (далее – оценка результативности) решение об отнесении научной организации к одной из категорий результативности принимается с учетом мнения РАН. РАН осуществляет экспертизу и представляет заключения в рамках мониторинга и оценки результатов деятельности государственных научных организаций, независимо от их ведомственной принадлежности.

В 2019 году в рамках реализации мероприятия федерального проекта «Развитие передовой инфраструктуры для проведения исследований и разработок в Российской Федерации» в части организации и проведения оценки результативности деятельности организаций, выполняющих научные исследования и разработки, вне зависимости от их ведомственной принадлежности, Минобрнауки России совместно с Российской академией наук разработаны и применены методики оценки научной, научно-технической и инновационной деятельности, основанные на применении подхода, учитывающего два различных уровня экспертной оценки и наукометрических показателей (далее – оценка). Впервые масштабную оценку результативности проходили 383 крупные междисциплинарные центры и образовательные организации высшего образования, подведомственные 18 федеральным органам исполнительной власти. В результате проведенной работы был утвержден перечень ведущих организаций. Статус ведущих присвоен 145 организациям (научные организации – 105 и образовательные организации высшего образования – 40) по решению Межведомственной комиссии. Методика и порядок проведения оценки, а также перечень ведущих организаций отражены в протоколах заседаний Межведомственной комиссии по оценке результативности деятельности научных организаций (<https://www.sciencemon.ru/documents/>). Оцениваемые в 2019 году организации были преимущественно крупные междисциплинарные научные центры или вузы, ведущие научные исследования в различных референтных группах и профилях, в связи с этим в РАН поступило и выполнено 1924 объекта экспертизы.

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июля 2014 г. № 718 «Об утверждении правил направления научно-технических программ и проектов на экспертизу в федеральное государственное бюджетное учреждение «Российская академия наук» РАН осуществляет экспертизу и дает заключение на научно-технические программы и проекты, государственные программы, федеральные целевые и межгосударственные целевые программы, включая социально-экономические, стратегии, концепции и иные проекты, предусматривающие проведение научных исследований и разработок.

#### **1.3.4. Проблемы научного сопровождения системы стратегического планирования**

Одна из новых уставных задач Российской академии наук – прогнозирование основных направлений научного, научно-технологического и социально-экономического развития Российской Федерации – относится к задачам стратегического планирования.

Система стратегического планирования является одним из ведущих государственных институтов, обеспечивающих формирование и реализацию стратегических задач развития страны. В развитых странах задачи стратегического планирования решаются на основе результатов системных фундаментальных научных исследований по широкому спектру направлений.

В Российской Федерации в части определения стратегических направлений развития страны особая роль отводится фундаментальной науке. Так, в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации предусмотрено: «21. Необходимо обеспечить готовность страны к большим вызовам, еще не проявившимся и не получившим широкого общественного признания, предусмотреть своевременную оценку рисков, обусловленных научно-технологическим развитием. Ключевую роль в этом должна сыграть российская фундаментальная наука, обеспечивающая получение новых знаний и опирающаяся на собственную логику развития. Поддержка фундаментальной науки как системообразующего института долгосрочного развития нации является первоочередной задачей государства».

Российская академия наук является единственной структурой страны, объединяющей ведущих ученых, работающих по всему широкому спектру научных направлений. Тем самым РАН имеет возможность комплексно рассматривать вопросы, касающиеся стратегических направлений развития страны.

Российская академия наук принимает активное участие в работе Научного совета при Совете Безопасности Российской Федерации. Члены РАН возглавляют ряд секций Научного совета, в том числе секцию по проблемам стратегического планирования. Предложения РАН по совершенствованию системы стратегического планирования регулярно направляются в Совет Безопасности Российской Федерации, в Правительство Российской Федерации, в органы государственной власти Российской Федерации.

В октябре 2018 г. Правительство Российской Федерации поручило Минфину России проработать вопросы финансирования работ РАН по ряду направлений, в том числе в части научного сопровождения системы стратегического планирования.

В декабре 2018 года Президентом России В.В. Путиным были поддержаны предложения РАН о развертывании в Российской академии наук работ по научному сопровождению системы стратегического планирования, в том числе:

- по созданию в структуре РАН специализированного подразделения, обеспечивающего проведение научных работ в интересах научного сопровождения стратегического планирования;
- по формированию Межведомственной программы в целях проведения полномасштабных фундаментальных и прикладных научных исследований в интересах совершенствования системы стратегического планирования.

В соответствии с Поручением Президента Российской Федерации вопрос об участии РАН в работах по стратегическому планированию рассматривался на совещании Совета Безопасности Рос-

сийской Федерации 5 февраля 2019 г. и на заседании Научно-экспертного совета при Председателе Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации.

В 2019 году в соответствии с принятыми решениями в РАН была проведена следующая работа:

- разработаны и направлены предложения о создании в структуре РАН специализированного подразделения, обеспечивающего комплексное научное сопровождение системы стратегического планирования и обеспечения национальной безопасности Российской Федерации с проработкой целей, основных задач и функций;

- подписано распоряжение «О создании Центра научного сопровождения стратегического планирования и прогнозирования РАН»;

- создан Научно-координационный совет РАН по проблемам прогнозирования и стратегического планирования в Российской Федерации;

- организован научный семинар по проблемам стратегического планирования и прогнозирования;

- в рамках программ научных исследований, выполняемых по приоритетным направлениям, определяемым президиумом РАН, в 2018–2019 гг. была реализована программа «Большие вызовы и научные основы прогнозирования и стратегического планирования», в которой приняли участие ведущие академические институты, в том числе: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН, ИМЭМО РАН, Институт экономики РАН, Институт проблем развития науки РАН и др.;

- работы по стратегическому планированию и прогнозированию включены в качестве самостоятельного раздела в проект Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период, одобренный Общим собранием членов РАН и в настоящее время находящийся на рассмотрении в Правительстве Российской Федерации. При этом предполагается, что Российская академия наук будет самостоятельно осуществлять управление этим разделом, включая распределение средств;

- проведено совещание в Минэкономразвития России с участием Минобрнауки России и РАН по вопросам формирования перечня основных фундаментальных исследований и определения источников финансирования работ подразделения Российской академии наук, осуществляющего научно-методическое, экспертно-аналитическое обеспечение деятельности в сфере стратегического планирования социально-экономического развития и обеспечения национальной безопасности Российской Федерации. Участники совещания согласились с мнением РАН, что в целях обеспечения финансирования работ такого подразделения РАН требуется внесение изменений в Устав РАН в части расширения основных видов деятельности РАН, дополнив их формулировкой «осуществляет научно-методическое, экспертно-аналитическое обеспечение деятельности в сфере стратегического планирования социально-экономического развития и обеспечения национальной безопасности Российской Федерации»;

- заместителю Председателя Правительства Российской Федерации Т.А. Голиковой направлены предложения РАН по внесению изменений в Устав РАН;

- в ноябре 2019 года президентом РАН были представлены Президенту Российской Федерации предложения РАН по внесению изменений в Федеральный закон № 253-ФЗ «О Российской академии наук...», в том числе в части наделения РАН правом проведения научных исследований. Президент Российской Федерации посчитал возможным наделить Академию правом вести научные исследования и дал соответствующие поручения (от 11 ноября 2019 г. № Пр-2303).

Однако, несмотря на позицию Президента Российской Федерации, Совета Безопасности и профильного Заместителя Председателя Правительства, против наделения РАН правом вести научные исследования, в том числе по научному сопровождению стратегического планирования, до сих пор высказывается Минфин России. В результате в госзадание РАН на 2020 г. не были включены работы по научному сопровождению системы стратегического планирования, а также не были выделены



требуемые дополнительные ресурсы, необходимые для проведения этих работ. Таким образом, РАН не имеет возможностей для организации и проведения полномасштабных научных исследований в интересах научного сопровождения системы стратегического планирования. В настоящее время эти задачи выполняет Информационно-аналитический центр «Наука» РАН, обеспечивающий научно-методическое и экспертно-аналитическое сопровождение реализации функций РАН по участию в формировании и реализации государственной научно-технической политики.

Полномасштабные фундаментальные и прикладные исследования в интересах научного сопровождения системы стратегического планирования могут быть развернуты РАН в кратчайшие сроки в случае принятия Правительством Российской Федерации необходимых решений.

## 2. Ресурсное обеспечение научных исследований

### 2.1. Финансирование научных исследований и разработок из средств федерального бюджета

Федеральный бюджет является ключевым инструментом реализации государственной научно-технической политики в Российской Федерации: на его долю приходится около 70% совокупных затрат на научные исследования и разработки. Поэтому от объема и структуры расходов федерального бюджета во многом зависит результативность научной, научно-технической и инновационной деятельности, повышение конкурентоспособности страны на мировом рынке, рост уровня и качества жизни населения.

В Указе Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 599 была поставлена задача увеличения к 2015 г. затрат на исследования и разработки до 1,77% ВВП.

Стратегией научно-технологического развития Российской Федерации предусматривается поэтапное увеличение данных затрат и доведение их к 2035 г. до уровня не менее 2% ВВП. Достижение этой цели планируется осуществить за счет опережающего темпа роста внутренних затрат на исследования и разработки по отношению к темпам роста ВВП. Предполагалось, что соотношение данных показателей будет равно 1, а с 2019 г. увеличится до 1,02 (Таблица 2.1, Рисунок 2.1).

Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 устанавливается необходимость обеспечения к 2024 г. опережающего роста внутренних затрат на научные исследования и разработки по сравнению с ростом ВВП страны за счет всех источников.

Фактически доля науки в структуре ВВП с 2010 г. по настоящее время варьируется в диапазоне 1,0–1,1% ВВП (Рисунок 2.1).

**Таблица 2.1.** Стратегические установки финансового обеспечения науки

Документ	Принят	Доля науки в структуре ВВП, %
Стратегия Российской Федерации в области развития науки и инноваций на период до 2015 года	14.02.2006	1,8% ВВП к 2015 г. (инерционный сценарий)
		2,5% ВВП к 2015 г. (с учетом реализации Стратегии)
Концепция долгосрочного социально-экономического развития	17.11.2008	1,6% ВВП к 2012 г. 3% ВВП к 2020 г.
Стратегия инновационного развития России до 2020 г.	08.12.2011	2,5–3 % ВВП к 2020 году (в 2010 году – 1,3 %), из них больше половины – за счет частного сектора

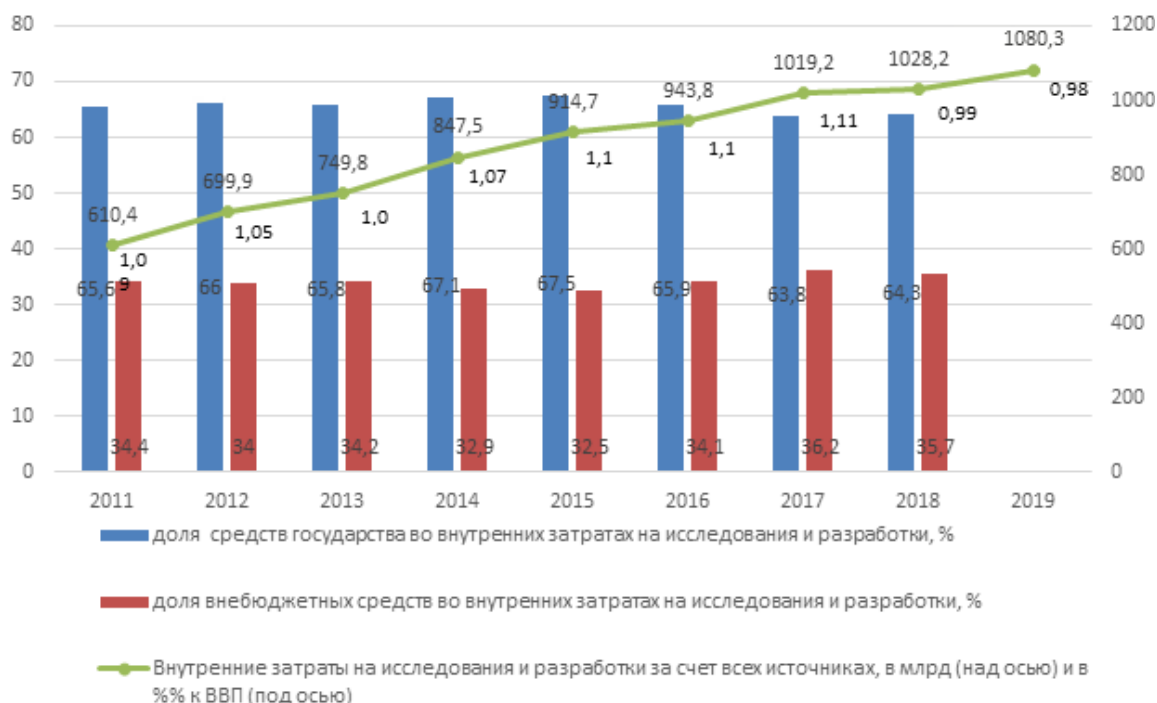
Указ Президента России	07.05.2012 г. № 599	1,77 % ВВП к 2015 г. затрат на исследования и разработки.
Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации	01.12.2016	Не менее 2 % ВВП к 2035 г.
Указ Президента России	07.05.2018 г. № 204	Устанавливается, что к 2024 г. следует обеспечить опережающее увеличение внутренних затрат на научные исследования и разработки за счет всех источников по сравнению с ростом ВВП



**Рисунок 2.1.** Динамика доли науки в структуре ВВП (фактическая и прогнозируемая в соответствии со стратегическими документами)

Основным показателем, характеризующим научную и научно-техническую деятельность и определяющим уровень выделяемых финансовых средств на осуществление этой деятельности, является объем внутренних затрат на исследования и разработки. Динамика внутренних затрат на исследования и разработки и соотношение государственных и внебюджетных источников в структуре данного показателя представлены на Рисунке 2.2.

По результатам отчетов об исполнении федеральных бюджетов в период с 2016 по 2019 год включительно (Таблица 2.2.) можно сделать вывод о том, что государственное финансирование научных исследований увеличивается в абсолютном значении, хотя по отношению к ВВП страны это изменение в последние годы разнознаковое. В 2019 году наметился небольшой рост государственных расходов на науку по отношению к ВВП страны.



**Рисунок 2.2.** Динамика и структура внутренних затрат на исследования и разработки в период с 2011 по 2019 гг.  
Источник: Наука, технологии и инновации России: крат.стат.сб. / [гл.ред. Л.Э.Миндели]. – М.: ИПРАН РАН, 2007–2019

По результатам отчетов об исполнении федеральных бюджетов в период с 2016 по 2019 год включительно (Таблица 2.2.) можно сделать вывод о том, что государственное финансирование научных исследований увеличивается в абсолютном значении, хотя по отношению к ВВП страны это изменение в последние годы разнознаковое. В 2019 году наметился небольшой рост государственных расходов на науку по отношению к ВВП страны.

**Таблица 2.2.** Ассигнования на научные исследования из средств федерального бюджета по видам и направлениям научных исследований в 2016–2019 гг., млрд руб.

Наименование	2016	2017	2018	2019*
Фундаментальные исследования	104,44	116,28	148,23	191,25
Прикладные научные исследования в области социальной политики	0,12	0,18	0,25	0,34
Прикладные научные исследования в области охраны окружающей среды	0,53	0,65	0,98	0,85
Прикладные научные исследования в области общегосударственных вопросов	14,73	18,32	22,51	24,22
Прикладные научные исследования в области образования	11,58	12,7	14,17	14,15
Прикладные научные исследования в области национальной экономики	215,64	172,7	159,18	182,32
Прикладные научные исследования в области национальной обороны	17,62	11,63	15,87	14,37
Прикладные научные исследования в области национальной безопасности и правоохранительной деятельности	2,73	2,45	2,81	2,99

Прикладные научные исследования в области культуры, кинематографии	0,34	0,25	0,49	0,46
Прикладные научные исследования в области здравоохранения	18,69	18,9	24,65	28,21
Прикладные научные исследования в области жилищно-коммунального хозяйства			0,65	0,74
Прикладные научные исследования в области физической культуры и спорта	0,27	0,25	0,25	0,45
Прикладные научные исследования в области средств массовой информации	0,01			
Всего	386,7	354,32	390,05	460,35

\*данные за 2019 год приведены из отчета об исполнении федерального бюджета, опубликованного 15.05.2020 г. на сайте Федерального казначейства России

Источники: Официальный сайт Федерального казначейства России [Электронный ресурс] URL: goskazna.ru; официальный сайт Министерства финансов России [Электронный ресурс] URL: minfin.ru; официальный сайт Федеральной службы государственной статистики [Электронный ресурс] URL: <https://www.gks.ru/> (дата обращения к электронным ресурсам: 09.06.2020), расчеты ИПРАН РАН

Анализ выделения средств федерального бюджета за 2018–2019 гг. на научные исследования показывает, что в абсолютных величинах наиболее существенно увеличилось финансирование на фундаментальные исследования (на 29%). Заметен также рост госрасходов на прикладные научные исследования в области социальной политики, национальной экономики, здравоохранения, физической культуры и спорта, жилищно-коммунального хозяйства. Несмотря на то, что данные исследования относятся к прикладным, то есть к той категории исследований, в которой предполагается активное участие частного сектора, увеличение государственных расходов по данным направлениям представляется целесообразным, поскольку отвечает интересам социального развития и национальной безопасности, особенно актуальным в современной нестабильной политической обстановке в мире.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 29 марта 2019 г. № 377 были установлены целевые значения показателей реализации государственной программы России – «Научно-технологическое развитие Российской Федерации», в соответствии с которыми внутренние затраты на исследования и разработки в 2018 году должны были составить 1110,2 млрд рублей (фактическое значение – 1028,2 млрд рублей), при этом доля внебюджетных источников в структуре данного показателя должна была составить 52% (фактическое значение – 35,7%), а в 2019 году – 1200,58 млрд рублей (фактическое значение – 1080,3 млрд рублей).

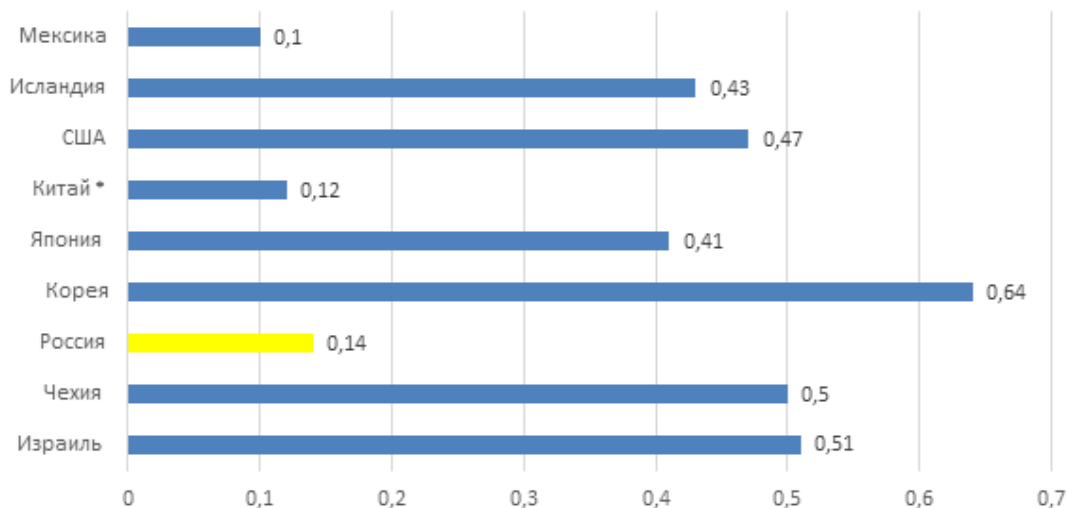
## **2.2. Рекомендации об объеме средств, предусматриваемых в федеральном бюджете на 2020–2022 годы на финансирование фундаментальных научных исследований**

Согласно ст. 7 Федерального закона Российской Федерации от 27 сентября 2013 г. № 253-ФЗ «О Российской академии наук...» РАН разрабатывает и представляет в Правительство Российской Федерации рекомендации об объеме средств, предусматриваемых в федеральном бюджете на очередной финансовый год на финансирование фундаментальных и поисковых научных исследований, проводимых научными организациями и образовательными организациями высшего образования, и о направлениях их расходования.

Увеличение государственных расходов на фундаментальные исследования происходит в соответствии с уточненной росписью расходов федерального бюджета: в 2019 году они составят 0,17% ВВП России.

Также запланировано увеличение данного показателя и в период с 2020 по 2022 год: согласно проекту Федерального закона «О федеральном бюджете на 2020 год и на плановый период 2021 и 2022 годов» расходы федерального бюджета на фундаментальные научные исследования составят: 192,0 млрд руб. в 2020 г.; 217,6 млрд руб. в 2021 г. и 252,2 млрд руб. в 2022 г. В процентах к ВВП удельный вес расходов на фундаментальные научные исследования составит: в 2020 г. – 0,17%, в 2021 г. – 0,18%, в 2022 г. – 0,19%. Можно констатировать, что положение, зафиксированное на заседании Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию, состоявшемся 24 июня 2015 г., об ежегодном объеме бюджетных ассигнований на фундаментальную науку на уровне не ниже 0,15% ВВП выполняется.

Однако достижение поставленных в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации целей требует увеличения данного показателя<sup>9</sup> как минимум до 0,4% ВВП к 2026 г., что позволит обеспечить финансирование российской фундаментальной науки на уровне, сравнимом с аналогичными инвестициями в наиболее технологически развитых странах, например Корею, США или Израиле (Рисунок 2.3).



**Рисунок 2.3.** Внутренние затраты на фундаментальные исследования в России и зарубежных странах, в %% к ВВП, 2018 г.

\*Внутренние затраты на фундаментальные исследования в Китае не включают затраты на экспериментальные разработки  
Источник: OECD MSTI (2019) № 2

Указанного целевого показателя финансирования фундаментальной науки в 0,4% к ВВП можно достичь при постепенном повышении объемов финансирования, рекомендованные значения которого на 2020–2022 гг. представлены в Таблице 2.3.

Реализация такого сценария возможна при условии содействия государства развитию фундаментальной науки как системообразующего института долгосрочного развития нации (Стратегия НТР, п. 21).

<sup>9</sup> Ресурсное обеспечение российской науки: проблемы и решения / [Л.Э. Миндели, С.И. Черных и др.]. – М.: Ин-т проблем развития науки РАН, 2019 – 160 с.

**Таблица 2.3.** Рекомендации по бюджетному финансированию фундаментальной науки на период 2020–2022 гг.

Наименование, млрд руб.	2020	2021	2022
Рекомендуемая доля финансирования фундаментальных исследований в ВВП, %	0,19	0,25	0,3
ВВП*	112863	120 364	128 508
Фундаментальные исследования, всего	218,33	301,63	386,14
в том числе:			
а) РАН	5,19	7,17	9,18
б) фундаментальные исследования, финансируемые государственными научными фондами	27,08	37,42	47,90
в) Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, включая академические институты и вузовский сектор	170,08	234,97	300,80
г) фундаментальные исследования, выполняемые НИЦ, ГНЦ, прочими научными учреждениями и организациями	15,98	22,08	28,26

\*расчёт ВВП сделан на основе законопроекта о федеральном бюджете на 2020–2022 гг.

### 2.3. Материально-техническая база

Материально-техническая база научных организаций, ее состояние и динамика развития определяют уровень проводимых в стране научных исследований. Наличие современного научного оборудования является залогом успеха и мирового лидерства. Это положение наиболее актуально для современной фундаментальной науки, которая характеризуется неразрывностью теоретических и экспериментальных исследований.

Более того, в некоторых передовых областях (например, в материаловедении, нано- и биотехнологиях) сама возможность проведения исследований и получения нового знания в значительной степени зависит от наличия новейшей приборной базы. Обеспеченность научных организаций современным исследовательским оборудованием является одним из главных факторов конкурентоспособности национальной науки.

Наличие современного исследовательского инструментария значительно повышает привлекательность научной деятельности для молодых специалистов, так как обеспечивает возможность получения высоких результатов исследований и, как следствие, карьерный рост и признание. Поэтому оснащенность исследовательского процесса научным оборудованием, отвечающим мировым требованиям, нужно рассматривать в качестве одного из базовых условий привлечения молодежи в научную сферу.

Основной проблемой исследовательской инфраструктуры, является устаревание приборного парка. Особенно это заметно на фоне активно протекающего в зарубежных странах процесса обновления экспериментальной базы и вступления мировой науки в эпоху нового поколения исследовательского оборудования.

Материально-техническая база научных организаций характеризуется показателем фондовооруженности на одного сотрудника, занятого в сфере исследований и разработок. В целом по стране за период 2014–2018 гг. фондовооруженность исследований возросла в 1,55 раза и составила 1 484,7 тыс. руб./ чел., в секторе высшего образования – в 1,14 раза и составила 1 141,7 тыс. руб./чел. При этом фондовооруженность исследователей организаций академического сектора науки снизилась на 9% и составила всего 966,1 тыс. руб./чел.

Аналогичное соотношение сложилось и по параметру техновооруженности, характеризующему приборную базу организаций. К 2018 г. в среднем техновооруженность составила 626,7 тыс. руб./ чел., в университетском секторе – 468,1 тыс. руб./чел., в академическом секторе – 431,7 тыс. руб./чел.

Отставание сектора академической науки и сектора вузовской науки по техновооруженности является одной из важнейших причин, тормозящих получение новых конкурентноспособных результатов в сфере фундаментальных и поисковых исследований для развития реального сектора экономики страны.

Обследование научных и образовательных организаций (4 011 организаций) показало состояние их приборной базы на начало 2019 года:

- полная учетная стоимость машин и оборудования организаций, выполняющих исследования и разработки, достигает 1120 млрд. рублей;
- объем стоимости приборной базы данных организаций составляет 530 млрд рублей, из них:
- стоимость приборной базы ведущих организаций составляет 159,5 млрд. рублей (284 организации).

Коэффициент обновления основных средств в части машин и оборудования в целом по научным и образовательным организациям составляет 6,7% в год, при этом коэффициент обновления основных средств в академическом секторе науки составляет около 5% в год. У 20% указанных организаций выбытие основных средств превышает поступление, что связано с существенным износом оборудования. Коэффициент износа основных средств в части машин и оборудования составляет свыше 67%, а средний возраст используемого оборудования составляет свыше 10 лет.

Это свидетельствует о высокой степени износа научного оборудования в организациях, выполняющих исследования и разработки.

На необходимость модернизации инфраструктуры фундаментальной науки, переоснащения лабораторий, закупку нового оборудования и реактивов для экспериментальных работ указывают 96,2% респондентов, опрошенных в ходе опроса, проведенного РАН в 2019 году.

Современное состояние исследовательской инфраструктуры и обеспеченность ученых научными приборами и оборудованием нельзя признать достаточным для обеспечения конкурентоспособности научных исследований на мировом уровне и решения стратегических задач развития государства. По экспертным оценкам, финансирование материальной базы науки и необходимого инструментария в нашей стране и передовых экономиках в расчете на одного ученого различается в десятки раз. (Таблица 2.3).

**Таблица 2.3.** Некоторые показатели состояния приборного парка академических научных организаций

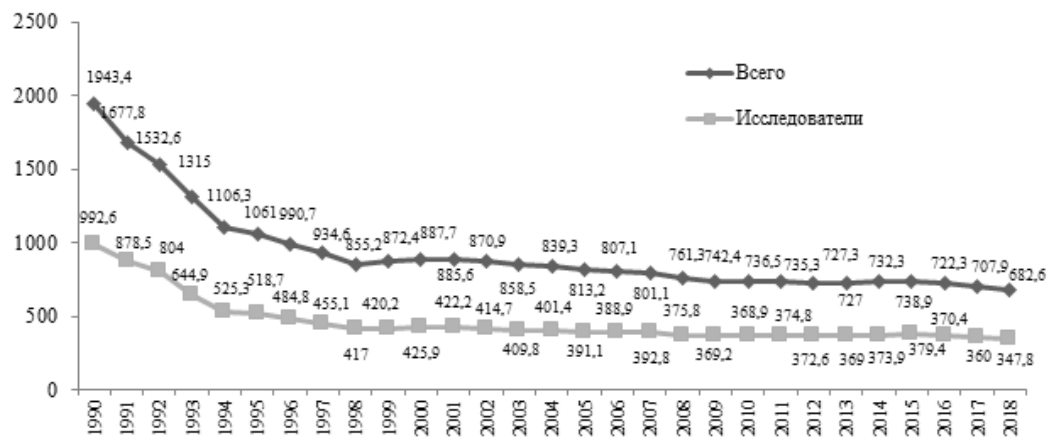
<b>Отделение наук</b>	<b>Фондовооруженность на 1 НС (ср. взвеш. по НС), тыс.руб.</b>	<b>Средний возраст НО по Отделению, лет</b>	<b>Зарубежные лаборатории в ведущих научных центрах, тыс.руб.</b>
Отделение медицинских наук	10 262	9,5	44100 (США)
Отделение физических наук	3 277	12,0	36 900 (Англия)
Отделение химии и наук о материалах	2 584	11,6	37800 (Япония)
Отделение биологических наук	2 445	9,9	22 050 (США)
Отделение наук о Земле	2 243	10,8	34 500 (Германия)
Отделение сельскохозяйственных наук	765	11,8	36 900(Англия)

Еще одной важной проблемой является то, что условиях экономических санкций сокращается возможность закупки некоторых видов научного оборудования за рубежом. По отдельным научным направлениям это может привести к критической ситуации, так как в последнее время развитие материально-технической базы научных организаций происходило в основном за счет импортного оборудования. В то же время в научных организациях страны разработаны современные исследовательские приборы и оборудование. Многие из них существуют в виде действующих демонстрационных макетов или опытных образцов, некоторые выпускаются в единичных экземплярах или мелкими сериями и готовы к тиражированию. По оценкам специалистов, по своим характеристикам в значительном числе случаев они не уступают лучшим зарубежным образцам. Однако имеющийся научно-технический задел не реализуется в виде масштабного выпуска исследовательского оборудования. В результате упускается возможность не только улучшения материально-технической базы российской фундаментальной науки, но и выхода отечественных предприятий на зарубежные рынки высокотехнологичной продукции.

На решение проблем, связанных с недостаточной приборовооруженностью нашей науки, ориентирован национальный проект «Наука», в котором развитие материально-технической и приборной базы определено в качестве одного из приоритетов. К 2024 году планируется обновить не менее, чем на 50% приборную базу ведущих организаций страны, выполняющих исследования и разработки. На это предполагается выделить почти 90 млрд руб. в форме субсидий из федерального бюджета.

## 2.4. Характеристика кадрового потенциала научно-исследовательской сферы

Серьезной проблемой современной российской науки остается сокращение персонала, занятого исследованиями и разработками, которое происходит в результате миграции ученых в разные сферы российской экономики и за рубеж (Рисунок 2.4).



**Рисунок 2.4.** Численность персонала, занятого исследованиями и разработками, и исследователей, тыс. человек

Источник: Росстат.

По данным Росстата, численность персонала, занятого исследованиями и разработками, и исследователей составила в 2018 г. в абсолютном значении 682,6 тыс. человек и 347,8 тыс. человек, соответственно. Это практически в три раза меньше, чем в 1990 г., и на 20% меньше, чем в 2000 г. Сокращение численности персонала составило за период с 1990 по 2018 г. 1260,8 тыс. человек, а исследователей – 644,8 тыс. человек.

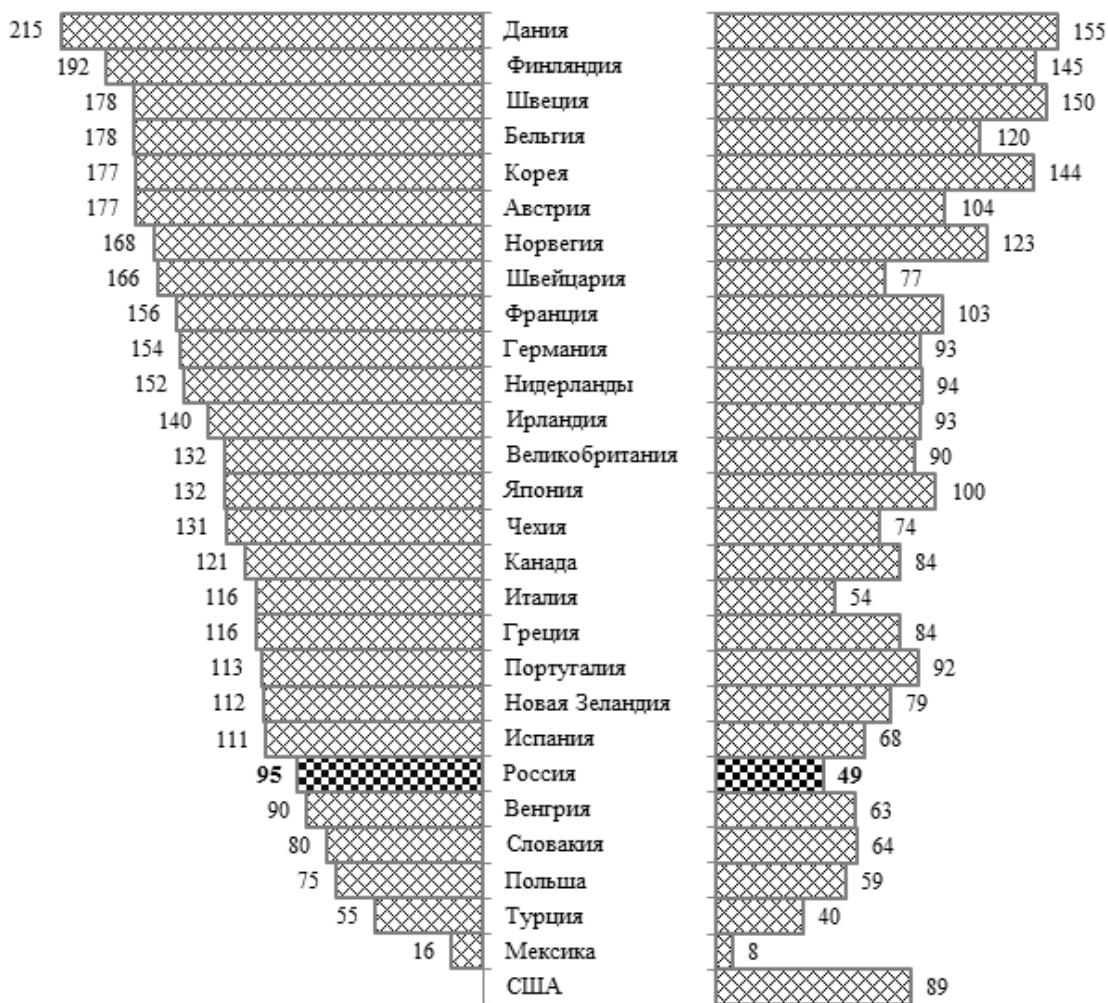
Доля персонала, занятого исследованиями и разработками, в общей численности занятых в экономике сократилась с 2,6% в 1990 г. до 1% к 2019 г. Численность персонала, занятого исследованиями и разработками, в абсолютных цифрах в научных организациях Российской Федерации за 10 лет сократилась примерно на 173 тыс. человек, исследователей – на 70 тыс. человек.



Пока еще абсолютные масштабы кадрового потенциала научно-исследовательской сферы России достаточно велики. Однако по показателю численности персонала, выполняющего научные исследования и разработки, в расчете на 10 000 занятых в экономике (95 человек) Россия занимает одно из последних мест среди стран с развитыми инновационными системами или активно их создающими. Причем это отставание постоянно нарастает, так как практически во всех странах происходит увеличение численности исследователей (рис. 2.4).

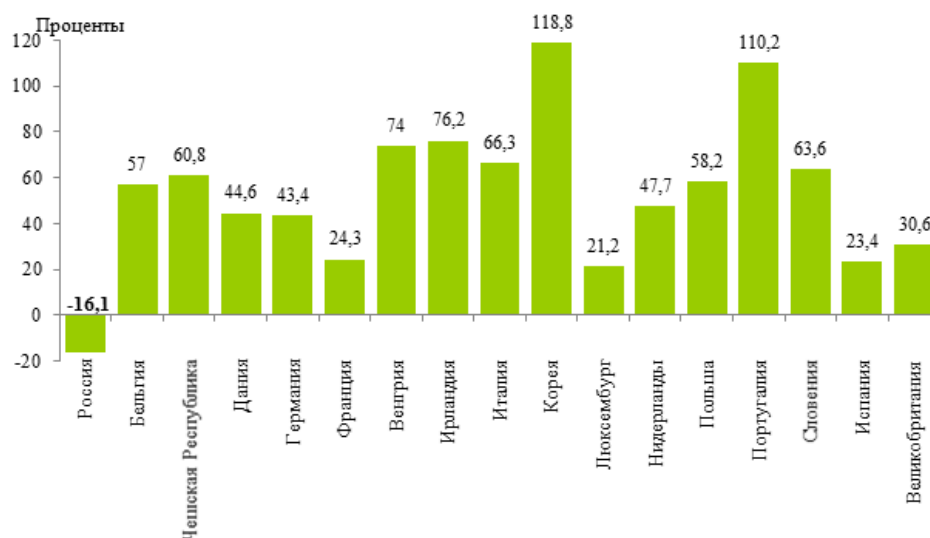
Численность исследователей на 10 000 занятых в экономике России составляет 49 человек, что ниже среднего значения по странам-членам ОЭСР (Рисунок 2.5).

В большинстве стран с развитой рыночной экономикой с начала 2000-х годов численность научных кадров устойчиво увеличивалась (Рисунок 2.6). Особенно значительным этот рост был в Корее, Португалии и Ирландии. В странах с мощными научными системами – Германии, Великобритании и Франции – этот рост был умеренным – порядка 20–40%. Россия является единственным исключением из мирового тренда наращивания кадрового научного потенциала: за 2005–2018 гг. численность персонала, занятого исследованиями и разработками, уменьшилась более чем на 16%.



**Рисунок 2.5.** Численность персонала, занятого исследованиями и разработками, в расчете на 10 тыс. человек, занятых в экономике России и странах ОЭСР, человеко-лет

Источник: Россия (2018 г.) – расчет ИПРАН; страны ОЭСР – представлены в эквиваленте полной занятости, последний год, по которому имеются данные – рассчитано по данным [MSTI].

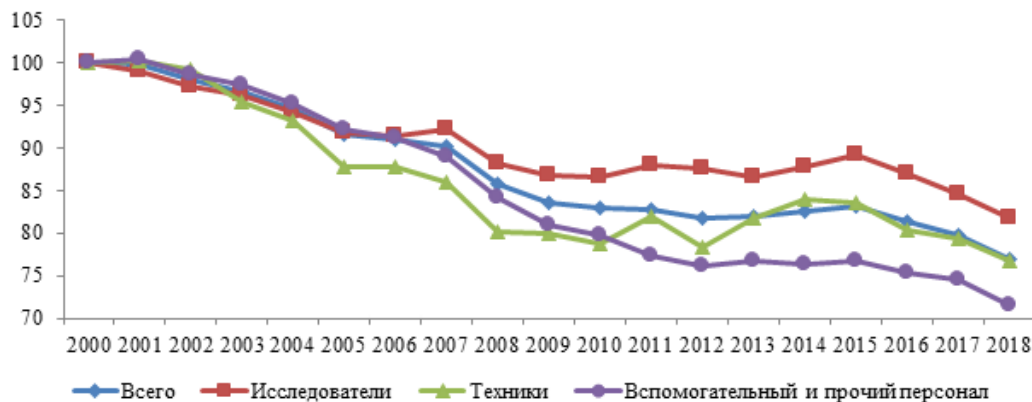


**Рисунок 2.6.** Изменение численности персонала, занятого исследованиями и разработками, в некоторых странах ОЭСР, 2018 г., в % к 2005 г.

Источник: Россия (2018 г.) – расчет ИПРАН; зарубежные страны представлены в ЭПЗ – рассчитано по данным [MSTI].

Российская наука теряет свое главное богатство – интеллектуальный капитал, формирование которого происходило в течение длительного времени. Быстро восполнить эти потери невозможно в силу специфики научного труда, постепенного приобретения исследовательских навыков и сложности адаптации в науке специалистов из других сфер экономики. Поэтому задача увеличения числа исследователей стоит остро на повестке дня в реализации государственной научно-технической политики. Прежде всего, это задача должна решаться посредством увеличения подготовки молодых кадров в системе высшего образования и создания для них условий, стимулирующих закрепление и быстрый профессиональный рост в научной среде. Карьера молодого ученого должна вернуть свою престижность и стать конкурентной среди множества других профессий, предлагаемых в современной рыночной экономике. Эти потребности отражены в национальном проекте «Наука», где подготовке исследовательских кадров посвящен отдельный федеральный проект.

Для рассматриваемого периода тенденция к снижению сохраняется для всех категорий научных кадров. Так, численность исследователей составила в 2018 г. только 81,7% от уровня 2000 г., техников – 76,8%, а вспомогательного и прочего персонала – 71,6% (Рисунок 2.7).



**Рисунок 2.7.** Динамика численности персонала, занятого исследованиями и разработками, по категориям (2000 г. = 100%)

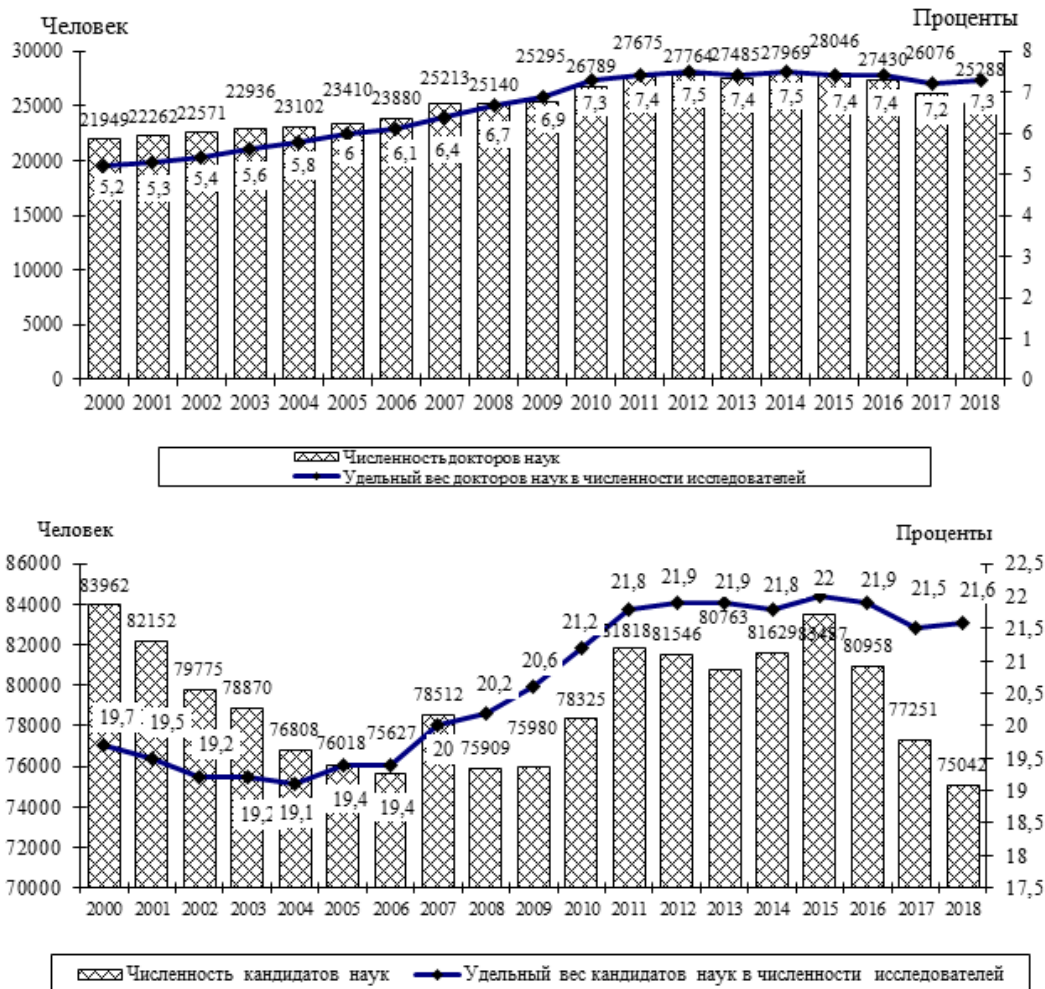
Источник: рассчитано по данным Росстата.

В настоящее время доля исследователей среди всего персонала, занятого исследованиями и работками, составляет 51% и несколько превышает уровень 2000 г. Удельный вес техников не изменился и остается на уровне 8%. Доля вспомогательного и прочего персонала снизилась за этот период с 43,5% до 40,5%.

На фоне снижения уровня занятых в науке наблюдается рост доли исследователей, имеющих ученые степени: с 24,9% в 2000 г. до 28,9% в 2018 г. (Рисунок 2.8). Начиная с 2010 г. рост абсолютной численности докторов и кандидатов наук несколько приостановился и удельный вес исследователей с учеными степенями практически не меняется.

**Возрастная структура исследователей.** Результативность и производительность научных исследований во многом определяется возрастной структурой.

Возрастная структура исследователей остается серьезной проблемой. Нарушились связи между поколениями, обеспечивающие преемственность знаний. Это наглядно отражается (Рисунок 2.9) в уменьшении численности ученых «средних возрастов» от 40 до 60 лет, являющихся основными активными носителями знаний и воспитателями научной молодежи. Несмотря на то, что доля исследователей в возрасте до 29 лет возросла с 2000 г. почти на 7%, такой динамики пока недостаточно для воспроизводства научных кадров.



**Рисунок 2.8.** Исследователи с учеными степенями, человек

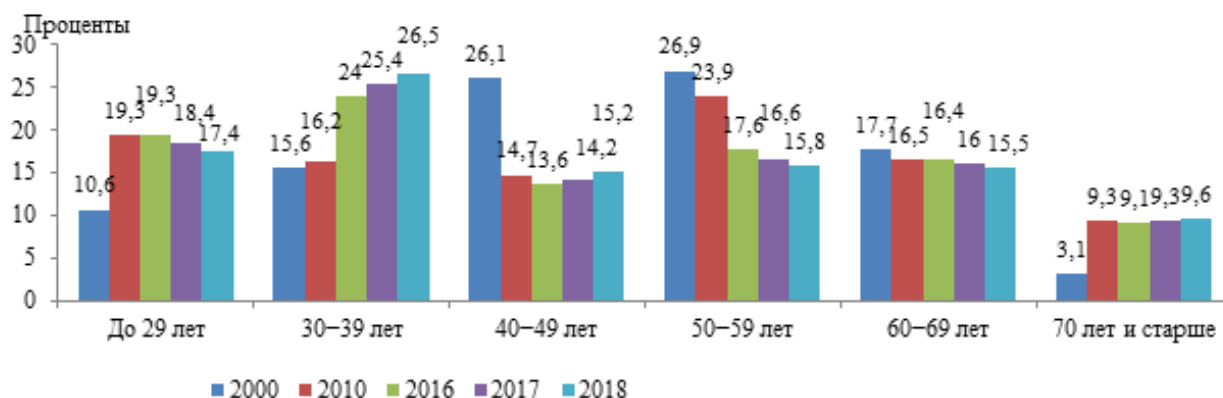
Источник: рассчитано по данным Росстата.

В аспирантуру поступают 2–2,5% выпускников вузов, из которых около половины заканчивают ее (хотя и с опозданием по представлению диссертации). Поскольку общее число выпускников вузов достигает в настоящее время 70–80% от общей численности молодежи соответствующей возрастной группы, аспирантуры России выпускают до 1% подготовленных для научной деятельности работников от общей численности российской молодежи. Это больше простого уровня воспроизводства кадров на уровне ОЭСР (0,76% от экономически активного населения) [Росстат, MSTI].

Основные проблемы наступают в первые годы (десятилетие) пребывания в научной сфере. По различным оценкам, от 30 до 50% молодых людей уходят из науки в более доходные сферы экономики.

Другая проблема – высокие миграционные настроения значительной части выпускников лучших отечественных вузов, достигающие по экспертным оценкам до 20% от общей численности студентов. Причем эти настроения могут обостриться при продолжении кризисных явлений. Динамика возрастной структуры представлена на рисунке 2.9.

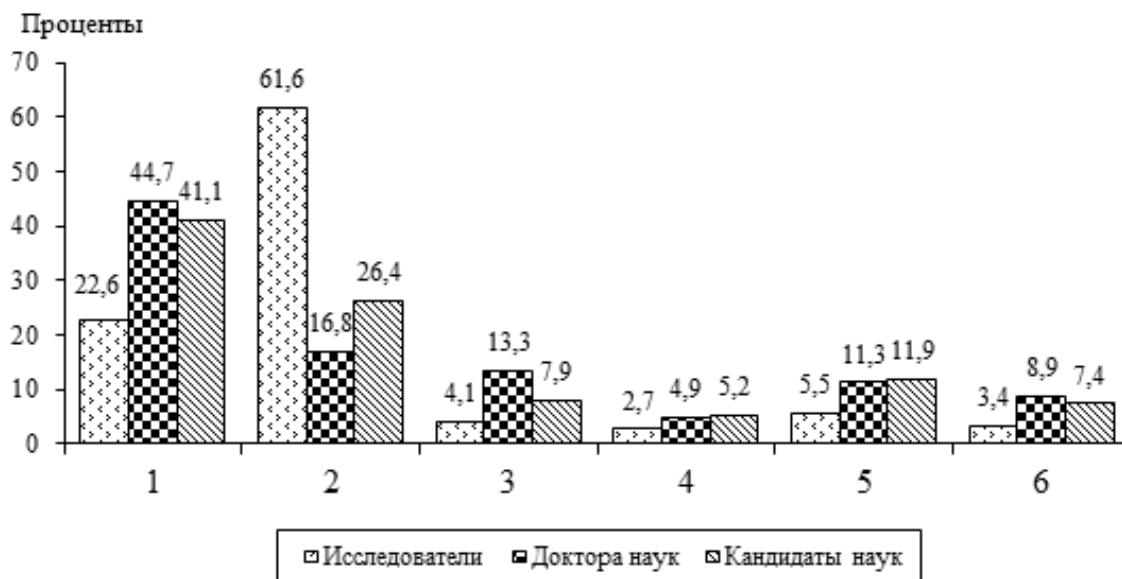
Не способствовала закреплению молодежи в науке и норма Федерального закона от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», согласно которому аспирантура является не первым шагом научной карьеры, а отнесена просто к третьему уровню высшего образования – подготовке научно-педагогических кадров высшей квалификации. В 2019 г. принят новый долгожданный закон, восстанавливающий «научную» аспирантуру как институт подготовки кадров высшей квалификации для науки. Результат его действия ожидается уже в ближайшие годы.



**Рисунок 2.9.** Распределение исследователей по возрастным группам, проценты

Источник: рассчитано по данным Росстата.

Распределение исследователей по областям науки. Отраслевая структура исследователей является наиболее стабильной, не подверженной резким колебаниям характеристик исследовательских кадров. На протяжении многих лет основная часть исследователей традиционно занимается техническими науками: их доля в 2018 г., так же как и в 1990 г., составляла более 60%. В области естественных наук занято около 23% всех российских исследователей, медицинскими науками – 4,1%, общественными и гуманитарными – соответственно 5,5% и 3,4%, а сельскохозяйственными – 2,7% (рисунок 2.10).



#### Области науки:

- |                  |                          |
|------------------|--------------------------|
| 1 – естественные | 4 – сельскохозяйственные |
| 2 – технические  | 5 – общественные         |
| 3 – медицинские  | 6 – гуманитарные         |

**Рисунок 2.10.** Распределение исследователей по областям науки: 2018, %

Источник: рассчитано по данным Росстата.

### 3. Механизмы реализации государственной научно-технической политики

#### 3.1. Основные положения Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 годы)

Проект Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2035 годы) (далее – Программа) разработан в соответствии со ст. 17 Федерального закона Российской Федерации от 27 сентября 2013 г. № 253-ФЗ «О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

В проекте Программы были учтены:

- Федеральный закон Российской Федерации от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике»;
- Федеральный закон Российской Федерации от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации»;
- Стратегия национальной безопасности Российской Федерации, утвержденная Указом Президента Российской Федерации от 31 декабря 2015 г. № 683;
- Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года»;

- Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденная Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642 и поручением Президента Российской Федерации от 15 января 2017 г. № Пр-75 по ее реализации;

- Перечень поручений по итогам заседания Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию, состоявшегося 27 ноября 2018 г.

Указанные документы предопределяют создание эффективной системы наращивания и наиболее полного использования интеллектуального потенциала нации для обеспечения независимости и конкурентоспособности страны, устанавливая, что поддержка фундаментальной науки как системообразующего института долгосрочного развития нации является первоочередной задачей государства.

При этом ставится задача обеспечения парирования вызовов и угроз, обусловленных так называемыми «большими вызовами», определяемыми как «объективно требующая реакции со стороны государства совокупность проблем, угроз и возможностей, сложность и масштаб которых таковы, что они не могут быть решены, устранены или реализованы исключительно за счет увеличения ресурсов».

Важнейшими предпосылками при разработке Программы также являлись следующие обстоятельства.

В Российской Федерации основной массив фундаментальных научных исследований проводится академическими научными организациями, национальными исследовательскими центрами, федеральными ядерными центрами, государственными научными центрами, ведущими университетами, прежде всего, Московским государственным университетом им. М.В. Ломоносова, Санкт-Петербургским государственным университетом, федеральными и национальными исследовательскими университетами.

Основной проблемой организации фундаментальных научных исследований является координация деятельности организаций различной организационно-правовой формы, работающих в рамках различающейся нормативной правовой базы. Исходя из этого, особое внимание при разработке Программы было уделено созданию целостной системы организации фундаментальных научных исследований в Российской Федерации.

Цель Программы: получение новых фундаментальных знаний об основах мироздания, закономерностях развития природы, человека и общества в интересах социально-экономического, научно-технологического развития и обеспечения национальной безопасности Российской Федерации.

Задачи Программы:

- создание междисциплинарного научного задела, обеспечивающего научно-технологический прорыв по приоритетным направлениям науки и техники;

- создание междисциплинарного научного задела, обеспечивающего научно-методологический прорыв в сфере общественно-гуманитарных наук, как важнейшего направления развития современного общества;

- воспроизводство и развитие научных и научно-педагогических кадров, поддержка ведущих научных школ;

- развитие международного научного и научно-технического сотрудничества;

- формирование единой системы управления научно-технологическим комплексом страны.

Принципы формирования и реализации Программы:

- единство требований для исполнителей фундаментальных научных исследований, независимо от ведомственной принадлежности и организационно-правовой формы, с учетом специфики отдельных отраслей науки;

- ресурсная обеспеченность (соответствие финансового, материально-технического и кадрового обеспечения уровню научных задач, стоящих перед конкретными фундаментальными исследованиями);

– охват фундаментальных исследований от естественных до гуманитарных наук, от монодисциплинарных до междисциплинарных форм исследований (индивидуальные, коллективные) на всех их этапах;

– свобода научного поиска (творчества);

– самостоятельность в выборе методов и средств реализации научных проектов, научных исследований и разработок;

– соответствие компетентности и квалификации исполнителей уровню поставленных задач.

Структурно Программа включает 6 подпрограмм, сформулированных с учетом принятых стратегических документов, действующего законодательства и поручений Президента Российской Федерации:

- Аналитические исследования, определение и прогнозирование перспективных и критически важных направлений современной науки, выявление больших вызовов, совершенствование системы стратегического планирования.

- Фундаментальные научные исследования.

- Фундаментальные исследования, проводимые на уникальных научных установках и объектах «мегасайенс».

- Ориентированные фундаментальные исследования по направлениям Стратегии НТР.

- Инициативные фундаментальные научные исследования, финансируемые фондами поддержки научной и научно-технической деятельности и из внебюджетных источников.

- Научные исследования, реализуемые в сфере оборонно-промышленного комплекса в интересах обеспечения обороны и безопасности государства.

В результате реализации Программы предполагается получение следующих результатов:

- создание задела для формирования современной научной и технологической базы социально-экономического развития и обеспечения национальной безопасности страны;

- система подготовки научных кадров высшей квалификации, включающая научную аспирантуру и ведущие научные школы;

- обеспечение единства научно-технологического и образовательного комплекса страны;

- создание системы координации фундаментальных научных исследований в масштабах страны;

- повышение престижа профессии ученого и осведомленности общества о российских научных достижениях.

## **3.2. Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации**

### **3.2.1. Нормативное правовое обеспечение научно-технологического развития**

Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации до 2035 года (Стратегия НТР) утверждена Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642.

В целях реализации Стратегии приняты следующие документы:

План мероприятий по реализации Стратегии НТР на 2017-2019 годы (первый этап), утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 24 июня 2017 г. № 1325-р.

Распоряжением Правительства РФ от 26 сентября 2017 г. № 2048-р в План внесены изменения и дополнения.

Согласно п. 8 Плана в срок до 30.03.2018 г. должно было быть утверждено не менее одной КНТП по каждому приоритету научно-технологического развития Российской Федерации.

Координатором выполнения Плана определено Минобрнауки России.

Ход и результаты выполнения Плана приведены в Приложении 3.

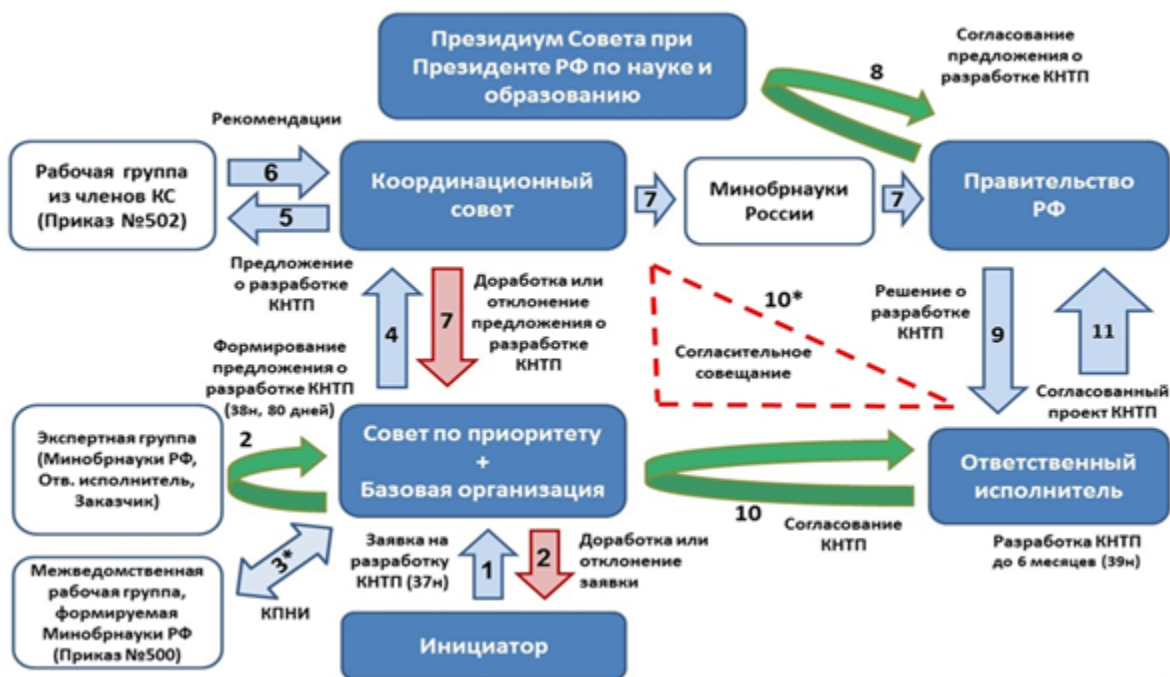
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 17.01.2018 г. № 16 «Об утверждении Положения о создании и функционировании советов по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации».



3. Постановление Правительства Российской Федерации от 01.10.2018 г. № 1168 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации», которым внесены изменения в постановление Правительства Российской Федерации от 17.05.2016 г. № 429 «О требованиях к центрам коллективного пользования научным оборудованием и уникальным научным установкам, которые созданы и (или) функционирование которых обеспечивается с привлечением бюджетных средств, и правилах их функционирования».

4. Постановление Правительства РФ от 07.04.2018 г. № 421 «Об утверждении Правил разработки и корректировки Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации и Правил мониторинга реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».

5. Постановление Правительства Российской Федерации от 19 февраля 2019 г. № 162 «Об утверждении Правил разработки, утверждения, реализации, корректировки и завершения комплексных научно-технических программ полного инновационного цикла и комплексных научно-технических проектов полного инновационного цикла в целях обеспечения реализации приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации» (Рисунок 3.1).



**Рисунок 3.1.** Схема инициирования, разработки и утверждения комплексных научно-технических программ и проектов полного инновационного цикла (КНТП) в соответствии с Постановлением Правительства от 19 февраля 2019 года № 162

В соответствии с принятыми документами срок формирования предложений о разработке КНТП составляет 80 рабочих дней, а разработка КНТП ответственным исполнителем осуществляется в течение 6 месяцев после принятия Правительством Российской Федерации решения о её разработке. Таким образом, с учетом всех рассмотрений, согласований и экспертизы проекта КНТП срок от момента подачи заявки Инициатором на разработку КНТП до её утверждения Правительством Российской Федерации может составлять более 1 года.

6. Приказ Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 23 апреля 2019 г. № 38н «Об утверждении порядка формирования советом по приоритетному направлению научно-технологического развития Российской Федерации совместно с Министерством науки и высшего



образования Российской Федерации и заинтересованными организациями предложений о разработке комплексных научно-технических программ полного инновационного цикла и комплексных научно-технических проектов полного инновационного цикла и порядка направления данным советом указанных предложений в Координационный совет по приоритетным направлениям научно-технологического развития Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию».

7. Постановление Правительства Российской Федерации от 29 марта 2019 г. № 377 «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» (ГПНТР) как одного из основных механизмов реализации Стратегии НТР и Основных направлений деятельности Правительства Российской Федерации на период до 2024 года.

В ГПНТР установлен срок утверждения не менее одной КНТП по каждому приоритету научно-технологического развития Российской Федерации до 31 декабря 2021 г.

8. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 15 августа 2019 г. № 1824-р «Об утверждении Перечня показателей реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, динамика которых подлежит мониторингу».

### **3.2.2. Обеспечение деятельности Координационного совета и Советов по приоритетным направлениям научно-технологического развития**

Российская академия наук обеспечивает деятельность Координационного Совета по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию, а также координацию деятельности Советов по приоритетам в части проведения научной экспертизы программ и проектов и результатов, полученных в ходе их реализации.

За отчетный период проведено 57 заседаний Советов по приоритетам, на которых рассмотрено 93 заявки на разработку КНТП. Из них предварительно одобрено и дорабатываются 37 заявок на разработку КНТП, предусматривающих разработку 207 новых технологий. В стадии подготовки находится более 40 заявок и предложений о разработке КНТП. Результаты работы советов представлены в таблице 3.1.

**Таблица 3.1. Показатели деятельности советов по приоритетам СНТР**

Совет по приоритету	Рассмотрено заявок	Одобрено заявок	Кол-во новых технолог.	Направлено заявок в Коорд. Сов.	Согласовано заявок в Коорд. Сов.
20а	17	8	56	3	2
20б	14	8	66	4	4
20в	7	3	7	1	1
20г	11	7	31	1	1
20д	4	4	12	1	-
20е	35	3	18	1	1
20ж	5	4	17	2	1
Всего	93	37	207	13	10

На 6 заседаниях Координационного совета по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию рассмотрены 16 предложений о разработке КНТП, представленных Советами по

приоритетам, предусматривающих разработку 64 новых технологий на основе результатов фундаментальных научных исследований.

Для экспертизы предложений о разработке КНТП Координационным советом создавались рабочие группы, которые возглавлялись членами Координационного совета.

По результатам рассмотрения поступивших предложений о разработке КНТП на заседаниях Координационного совета были согласованы 10 предложений (6 Комплексных проектов и 4 Комплексные программы):

- КНТП «Иммунотерапия онкологических заболеваний».
- КНТП «Новые композитные материалы: технологии конструирования и производства».
- КНТП «Разработка технологий, систем проектирования, мониторинга и управления тепловым состоянием промышленных и гражданских объектов в условиях Арктики».
- КНТП «Синтетические смазочные материалы для экстремальных условий».
- КНТП «Разработка с последующим освоением производства комплексных систем автономного энергоснабжения на основе электрохимических источников тока высокой мощности с топливными процессорами».
- КНТП «Разработка критических технологий высокоэффективных микрогазотурбинных энергоустановок мощностного ряда 30–200 кВт с апробацией в серийном производстве уникальных узлов базовой установки мощностью 30 кВт для решения актуальных задач энергоснабжения потребителей специального и гражданского назначения в отдаленных регионах страны».
- КНТП «Системы поддержки принятия решений с учетом многофакторных рисков органами государственной власти, бизнес-структурами и международными организациями, основанные на методах искусственного интеллекта».
- КНТП «Создание пилотного производства отечественных белковых компонентов – основы сухих молочных продуктов для питания новорожденных и детей до 6 месяцев».
- КНТП «Глобальные информационные спутниковые системы».
- КНТП «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи твердых полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых продуктов глубокой переработки из угольного сырья, при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения».

Отправлены на доработку в Советы по приоритетам 4 предложения, а 2 поступивших предложения были отозваны самими Советами по приоритетам.

Согласованные Координационным советом предложения о разработке 10 КНТП (Приложение 3) направлены в Минобрнауки России для представления в Правительство Российской Федерации. Эти предложения предусматривают разработку 50 качественно новых технологий на основе результатов фундаментальных научных исследований.

### **3.3. Национальный проект «Наука»**

#### **3.3.1. Основные параметры**

Паспорт национального проекта «Наука» (далее - национальный проект, НП «Наука»), разработанный в соответствии с требованиями Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» (далее – Указ № 204), утвержден президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24 декабря 2018 г. № 16).

Национальный проект включает 3 федеральных проекта:

- ФП.4–1 Развитие научной и научно-производственной кооперации;
- ФП.4–2 Развитие передовой инфраструктуры для проведения исследований и разработок в Российской Федерации;
- Ф.П.4–3 Развитие кадрового потенциала в сфере исследований и разработок.

В 2019 году была сформирована нормативная правовая база НП «Наука» (Приложение 4).

Согласно дополнительным и обосновывающим материалам НП «Наука» и входящим в его состав федеральным проектам, НП «Наука» оказывает влияние на достижение 6 из 9 национальных целей развития Российской Федерации на период до 2024 года, определенных Указом № 204.

**Таблица 3.2.** Вклад национального проекта «Наука» в достижение национальных целей

	<b>Национальные цели развития Российской Федерации</b>	<b>Вклад НП «Наука» в достижение цели %</b>
а	обеспечение устойчивого естественного роста численности населения Российской Федерации	2%
б	повышение ожидаемой продолжительности жизни до 78 лет (к 2030 году – до 80 лет)	2%
в	обеспечение устойчивого роста реальных доходов граждан, а также роста уровня пенсионного обеспечения выше уровня инфляции	–
г	снижение в два раза уровня бедности в Российской Федерации	–
д	улучшение жилищных условий не менее 5 млн семей ежегодно	–
е	ускорение технологического развития Российской Федерации, увеличение количества организаций, осуществляющих технологические инновации, до 50 процентов от их общего числа	15%
ж	обеспечение ускоренного внедрения цифровых технологий в экономике и социальной сфере	5%
з	вхождение Российской Федерации в число пяти крупнейших экономик мира, обеспечение темпов экономического роста выше мировых при сохранении макроэкономической стабильности, в том числе инфляции на уровне, не превышающем 4 процента	2%
и	создание в базовых отраслях экономики, прежде всего в обрабатывающей промышленности и агропромышленном комплексе, высокопроизводительного экспортно ориентированного сектора, развивающегося на основе современных технологий и обеспеченного высококвалифицированными кадрами.	2%

В Приложении 5 представлено, как коррелируют основные направления и меры реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации с задачами и результатами Национального проекта «Наука».

В Таблице 3.3. показаны объемы финансирования национального проекта «Наука», которые в 2019 году составили 50 517,49 млн руб. По итогам 2019 года кассовое исполнение бюджета НП «Наука» было лучшим среди всех нацпроектов – 98,3%.

На 2020 г. на финансирование национального проекта «Наука» предусмотрено 61 318,01 млн руб.

**Таблица 3.3.** Финансовое обеспечение национального проекта «Наука» (млн руб.)

<b>Наименование федерального проекта и источники финансирования</b>	<b>Объем финансового обеспечения по годам реализации</b>						<b>Всего</b>
	<b>2019 г.</b>	<b>2020 г.</b>	<b>2021 г.</b>	<b>2022 г.</b>	<b>2023 г.</b>	<b>2024 г.</b>	
Федеральный проект «Развитие научной и научно-производственной кооперации»	13149,84	24483,63	21613,41	26803,97	43575,65	88083,46	217709,96
в том числе: федеральный бюджет	5724,84	12596,9	7915,08	9790,43	11457,94	12419,86	59905,05
внебюджетные источники	7 425,00	11886,73	13698,33	17013,54	32117,71	75663,60	157804,91

Федеральный проект «Развитие передовой инфраструктуры для проведения исследований и разработок в Российской Федерации»	26270,87	29731,16	43803,83	71732,33	91404,82	87396,91	350339,92
в том числе: федеральный бюджет	20940,47	22495,76	36095,93	58104,43	73346,92	65989,01	276972,51
внебюджетные источники	5 330,40	7235,40	7707,90	13627,90	18057,90	21407,90	73367,40
Федеральный проект «Развитие кадрового потенциала в сфере исследований и разработок»	11096,78	7103,22	11100,00	12510,00	13100,00	13000,00	67910,00
в том числе: федеральный бюджет	11096,78	7103,22	11100,00	12510,00	13100,00	13000,00	67910,00
внебюджетные источники	0	0	0	0	0	0	0

Источник: отчет Счетной палаты Российской Федерации от 19 декабря 2019 г. № ОМ-175/02-04.

### 3.3.2. Научно-образовательные центры мирового уровня

В 2019 г. в рамках НП «Наука» на основе интеграции университетов и научных организаций и их кооперации с организациями, действующими в реальном секторе экономики, созданы первые 5 научно-образовательных центров мирового уровня.

**Таблица 3.4.** НОЦ мирового уровня

Центр	Направления деятельности
Нижегородская область	суперкомпьютерное моделирование, геофизика, экология и генетика
Тюменская область, ХМАО, ЯНАО	нефтегазовая отрасль
Пермский край	горное дело, машиностроение, химическая промышленность, робототехника, интеллектуальный мониторинг и экологическая безопасность в области недропользования
Кемеровская область	восстановление промышленных территорий в регионе, иммунопрепараты, оборудование и медикаменты для кардиохирургии, ГИП-практика
Белгородская область	биотехнологии, селекционно-генетические исследования, разработки в области здорового питания, сквозные инжиниринговые технологии

Утверждены программы их деятельности, правила представления грантов из федерального бюджета на оказание им государственной поддержки.

Советом по реализации Федеральной научно-технической программы развития генетических технологий на 2019–2027 годы определены:

– три центра геномных исследований, которые будут функционировать в форме консорциумов и обеспечат работу по четырем направлениям:

«Биобезопасность и обеспечение технологической независимости», «Генетические технологии для развития сельского хозяйства», «Генетические технологии для промышленной микробиологии» и «Генетические технологии для медицины»:

– Центр геномных исследований мирового уровня по обеспечению биологической безопасности и технологической независимости в рамках Федеральной научно-технической программы развития генетических технологий;

– Курчатовский геномный центр;

– Центр геномных исследований мирового уровня по обеспечению биологической безопасности и технологической независимости.

Создание центров станет основой для реализации первого этапа ФНТП по генетическим технологиям и обеспечит реализацию ее ключевых задач.

Советом по государственной поддержке создания и развития математических центров мирового уровня определены 4 международных математических центра мирового уровня, выполняющих исследования и разработки по актуальным направлениям развития математики, два из которых будут созданы в Москве, по одному в Санкт-Петербурге и Новосибирской области (Математический институт им. В.А. Стеклова РАН, Санкт-Петербургский международный математический институт имени Леонарда Эйлера, Московский центр фундаментальной и прикладной математики, а также Математический центр в Новосибирском Академгородке).

### **3.3.3. Подготовка кадров**

Для подготовки нового поколения молодых ученых в России активную поддержку получают образовательные проекты и инициативы. Гранты выделяются из федерального бюджета для развития специализированных учебных научных центров по начальной подготовке высококвалифицированных кадров (далее – СУНЦ).

В 2019 году поддержано 4 специализированных учебных научных центра. В 2020 г. планируется открытие еще 1 центра. Всего к 2024 г. – 8 СУНЦев.

Финансирование центров в 2019 г. составило 700 млн руб., в 2020 г. – планируется 900 млн руб., в 2021 г. – 1 600 млн руб.

Минобрнауки России оказана грантовая поддержка 4 СУНЦ, созданным на базе Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова, Санкт-Петербургского государственного университета, Новосибирского национального исследовательского государственного университета, Уральского федерального университета имени первого Президента России Б.Н. Ельцина.

В рамках НП «Наука» предусмотрена государственная поддержка центров Национальной технологической инициативы на базе университетов и научных организаций.

Программы развития центров компетенций НТИ направлены на трансляцию фундаментальных научных результатов и идей через реализацию прикладных исследований в конкретные технологии и продукты в интересах российских технологических компаний, обеспечение устойчивой связи между академической средой и индустриальными партнерами посредством совместной деятельности внутри консорциума.

В фокусе внимания – квантовые технологии, искусственный интеллект, технологии интернет-вещей, биосенсоры и биороботы, технологии распределенных реестров и многое другое. Необходимые средства до центров доведены в полном объеме, индустриальные партнёры вовлечены в работу этих организаций.

В 2017 и 2018 годах отобрано 14 центров компетенций НТИ на основе рассмотрения 119 заявок, около 150 научно-исследовательских проектов запущено Центрами:

- 1,9 млрд руб. составляют доходы Центров (преимущественно от проведения исследований);
- 3,8 тыс. специалистов подготовлено по образовательным программам Центров.

### **3.3.4. Обновление приборной базы**

Одной из основных задач Стратегии экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года, утвержденной Указом Президента РФ от 13 мая 2017 года № 208, становится преодоление критической зависимости от импортных поставок научного, экспериментального, испытательного, производственного оборудования, приборов и микроэлектронных компонентов, программных и аппаратных средств вычислительной техники. Доля импортного оборудования достигает 70%, со временем оно стареет, а приобретать новое будет все труднее, а часто и невозможно. В современных условиях применения к России санкций особенно остро встает вопрос импортозамещения по направлению «Научное приборостроение». Выходом из этой ситуации остается поддержка и развитие отечественного научного приборостроения.

Необходимость решения этих проблем определена Указом Президента РФ от 7 мая 2018 г. №204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». Развитие материально-технической и приборной базы науки является одним из приоритетов Национального проекта «Наука». В рамках реализации Национального проекта «Наука» предусматриваются существенные инвестиции в обновление приборной базы в следующих направлениях:

- ФП «Развитие научной кооперации». Создание центров компетенций Национальной технологической инициативы – 10,7 млрд рублей. Создание центров геномных исследований мирового уровня – 11,19 млрд рублей. Создание научных центров мирового уровня, выполняющих исследования и разработки по приоритетам научно-технологического развития – 15,46 млрд рублей;

- ФП «Развитие передовой инфраструктуры». Обновление приборной базы – 89,1 млрд рублей. Строительство мегасайенс установок – 94,02 млрд рублей. Строительство научно-исследовательских судов – 28,17 млрд рублей. Модернизация научно-исследовательских судов – 8,03 млрд рублей. Создание селекционно-семеноводческих и селекционно-племенных центров – 3,68 млрд рублей;

- ФП «Развитие кадрового потенциала». Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий – 17,97 млрд рублей. Федеральная научно-техническая программа развития синхротронных и нейтронных исследований – 12,73 млрд рублей.

Ключевым проектом, направленным на развитие экспериментальной базы, является мероприятие по обновлению приборной базы ведущих организаций, выполняющих исследования и разработки. К ведущим организациям отнесены 284 организации с объемом приборного парка – 159,5 млрд рублей.

В соответствии с паспортом национального проекта «Наука» плановый процент обновления приборной базы ведущих организаций на 2019 год составлял 2%, по результатам мероприятия было обновлено 8% (на 2020 год – 5% (нарастающим итогом), планируется обновить 9%, на 2021 год – 13%, планируется обновить 19%, на 2022 год – 27%, планируется обновить 30%, на 2023 год – 40%, планируется обновить 45%, на 2024 год – 50%, планируется обновить 56%).

Объем финансирования мероприятия по обновлению приборной базы на 2019–2024 года составляет 89 096,56 млн рублей, в том числе на 2019 год – 4 351,16, на 2020 год – 9 843,46, на 2021 год – 15 827,82, на 2022 год – 18 517,27, на 2023 год – 22 542,13, на 2024 год – 18 014,73.

В соответствии с Указом Президента РФ от 07.05.2018 г. № 204. п.10 должна быть решена задача обновления не менее 50 процентов приборной базы ведущих организаций, выполняющих научные исследования и разработки.

Проект постановления Правительства РФ об утверждении правил предоставления грантов в форме субсидии из федерального бюджета на обновление приборной базы, согласованный с РАН (от 5 апреля 2019 г. № 2-10002-8600/201 и направленный Минобрнауки России в Правительство РФ), включал следующие положения:

- п.11. Ведущая организация представляет в Минобрнауки России заявку, включающую программу развития, согласованную с РАН;

- п.20. Непредставление ведущей организацией программы развития, согласованной с РАН в течение 60 дней..., служит основанием для расторжения соглашения.

Однако, в принятом Постановлении Правительства РФ от 30 апреля 2019 г. № 535 оба пункта про экспертизу программ развития организаций РАН были исключены без согласования и информирования РАН о причинах такого решения.

Также в Постановлении Правительства РФ от 27 декабря 2019 г. № 1875 отсутствуют положения об экспертизе программ развития организаций Российской академией наук, что противоречит положениям 253-ФЗ «О Российской академии наук...», и другими нормативными правовыми актами, согласно которым РАН определяется как организация, участвующая в формировании и реализации государственной научно-технической политики, осуществляющей научно-методическое руководство научными организациями и организациями высшего образования, осуществляющая экспертное обеспечение деятельности органов государственной власти.

Тем не менее, Российская академия наук приняла самое активное участие в реализации проекта в 2019 году. В соответствии с постановлением Правительства РФ № 312 все организации 1 категории разработали и согласовали с РАН программы развития, включающие мероприятия по реализации пилотного проекта «Обновление приборной базы ведущих организаций, выполняющих научные исследования и разработки, академического сектора науки».

В 2019 году участие в пилотном проекте приняли 139 ведущих организаций, выполняющих научные исследования и разработки, представляющих академический сектор науки. Гранты в форме субсидий были выделены 111 ведущим организациям.

В рамках реализации федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы» в 2019–2020 годах были поддержаны 30 ЦКП и 11 УНУ на общую сумму: 4 898 млн руб. (из которых РАН поддержаны на 2587,4 млн руб. (19 грантов))

Начиная с 2020 года в мероприятиях по обновлению приборной базы также примут участие вузы, а также ведущие научные организации подведомственные другим ФОИВ – всего 284 организации. Объем бюджетных средств, планируемый к распределению на 2020 год, составляет 9,84 млрд руб.

Российская академия наук принимала активное участие в формировании основных подходов по реализации мероприятия по обновлению приборной базы в 2020–2024 годах.

Задача обновления приборной базы решается в рамках национального проекта «Наука», однако, как отмечалось на заседании межведомственной рабочей группы по направлению «Инфраструктура научных исследований и разработок» Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию (16 января 2020 г.), субсидии выделяются только бюджетным, автономным учреждениям и иным некоммерческим организациям, представляющим, по сути, академическую и вузовскую науку, что является лишь частичным решением проблемы обеспечения материально-технической базы российской науки.

Кроме того исключение из списка претендентов на обновление оборудования научных организаций второй и третьей категории фактически их лишает возможностей к развитию и будет способствовать дальнейшему ухудшению ситуации.

В связи с этим необходимо скорректировать подходы к реализации данного проекта с целью расширения перечня его участников, предусмотрев при этом автоматическое выделение средств на обновление материально-технической базы научным организациям 1-й категории и распределение средств на эти цели на конкурсной основе для реализации перспективных проектов по приоритетным направлениям научно-технологического развития для организаций 2-й и 3-й категорий.

### **3.3.5. Синхротронные и нейтронные исследования**

25 июля 2019 г. принят Указ Президента Российской Федерации «О мерах по развитию синхротронных и нейтронных исследований и инфраструктуры в Российской Федерации», который предусматривает разработку и утверждение Федеральной научно-технической программы развития синхротронных и нейтронных исследований на 2019–2027 годы.

Минобрнауки России разработана федеральная программа, которая в настоящее время проходит межведомственное согласование.

Результаты исследований с использованием синхротронных и нейтронных источников необходимы для создания прорывных технологических решений.

Основные направления исследований, касающихся решения принципиально новых фундаментальных и крупных прикладных задач, объединены в четыре научных направления реализации Программы:

- синхротронные и нейтронные исследования в области материаловедения для развития наукоемких производственных технологий;
- синхротронные и нейтронные исследования в области живых систем, органических и гибридных материалов;

- синхротронные и нейтронные исследования в области социогуманитарных наук;
- развитие ускорительных и реакторных технологий.

### **3.3.6. Установки класса «мегасайенс»**

Создаётся сеть уникальных установок класса «мегасайенс», обладающих не только фундаментальным, но и большим прикладным значением для проведения исследований и разработок.

В завершающей стадии создания находится уникальная научная установка класса «Мегасайенс» – Международный центр нейтронных исследований на базе высокопоточного реактора ПИК. Установка будет введена в строй в 2020 году (ответственный – Национальный исследовательский центр Курчатовский институт), включает 25 новых станций.

К настоящему времени выполнена значительная часть работ по созданию уникальной научной установки класса «Мегасайенс» – Комплекс сверхпроводящих колец на встречных пучках тяжелых ионов – НИКА, установка будет введена в строй в 2022 году (ответственный – Объединённый институт ядерных исследований).

Источник синхротронного излучения 4-го поколения («СКИФ») в центральной Сибири (Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук).

В Протвино будет установлен протонный ускоритель как источник нейтронов испарительно-осколочного типа (Spallation Source).

На установках «Мегасайенс» возможна реализация мероприятий по исследованиям в области лазерного термоядерного синтеза и лазерных технологий, разработки инновационных плазменных технологий и многим другим.

### **3.3.7. Научно-технологическое обеспечение АПК**

Важнейшим блоком национального проекта «Наука» является сельское хозяйство. Создание и обновление передовой научной инфраструктуры сельского хозяйства, включающей селекционно-семеноводческие и селекционно-племенные центры и агробиотехнопарки, будет способствовать импортозамещению, продовольственной безопасности России, а также снизит стоимость и повысит качество сельскохозяйственной продукции для граждан, позволит обеспечить ее экспорт. Разработаны критерии и проведен мониторинг ведущих научных центров, подведомственных Минобрнауки России и Минсельхозу России.

В 2019 году создано 18 селекционно-семеноводческих центров, центров компетенций в области разработки и внедрения современных агробиотехнологий. В настоящее время подготовлен и находится на согласовании в Правительстве Российской Федерации проект постановления о выделении грантов на поддержку селекционно-семеноводческих центров.

В 2019 г. было создано 100 новых лабораторий в сфере сельскохозяйственных наук с привлечением молодых талантливых специалистов, которые составили основу новых лабораторий. Важнейшее направление деятельности этих лабораторий – молекулярно-генетические исследования с целью ускорения селекционного процесса по созданию новых конкурентоспособных отечественных сортов и гибридов различных сельскохозяйственных культур.

Минобрнауки России определены потенциальные субъекты Российской Федерации для создания агробиотехнопарков, куда вошли Рязанская область, Ленинградская область, Пермский край, Белгородская область, Краснодарский край.

### **3.3.8. Лаборатории для молодых ученых**

На 1 января 2020 г. создано 298 новых лабораторий в 177 подведомственных организациях Минобрнауки России, из них 127 лабораторий (42,6%) возглавляют молодые ученые в возрасте до 39 лет. Наибольшее количество лабораторий создано по направлениям: сельскохозяйственные науки (72 лаборатории), биологические науки (52 лаборатории), физические науки (46 лабораторий) и химические науки (30 лабораторий).



### **3.3.9. Развитие кооперации**

В 2019 году в рамках Постановления Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 г. № 218 «Об утверждении Правил предоставления субсидий на развитие кооперации российских образовательных организаций высшего образования, государственных научных учреждений и организаций реального сектора экономики в целях реализации комплексных проектов по созданию высокотехнологичных производств» реализуется 75 проектов, на государственную поддержку которых из федерального бюджета предоставлено 4,4 млрд руб. При этом софинансирование со стороны предприятий реального сектора экономики на эти проекты составило 4,5 млрд руб., из которых 1,4 млрд руб. направлены на выполнение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ (далее – НИОКТР).

В реализации проектов принимают участие 1610 молодых ученых, студентов, аспирантов и инженерно-технических работников в возрасте до 39 лет.

Компаниями реального сектора экономики за годы реализации Постановления Правительства Российской Федерации № 218 «Об утверждении Правил предоставления субсидий на развитие кооперации российских образовательных организаций высшего образования, государственных научных учреждений и организаций реального сектора экономики в целях реализации комплексных проектов по созданию высокотехнологичных производств» привлечено 64,14 млрд руб., что превышает плановый показатель на 14,5%. При этом 21,48 млрд руб. (33,5 %) из общего объема собственных средств привлечены на проведение дополнительных НИОКТР.

На предприятиях созданы 8067 новых рабочих мест, из них 5711 – для молодых специалистов, в том числе в 2019 году – 363 и 194 соответственно. Опубликовано 7091 статья в ведущих научных журналах, из них 1629 – в зарубежных, в том числе в 2019 году 259 и 90 соответственно. Подано 2219 заявок на получение российских и зарубежных патентов, в том числе в 2019 году – 138. Получено 1468 патентов, в том числе в 2019 году – 77.

В реализации Постановления Правительства РФ в выполнении НИОКТР приняли участие более 15 тысяч студентов, аспирантов, молодых ученых и другие молодые специалисты.

### **3.3.10. Инжиниринговые центры**

Проект «Развитие передовой инфраструктуры для проведения исследований и разработок в РФ» – создание инжиниринговых центров на базе университетов.

Центры оказывают инжиниринговые услуги и занимаются продвижением инновационных научно-исследовательских разработок. Сеть инжиниринговых центров имеет широкий региональный охват и действует во всех федеральных округах. Создание инжиниринговых центров позволило увеличить эффективность научной и образовательной деятельности, расширить спектр фундаментальных и прикладных исследований, сформировать высокоэффективную систему подготовки квалифицированных кадров в области инжиниринга, а также обеспечить коммерциализацию и вывод на рынок результатов исследований и разработок.

Выручка инжиниринговых центров в 2019 году превысила 1,9 млрд руб. С помощью центров создано 2 414 рабочих места, в том числе – около 1 800 для специалистов инженерно-технического профиля. Это более 74% от всей штатной численности.

### **Заключение**

В ежегодном послании Президента Российской Федерации (март 2018 г.) научно-технологическое развитие, в том числе ликвидация отставания от стран – технологических лидеров, было определено как один из главных стратегических приоритетов развития России. Тем не менее, несмотря на появление НП «Наука» в числе 13 национальных проектов развития страны на период до 2024 г., в стране не сформулирована целостная государственная научно-технологическая политика, учитывающая интересы государства, общества и бизнеса, ориентированная на решение стратегических задач развития страны.

Анализ состояния российской науки показывает, что, несмотря на проводимые с начала века реформы научной, научно-образовательной и научно-технологической сферы, наука не стала ведущей производительной силой, обеспечивающей высокие темпы социально-экономического развития России, вхождение страны в число стран-технологических лидеров.

За период активных реформ с начала века не были достигнуты основные показатели ни по одному стратегическому документу, определяющему направления развития науки и технологий, не создана национальная инновационная система.

По уровню науки в структуре ВВП Россия существенно уступает лидерам. Если в развитых государствах доля науки в структуре ВВП составляет 2% и более, то в России с начала века этот показатель находится на уровне 1–1,1% и не имеет в текущее время тенденции к росту. Финансирование фундаментальных исследований в процентах к ВВП медленно увеличивается, однако достигнутый показатель 0,17% существенно ниже такового в технологически развитых странах (на уровне 0,4%).

Сложившаяся ситуация отражает экономическую политику, по-прежнему ориентированную, в первую очередь, на ресурсное развитие, при котором снижены потребности в поддержке фундаментальной науки и опережающем развитии высокотехнологического сектора.

Практика управления научными исследованиями не имеет четкого системного характера и индивидуализирована десятками различных государственных структур, что, в частности, приводит к нерациональному использованию ресурсов, направляемых на развитие науки и научно-технологического комплекса страны. Для решения этой проблемы предпринимается консолидация бюджетных средств на поддержку гражданской науки в рамках единой государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие» и вводится единая система оценки результативности научной деятельности организаций независимо от их ведомственной принадлежности.

Особую озабоченность вызывает отсутствие роста вложений в науку со стороны реального сектора экономики – показателя, реально отражающего научно-инновационную активность в современном обществе. В стране создано несколько независимых друг от друга научно-инновационных экосистем, регулируемых отдельными законами. При этом отсутствует единое государственное управление процессом превращения знаний в технологии, которое на основе ясных принципов и правил стимулировало бы научные учреждения доводить результаты до практической значимости, а компании – инвестировать средства в отечественные разработки. Так, в течение трех лет с момента принятия Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации в декабре 2016 года не было начато финансирование ни одного проекта по реализации комплексных научно-технических программ по приоритетным направлениям, хотя советами по приоритетам было подготовлено несколько десятков проектов и программ полного инновационного цикла.

Требуется значительного внимания система подготовки и аттестации научных кадров высшей квалификации. По доле научных сотрудников в полной численности занятого населения (около 0,5%) Российской Федерации заметно отстает от стран – научно-технологических лидеров и нуждается в значительном притоке молодых квалифицированных кадров в науку. Принятый в 2019 г. в ответ на многолетние запросы научного сообщества закон о возвращении «научной» аспирантуры поможет восстановить прежнюю значимость работы над полноценными кандидатскими диссертациями и престиж самого института аспирантуры. Время диктует также возвращение к успешной программе интеграции деятельности организации науки и высшей школы, действовавшей на рубеже веков. Вызывает озабоченность непрекращающиеся попытки девальвации системы государственной аттестации научных кадров путем увеличения числа организаций с правом самостоятельного присуждения научных степеней.

За время, прошедшее после реформы РАН 2013 г., роль и значимость Российской академии наук в научной, научно-технической и социально-экономической жизни страны снизились. Это связано не только с отстранением РАН от управления академическими научными организациями, но и с наделением ее правовым статусом обычного федерального государственного бюджетного учреждения.

Данный статус не позволяет РАН эффективно участвовать в формировании и реализации государственной научно-технической политики.

В настоящее время значительная часть деятельности РАН состоит в осуществлении ежегодной экспертизы десятков тысяч тематических планов, отчетов, программ развития нескольких сотен научных и образовательных организаций страны, подведомственных десяткам ФОИВ. В то же время, экспертиза серьезных государственных программ и проектов, стратегий развития наукоемких отраслей промышленности академией законодательно не предусмотрена. Статус ФГБУ также препятствует РАН выходить на правительственный уровень с крупными инициативными проектами.

В соответствии с Федеральным законом Российской Федерации от 27 сентября 2013 г. № 253-ФЗ, регулирующим деятельность РАН, в основных видах ее деятельности отсутствует проведение научных исследований. Вследствие этого, как это ни парадоксально, РАН де-юре не является научной организацией, не получает госзадание на проведение исследований, а в составе ее научных отделений нет ни одного научного сотрудника. При этом прямые Поручения Президента Российской Федерации о наделении Российской академии наук правом вести научные исследования, об участии Российской академии наук в формировании государственной научно-технической политики и в научном обеспечении системы стратегического планирования не выполняются.

В целом, необходимо заключить, что в последние годы интеллектуальный потенциал РАН оказывается существенно недоиспользуемым. Это отрицательно сказывается как на научно-техническом развитии страны, так и на состоянии самой академии наук, в которой настроения неустребованности для страны в сложный период ее развития становятся все более ощутимыми.

Исходя из изложенного, с целью преодоления негативных тенденций развития науки и научно-технологического комплекса страны, превращения науки в реальное конкурентное преимущество, необходимо в кратчайшие сроки принять следующие меры.

Предложить Госсовету Российской Федерации, Совету Безопасности Российской Федерации совместно с РАН разработать и представить на рассмотрение Президенту Российской Федерации проект «Основы государственной политики развития науки и технологий и формирования национальной инновационной системы на период до 2035 года и дальнейшую перспективу», в котором сформулировать целостную политику научно-технологического развития страны. При этом наука должна быть определена как ведущая производительная сила, а Российская академия наук – как высшая научная и экспертная организация Российской Федерации.

Особое внимание должно быть обращено на восстановление целостности научно-технологического и научно-образовательного пространства страны, системности организации фундаментальных научных исследований как единственного источника знаний для выработки важнейших стратегических решений развития страны, обеспечения её конкурентоспособности, полноправного вхождения в число стран – глобальных лидеров.

Определить Указом Президента Российской Федерации «Основы государственной политики развития науки и технологий и формирования национальной инновационной системы на период до 2035 года и дальнейшую перспективу» в качестве базового документа для разработки и принятия Федерального закона «О государственной научной и научно-технической политике»,

Внести изменения в Федеральный закон Российской Федерации от 27 сентября 2013 г. № 253-ФЗ «О Российской академии наук..», предусмотрев наделение РАН организационно-правовым статусом «Государственная академия» с внесением соответствующих изменений в Гражданский кодекс Российской Федерации.

Наделить РАН правом законодательной инициативы (разработка и внесение в Правительство Российской Федерации проектов законов и иных правовых актов), а также полномочиями надведомственного экспертного органа.

Разрешить РАН в организационно-правовом статусе «Государственная академия» выступать от имени Правительства Российской Федерации вместе с заинтересованными органами государственной власти и госкорпорациями в качестве соучредителя научных организаций.

Законодательно определить следующие основные виды деятельности РАН: проведение научных исследований, координацию работ по восстановлению научного задела в области обороны и национальной безопасности, научное обеспечение стратегического планирования и прогнозирования научно-технологического и социально-экономического развития.

В части совершенствования государственного управления развитием науки и технологий создать в структуре государственной исполнительной власти под руководством заместителя Председателя Правительства Российской Федерации надведомственный орган, отвечающий за реализацию единой государственной политики развития науки и технологий и формирования национальной инновационной системы, обеспечивающий формирование и реализацию стратегических государственных научно-технических программ, подготовку и аттестацию научных кадров высшей квалификации а также ведение реестра финансирования научных исследований.

С целью улучшения контроля использования бюджетных средств, направляемых на развитие научно-технологического комплекса страны, внести изменения в Бюджетный кодекс, предусмотрев специальный раздел бюджетной классификации «Фундаментальные научные исследования, научно-технологическое развитие, формирование национальной инновационной системы.

Разработать механизмы стимулирования бизнеса к участию в развитии отечественных технологий, их внедрению в реальный сектор экономики и формированию новых рынков высокотехнологичной продукции на базе отечественных технологий и наукоемкой промышленности.

Определить долю российской наукоемкой продукции на глобальном рынке как главный показатель научно-технологического развития страны.

Развить систему менеджмента в научных организациях, которая бы эффективно выстраивала внутренние и внешние взаимодействия исследовательских подразделений институтов, содействовала привлечению внебюджетных источников финансирования, развивала партнерские отношения с организациями высшей школы и бизнеса. Проводить пропаганду лучших мировых и отечественных практик в организации крупных комплексных научных и инновационных проектов.

Пересмотреть подходы к оценке научных организаций, в том числе отказаться от библиометрических данных как главных показателей эффективности и результативности научной деятельности, разработать показатели оценки научных организаций с учетом влияния результатов НИР и ОКР на рост ВВП России.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

### **Действующие и разрабатываемые стратегические документы Российской Федерации, регламентирующие развитие науки, и основные нормативные правовые документы, принятые в их развитие**

Доктрина развития российской науки (Указ Президента Российской Федерации от 13.06.1996 г. № 884 в ред. от 23.02.2006 г.).

Стратегия национальной безопасности Российской Федерации (Указ Президента Российской Федерации от 31.12.2015 г. № 683).

Стратегия научно-технологического развития России до 2035 года (Указ Президента РФ от 01.12.2016 г. № 642).

Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 08.12.2011 г. № 2227-р в ред. от 18.10.2018 г.).

Стратегия пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 г. (Распоряжение Правительства Российской Федерации от 13.02.2019 г. № 207-р).

Стратегия экономической безопасности Российской Федерации на период до 2030 года (Указ Президента Российской Федерации от 13.05.2017 г. № 208).

Федеральный закон от 23.08.1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике».

Федеральный закон от 07.04.1999 г. № 70-ФЗ «О статусе наукограда Российской Федерации».

Федеральный закон от 27.07.2010 г. № 220-ФЗ «О национальном исследовательском центре «Курчатовский институт»».

Федеральный закон от 19.07.2007 г. № 139-ФЗ «О Российской корпорации нанотехнологий».

Федеральный закон от 04.11.2014 г. № 326-ФЗ «О Национальном исследовательском центре «Институт имени Н.Е. Жуковского»».

Федеральный закон от 10.11.2009 г. № 259-ФЗ «О Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова и Санкт-Петербургском государственном университете»».

Федеральный закон от 22.07.2005 г. № 116-ФЗ «Об особых экономических зонах в Российской Федерации».

Федеральный закон от 28.09.2010 г. № 244-ФЗ «Об инновационном центре «Сколково».

Федеральный закон от 27.09.2013 г. № 253-ФЗ «О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Федеральный закон от 19.07.2018 г. № 218-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»».

Указ Президента Российской Федерации от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».

Распоряжение Правительства Российской Федерации «О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года» от 17.11.2008 г. № 1662-р (с изменениями на 28.09.2018 г.).

Постановление Правительства Российской Федерации от 18.04.2016 г. № 317 «О реализации Национальной технологической инициативы».

Национальный проект «Наука». Паспорт национального проекта «Наука» (утверждён протоколом заседания президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам от 24.12.2018 г. № 16).

Поручения Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию.

Решения Координационного совета по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации.

Постановление Правительства Российской Федерации от 29.03.2019 г. № 377 «Об утверждении Государственной программы научно-технологического развития Российской Федерации».

Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (проект).

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

### Научное обеспечение национальных проектов

Национальный проект	Наука в национальном проекте
«Здравоохранение»	Мероприятия научного обеспечения Минздравом России отнесены к нацпроекту «Наука»
«Образование»	Предусмотрен комплекс мероприятий, опирающийся на научные достижения: внедрение на уровнях основного общего и среднего общего образования новых методов обучения и воспитания, образовательных технологий, обеспечивающих освоение обучающимися базовых навыков и умений, повышение их мотивации к обучению и вовлеченности в образовательный процесс,

«Демография»	Предусмотрены мероприятия, опирающиеся на научные достижения: разработка и внедрение системы мониторинга за состоянием питания различных групп населения в регионах, основанная на результатах научных исследований в области нутрициологии, диетологии и эпидемиологии, во взаимосвязи здоровья населения со структурой питания и качеством пищевой продукции. Должно быть создано 5 научно-методических образовательных центров по вопросам здорового питания в регионах на базе учреждений Роспотребнадзора и ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии»
«Культура»	Нет
«Безопасные и качественные автомобильные дороги»	Использование новых технологий и материалов, включенных в Реестр новых и наилучших технологий.
«Жилье и городская среда»	Нет
«Экология»	Научно-методическое обеспечение реализации мероприятий по сохранению озера Байкал, оздоровлению Волги, научно-методическое и информационно-аналитическое обеспечение подготовки программ сохранения биоразнообразия коммерческих организаций и т.п.
«Наука»	Есть
«Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы»	Нет
«Производительность труда и поддержка занятости»	Должны быть разработаны федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования по направлениям: «бережливое производство», «научная организация труда» и других.
«Международная кооперация и экспорт»	Нет
«Цифровая экономика Российской Федерации»	Создание международных научно-методических центров для реализации передовых исследований, изучения и распространения лучших мировых практик подготовки, переподготовки и стажировки продвинутых кадров цифровой экономики в областях математики, информатики, технологий, грантовая поддержка коммерчески ориентированных научно-технических проектов в области «сквозных» цифровых технологий, подготовка высококвалифицированных кадров для цифровой экономики.
«Комплексный план модернизации и расширению магистральной инфраструктуры»	Нет

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3

#### Предложения о разработке КНТП, согласованные Координационным советом КНТП «Иммунотерапия онкологических заболеваний» (Приоритет 20в)

В рамках данной КНТП предусмотрена разработка и исследования веществ химической и биологической природы, а также вирусов, на основе которых будут разработаны лекарственные препараты с потенциалом применения для иммунотерапии онкологических заболеваний (в монотерапии или в комбинации с существующими иммунотерапевтическими препаратами). Разработка диагностических подходов, позволяющих выявить пациентов с максимальной вероятностью достижения

эффекта иммунотерапии, а также определить показания к назначению комбинаций иммунотерапевтических препаратов с различными механизмами действия.

Заказчик: АО «БИОКАД».

Ответственный исполнитель-координатор: Минздрав России.

Соисполнители: Минобрнауки России, Минпромторг России.

**КНТП «Новые композитные материалы: технологии конструирования и производства» (Приоритет 20а)**

В рамках данной КНТП предусмотрена разработка ключевых компетенций и базовых технологий по Подпрограммам «Новые химические компоненты, полимерные композиционные материалы, и изделия из них» и «Композиционные материалы с мультиграфеновыми наполнителями и другими двухмерными структурами». Планируется реализация моделирования технологических процессов изготовления композиционных изделий и поддержка их функционирования на всех этапах жизненного цикла. Будут развиты специализированные отраслевые решения в области композиционных материалов для различных сфер отраслевого применения, в том числе в аэрокосмического сектора, судостроения, строительства, нефтегазовой отрасли, энергетики, включая атомную, автомобилестроении, промышленности, развитие новых отраслевых применений.

Заказчики: ГК «Росатом», ГК «Ростех», ГК «Роскосмос», АО «Концерн ВКО «Алмаз-Антей» и др.

Ответственный исполнитель-координатор: Минпромторг России.

Соисполнители: Минобрнауки России, Минэкономразвития России, Минстрой России, Минэнерго России.

**КНТП «Разработка технологий, систем проектирования, мониторинга и управления тепловым состоянием промышленных и гражданских объектов в условиях Арктики» (приоритет 20а)**

В рамках КНТП предусмотрена разработка новых материалов для систем антиобледенения, греющих кабелей, а также теплоизоляционных материалов различного назначения. Разработка новых элементов систем регулирования технического и теплового состояния промышленных и гражданских инфраструктурных объектов для работы в специальных средах, способных применяться в особых климатических условиях, в т. ч. в Арктике.

Заказчик: ОКБ «Гамма».

Ответственный исполнитель-координатор: Минпромторг России.

Соисполнитель: Минобрнауки России.

**КНТП «Синтетические смазочные материалы для экстремальных условий» (Приоритет 20б)**

В рамках КНТП предусмотрено создание линеек универсальных смазочных материалов (масел и пластичных смазок) на основе синтетических базовых масел различной природы и пакетов присадок отечественного производства, обладающих повышенными технико-экономическими характеристиками, позволяющими обеспечить надежную и эффективную работу техники в экстремальных условиях (Арктика и Крайний Север).

Заказчик: ПАО «Татнефть».

Ответственный исполнитель-координатор: Минпромторг России.

Соисполнители: Минэнерго России, Минобрнауки России.

**КНТП «Разработка с последующим освоением производства комплексных систем автономного энергоснабжения на основе электрохимических источников тока высокой мощности с топливными процессорами» (Приоритету 20б)**

В рамках КНТП предусмотрено создание электрохимических генераторов мощностью 3–100 кВт на низкотемпературных топливных элементах с жидкостным охлаждением. Создание с последу-

ющим освоением производства комплексной платформы энергоснабжения для автономной и распределенной энергетики, представляющей собой модульную систему электропитания на основе электрохимического генератора высокой мощности, топливного процессора и накопителя энергии, работающей на широкодоступном топливе.

Заказчики: АО «ГК Инэнерджи», ОАО «Концерн «Созвездие».

Ответственный исполнитель-координатор: Минпромторг России.

Соисполнители: Минэнерго России, Минобрнауки России.

**КНТП «Разработка критических технологий высокоэффективных микрогазотурбинных энергоустановок мощностного ряда 30–200 кВт с апробацией в серийном производстве уникальных узлов базовой установки мощностью 30 кВт для решения актуальных задач энергоснабжения потребителей специального и гражданского назначения в отдаленных регионах страны» (Приоритет 20б)**

В рамках КНТП предусмотрено создание современной научно-технологической базы для освоения промышленного производства микрогазотурбинных энергоустановок мощностного ряда 30–200 кВт, устранение зависимости объектов энергетической инфраструктуры специального и гражданского назначения от импортного оборудования, диверсификация производства ПАО «НПО «Алмаз» на серийное производство электростанций специального и гражданского применения для энергоснабжения широкого спектра потребителей в отдаленных регионах страны.

Заказчик: ПАО НПО «Алмаз» им. Академика А.А. Расплетина.

Ответственный исполнитель-координатор: Минпромторг России.

Соисполнители: Минэнерго России, Минобрнауки России.

**КНТП «Системы поддержки принятия решений с учетом многофакторных рисков органами государственной власти, бизнес-структурами и международными организациями, основанные на методах искусственного интеллекта» (Приоритет 20ж)**

В рамках КНТП предусмотрено создание многоуровневого аппаратно-программного комплекса управления финансово-криминогенными рисками, основанного на централизации обработки больших массивов данных и использовании системы машинно-читаемых онтологий предметных областей, а также разработка сквозной технологии автоматического сопровождения процесса управления рисками.

Заказчики: ТКБ Банк, Абсолют Банк.

Ответственный исполнитель-координатор: Росфинмониторинг.

Соисполнитель: Минобрнауки России.

**КНТП «Создание пилотного производства отечественных белковых компонентов – основы сухих молочных продуктов для питания новорожденных и детей до 6 месяцев» (Приоритет 20г)**

В рамках КНТП предусмотрено создание аналога сыворотки молочной деминерализованной (использование смеси коровьего молока и молозива вместо подсырной сыворотки), а также получение продукта с улучшенными свойствами за счет научных решений по элиминации патогенной флоры с сохранением активности сывороточных белков и по удалению погибших патогенов с извлечением активного сывороточного белка.

Заказчики: АО «Инфаприм».

Ответственный исполнитель-координатор: Минсельхоз России.

Соисполнитель: Минобрнауки России.

**КНТП «Глобальные информационные спутниковые системы» (Приоритет 20е)**

В рамках КНТП предусмотрено создание перспективных космических комплексов и систем, на



базе которых будут реализованы информационные услуги и сервисы: персональная связь, широкополосный доступ к сетям общего пользования, телевизионное и радиовещание, телематические и мультисервисные платформы, системы мониторинга транспорта, контроль и управление беспилотными объектами и транспортной инфраструктурой, навигационное обеспечение, экологический мониторинг, контроль наземных, воздушных и морских объектов, мониторинг хозяйственного земле- и водопользования, сельское хозяйство, ГИС-сервисы, управление технологическими процессами, поиск природных ресурсов, образование, геодезия и картография, создание высокоточных карт и др.

Заказчики: АО «ИСС», АО «НПО им. С.А. Лавочкина», АО «СС «Гонец», АО «Газпром Космические системы», ФГУП «Космическая связь», АО «Зонд-Холдинг» и др.

Ответственный исполнитель-координатор: ГК «Роскосмос».

Соисполнитель: Минобрнауки России.

**КНТП «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи твердых полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых продуктов глубокой переработки из угольного сырья, при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения» (Приоритет 206)**

В рамках КНТП предусмотрено создание комплекса технологий, повышающих эффективность угледобычи и переработки, обеспечивающих высокий уровень промышленной безопасности и экологии, снижающих риски профессиональных заболеваний, а так же формирование эффективной системы управления синхронизацией процессов исследований, инноваций, производства и вывода на рынок на основе партнерства научных организаций и бизнеса, тесной кооперации проектов, входящих в научно-образовательный центр «Кузбасс».

Заказчики: АОХК «СДС-Уголь», ООО «Стройсервис», АО «УК «Кузбассразрезуголь», ООО «Техноэко», ООО «Сибирь Энерго», ЗАО «Неокор» и другие индустриальные партнеры.

Ответственный исполнитель-координатор: Минэнерго России.

Соисполнители: Минборнауки России, Правительство Кемеровской области – Кузбасса.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 4

### Перечень нормативно-правовых актов по реализации национального проекта «Наука»

№ п/п	Наименование нормативных правовых актов
1.	Постановление Правительства Российской Федерации от 30 апреля 2019 г. № 537 «О мерах государственной поддержки создания и развития научно-образовательных центров мирового уровня на основе интеграции образовательных организаций высшего образования и научных организаций и их кооперации с организациями, действующими в реальном секторе экономики» вступившего в силу 16 мая 2019 г.
2.	Постановление Правительства Российской Федерации от 30 апреля 2019 г. № 538 «О мерах государственной поддержки создания и развития научных центров мирового уровня»
3.	Постановление Правительства Российской Федерации от 8 мая 2019 г. № 575 «Об утверждении правил предоставления грантов в форме субсидий из федерального бюджета на развитие сети специализированных учебных научных центров по начальной подготовке высококвалифицированных кадров для инновационного развития России»
4.	Постановление Правительства Российской Федерации от 31 мая 2019 г. № 688 «О предоставлении из федерального бюджета субсидий на перевооружение объекта капитального строительства «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»»

5.	Постановление Правительства Российской Федерации от 3 мая 2019 г. № 556 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 27 марта 2018 г. № 332 и признании утратившим силу постановления Правительства Российской Федерации от 21 марта 2016 г. № 217»
6.	Постановление Правительства Российской Федерации от 8 мая 2019 г. № 576 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 г. № 220 «О мерах по привлечению ведущих ученых в российские образовательные организации высшего образования, научные учреждения и государственные научные центры Российской Федерации в рамках подпрограммы «Институциональное развитие научно-исследовательского сектора» государственной программы Российской Федерации «Развитие науки и технологий» на 2013 - 2020 годы»
7.	Постановления Правительства Российской Федерации от 29 апреля 2019 г. № 526 «Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета федеральному государственному бюджетному учреждению «Российский фонд фундаментальных исследований» субсидий в соответствии с абзацем вторым пункта 1 статьи 78.1 Бюджетного кодекса Российской Федерации»
8.	Постановление Правительства Российской Федерации от 8 июня 2019 г. № 744 (внесение изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 8 апреля 2009 г. № 312 «Об оценке и о мониторинге результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения»)
9.	Постановление Правительства Российской Федерации от 30 апреля 2019 г. № 535 «Об утверждении Правил предоставления грантов в форме субсидии из федерального бюджета на реализацию в 2019-2021 годах мероприятий, направленных на обновление приборной базы, предусмотренное пилотным проектом «Обновление приборной базы ведущих организаций, выполняющих научные исследования и разработки, академического сектора науки» в рамках федерального проекта «Развитие передовой инфраструктуры для проведения исследований и разработок в Российской Федерации» национального проекта «Наука»
10.	Постановление Правительства Российской Федерации от 8 июля 2019 г. № 870 «О совете по государственной поддержке создания и развития математических центров мирового уровня»
11.	Постановление Правительства Российской Федерации от 8 июля 2019 г. № 869 «О совете по государственной поддержке создания и развития научных центров мирового уровня, выполняющих исследования и разработки по приоритетам научно-технологического развития»
12.	Распоряжения Правительства Российской Федерации от 17 июля 2019 г. № 1513-р «Об утверждении состава Совета по государственной поддержке создания и развития математических центров мирового уровня»
13.	Постановление Правительства Российской Федерации от 21 июня 2019 г. № 789 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 г. № 218 и признании утратившими силу отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации»
14.	Постановление Правительства Российской Федерации от 20 июля 2019 г. № 945 «О Совете научно-образовательных центров мирового уровня»
15.	Распоряжение Правительства Российской Федерации от 14 августа 2019 г. № 1800-р «Об утверждении состава Совета научно-образовательных центров мирового уровня»
16.	Распоряжение Правительства Российской Федерации от 15 августа 2019 г. № 1823-р «Об утверждении состава совета по государственной поддержке создания и развития научных центров мирового уровня, выполняющих исследования и разработки по приоритетам научно-технологического развития»

## ПРИЛОЖЕНИЕ 5

### Корреляция целей и задач Стратегии НТР и национального проекта «Наука»

№ пункта Стратегии НТР	Основные направления и меры реализации государственной политики в области НТР РФ, определенные Стратегией НТР	Задачи и результаты НП «Наука»
31.	Кадры и человеческий капитал. Создание возможностей для выявления талантливой молодежи, построения успешной карьеры в области науки, технологий, инноваций и развитие интеллектуального потенциала достигаются путем:	Формирование целостной системы подготовки и профессионального роста научных и научно-педагогических кадров, обеспечивающей условия для осуществления молодыми учеными научных исследований и разработок, создания научных лабораторий и конкурентоспособных коллективов (Задача 1 ФП 4.3.).
	а) долгосрочного планирования и регулярной актуализации приоритетных научных, научно-технических проектов, позволяющих формировать конкурентоспособные коллективы, объединяющие исследователей, разработчиков и предпринимателей;	Поддержаны научные проекты по приоритетам научно-технологического развития, не менее 50 процентами, из которых руководят молодые перспективные исследователи (пункт 1.2 ФП 4.3).
	б) усиления роли репутационных механизмов в признании научной квалификации и заслуг исследователей, повышения авторитета ученых в обществе;	Усовершенствованы механизмы обучения в аспирантуре по программам подготовки научных и научно-педагогических кадров, предусматривающие, в том числе, специальную грантовую поддержку выполняемого научного или научно-технического проекта (пункт 1.1 ФП 4.3). Количество лиц, включенных в кадровый резерв на замещение должностей руководителей и заместителей руководителей научных и образовательных организаций и прошедших обучение по программам подготовки управленческих кадров, составляет нарастающим итогом не менее 1150 человек (пункт 1.6 ФП 4.3). Доля аспирантов, представивших к защите диссертацию на соискание ученой степени кандидата наук при освоении программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, должна быть увеличена в 2024 году не менее чем в 2,1 раза. Доля диссертаций, основные научные результаты которых должны быть опубликованы не менее чем в 2 статьях в научных журналах, индексируемых в международных базах данных, от общего количества успешно защищенных диссертаций в 2024 отчетном году составит не менее 30%. Не менее 3 000 молодых исследователей и обучающихся приняли участие в реализуемых научными центрами мирового уровня, созданными в 2020 и 2021 годах, образовательных, научных и (или) научно-технических программах и проектах в отчетном году (пункт 2.12 ФП 4.1).
	в) развития современной системы научно-технического творчества детей и молодежи;	
	г) адресной поддержки молодых ученых и специалистов в области научной, научно-технической и	Поддержаны не менее 1000 молодых перспективных исследователей в рамках стимулирования

	инновационной деятельности, результаты работы которых обеспечивают социально-экономическое развитие России;	внутрироссийской академической мобильности с учетом задач пространственного развития Российской Федерации и опережающего развития приоритетных территорий (пункт 1.9 ФП 4.3).
	д) создания конкурентной среды, открытой для привлечения к работе в России ученых мирового класса и молодых талантливых исследователей, имеющих научные результаты высокого уровня, а также создания новых исследовательских групп, ориентированных в том числе на конвергенцию областей знаний и сфер деятельности;	Увеличена доля молодых исследователей, работающих в организациях, ведущих исследования и разработки, в эквиваленте полной занятости на 25 процентов (пункт 1.10) Созданы новые лаборатории, не менее 30 процентами, из которых руководят молодые перспективные исследователи (пункт 1.5 ФП 4.3).
32.	Инфраструктура и среда. Создание условий для проведения исследований и разработок, соответствующих современным принципам организации научной, научно-технической и инновационной деятельности и лучшим российским практикам, обеспечивается путем:	Создание научных центров мирового уровня, включая сеть международных математических центров и центров геномных исследований (задача 2 ФП 4.1.). Развитие передовой инфраструктуры научных исследований и разработок, инновационной деятельности, включая создание и развитие сети уникальных установок класса «мегасайенс» (задача 2 ФП 4.2).
	а) развития за счет средств федерального, регионального и местного бюджетов, а также частных инвестиций инфраструктуры и поддержки функционирования центров коллективного пользования научно-технологическим оборудованием, экспериментального производства и инжиниринга;	Обновление не менее 50 процентов приборной базы ведущих организаций, выполняющих научные исследования и разработки. (задача 1 ФП 4.2).
	б) поддержки создания и развития уникальных научных установок класса «мегасайенс», крупных исследовательских инфраструктур на территории Российской Федерации;	Завершено создание первого этапа исследовательской инфраструктуры уникальных научных установок класса «мегасайенс»: Источник синхротронного излучения четвертого поколения (ИССИ-4), Сибирский кольцевой источник фотонов (СКИФ), проведены первые международные научные исследования (пункт 2.13 ФП 4.2).
	в) доступа исследовательских групп к национальным и международным информационным ресурсам;	Введена в эксплуатацию единая цифровая платформа научного и научно-технического взаимодействия, организации и проведения совместных исследований в удаленном доступе, в том числе с участием зарубежных ученых (п.2.7 ФП 4.1). Введена в эксплуатацию цифровая система управления сервисами научной инфраструктуры коллективного пользования (в том числе ЦКП, УНУ), предоставляющая безбарьерный доступ исследователям к заказу услуг с использованием инфраструктуры (пункт 1.4 ФП 4.2).
	г) отказа от излишней бюрократизации, а также упрощения процедур закупок материалов и образцов для исследований и разработок;	Отказ от излишней бюрократизации, упрощение процедур закупок материалов и образцов для исследований и разработок (последний абзац пункта 1.4 ФП 4.2).
	д) участия российских ученых и исследовательских групп в международных проектах, обеспечивающих доступ к новым компетенциям и (или) ресурсам организации исходя из национальных интересов Российской Федерации;	Созданы не менее 6 научных центров мирового уровня, выполняющих исследования и разработки по приоритетам научно-технологического развития с участием российских и зарубежных ведущих ученых (пункт 2.11 ФП 4.1).

		<p>Количество российских и зарубежных ведущих ученых, работающих в научных центрах мирового уровня совместно с учеными из других научных организаций Российской Федерации по каждому из направлений исследований и разработок научных центров мирового уровня, созданных в 2020 и 2021 годах, увеличено в 1,3 раза в отчетном году, в том числе:</p> <p>в 2023 году – не менее чем 1,4 раза для научных центров мирового уровня, созданных в 2020 году (пункт 2.13 ФП 4.1).</p> <p>Начато проведение международных научных исследований на уникальной научной установке класса «мегасайенс» – Комплекс сверхпроводящих колец на встречных пучках тяжелых ионов NICA</p> <p>в 2024 году – не менее чем в 1,2 раза для научных центров мирового уровня, созданных в 2021 году (п.2.13 ФП 4.1).</p>
	е) развития сетевых форм организации научной, научно-технической и инновационной деятельности, в том числе исследовательских, инженерно-производственных консорциумов, кластерных форм развития высокотехнологичного бизнеса;	Создана и функционирует единая сеть, включающая в себя не менее 15 НОЦ мирового уровня (научные центры мирового уровня), не менее 14 центров компетенции Национальной технологической инициативы (далее – НТИ) и иные исследовательские центры, участвующие в достижении целей национальных проектов и обеспечивающие решение задач СНТР и пространственного развития Российской Федерации (пункт 1.9 ФП 4.1).
	ж) поддержки отдельных территорий (регионов) с высокой концентрацией исследований, разработок, инновационной инфраструктуры, производства и их связи с другими субъектами Российской Федерации в части, касающейся трансфера технологий, продуктов и услуг.	Функционирует не менее 5 агробиотехнопарков, каждый из которых обеспечивает годовую выручку не менее 1 млрд руб. в год в отчетном году (пункт 2.15 ФП 4.2).
33.	Взаимодействие и кооперация. Формирование эффективной системы коммуникации в области науки, технологий и инноваций, повышение восприимчивости экономики и общества к инновациям, развитие наукоемкого бизнеса, достигаются путем:	Создание не менее 15 научно-образовательных центров (НОЦ) мирового уровня на основе интеграции университетов и научных организаций и их кооперации с организациями, действующими в реальном секторе экономики (задача 1 ФП 4.1).
	а) создания условий, обеспечивающих взаимовлияние науки и общества посредством привлечения общества к формированию запросов на результаты исследовательской деятельности;	
	б) формирования инструментов поддержки трансляционных исследований и организации системы технологического трансфера, охраны, управления и защиты интеллектуальной собственности, обеспечивающих быстрый переход результатов исследований в стадию практического применения;	Созданы 14 центров компетенций Национальной технологической инициативы (далее – НТИ), обеспечивающих формирование инновационных решений в области «сквозных» технологий (пункт 1.2 ФП 4.1).
	в) системной поддержки взаимодействия крупных компаний и органов государственной власти Российской Федерации с малыми и средними инновационными, научными и образовательными органи-	

	зациями, а также их вовлечения в технологическое обновление отраслей экономики и создание новых рынков;	
	г) создания системы государственной поддержки национальных компаний, обеспечивающей их технологический прорыв и занятие устойчивого положения на новых, формирующихся рынках, в том числе в рамках Национальной технологической инициативы;	В разработку технологий, продуктов, услуг в рамках реализации проектов НОЦ и НТИ вовлечены не менее 250 крупных или средних российских компаний, работающих на соответствующих рынках наукоемких технологий, продуктов, услуг (пункт 1.3 ФП 4.1).
	д) реализации информационной политики, направленной на развитие технологической культуры, инновационной восприимчивости населения и популяризацию значимых результатов в области науки, технологий и инноваций, достижений выдающихся ученых, инженеров, предпринимателей, их роли в обеспечении социально-экономического развития страны.	
34.	Управление и инвестиции. Формирование эффективной современной системы управления в области науки, технологий и инноваций, обеспечение повышения инвестиционной привлекательности сферы исследований и разработок достигаются путем:	
	а) гармонизации государственной научной, научно-технической, инновационной, промышленной, экономической и социальной политики, в том числе посредством создания эффективных механизмов последовательной реализации, корректировки и актуализации приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации;	
	б) перехода распорядителей бюджетных средств к модели «квалифицированного заказчика», что предполагает создание системы формирования и выполнения стратегически значимых проектов, приемки научно-технических результатов и оценки результата их использования;	
	в) ориентации государственных заказчиков на закупку наукоемкой и инновационной продукции, созданной на основе российских технологий;	В рамках НОЦ, а также центров компетенции НТИ, разработаны и переданы для внедрения и производства в организации, действующие в реальном секторе экономики, нарастающим итогом не менее 140 технологий, защищенных патентами (пункт 1.7 ФП 4.1). Сформированы инструменты поддержки трансляционных исследований и организации системы технологического трансфера, охраны, управления и защиты интеллектуальной собственности, обеспечивающих быстрый переход результатов исследований в стадию практического применения. Разработанные технологии внедрены в организации, действующие в реальном секторе экономики. Сформирован комплекс мер по ориентации государственных заказчиков на закупку наукоемкой и инновационной продукции, созданной на основе российских технологий (пункт 1.8 ФП 4.1).

	г) расширения доступа негосударственных компаний к участию в перспективных, коммерчески привлекательных научных и научно-технических проектах с государственным участием и создания гибких механизмов адаптации к изменениям рыночных условий на всех стадиях реализации этих проектов;	
	д) упрощения налогового и таможенного администрирования, а также создания существенных налоговых стимулов в области научной, научно-технической и инновационной деятельности;	
	е) развития инструментов возвратного, посевного и венчурного финансирования для создания и (или) модернизации производств, основанных на использовании российских технологий, а также создания субъектам предпринимательской деятельности, кредитно-финансовым структурам и физическим лицам условий для осуществления инвестиций в сферу исследований и разработок;	
	ж) развития системы научно-технологического прогнозирования, анализа мировых тенденций развития науки, а также повышения качества экспертизы для принятия эффективных решений в области научного, научно-технологического и социально-экономического развития, государственного управления, рационального использования всех видов ресурсов;	
	з) перехода к современным моделям статистического наблюдения, анализа и оценки экономической и социальной эффективности научной, научно-технической и инновационной деятельности, новых отраслей и рынков.	
35.	Сотрудничество и интеграция. Международное научно-техническое сотрудничество и международная интеграция в области исследований и технологий, позволяющие защитить идентичность российской научной сферы и государственные интересы в условиях интернационализации науки и повысить эффективность российской науки за счет взаимовыгодного международного взаимодействия, достигаются путем:	
	а) определения целей и формата взаимодействия с иностранными государствами в зависимости от уровня их технологического развития и инновационного потенциала;	
	б) формирования и продвижения актуальной научной повестки государства как участника международных организаций, повышения уровня участия России в международных системах научно-технической экспертизы и прогнозирования;	
	в) локализации на территории страны крупных международных научных проектов в целях решения проблем, связанных с большими вызовами;	Созданы не менее 6 научных центров мирового уровня, выполняющих исследования и разработки по приоритетам научно-технологического развития

	с участием российских и зарубежных ведущих ученых (пункт 2.11 ФП 4.1). Создано не менее 4 международных математических центров мирового уровня, выполняющих исследования и разработки по актуальным направлениям развития математики с участием российских и зарубежных ведущих ученых (пункт 2.3. ФП 4.1). Создано не менее 3 центров геномных исследований мирового уровня, выполняющих исследования и разработки по актуальным направлениям развития геномных исследований с участием российских и зарубежных ведущих ученых (пункт 2.6. ФП 4.1).
г) развития механизма научной дипломатии как разновидности публичной дипломатии;	



# СОСТОЯНИЕ ОТРАСЛЕЙ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ И ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ РОССИЙСКИХ УЧЕНЫХ

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Математика является основой всех методов естественного познания окружающего мира, на нее опираются и используют ее результаты все другие науки, включая физику, механику, химию, биологию, науки о Земле, информатику, а также многие гуманитарные науки. Многие области математики, развивавшиеся в течение длительного времени как чисто теоретические, привели впоследствии к революционным сдвигам в технологическом прогрессе. Российская математическая школа заняла в XX веке лидирующие позиции практически во всех областях математических исследований. Отметим следующие основные современные тенденции развития мировой и российской математики.

В области **математической логики и теории алгоритмов** в последние годы характерно развитие взаимосвязи с другими областями фундаментальной математики, а также появление новых практических приложений. В теории моделей активно развиваются методы, связанные с приложениями к алгебраической геометрии. В области теории доказательств активно развиваются направления, связанные с извлечением информации вычислительного характера – «майнингом» математических доказательств. При этом акцент делается на применение логических методов анализа к неконструктивным доказательствам.

Большой интерес с теоретической точки зрения привлекает в последнее время так называемая **гомотопическая теория типов**, возникшая благодаря работам В.А. Воеводского. Также значительно возрос исследовательский интерес к различным типам систем построения формализованных выводов. В целом область структурной теории доказательств, тесно связанная с теорией вычислимости и функциональными языками программирования, переживает в наше время очевидный подъем. Современная **теория вычислимости** представлена, с одной стороны, работами по колмогоровской сложности, то есть по сложности описаний, а с другой – исследованиями, связанными с алгоритмической сложностью. К последним относятся такие актуальные области, как: теория сложности вычислений и доказательств, теория алгоритмов, теория сложности булевых функций. Для развития этой области в последние годы характерны исследования, мотивированные современными достижениями в смежных областях, в том числе квантовые вычисления, алгоритмические вопросы, связанные с биоинформатикой, и др.

В области **приложений логики к информатике** все большее место занимает модальная логика в различных ее проявлениях – для описания обмена знаниями в многоагентных системах, для верификации протоколов вычислений, в языках авторизации, в языках баз данных с онтологическим доступом (дескрипционной логике). В целом теория баз знаний представляет собой одну из наиболее значительных областей приложений существующих методов математической логики.

Современная **алгебра** связана со многими областями математики и ее приложениями. Наиболее активно в настоящее время как в России, так и за рубежом развиваются теория групп, теория колец и алгебр, алгебраическая K-теория, теория категорий и гомологическая алгебра. Различные задачи алгебры, особенно алгоритмической природы, связаны с теорией моделей в логике. Еще одним из самых популярных направлений развития в современной алгебре является геометрическая теория групп. Также в последние годы развиваются асимптотические и вероятностные методы в теории групп и связи теории групп с теорией динамических систем.

Важнейшая мировая тенденция в **алгебре, К-теории и теории мотивов** в последние годы связана с реализацией программы Воеводского по изменению всего ландшафта стабильной мотивной гомотопической теории. Эта междисциплинарная прорывная программа, находящаяся на стыке алгебраической геометрии, алгебраической топологии (как классической, так и современной) и комплексного анализа. Как следствие, доказан алгебро-геометрический аналог теоремы Баррата–Придди–Квиллена–Сегала. Как применение, доказано, что мотивные стабильные гомотопические группы веса ноль от сиплициальной сферы – это ее обычные стабильные гомотопические группы (топологические). Реализация этой программы осуществлена в 2016–2019 годах Г. Гаркушей и И. Паниным в теснейшем сотрудничестве с молодыми сотрудниками лаборатории алгебры и теории чисел ПОМИ РАН и Исследовательской лаборатории им. П.Л. Чебышева.

**Теория чисел** представлена в России исследованиями по аналитической и алгебраической теории чисел, теории диофантовых приближений и трансцендентных чисел, комбинаторной теории чисел, геометрией чисел, теорией дзета-функций, теорией диофантовых уравнений. К важным достижениям последнего времени относится выявление глубинной связи между распределением простых чисел и дискретным спектром оператора Лапласа на фундаментальной области модулярной группы, развитие новых методов исследования распределения примитивных гиперболических элементов модулярной группы, исследование глубоких свойств делимости центральных биномиальных коэффициентов, существенные продвижения в исследованиях по гипотезе Зарембы, связанных с существованием разложений определенных рациональных чисел в цепные дроби с ограниченными коэффициентами, диофантовых неравенств с простыми числами, а также ряд новых результатов в комбинаторной теории чисел, связанных с оценками мультипликативной энергии подмножеств системы вычетов по простому модулю и с так называемым феноменом сумм произведений.

В последние несколько лет в **арифметической алгебраической геометрии** произошли революционные изменения, связанные с появлением теории перфектоидов. Данная теория открыла совершенно новые подходы к  $p$ -адическим целочисленным теориям когомологий, позволила решить ряд давно стоящих гипотез относительно представлений Галуа, а также позволила вплотную приблизиться к локальной гипотезе Ленгландса – одной из самых глубоких гипотез XX века в арифметической геометрии и 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. Ожидается, что данные формулы также должны иметь приложения к изучению дзета-функций при помощи многомерных аделей – направлению, активно развивающемуся рядом российских математиков.

В **алгебраической геометрии** в последние годы можно выделить две основные тенденции. Первая связана с новыми прорывами в классических областях, связанных с бирациональной геометрией и реализацией программы минимальных моделей. Здесь были получены прорывные результаты, позволившие по-новому взглянуть на данную область. Это целая отрасль математики, в развитие которой внесла огромный вклад отечественная школа бирациональной алгебраической геометрии. С другой стороны, 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  $A$ -бесконечность структур. Данный подход позволяет работать с многообразиями как с алгебраическими объектами и существенно расширяет само понятие алгебраического многообразия. Большие достижения в обоих выделенных направлениях были получены за последние годы сотрудниками отдела алгебраической геометрии МИАН.

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 ориентированы 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 симплектических 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 введением топологий на пространстве контактоморфизмов. Популярное обобщение известных методов квантования, необходимые для физических приложений, возникают при исследовании сингулярных лагранжевых подмногообразий.

В **комбинаторной геометрии** можно выделить ряд лидирующих перспективных направлений, в которых за последнее время получены существенные продвижения, в том числе с участием российских ученых. Это задачи о замощениях и упаковках, включая теорию фуллеренов, задачи равного деления мер, теоремы и гипотезы типа Тверберга, оценки хроматических чисел. Ряд ярких результатов получен в работах российских геометров о локальных комбинаторных формулах для характеристических классов. Многие из этих задач обусловлены нуждами компьютерных наук, химии, инженерии, а также других математических областей.

Большую роль в современной **дифференциальной геометрии** играют аналитические методы, что привело к формированию такого отдельного раздела как геометрический анализ. Активно в его рамках исследуются геометрические потоки, спектральные проблемы на римановых многообразиях, различные задачи распространения волн в анизотропных средах, обобщенные на произвольные римановы многообразия, то есть 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. Доказана гипотеза Биркгофа об условиях существования полиномиального по компонентам скорости первого интеграла.

Основные тенденции последнего времени в развитии **классической топологии** связаны с изучением топологических и комбинаторных свойств функциональных пространств, гиперпространств и топологических групп. Наиболее популярное в последнее время направление в общей топологии состоит в изучении свойств топологических пространств методами теории селекционных принципов, теории топологических игр и теории Рамсея. В **топологии малых размерностей** имеется ряд бурно развивающихся направлений. В недавнее время прорывные результаты были получены при изучении группы трехмерных голоморгических кобордизмов. Отметим растущую популярность торической топологии. В теории узлов и смежных областях заметные продвижения наблюдаются в изучении гомологий Флойра, лежандровых и трансверсальных узлов, контактных структур. Здесь в числе значительных результатов этого года можно отметить полученные сотрудниками МИАН результаты, касающиеся алгоритмов распознавания лежандровых и трансверсальных узлов. 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.

Актуальные исследования в области **функционального анализа** проводились в тесной связи с другими областями математики, в том числе со стохастическим анализом, теорией обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений с частными производными, спектральной теорией опе-

раторов. Эти исследования в значительной степени стимулировались конкретными задачами математической физики. Нужно отметить появление большого числа работ, относящихся к развитию теории функциональных пространств типа Соболева, а именно пространств Бесова, Никольского–Бесова, пространств Морри, теории интерполяции этих пространств. Если классическая теория имеет дело с постоянными показателями гладкости и суммируемости, то сейчас интенсивно развивается теория пространств с переменными показателями. Активно изучались пространства мер с метриками и топологиями, начало чему было положено в классических работах А.Д. Александрова, Л.В. Канторовича и Ю.В. Прохорова. Пространства типа Соболева и пространства мер существенно используются при изучении вопросов существования и гладкости решений конкретных уравнений. Значительный прогресс достигнут в изучении важного уравнения Фоккера–Планка–Колмогорова. В этой тематике успешно работают отечественные исследователи, ими занимаются крупные зарубежные математики, в том числе сравнительно недавние филдсовские лауреаты П.Л. Лионс, С. Виллани, М. Хайрер, А. Фигалли.

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 и другие разложения 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 такие направления, как **математическая теория оптимального управления** и **теория дифференциальных игр**. Основные достижения здесь основаны на развитии принципа максимума Л.С. Понтрягина и его современных модификаций для построения оптимальных траекторий в задачах управления, в том числе с фазовыми и интегральными ограничениями, со специальными ограничениями на динамику, управление и параметры запаздывания; а также в задачах управления на бесконечном временном горизонте в приложении к теории устойчивости и моделям экономического роста. Важное место в математической теории управления занимают задачи оптимального управления при дефиците информации, обусловленные наличием в динамических системах различного рода помех, антагонистических и неантагонистических неопределенных факторов. Решение этих задач основывается на методах теории позиционных дифференциальных игр, развиваемых в научной школе Н.Н. Красовского и связанных с концепциями гарантирующего управления, стабильных мостов, множеств достижимости, функций цены, принципа экстремального прицеливания. Эти концепции имеют прямой выход в теорию обобщенных (недифференцируемых) решений уравнений и систем уравнений Гамильтона–Якоби и более общих дифференциальных уравнений с частными производными, для которых развиваются методы исследования и аппроксимационные схемы с элементами выпуклого и негладкого анализа. Разрабатываемые алгоритмы поиска оптимальных стратегий управления реализуются в программных комплексах для высокопроизводительной компьютерной техники и применяются для построения решений и математического моделирования в прикладных задачах. В России активные научные исследования в этой области ведутся в МИАН, МГУ, ИММ УрО РАН, СПбГУ.

В теории **уравнений с частными производными** по-прежнему центральной проблемой остается проблема существования глобального решения трехмерной системы Навье–Стокса. Многие исследования концентрируются вокруг этой проблемы. 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. Отметим также значительное число работ, посвященных проблеме существования и описания аттракторов (предельных множеств) для решений квазилинейных уравнений. Начало этим важным исследованиям было положено в работах российских математиков О.А. Ладыженской и М.И. Вишика. В последние годы наиболее активная деятельность наблюдается в построении стройной теории аттракторов для гамильтоновых и диссипативных уравнений. Выделим также направление, связанное с изучением дифференциальных уравнений и дифференциальных операторов, коэффициенты которых являются обобщенными функциями (распределениями). В этом направлении появилась перспективная серия работ, связанная с построением асимптотической теории для таких уравнений и развитием спектральной теории для соответствующих операторов.

Использование самых разнообразных математических моделей – одно из особенностей современной **математической физики**. В этой области применяется практически весь спектр математических методов, а возникающие здесь задачи зачастую занимают центральное место в математике. Отметим, например, бурное развитие теории квантования (геометрического и деформационного), исследование поведения решений нелинейных физических моделей, изучение задач теории поля и особенностей решений уравнений теории гравитации, проблемы массы в теориях Янга-Миллса, описание поведения решений классических и квантовых эволюционных систем при больших временах. В последние десятилетия прогресс математической физики привел к возникновению ряда новых математических теорий.

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** позволяют получать научную, техническую, управленческую информацию в любых сферах деятельности с помощью использования современных суперкомпьютеров и средств хранения данных. Особое значение имеет использование суперкомпьютеров в **математическом моделировании**. Учитывая влияние супер-

компьютерных технологий на развитие науки, промышленности, в том числе оборонной, развитие экономики, в целом их можно определить как один из важнейших факторов национальной безопасности России, ее успешного вхождения в шестой технологический уклад. Разработка алгоритмов, прикладного математического обеспечения, адаптируемых к архитектуре систем с экстремальным параллелизмом и объемом данных и их использования для решения пилотных задач – все это связанные проблемы.

Одним из объектов применения суперкомпьютерных технологий в интересах органов государственного и корпоративного управления является **проблема хранения и анализа огромного количества данных**. Причем вычислительная сложность задачи поиска многократно возрастает с ростом числа учитываемых факторов. К таким задачам, например, можно отнести анализ ситуации в околоземном пространстве (в частности, космический мусор), а также работы, актуальные для органов государственного, военного и корпоративного управления, такие, как оценка последствий принятия решений, парирование угроз поставленным целям.

**Математическое моделирование** является научным направлением, которое позволяет получать новые количественные и качественные результаты во многих научных и прикладных областях: гражданской и оборонной индустриях, нефтегазовой промышленности, освоении Арктического шельфа, медицине, биологии, экологии, экономике. В 2019 году в области **математического моделирования** велись 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 цифровой медицине при математическом моделировании электрических и механических явлений в миокарде с целью разработки алгоритмов низковольтной электротерапии аритмий сердца. Эти исследования проводятся в ИММ УрО РАН.

При анализе перспектив развития **вычислительной математики** можно выделить следующие направления: разработка принципиально новых технологий решения многомерных задач на основе алгоритмов сублинейной сложности по числу точек расчетной области, разработка комплексных технологий моделирования сложных систем на основе исходных физических принципов и новых поколений вычислительных систем, развитие и внедрение в широкую практику современных технологий решения обратных задач, ассимиляции данных и оптимального управления решениями сложных систем. Данные технологии определяют новое лицо вычислительной математики 21 века и относятся к приоритетным направлениям исследований. ИММ РАН занимает лидирующее положение именно в этих направлениях и может стать базой для консолидации соответствующих больших проектов.

Существенные достижения последних лет в **математическом программировании** получены в области эффективной аппроксимируемости труднорешаемых экстремальных задач комбинаторной оптимизации, вычислительной геометрии и анализа данных, а также несобственных (сингулярных) задач выпуклой оптимизации в классе алгоритмов с теоретическими оценками точности и трудоемкости. Практическая значимость полученных результатов обусловлена тем, что исследуемые экстремальные задачи являются адекватными математическими моделями, описывающими реальные процессы управления производством, транспортом, процедуры статистического обучения, настройки многослойных нейронных сетей и интеллектуального анализа данных, в том числе большого размера (Big Data). С теоретической точки зрения важность проводимых исследований в области развития алгоритмического аппарата с обоснованными гарантиями производительности подтверждается тем, что возникающие на этапе моделирования постановки дискретных оптимизационных задач, как правило, NP-трудны и слабо аппроксимируемы, а непрерывные – противоречивы и (или) некорректно поставлены. В России исследования в области данного направления ведутся в ИММ УрО РАН, ИМ СО РАН, ВЦ РАН, ПОМИ РАН, МФТИ, НГУ, УрФУ.

**Системное программирование** – это комплекс дисциплин о программно-аппаратных системах, на которых базируется вся область информационно-коммуникационных технологий. В настоящее время успешное обеспечение эффективности, продуктивности и безопасности ИТ-систем сталки-

вается с возрастающими рисками, которые вызваны доступностью практически всех систем через сеть, эскалацией размеров – сотни миллионов строк кода, резкому возрастанию 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 анализ прикладных программ и программно-аппаратных систем в целом; методы 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 анализа описаний цифровой аппаратуры на предмет наличия недеklarированных 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 многое другое.

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 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.

Сейчас в России исследования в области **информационной безопасности** сосредоточены в ведущих научных центрах РАН, таких как Математический институт им. В.А. Стеклова РАН, Институт системного программирования им. В.П. Иванникова РАН и ряде других институтов. Для консолидации усилий в данной области совместно ФСТЭК России и РАН (на базе ИСП РАН) создан центр компетенций по научной, технологической и методологической поддержки процессов безопасной разработки программных, программно-аппаратных средств защиты информации и иного ПО.

Важнейшим фактором для развития математических наук является популяризация математики. В 2019 году вышла в свет книга «**Математическая составляющая**» (второе издание, существенно расширенное и дополненное, по сути – новая книга в зарекомендовавшем себя формате), рассказывающая как о математической «составляющей» крупнейших достижений цивилизации, так и о математической «начинке» привычных, повседневных вещей. Книга является общим делом: все ее 30 авторов – ведущие российские ученые из различных организаций, городов, стран. Среди них 14 членов Отделения Математических наук Российской академии наук, три лауреата Филдсовской медали, лауреат Нобелевской премии по физике. При этом стиль изложения – увлекательный, популярно-описательный и делает материалы книги доступными для широкого круга читателей.

В целях осуществления прорывных исследований фундаментального характера в области математических и смежных наук в 2019 году были созданы четыре **Математических центра мирового уровня**. Победителями стали математические институты РАН МИАН, ПОМИ, ИМ СО РАН, а также ИВМ РАН и ИСП РАН совместно с МГУ. Кроме того, начиная с 2020 года дополнительную поддержку получают **региональные научно-образовательные математические центры**, а их число бу-

дет увеличено до девяти региональных центров, расположенных практически во всех федеральных округах Российской Федерации. Образуя вместе единую сеть институтов, данные математические центры должны обеспечить поддержание передового уровня фундаментальных и прикладных исследований в области математики, в той области, в которой российские исследования всегда находились и находятся на переднем рубеже современной науки.

## **Важнейшие достижения**

### **1. Работа «Новый метод вычисления скалярных произведений, необходимых для построения корреляционных функций в квантовых интегрируемых системах»**

Одной из важнейших задач теоретической физики является вычисление корреляционных функций в квантовых системах, поскольку именно корреляционные функции измеряются экспериментально. В работе [1] предложен принципиально новый метод вычисления скалярных произведений волновых функций в квантовых интегрируемых системах, необходимых для построения корреляционных функций. А именно, мы доказываем, что данные скалярные произведения удовлетворяют системе линейных уравнений. Отсюда автоматически следует, что решения этой системы представимы в виде определителей. Новый метод отличается исключительной простотой и применим к широкому классу моделей. С помощью этого метода были получены явные формулы в виде определителей для скалярных произведений в интегрируемых спиновых цепочках с нарушенной пространственной симметрией. Отметим, что аналогичные представления уже успешно применялись для аналитического и численного изучения корреляционных функций (Рис. 1). (МИАН, д.ф.-м.н. Н.А.Славнов)

Публикация:

[1] S. Belliard, N. A. Slavnov, ‘‘Why scalar products in the algebraic Bethe ansatz have determinant representation’’, *Journal of High Energy Physics*, v. 2019 (2019), 103, 17 pp., arXiv: 1908.00032.

### **2. Спектральная теорема Сегё на действительной прямой**

В 1950 гг. М.Г. Крейн поставил задачу об описании струн, при колебании которых слышны все частоты. Ее математическое выражение состоит в выяснении необходимых и достаточных условий на распределение функции плотности струны, при которых конечен логарифмический интеграл ее спектральной меры.

Несложно показать, что струны с достаточно регулярным распределением плотности (‘‘похожие’’ на однородную струну) порождают регулярное распределение энергий частот при колебании струны. В то же время были известны примеры струн с сильно нерегулярной плотностью, порождающие регулярное распределение слышимых частот. В связи с этим, задача Крейна долгое время считалась трансцендентной, и положительные результаты в этом направлении имели характер примеров, между которыми не усматривалось единой картины. В совместной работе Р.В. Бессонову и С.А. Денисову удалось полностью решить задачу, описав струны с конечным логарифмическим интегралом (Рис. 2). Элегантное необходимое и достаточное условие, полученное авторами, выражается в терминах длин и масс участков струны, пробегаемых свободной волной в единицу времени. (ПОМИ, к.ф.-м.н. Р.В. Бессонов, С.А. Денисов)

Публикация:

R.V. Bessonov, S. A. Denisov. A spectral Szego theorem on the real line. *Advances in Mathematics*, First online (2019), <https://doi.org/10.1016/j.aim.2019.106851>.

### **3. Космический аппарат «Спектр»**

Впервые в отечественной космонавтике осуществлён полёт космического аппарата «Спектр-РГ» на квазипериодическую орбиту в районе точки либрации L2 системы Солнце-Земля (Рис. 3). Уникальность в определении траектории космического аппарата состоит в использовании ради-



отехнических измерений нового типа в X-диапазоне на частоте 8 ГГц. Тестирование наземного измерительного комплекса до пуска космического аппарата выполнялось методами математического моделирования в различных условиях, что обеспечило надёжное определение параметров движения и расчёт импульсов коррекций. На участке перелёта успешно проведён научный эксперимент с использованием отечественного телескопа ART-XC, установленного на борту «Спектр-РГ», в целях навигации по сигналам рентгеновских пульсаров. Экспериментальные данные подтвердили адекватность разработанных математических моделей. (ИПМ им. М.В. Келдыша РАН; авторы: Воропаев В.А., Заславский Г.С., Захваткин М.В., Корянов В.В., Степаньянц В.А., Тучин Д.А., Тучин А.Г.)

Публикации:

1. Боровин Г.К., Голубев Ю.Ф., Грушевский А.В., Заславский Г.С., Захваткин М.В., Корянов В.В., Лавренов С.М., Морской И.М., Симонов А.В., Степаньянц В.А., Тучин А.Г., Тучин Д.А., Ярошевский В.С. Баллистико-навигационное обеспечение полётов автоматических космических аппаратов к телам Солнечной системы / Под ред. д.ф.-м.н. А.Г. Тучина. – Химки: Издатель АО «НПО Лавочкина», 2018. – 232 с.

2. Ильин И.С., Сазонов В.В., Тучин А.Г. Гало-орбиты в окрестности точки либрации системы Солнце – Земля // Космические исследования, 2014, № 3, С.201-217.

3. Ильин И.С., Заславский Г.С., Лавренов С.М., Сазонов В.В., Степаньянц В.А., Тучин А.Г., Тучин Д.А., Ярошевский В.С. Баллистическое проектирование траекторий перелёта с орбиты искусственного спутника Земли на гало-орбиту в окрестности точки L2 системы Солнце – Земля // Космические исследования, 2014, № 6, С. 476–488.

#### **4. Среда анализа бинарного кода ТРАЛ**

Решена фундаментальная проблема восстановления алгоритмов из бинарного кода с возможностью их последующей верификации. Актуальность проблемы обусловлена экспоненциальным ростом сложности современного программного обеспечения (ПО), который связан с увеличением объема кода, а также с распространением технологий его защиты от обратной инженерии.

Разработано специализированное промежуточное представление, позволяющее единообразно проводить анализ бинарного кода различных процессорных архитектур, применяемых в настольных компьютерах и серверах, мобильных устройствах, коммуникационном оборудовании, предметах интернета вещей. Разработаны графовые модели, алгоритмы и методы работы, позволяющие качественно автоматизировать обратную инженерию бинарного кода по наборам трасс для всех слоев ПО, развернутого в исследуемой вычислительной системе.

Перечисленные результаты получили программную реализацию в виде комплекса инструментальных средств – среды анализа бинарного кода ТРАЛ, внедренной как в государственных учреждениях, так и в коммерческих предприятиях, занимающихся сертификацией и разработкой безопасного ПО (Рис. 4). Результаты подтверждены и не имеют аналогов в России. По информации из открытых источников разработки соответствующего уровня на данный момент ведутся только в США. (ИСП РАН, к.ф.-м.н. В.А. Падарян)

Публикации:

1. V. A. Padaryan, A.B. Bugerya, I.I. Kulagin, M.A. Solovyev, A.Y. Tikhonov, «Recovery of High-Level Intermediate Representations of Algorithms from Binary Code», 2019 Ivannikov Memorial Workshop (IVMEM), 24 October 2019, DOI: 10.1109/IVMEM.2019.00015, IEEE, 2019.

2. V.A.Padaryan, A.I.Getman, M.A.Solovyev et al., «Methods and software tools to support combined binary code analysis», Programm., Comput. Software», v.40, p. 276–287, Springer, 2014.

3. А. И. Аветисян, А. И. Гетьман, В. А. Падарян и др, «Возможности среды анализа бинарного кода ТРАЛ и актуальные направления ее развития». Материалы XX конференции «Методы и технические средства обеспечения безопасности информации». С. 120–123, 2011.

## **5. Проблема периодичности непрерывных дробей в гиперэллиптических полях**

Проблема периодичности непрерывных дробей элементов гиперэллиптических полей имеет большую (200 лет) и глубокую историю, истоки которой в классических работах Абеля и Чебышева. До сих пор эта проблема была далека от полного решения.

Настоящий прорыв произошел в 2018 году, когда на основе объединения теоретико-числовых, алгебраических и геометрических методов В.П. Платонов сформулировал новый концептуальный подход к проблеме классификации с точностью до изоморфизма гиперэллиптических полей, содержащих периодические и квазипериодические элементы.

В 2019 году эта классическая проблема была полностью решена для эллиптических полей с полем рациональных чисел в качестве поля констант (Рис. 5) в работах В.П. Платонова и Г.В. Федорова [1, 2]. Особенно удивительный результат был получен для квадратичных расширений, определяемых кубическими многочленами: за исключением тривиальных случаев с точностью до эквивалентности существует только три кубических многочлена, квадратный корень из которых разлагается в периодическую непрерывную дробь. (ФНЦ НИИСИ РАН; академик РАН Платонов В.П., к.ф.-м.н. Федоров Г.В.)

Публикации:

[1] V.P. Platonov, G.V. Fedorov “On S-units for linear valuations and periodicity of continued fractions of generalized type in hyperelliptic fields”, Dokl. Math., 99:3 (2019), 277–281.

[2] Платонов В.П., Федоров Г.В. «Критерий периодичности непрерывных дробей ключевых элементов гиперэллиптических полей», Чебышевский сборник, Т.20 (2019), № 1, 246–258.

## **6. Решение проблемы аналитического продолжения гипергеометрических функции многих переменных**

Дано полное решение поставленной еще в XIX веке проблемы аналитического продолжения гипергеометрических функций произвольного числа переменных, включая функции Горна и Лауричеллы. Этот результат получен с помощью техники интеграла типа Меллина – Барнса со специальным выбором контура интегрирования.

Вопрос об аналитическом продолжении гипергеометрических функций находился в центре внимания крупных математиков (J. Horn, P. Appel, J. Kampe de Fériet, A. Erdelyi, H. Exton, P. Deligne, K. Aomoto и др.) в течение всего XX-го века. Созданная теория аналитического продолжения гипергеометрических функций находит многочисленные приложения, в том числе к моделированию магнитного пересоединения в Солнечных вспышках (Рис.6) и к проблеме «кроудинга» для интеграла Кристоффеля – Шварца, возникающей при вычислении емкостей сложных конденсаторов (Рис. 7). Последнему вопросу были посвящены работы известных ученых (Г.М. Голузин, Л.В. Канторович, D. Gaier, P. Henrici и мн. др.). (ФИЦ ИУ РАН, автор: д.ф.-м.н. Безродных С.И.)

Публикации:

1. Безродных С. И. Гипергеометрическая функция Лауричеллы FDN и некоторые ее приложения // Успехи матем. наук. – 2018. – Т. 73. – № 6 (444). – С. 2–91.

2. Bezrodnykh S.I., Bogatyrev A., Goreinov S., Grigor’ev O., Hakula H., Vuorinen M. On capacity computation for symmetric polygonal condensers // Journal of Computational and Applied Mathematics, 2019. Vol. 361. P. 271–282.

3. Безродных С.И., Колесников Н.П., Сомов Б.В. О разрывных течениях плазмы вблизи пересоединяющего токового слоя в солнечных вспышках // Астрономический журнал. 2017. – Т. 94. – № 3. – С. 259–276.

## **7. Математическое моделирование динамики слоистых и блочных сред с нелинейными контактными условиями**

Построены континуальные модели деформируемых твердых сред с дискретным набором плоскостей скольжения (слоистые, блочные среды) и с нелинейными условиями проскальзывания вязкопластического типа на контактных границах структурных элементов (Рис.8).

Для устойчивого численного решения системы дифференциальных уравнений модели предложен новый явно- неявный метод с явной аппроксимацией уравнений движения и неявной аппроксимацией определяющих соотношений, содержащих малый параметр в знаменателе нелинейных свободных членов. Из неявных нелинейных разностных аппроксимаций получены различные эффективные формулы корректировки компонент напряжений после «упругого» шага по времени.

Для расчета «упругого» шага использован сеточно-характеристический метод на гексаэдральных сетках, который позволил существенно увеличить скорость расчётов и провести моделирование нестационарной трёхмерной задачи о формировании отклика от ориентированного кластера флюидонасыщенных трещин, расположенных в однородной среде (Рис.9). Предложенные модели и методы используются при решении динамических задач сейсморазведки нефтегазовых месторождений и интерпретации волновых картин, полученных в процессе ее проведения. (ИАП РАН; И.С. Никитин, В.И. Голубев, А.Д. Никитин)

Публикации:

1. Burago N.G., Zhuravlev A.B., Nikitin I.S. Continuum model and method of calculating for dynamics of inelastic layered medium// Mathematical Models and Computer Simulations. 2019. V. 11. No 3. Pp. 59-74.

2. Nikitin I.S., Burago N.G., Golubev V.I., Nikitin A.D. Methods for calculating the dynamics of layered and block media with nonlinear contact conditions// Advances in Theory and Practice of Computat. Mechanics. Ser.: Smart Innovation, Systems and Technologies. Springer. 2020. V. 173.

#### **8. Новый алгоритм решения обратной задачи идентификации источников в моделях процессов адвекции-диффузии-реакции на основе операторов чувствительности целевых функционалов по данным измерений типа изображений**

Для нестационарных моделей переноса и трансформации примесей в атмосфере (моделей адвекции-диффузии-реакции) различной пространственной размерности разработан алгоритм идентификации источников на основе операторов чувствительности целевых функционалов по данным измерений типа изображений (т.е. временных рядов значений функции состояния модели в заданных точках области, высотных профилей и изображений функции состояния в определённые моменты времени). Операторы чувствительности строятся на основе ансамблей решений сопряжённых задач, соответствующих заданному набору целевых функционалов от функций состояния модели [1–3]. Благодаря ансамблевому характеру алгоритма, он естественно отображается на параллельные вычислительные архитектуры. На Рис. 10 представлен результат работы алгоритма по восстановлению функции источников загрязнений по данным мониторинга [1].

Алгоритм применим и в других областях приложений, в частности к задачам идентификации источников для моделей биологии развития по данным микроскопии [2]. (ИВМиМГ СО РАН; д.ф.-м.н. Пененко В.В., к.ф.-м.н. Пененко А.В.)

Публикации:

1. Penenko, V. V.; Penenko, A. V.; Tsvetova, E. A., Gochakov A.V. Methods for studying the sensitivity of air quality models and inverse problems of geophysical hydrothermodynamics // Journal of Applied Mechanics and Technical Physics, 2019, V. 60, P.: 392-399, doi: 10.1134/S0021894419020202.

2. Penenko, A.; Zubairova, U.; Mukatova, Z. & Nikolaev, S. Numerical algorithm for morphogen synthesis region identification with indirect image-type measurement data // Journal of Bioinformatics and Computational Biology, World Scientific Pub Co Pte Lt, 2019, V. 17, 1940002, doi: 10.1142/s021972001940002x.

3. Penenko, A. A Newton-Kantorovich method in inverse source problems for production-destruction models with time series-type measurement data // Numerical Analysis and Applications, Pleiades Publishing Ltd, 2019, V. 12, P. 51-69, doi: 10.1134/S1995423919010051.

## 9. Книга «Математическая составляющая»

Книга «Математическая составляющая» (Рис. 11) – развитие проекта лаборатории популяризации и пропаганды математики Математического института им. В.А. Стеклова РАН, проекта получившего признание читателей и научного сообщества. В настоящем издании представлены новые авторы и сюжеты, объём книги вырос вдвое. В сюжетах, собранных в книге, рассказывается как о математической «составляющей» крупнейших достижений цивилизации, так и о математической «начинке» привычных, каждодневных вещей (Рис. 12). Увлекательный, популярно-описательный стиль изложения делает материалы книги доступными для широкого круга читателей. Все авторы – ведущие российские учёные, результаты которых определяют мировой уровень математики. Среди авторов 14 членов Российской академии наук, три лауреата Филдсовской медали, лауреат Нобелевской премии по физике. Для широкой публики получение научной информации из первых рук, но изложенной популярно и современно – редкая удача. (МИАН)

Публикация:

Математическая составляющая / Редакторы-составители Н. Н. Андреев, С. П. Коновалов, Н.М. Панин; Художник-оформитель Р. А. Кокшаров. – М.: Фонд «Математические этюды», 2019. – 367 с.

## ФИЗИЧЕСКИЕ НАУКИ

В области физических наук по-прежнему происходят очень важные фундаментальные открытия. Некоторые из них способны существенно повлиять на наше понимание Природы, а некоторые могут иметь существенные новые практические применения. Это происходит в результате развития самых разных направлений исследований: от процессов, имеющих чисто квантовую природу, до явлений в масштабах Вселенной (гравитационные волны, темная материя и т.д.). По-прежнему, наиболее значимые открытия на современном этапе развития физики обычно происходят при широком сотрудничестве ученых в рамках совместных проектов и объединений. Отметим, что Физика становится все более междисциплинарной наукой за счет того, что физические методы и подходы все более проникают во все остальные области науки. По мере расширения областей Физики ее границы, естественно, все более размываются.

Если раньше точкой отсчета формирования Вселенной называли момент Горячего Большого взрыва, то новая гипотеза координально изменила эти представления, называя началом стадию Инфляции. Для экспериментальной проверки нужно измерить вклад гравитационного сигнала в реликтовое излучение, фотоны которого несут на себе отпечаток Инфляции. Измерения темпа расширения Вселенной для исследований темной энергии проводят косвенными астрономическими методами. Для повышения точности измерений нужны уточненные значения физических констант.

Одна из важнейших задач астрофизики – исследование вещества при огромных, сверхъядерных плотностях, такие условия реализуются внутри нейтронных звезд. Изучение их строения имеет и прикладное значение для решения задач автономной навигации. В планах стоят классические задачи астрономии – это точное определение расстояний во Вселенной и исследования состава атмосфер экзопланет.

Отдельный интерес вызывают фундаментальные исследования экстремального состояния вещества, вплоть до «пробоя вакуума». Во всем мире в список приоритетных направлений входят фундаментальные исследования в области физики экстремальных световых полей. В зависимости от полученных достижений и требований времени они обновляются и добавляются новыми разделами, направлениями. Так, если первые программы были направлены на разработку источников высокоинтенсивного излучения большой мощности, то постепенно акценты сместились на создание рекордно мощных комплексов и приложений сверхсильных оптических полей. К ним можно

отнести генерацию пучков заряженных частиц (электронов, протонов, ионов), а также излучения с уникальными параметрами: когерентного рентгеновского, аттосекундных импульсов, терагерцевого излучения.

Поэтому по-прежнему в плане исследовательских работ стоит изучение физики ускорения заряженных частиц и создание систем высокой интенсивности.

России принадлежит приоритет в области создания гиротронов – уникальных источников электромагнитного излучения, используемых для нагрева плазмы и генерации постоянных токов, обеспечивающих стабильность работы установок по получению управляемого термоядерного синтеза. Крупные международные проекты по освоению энергии управляемого термоядерного синтеза (в их числе ITER – International Thermonuclear Experimental Reactor) будут оставаться в центре внимания фундаментальных исследований в области физики плазмы.

Один из ключевых научных вопросов – где находится граница нашего мира, и каково возможное количество элементов. Для поиска новых частиц будут строиться ускорители, на которых будут вести масштабные эксперименты.

Другое направление экстремальных состояний вещества – сверхнизкие температуры, потому что при низких температурах проявляются свойства веществ, невидимые при высоких температурах. Важное практическое применение физики низких температур обеспечение работы квантовых компьютеров, биты которого нужно охлаждать до температуры порядка 0,1 К.

Предугадывание принципов работы новых квантовых приборов позволяет вести исследования в направлении поиска новых эффектов близости, возбуждений в магнитных и магнитно-полупроводниковых гетероструктурах, процессов их генерации, детектирования, распространения. Эти исследования интересны и с фундаментальной точки зрения понимания квантовой механики, и с точки зрения прикладных применений и создания научного задела.

Ниже мы приводим наиболее актуальные направления развития физических наук и ожидаемые прорывные результаты, согласно сегодняшним мировым тенденциям. Результаты, полученные российскими физиками, находятся на уровне мировых, а по некоторым направлениям удерживают и лидерские позиции.

## **Секция общей физики и астрономии**

### **Направление «Астрономия и астрофизика»**

Открытие гравитационных волн сильно изменило астрономию как наблюдательную науку. Она стала многоканальной: от электромагнитного и нейтринного каналов до канала гравитационных волн. Эти новые, а также традиционные методы и средства наблюдений наземной и внеатмосферной астрономии будут совершенствоваться, развиваться.

В ближайшее десятилетие останутся актуальными фундаментальные исследования по направлениям:

- природа темной материи и темной энергии;
- теория и наблюдения черных дыр и других компактных источников;
- процессы образования и нестационарных фаз эволюции галактик и звезд;
- исследование планет вне Солнечной системы (экзопланет);
- углубленное изучение Солнца, планет и малых тел Солнечной системы;
- астрономические аспекты возникновения и устойчивого развития жизни;
- фундаментальные аспекты исследований, имеющих важное практическое значение:
  - разработка астрономического сегмента национальной системы изучения и парирования космических угроз: космического мусора, астероидно-кометной опасности, аномалий космической погоды;
  - развитие астрономической системы поддержки координатно-временного обеспечения страны.

### **Направление «Физика конденсированных сред и физическое материаловедение»**

Продолжится деятельность по разработке физических и технологических основ для создания элементов квантовых симуляторов, квантовых компьютеров и квантовой связи с использованием сверхпроводящих структур, лазерно охлажденных атомов в вакуумных ловушках, атомов примесей в изотопно чистых полупроводниках, фотонных чипов на основе нано-фотонных элементов и т.д. Это останется в ближайшие годы очень актуальной областью. Работы в этих областях не только могут привести к созданию принципиально новых устройств и технологий, но и могут привести к существенному углублению нашего понимания квантовой механики вообще.

Много интересного будет обнаружено при исследовании различных эффектов близости, свойств различных гибридных поляритонных состояний, электронных эффектов, связанных с сильным спин-орбитальным взаимодействием (топологические изоляторы, фермионы Майораны и др.). Весьма интересны также исследования корреляционных явлений в электронных свойствах (включая кулоновские и спиновые корреляции).

Исследования спиновых волн, магнитных поляритонов и других возбуждений в магнитных и магнитно-полупроводниковых гетероструктурах, процессов их генерации, детектирования, распространения, Бозе-конденсации и т.д. позволит обеспечить задел по созданию новых спинволновых приборов.

Интеграция в одном чипе кремниевых электронных компонентов с элементами нанофотоники и наноплазмоники на основе совместимых с кремнием материалов позволит создать принципиально новые электронно-фотонные чипы.

Заметим, что во всех разделах физики конденсированного состояния наблюдается сейчас повышенный интерес к различным нелинейным явлениям. На этом пути ожидается обнаружение большого числа различных новых эффектов, интересных и с фундаментальной точки зрения, и с точки зрения прикладных применений.

По-прежнему актуальным является создание новых типов полупроводниковых материалов (включая соединения со структурой перовскитов) и различных наногетероструктур, исследования свойств дефектов в них с целью обнаружения новых физических, а также их возможных практических применений. Остается актуальным поиск новых материалов и структур с высокотемпературной сверхпроводимостью.

В области физики низких температур актуальными остаются нетривиальные сверхпроводимость, сверхтекучесть и низкотемпературный магнетизм.

Исследования веществ при высоких давлениях (вплоть до мультимегабарного диапазона) с целью поиска новых экзотических фаз и материалов (например, с высокотемпературной сверхпроводимостью) остается по-прежнему актуальной задачей.

Также актуальным останется поиск и исследования новых конструкционных материалов (в частности, жаропрочных), включая искусственные и естественные композитные материалы и структуры.

### **Направление «Оптика и лазерная физика (фотоника)»**

Появление новых материалов и развитие методов генерации, детектирования и преобразования электромагнитного излучения сделало фотонику основным инструментом в большинстве фундаментальных исследований и многочисленных междисциплинарных приложениях.

Актуальные направления в этой области на ближайшие годы:

- оптические методы прецизионного измерения физических констант, обнаружения и исследования гравитационных волн;
- новые оптические стандарты частоты для систем глобальной и космической навигации, связи;
- исследования новых экстремальных состояний вещества, в т.ч. лазерной плазмы;
- физические основы квантовых оптических технологий, в том числе квантовой оптической памяти, источников неклассических состояний света;

- новые технологии и устройства обработки и хранения информации в решении задач квантовой криптографии, спектроскопии, лидарных исследований;
- методы и инструменты спектроскопии с высоким и сверхвысоким спектральным, временным, пространственным разрешением для диагностики веществ и перспективных материалов;
- новые оптические технологии диагностики атмосферы Земли и планет, средств дистанционного зондирования Земли, ориентации и навигации;
- волоконная и интегральная оптика, в т.ч. волоконно-оптические линии связи с пропусканием до петабит/с;
- технологии создания нового поколения оптоэлектроники на основе микро- и наноструктурированных материалов (диэлектрических, полупроводниковых, металлических, гибридных, метаматериалов), в т.ч. плазмоника;
- оптические методы обнаружения и анализа органических и биоорганических соединений, методы диагностики и лечения социально значимых заболеваний;
- расширение диапазона излучения лазеров и усилителей нового поколения: от среднего рентгеновского излучения (0,1–1 нм) до ТГц-диапазона;
- новые источники излучения с высокой эффективностью преобразования энергии;
- новые лазерные керамики и стекла – активные среды для систем килогерцового уровня и петаваттных лазерных комплексов, активных волокон, нелинейных материалов и оптических покрытий с высокой лучевой прочностью.

### **Направление «Радиофизика и электроника, акустика»**

#### Радиофизика и электроника, акустика:

- когерентные источники микро-волнового излучения для решения задач науки и техники;
  - физика твердотельных элементов и устройств генерации, усиления, преобразования и приема электромагнитных волн;
  - разработка методов и средств генерации и приема излучения терагерцевом диапазоне;
  - физика нелинейных волн и нелинейная динамика;
  - фундаментальные проблемы распространения радиоволн;
  - акустика, в том числе нелинейная и низкочастотная, акустоэлектроника;
  - наносекундная релятивистская электроника больших мощностей и ее применение в науке и технике;
  - радиофизические методы диагностики окружающей среды.
- Физика плазмы:**
- физика высокотемпературной плазмы и управляемый ядерный синтез;
  - физика низкотемпературной плазмы;
  - пламенные процессы в геофизике и астрофизике;
  - будет продолжено развитие общей теории самовоздействия волн для описания поведения различных физических явлений и разработка нелинейно-динамических методов анализа колебательных и волновых систем и процессов;
  - будут получены новые методы генерации интенсивных потоков ускоренных частиц и электромагнитного излучения микроволнового и близлежащих диапазонов частот с длительностью от долей наносекунды до непрерывного и мощностью, достигающей в верхнем пределе гигаватта и более;
  - будут продолжены исследования в области релятивистской и сильноточной электроники, в том числе создание новых прототипов слабoreлятивистских гиротронов;
  - будут продолжены исследования плазменных процессов в геофизике с помощью активных спутниковых экспериментов;
  - будут развиваться методы моделирования и методы диагностики термоядерной плазмы.

В ближайшие годы целесообразна концентрация на проведении физических исследований в программе международного экспериментального токамака-реактора ИТЭР, участие в других крупных международных проектах по освоению энергии управляемого термоядерного синтеза.

### **Секция ядерной физики**

Главной тайной для современных физиков по-прежнему остаются вопросы, связанные с темной материей, темной энергией и барионной асимметрией (преобладание материи над антиматерией в ранней Вселенной). Обычное вещество во Вселенной составляет примерно 5%, всё остальное – темная материя (темное вещество) и темная энергия, которая заставляет Вселенную расширяться с ускорением. Поиски темной материи сегодня активно ведутся на Большом адронном коллайдере. Один из ключевых научных вопросов: где находится граница нашего мира, и каково возможное количество химических элементов. Для поиска новых частиц будут строиться ускорители, на которых будут вести масштабные эксперименты.

Проводятся следующие фундаментальные исследования:

- развитие подходов к созданию квантовой теории гравитации, исследование фундаментальных свойств физического пространства-времени на предельно малых и предельно больших расстояниях, поиск пределов справедливости теории относительности и 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;
- 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;
- прецизионное измерение параметров нейтринных осцилляций, поиск в них эффектов CP-нарушения, прямое измерение массы нейтрино в диапазоне 0,1–0,3 эВ, поиск нарушения закона сохранения лептонных чисел в процессах с мюонами, выяснение майорановской или дираковской природы нейтрино;
- 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 и на коллайдерах;
- исследование острова стабильности сверхтяжелых элементов;
- исследование экзотических ядер;
- выяснение природы космических лучей высоких и сверхвысоких энергий, обнаружение их источников, исследование механизмов их генерации, поиск антиматерии в составе космического излучения;
- в области создания ядерно-физических комплексов – создание нового  $e^+e^-$ -коллайдера с рекордной светимостью – чарм-тау фабрики в Новосибирске, модернизация сильноточного линейного ускорителя протонов в Троицке, получение мегаваттной мощности в пучке, разработка проблем физики и техники ускорения заряженных частиц на основе новых методов и создание новых перспективных ядерно-физических технологий в интересах экологически безопасной ядерной энергетики, ядерно-физической медицины, здравоохранения и других отраслей.



## Важнейшие достижения

### 1. Контролируемый синтез наноалмазов при высоких давлениях

Впервые осуществлен массовый НРНТ синтез (синтез алмазов при высоком давлении и температуре – High Pressure High Temperature) наноалмазов контролируемого размера, открывающий новые перспективы в создании однородных по свойствам носителей центров окраски. Синтез осуществлен из галогенированных адамантанов, алмазоподобная структура которых и способность галогенов насыщать углеродные связи определяет преимущественный «алмазный» сценарий их карбонизации при давлении 8 ГПа и температурах выше 900 К. Массовое зарождение алмазов и их относительно медленный рост в продуктах карбонизации при температурах до 2000 К обеспечивают благоприятные условия для размерно-контролируемого синтеза наноалмазов от 1–2 до сотен нанометров путем изменения температуры синтеза. (ИФВД РАН, ФИАН, НИЦ «Кристаллография и фотоника», авторы: Е.А. Екимов, С.Г. Ляпин, Ю.В. Григорьев, И.П. Зибров, К.М. Кондрина) (Рис.13).

Публикация:

E.A. Ekimov, S.G. Lyapin, Yu.V. Grigoriev, I.P. Zibrov, K.M. Kondrina, “Size-controllable synthesis of ultrasmall diamonds from halogenated adamantanes at high static pressure”, Carbon, 150, 436–438, 2019.

### 2. Сверхпроводниковые провода на основе соединений железа

Впервые в России изготовлены сверхпроводниковые провода и ленты на основе модельного железосодержащего сверхпроводника FeSe с помощью различных модификаций метода «порошок в трубе» (англ. «powder-in-tube», PIT). Показана возможность изготовления длинномерных проводов из сверхпроводников на основе железа. Данные материалы обладают значительно более высокими критическими характеристиками в сильных магнитных полях по сравнению с традиционными сверхпроводниками, большей радиационной стойкостью, а также более технологичны, чем купраты. Это открывает широкие перспективы их применения в технике сильных магнитных полей. (ФИАН совместно с ИФВД РАН и ВНИИНМ; В. Власенко, К. Перваков, Ю. Ельцев, В. Пудалов) (Рис. 14).

Публикация:

V.A. Vlasenko, K.S. Pervakov, Y.F. Eltsev, V.D. Berbentsev, A.S. Tsapleva, P.A. Lukyanov, I.M. Abdyukhanov, V.M. Pudalov, Critical Current and Microstructure of FeSe Wires and Tapes Prepared by PIT Method, IEEE TRANS. APPLIED SUPERCOND., 29(3), 6900505, (2019).

### 3. Лазерная система видимого диапазона спектра THL-100

На гибридной лазерной системе THL-100, не имеющей мировых налогов, достигнута рекордная для видимой области (475 нм) пиковая мощность 40 ТВт. Система состоит из Ti:Sa фемтосекундного комплекса и фотодиссоционного XeF(C-A)-усилителя. Достижение указанной мощности обеспечено путем увеличения энергии в лазерном импульсе (за счет повышения однородности пучка) и сокращения длительности импульса (за счет уширения спектра излучения в нелинейном кристалле).

В настоящее время все сверхмощные лазерные системы работают на твердотельных кристаллах в инфракрасной (ИК) области спектра (0,8–1 мкм). Переход в более коротковолновый диапазон спектра позволяет раздвинуть границы применения таких лазерных импульсов. Продвижение в видимую область спектра возможно за счет генерации второй гармоники ИК излучения в нелинейном кристалле (НК). Однако этот метод ограничен технологией изготовления НК и низким качеством излучения второй гармоники из-за фазовой самомодуляции, кроссмодуляции и керровской самофокусировки. В ИСЭ СО РАН в 2012 году была создана уникальная мультитераваттная гибридная лазерная система THL-100, на которой достигнута рекордная для видимой области спектра (475 нм) пиковая мощность 14 ТВт. Система состоит из выходного газового XeF(C-A) усилителя и фемтосекундного Ti:Sa комплекса, работающего на второй гармонике. Для накачки XeF(C-A) усилителя используется мощный ускоритель электронов на основе линейного импульсного трансформатора.

Ускоритель формирует шесть электронных пучков с площадью каждого  $25 \times 100 \text{ см}^2$ , которые инжектируются в электронно-пучковый конвертер с ксеноном. Энергия электронов преобразуется в ВУФ излучение (172 нм), которое создает активную среду в лазерной кювете с апертурой 24 см, наполненной парами XeF<sub>2</sub> и азотом.

В 2019 г. на лазерной системе THL-100 была достигнута пиковая мощность 40 ТВт. Повышение мощности было реализовано за счет повышения энергии на выходе системы (с 0,7 до 1,2 Дж) и сокращения длительности импульса излучения с 50 до 29,4 фс. Повышение энергии было осуществлено за счет получения более однородного пучка, а уменьшение длительности импульса – за счет уширения спектрального контура второй гармоники с 5,3 до 8 нм. Уширение спектра излучения происходило в процессе преобразования отрицательно chirпированного импульса излучения основной частоты в нелинейном кристалле КДП. После КДП импульс излучения удлинялся в призмном стретчера до 1,8 пс, усиливался в XeF(C-A) усилителе и сжимался в компрессоре на основе пластин из плавленого кварца (Рис. 15). На настоящее время этот результат по мощности в видимой области спектра является вторым в мире. (ИСЭ СО РАН авторы: С.В. Алексеев, к.ф.-м.н. Н.Г. Иванов, д.ф.-м.н. В.Ф. Лосев, д.ф.-м.н. Ю.Н. Панченко)

Публикации:

1. С.В. Алексеев, Н.Г. Иванов, В.Ф. Лосев, Г.А. Месяц, Л.Д. Михеев, Н.А. Ратахин, Ю.Н. Панченко. Достижение пиковой мощности 40 ТВт в гибридной фемтосекундной системе видимого диапазона THL-100 // Квантовая электроника. 2019. Т. 49. № 10. С.947-950.

2. S.V. Alekseev, N.G. Ivanov, V.F. Losev, G.A. Mesyats, L.D. Mikheev, N.A. Ratakhin, Yu.N. Panchenko. THL-100 multi-terawatt laser system of visible spectrum range // Optic. Commun. 2019, 15 January 2020, Volume 455, 124386.

#### **4. SPP-волновод открытого типа с ультравысокой пропускной способностью до 3,5 ТГц**

Интеграция электронных и оптических схем ограничена несоответствием размеров их элементов. Элементы электронных схем могут быть изготовлены с размерами менее 10 нм. Минимальный размер элементов в схемах фотоники определяется длиной волны излучения. Интеграция электронных и оптических схем возможна на основе использования поверхностных плазмон волн в металлических наноструктурах, создавая тем самым возможность реализовать технические преимущества фотоники и электроники на одном кристалле. Из-за потерь в металлах длина распространения поверхностных плазмон-поляритонных волн SPP на металлических поверхностях мала. Это серьезно ограничивает развитие многочисленных применений оптики плазмонных волн: в ближней инфракрасной области спектра длина распространения SPP-волн не превышает 200 мкм.

Мы показали, что фокусировка SPP позволяет реализовать новый тип волновода открытого типа, характеризующегося большой эффективной длиной распространения SPP волн до 1 мм на длине волны 780 нм. Мы показали, что сфокусированные SPP-волны в таком волноводе могут также модулироваться в полосе частот около 3,5 ТГц. Большая эффективная длина распространения SPP в волноводе и его сверхвысокая полоса пропускания открывают новые возможности для использования SPP в различных областях плазмоники и фотоники (Рис. 16). (ИСАН, НИУ ВШЭ, МФТИ, НИЯУ МИФИ, ФИАН; авторы: П.Н., А.С., А.А. Кузин, Д.В. Негров, В.В. Климов, В.И. Балыкин)

Публикация:

Pavel N. Melentiev, Alexey Kalmykov, Arthur Kuzin, Dmitriy Negrov, Vasiliy Klimov, Victor I. Balykin Open-Type SPP Waveguide with Ultrahigh Bandwidth up to 3.5 THz ACS Photonics 2019, 6, 1425–1433.

#### **5. Исследование поджига и ранних стадий горения смеси H<sub>2</sub>–O<sub>2</sub> при фотодиссоциации молекул кислорода ультрафиолетовым лазерным излучением**

Один из путей реализации современных тенденций авиационного двигателестроения – экономичности и экологичности – использование бедных смесей. Однако процесс воспламенения в этом

случае становится нестабильным и происходит лишь в малой области камеры сгорания вблизи свечи электрического поджига.

Для интенсификации цепных реакций, идущих при воспламенении, предложено использовать фотодиссоциацию молекул кислорода при их облучении УФ лазерным излучением, образующем активные радикалы атомов – носителей цепи. На примере смеси  $H_2-O_2$  показано, что УФ лазерное излучение, незначительно поглощаясь в горючей смеси, обеспечивает эффективность диссоциации, достаточную для воспламенения больших объемов рабочей смеси. Этот результат иллюстрируется последовательностью изображений свечения из зоны разгорания, полученных с различной задержкой относительно наносекундного импульса лазерного излучения при «точечном» поджиге А), и поджиге лазерным излучением в протяженном объеме В) (Рис. 17), воспламенение в котором происходит единовременно. (ИОФ РАН, ЦИАМ им. П.И. Баранова; авторы: Смирнов В., Верещагин К., Волков С., Кобцев В., Кострица С., Пелевкин А., Старик А., Титова Н., Торохов С.)

Публикация:

Kobtsev V., Kostritsa S., Pelevkin A., Smirnov V., Starik A., Titova N., Torokhov S., Vereshchagin K., Volkov S., Ignition and early stage combustion of  $H_2-O_2$  mixture upon the photodissociation of  $O_2$  molecules by UV laser radiation: Experimental and numerical study. // Combustion and Flame – 2019. – v. 200, – pp. 32–43. (Q1 WoS).

## 6. Сферический токамак Глобус-М2 с увеличенным магнитным полем

Введен в эксплуатацию российский сферический токамак Глобус-М2 с увеличенным магнитным полем (Рис. 18). При росте магнитного поля с 0,4 до 0,7 Тл и тока плазмы с 0,2 до 0,33 МА при неизменном значении мощности дополнительного нагрева и запаса устойчивости зарегистрировано существенное (до 3-х раз) повышение температуры и энергозапаса плазмы. Зафиксировано двукратное увеличение времени удержания энергии плазмы. Это подтверждает скейлинг, полученный ранее на сферических токамаках NSTX (USA), MAST(UK) и Глобус-М (Россия) и распространяет его на область более высоких магнитных полей (Рис. 19). Впервые на сферическом токамаке удалось заместить часть индукционного тока разряда током, увлекаемым ВЧ волнами промежуточного диапазона частот (2,45 ГГц), замедленными в тороидальном направлении (Рис 20). (ФТИ им. А.Ф.Иоффе РАН, авторы: В.К. Гусев, Н.В. Сахаров, В.Б. Минаев, В.И. Варфоломеев, Ю.В. Петров, В.В. Дьяченко, А.Н. Новохацкий, М.И. Патров, Н.Н. Бахарев, А.Н. Коновалов, Г.С. Курские, А.Ю. Тельнова, Е.А. Тюхменева, П.Б. Щеголев.)

Публикации:

N.N. Bakharev et al, “Globus-M2 Experiments in Scope of Fusion-Fission Reactor Development”, Plasma Physics Reports, 2019, in press.

## 7. Исследование распада $K^+ \rightarrow \mu^+ \nu \gamma$ на установке ОКА

На установке ОКА на 18 ГэВ/с вторичном сепарированном пучке каонов протонного синхротрона У-70 Института физики высоких энергий имени А.А. Логунова НИЦ «Курчатовский институт» выполнено детальное исследование распада заряженного каона  $K^+ \rightarrow \mu^+ \nu \gamma$ . Благодаря большому интегральному потоку каонов ( $3,4 \times 10^{10}$  на входе в распадный объем), высокой энергии пучка и хорошей герметичности установки удалось надежно выделить и исследовать искомый распад. Наблюдалось 95 тыс. событий с энергией  $\gamma$ -кванта  $25 \text{ МэВ} < E^* \gamma < 150 \text{ МэВ}$  в системе покоя каона. Изучение плотности распределения событий распада на диаграмме Далитца позволило обнаружить деструктивную интерференцию доминирующего в этом распаде тормозного излучения и структурного излучения (Рис 21). В результате удалось измерить разницу векторной и аксиальной констант:  $FV-FA = 0,134 \pm 0,021 \pm 0,027$ .

Полученное значение отличается от предсказания киральной теории возмущений  $FV-FA = 0,052$  (различие 2,3  $\sigma$ ), что может указывать на необходимость модификации теории. (НИЦ «Курчатов-

ский институт» – ИФВЭ, ИЯИ РАН, авторы: член-корреспондент РАН В.Ф. Образцов, к. ф.-м. н. В.И. Кравцов, В.Ф. Куршеев)

Публикация:

«Measurement of the  $K^+ \rightarrow \mu^+ \nu \gamma$  decay form factors in the OKA experiment», Eur. Phys. J. C (2019) 79: 635.

## **8. В международном эксперименте КАТРИН поставлено лучшее в мире ограничение на массу электронного антинейтрино $m_{\nu} < 1$ эВ**

В 2018 г. на базе Технологического Института Карлсруэ при активнейшем участии сотрудников ИЯИ РАН завершилось создание установки КАТРИН. В её основе лежит идея электростатического спектрометра с адиабатической магнитной коллимацией, предложенная академиком В.М. Лобашевым и П.Е. Спиваком. Этот подход позволил совместить высокое разрешение спектрометра и неограниченную площадь беззаконного газового источника молекулярного трития. Ранее эта идея была воплощена на установке «Троицк нью-масс» ИЯИ РАН, где было получено ограничение на эффективную массу электронного антинейтрино на уровне 2,05 эВ, которое до последнего времени признавалось лучшим в мире.

Установка КАТРИН, выполненная на новом технологическом уровне, позволила поднять интенсивность источника примерно в 170 раз. Анализ первого четырехнедельного цикла измерений, проведенных в 2019 г. (Рис. 22), привел к ограничению на эффективную массу электронного антинейтрино  $m_{\nu} < 1$  эВ, что вдвое превосходит по точности предыдущие лабораторные результаты, полученные за несколько лет. (ИЯИ РАН в составе коллаборации КАТРИН)

Публикация:

«Improved Upper Limit on the Neutrino Mass from a Direct Kinematic Method by KATRIN»

O. Kazachenko, V. M. Lobashev, A. Lokhov, A. Skasyrskaya, N. Titov, I. Tkachev, S. Zadorozhny, et al. (KATRIN Collaboration) Institute for Nuclear Research of Russian Academy of Sciences, 60th October Anniversary Prospect 7a, 117312 Moscow, Russia. Phys. Rev. Lett. 123, 221802 – Published 25 November 2019.

## **9. Первые кандидаты на события от астрофизических нейтрино высоких энергий в байкальском нейтринном эксперименте**

Коллаборацией «Байкал» развернуты и введены в эксплуатацию четвертый и пятый кластеры нейтринного телескопа Baikal-GVD. С их вводом эффективный объем телескопа Baikal-GVD достиг значения 0,25 км<sup>3</sup> в задаче регистрации ливней от нейтрино высоких энергий астрофизической природы, что, с учетом более эффективной регистрации ливней в воде, составляет около 60% эффективного объема антарктического детектора IceCub (Рис.23), (Рис. 24).

В рамках этой задачи выполнен предварительный анализ данных 2015, 2016, 2018 и, частично, 2019 года, позволивший выделить первые шесть событий в области энергии 100 ТэВ, где поток астрофизических нейтрино уже превалирует над фоном атмосферных нейтрино. (ИЯИ, ОИЯИ)

Публикации:

Baikal-GVD collaboration. Search for Cascade Events with Baikal-GVD // PoS-ICRC2019-873, arXiv:1908.05430.

Baikal-GVD collaboration. Neutrino Telescope in Lake Baikal: Present and Future // PoS-ICRC2019-1011, arXiv:1908.05427.

## **10. Физика тяжелых ионов**

Введен в эксплуатацию уникальный ускорительный комплекс – фабрика сверхтяжелых элементов (СТЭ) (Рис.25). Подготовлен первый эксперимент по синтезу изотопов 115-го элемента – московия. Этот эксперимент подводит итог многолетней работы ОИЯИ по созданию и запу-

ску фабрики СТЭ и должен показать готовность комплекса к началу реализации долгосрочной программы, нацеленной на синтез элементов 119 и 120 – первых элементов 8 периода Периодической таблицы Д.И. Менделеева, и изучение ядерно-физических и химических свойств новых элементов. (ОИЯИ)

Публикации:

Dmitriev S. N., Oganessian Yu. Ts., Gulbekyan G. G., Kalagin I. V., Gikal B.N., Bogomolov S. L., Ivanenko I.A., Kazarinov N.Yu., Ivanov G.N., Osipov N.F., Pashchenko S.V., Khabarov M.V., Semin V.A., Yeremin A.V., Utyonkov V.K. SHE Factory: Cyclotron Facility for Super Heavy Elements Research // Proceedings of CYC19 Int. Conf., South Africa, Cape Town, 2019. <https://cyclotrons2019.vrws.de>

Гульбекян Г.Г., Дмитриев С.Н., Иткис М.Г., Оганесян Ю.Ц., Гикал Б.Н., Калагин И.В., Семин В.А., Богомолов С.Л., Бузмаков В.А., Иваненко И.А., Казаринов Н.Ю., Осипов Н.Ф., Пашченко С.В., Соколов В.А., Пчелкин Н.Н., Прохоров С.В., Хабаров М.В., Гикал К.Б. Запуск циклотрона ДЦ-280 – базовой установки Фабрики Сверхтяжелых Элементов ЛЯР ОИЯИ // Письма в ЭЧАЯ. 2019. Т. 50, № 6.

### 11. Новые каналы возбуждения и распада низколежащего изомера ядра $^{229}\text{Th}$

Предложен высоко эффективный процесс возбуждения низколежащего изомерного состояния  $3/2^+(8,3 \text{ эВ})$  в ядре  $^{229}\text{Th}$  фотонами по механизму электронного моста через атомную оболочку с промежуточными состояниями в непрерывном спектре (Рис.26). Такой процесс позволяет осуществить резонансное возбуждение ядра независимо от схемы уровней атома (иона) [1].

Показано, что в ридберговском атоме (ионе) тория распад изомера  $^{229\text{m}}\text{Th}$  ( $3/2^+$ , 8,3 эВ) по каналу внутренней конверсии (Рис.27) происходит только через ридберговский электрон и может быть существенно замедлен [2]. Уже при относительно небольших значениях главного квантового числа и орбитального момента ридберговского состояния вероятность конверсии  $W_{\text{IC}}$  уменьшается на 9 порядков величины и становится меньше вероятности  $\gamma$ -излучения  $W_\gamma$  (Рис. 28). (ФИАН)

Публикации:

[1] P.V. Borisyyuk, N.N. Kolachevsky, A.V. Taichenachev, E.V. Tkalya, I.Yu. Tolstikhina, V.I. Yudin, **Excitation of the low energy  $^{229\text{m}}\text{Th}$  isomer in the electron bridge process via continuum**, Physical Review C 100 (4), 044306, 2019.

[2] E.V. Tkalya, **Decay of the low-energy nuclear  $^{229\text{m}}\text{Th}$  isomer via atomic Rydberg states**, Physical Review C 100 (5), 054316, 2019.

### 12. Радиационные и радиобиологические исследования

Специалистами ОИЯИ и МРНЦ им. А.Ф. Цыба проведены предклинические исследования **нового метода повышения биологической эффективности протонов для лечения опухолевых заболеваний *in vivo***. Группе животных (мыши) была привита опухоль меланомы. Опухоли животных подвергались облучению протонами в пике Брэгга с предварительным введением арабинозидцитозина (AraC) или без него. Контрольные, необлученные животные, погибли на 30 сутки в результате развития опухолевого процесса. На 40 сутки обе группы облученных животных оставались живы. Вместе с тем размеры опухоли меланомы у облученных животных с введением AraC были в  $\sim 3$  раза меньшими по сравнению с облучением лишь одними протонами (Рис. 29). Получен патент № 2699670 на изобретение нового метода усиления радиационного воздействия на живые клетки.

Публикация:

Красавин Е.А., Борейко А.В., Замулаева И.А. Новый метод повышения эффективности действия ионизирующих излучений на клетки опухолевых тканей // Материалы 3-й Российской конференции с международным участием «Радиобиологические основы лучевой терапии», ОИЯИ, Дубна, 2019. С. 84.

### 13. Запуск рентгеновской обсерватории «Спектр-РГ» и первые результаты

13 июля 2019 года состоялся успешный запуск с космодрома Байконур ракеты-носителя «Протон-М» с разгонным блоком «ДМ-03» и российской астрофизической обсерваторией «Спектр-РГ» (Рис.30). Аппарат создан в НПО им. Лавочкина. В состав обсерватории входят два рентгеновских телескопа: eROSITA (Германия) и ART-XC (Россия). ART-XC – первый рентгеновский телескоп космического падения, разработанный и произведенный в России. Он создан в ИКИ РАН и РФЯЦ – ВНИИЭФ (г. Саров) при участии Центра космических полетов им. Маршалла (США). Научный руководитель телескопа ART-XC – Михаил Павлинский (ИКИ РАН). В фокальной плоскости телескопа установлены уникальные рентгеновские детекторы на основе теллурида кадмия, разработанные в ИКИ РАН под руководством Василия Левина.

21 октября 2019 года аппарат завершил перелет в окрестность точки либрации L2 системы Солнце-Земля, а 8-го декабря 2019 года обсерватория начала выполнение своей главной задачи – проведение четырехлетнего обзора всего неба в рентгеновских лучах, чувствительность которого должна в десятки раз превзойти существующие обзоры.

В течение первых четырех месяцев после запуска телескопы обсерватории «Спектр-РГ» проводились тестовые наблюдения астрофизических объектов на небе, которые подтвердили высочайшие заявленные характеристики приборов (Рис.31).

Ожидается, что в результате уникального обзора всего неба будет обнаружено порядка ста тысяч массивных скоплений галактик, несколько миллионов сверхмассивных черных дыр в ядрах галактик, сотни тысяч звезд с активными коронами и много других интересных объектов, в том числе неизвестной природы, а также детально исследованы свойства горячей межзвездной и межгалактической плазмы. (ИКИ РАН, академик РАН Р.А. Сюняев)

### 14. Обнаружение самого мощного киломазера в нашей галактике

С помощью 22-метрового радиотелескопа РТ-22 в Симеизе в линиях водяного пара на частоте 22235 МГц открыт самый мощный галактический киломазер G25.65+1.05. В объекте зарегистрирована самая мощная за всю историю наблюдений двойная вспышка, во время которой плотность потока радиоизлучения увеличилась более чем в 1300 раз. **Впервые в мире получена детальная форма изменения спектральной плотности потока излучения источника в зависимости от времени** (Рис. 32, Рис. 33). Проведены наземные РСДБ<sup>10</sup> эксперименты по наблюдению вспышки киломазера G25.65+1.05 на интерферометре РСДБ-комплекса «Квазар-КВО» и РСДБ станции Симеиз, которые подтверждают наличие компактных глобул.

Разработана модель первичного энерговыделения на основе кратной массивной звездной системы, в которой в результате мощного гравитационного возмущения происходит сброс оболочки центральной сверхмассивной звезды. В результате мощного гравитационного возмущения возможен сброс оболочки центральной сверхмассивной звезды, которая достигает аккреционного диска и создает взрывной подъем плотности и температуры в газовой-пылевой среде, где расположены мазерные глобулы. **Такие результаты получены в мировой практике впервые!** (КрАО РАН, авторы А.Е. Вольвач, Л.Н. Вольвач)

Публикации:

1. L.N. Volvach, A.E. Volvach, M.G. Larionov, G.C. MacLeod, S.P. van den Heever, P. Wolak, M. Olech Powerful bursts of water masers towards G25.65+1.05 // Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters, Volume 482, Issue 1, 1 January 2019, Pages L90–L92.

---

<sup>10</sup> РСДБ – Радиointерферометрия со сверхдлинными базами. Метод РСДБ позволяет объединять наблюдения, совершаемые несколькими телескопами, и тем самым имитировать телескоп, размеры которого равны максимальному расстоянию между исходными телескопами. Угловое разрешение РСДБ в десятки тысяч раз превышает разрешающую силу лучших оптических инструментов.

2. Л.Н. Вольвач, А.Е. Вольвач, М.Г. Ларионов, Г.К. МакЛеод, С.П. ван ден Хеевер, П. Волак, М. Олеч, А.В. Ипатов, Д.В. Иванов, А.Г. Михайлов, А. Мельников, К. Ментен, А. Беллоче, А. Вейс, П. Мазумдар, Ф. Шуллер Гигантская вспышка мазера водяного пара в галактическом источнике IRAS 18316-0602 // *Астрономический журнал*. 2019. Т. 96. № 1. С.

### 15. Обнаружение рекордных магнитных полей в короне активных областей Солнца

Величина самых сильных полей в активных областях на Солнце, как правило, не превышает 3000 Гс и лишь изредка на фотосфере регистрируются поля больше 5000 Гс. В короне Солнца значения полей значительно меньше, что объясняется уменьшением поля с высотой. К примеру, ранее никогда не сообщалось о наблюдении корональных магнитных полей выше 2000 Гс. Стоит отметить, что магнитные поля в короне Солнца очень трудно измерить по эффекту Зеемана и единственный способ прямого измерения корональных магнитных полей заключается в анализе микроволнового излучения. Наблюдение такого излучения на частоте 34 ГГц позволило зарегистрировать аномально сильное корональное магнитное поле в солнечной активной области 12673 (Рис 34). По данным измерений в микроволновом диапазоне, проведенным 6 сентября 2017 года, магнитное поле в основании короны составило около 4000 Гс, что также подтверждается восстановлением магнитного поля по фотосферным магнитограммам в нелинейном бессиловом приближении. Полученный результат заставляет нас пересмотреть наши представления о том, насколько сильным может быть магнитное поле в короне Солнца. (ИСЗФ СО РАН, СПбГУ, ФТИ им. А.Ф.Иоффе РАН; к.ф.-м.н. С.А. Анфиногентов, к.ф.-м.н. А.Г. Ступишин, к.ф.-м.н. И.И. Мышьяков, д.ф.-м.н. Г.Д. Флейшман)

Публикация:

Anfinogentov S.A., Stupishin A.G., Myshyakov, I.I., Fleishman G.D. «Record-breaking Coronal Magnetic Field in Solar Active Region» 12673, 2019, *ApJL*, V.880, No 2, L29 DOI:10.3847/2041-8213/ab3042.

### 16. Гигантские вспышки мазеров водяного пара в массивных областях звездообразования IRAS 18316-0602 и W49N

Представлены результаты длительного каждодневного мониторинга галактических комплексов активного звездообразования. Обнаружены мощнейшие за всю историю наблюдений вспышечные явления. Показано, что все мазеры во время вспышек находились в ненасыщенном состоянии. Данные подтверждены наблюдениями в HartRAO (ЮАР) и Торунь (Польша). Предложена модель инициации первичного энерговыделения в мазерных комплексах.

Наблюдения проводились на радиотелескопе РТ-22 (Симеиз) с августа 2017 по август 2019 гг. практически в каждодневном режиме. Обнаружен ряд гигантских вспышек водяных киломазеров в указанных галактических источниках. В качестве примера приведены мощные вспышки в источнике W49N (Рис. 35).

За время вспышек зафиксирован экспоненциальный рост спектральной плотности потока и линейная зависимость обратной величины квадрата ширины линии от логарифма потока, что однозначно свидетельствует о том, что мазер во время вспышки находится в ненасыщенном состоянии.

Необычайно мощные вспышки мазера водяного пара в W49N, обнаруженные в последние два года, были представителями как коротких (около месяца), так и продолжительных (около года) явлений. Продолжительные вспышки состоят из излучений отдельных мазерных глобул размерами около 1 а.е. Такие детальные результаты получены впервые в мире.

Мониторинг на одиночных антеннах является независимым дополнением к интерферометрическим наблюдениям. Он позволяет получить информацию о структуре мазерных комплексов на масштабах от сотых долей а.е. до сотен а.е., что недоступно глобальным и даже некоторым космическим интерферометрам, учитывая расстояние до объекта – 11 килопарсек.

Структура второй вспышки на Рис. 35 указывает на комплексную структуру мазерных «гнезд» в областях 1015–1016 см, если скорости возбуждающих агентов составляют сотни км/сек.

Предложен новый механизм инициации первичного энерговыведения в системе мазерного излучения. Он связан со значительной активацией звездного ветра центральной массивной звезды, вплоть до эпизодических сбросов ее оболочки во время прохождения в периастре достаточно массивного компаньона в кратной звездной системе. При этом повышенная активность может быть в течение нескольких лет, что и наблюдается в настоящее время. Т.е. получены новые уникальные результаты мирового уровня. (ФИАН, КРАО РАН)

Публикации:

1. L. N. Volvach, A. E. Volvach, M. G. Larionov, et al., Flaring water masers associated with W49N *Astronomy & Astrophysics*, Vol. 628, P.A89., (2019).

2. L. N. Volvach, A. E. Volvach, M. G. Larionov, et al., Unusual flare activity in the extreme velocity -81 km s<sup>-1</sup> water maser feature in W49N *Monthly Not. Roy. Astron. Soc. Letters*, Vol. 487, Issue 1, P. L77–L80, (2019).

3. L. N. Volvach, A. E. Volvach, M. G. Larionov, et al., Powerful bursts of water masers towards G25.65+1.05, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society: Letters*, Volume 482, Issue 1, 1 January 2019, Pages L90–L92,

4. Л.Н. Вольвач, А.Е. Вольвач, М.Г. Ларионов и др. Гигантская вспышка мазера водяного пара в галактическом источнике IRAS 18316-0602, *Астрономический журнал*. 2019. Т.96, № 1, с. 51–69.

5. Л. Н. Вольвач, А. Е. Вольвач, М. Г. Ларионов и др., Вспышка мазера водяного пара в высокоскоростной линии W49N *Письма в астрономический журнал*, том 45, №5, с. 367–376. (2019).

6. Л.Н. Вольвач, А.Е. Вольвач, М.Г. Ларионов и др., Необычная по мощности вспышка мазера водяного пара, произошедшая в галактическом источнике W49N, *Астрономический журнал*, Т.96, № 8, с. 638–652.(2019).

## **Нанотехнологии и информационные технологии**

### **Состояние и перспективы развития:**

#### **В области информационных технологий и автоматизации**

В области автоматизации и процессов управления будут проводиться исследования по созданию машинных комплексов и сложных систем «человек – машина – среда», живучести и безопасности машин и сложных технических систем, снижения техногенных и технологических рисков для всех объектов народного хозяйства, анализа и синтеза сложных машинных комплексов, эргономики и биомеханики человеко-машинных систем, перспективных материалов и технологий, кибернетики, методов оптимизации, исследования операций и искусственного интеллекта, теории принятия решений, охватывающей проблемы управления системами самой разнообразной природы, масштаба и назначения, робототехники.

Предполагается проведение фундаментальных исследований в области систем искусственного интеллекта, извлечения и анализа текстов, развития методов и информационных технологий системного анализа и управления в условиях неопределенности и риска. Предлагаются разработки методов поиска областей с хаотической динамикой, методов анализа, стабилизации и управления для семейств систем, описываемых как непрерывными, так и дискретными уравнениями; создание и развитие новой аналитико-компьютерной технологии исследования, анализа и управления хаотической динамикой решений сложных нелинейных систем дифференциальных уравнений, описывающих многочисленные естественно-научные и социально-экономические процессы и явления.



Требуется проведение фундаментальных исследований для создания новых принципов 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 информационной безопасности: от создания теоретико-методологических основ, методов, модельного инструментария и информационных технологий системного анализа для исследования и оценки предпосылок, хода и последствий социально-экономических процессов до комплексов математических методов, алгоритмов и программ выявления и нейтрализации вредоносного кода и скрытых каналов.

В рамках выполнения фундаментальных и прикладных исследований были получены следующие научные результаты:

- получены теоретические верхние и нижние оценки распределения пакетов ошибок на выходе декодера Витерби на основе знаний активных расстояний сверточных кодов (ИППИ РАН);
- впервые изучена долговременная асимптотика решений трехмерного уравнения Клейна-Гордона, взаимодействующее с несколькими нелинейными осцилляторами (ИППИ РАН);
- полностью решена проблема классификации неизоморфных эллиптических полей, содержащих периодические и квазипериодические элементы (ФНЦ НИИСИ РАН);
- разработаны новые эффективные методы и алгоритмы трехмерной визуализации скалярных и векторных полей цифровой модели ядра в масштабе реального времени (ФНЦ НИИСИ РАН);
- разработаны новые технологические принципы поддержки конструирования программно-аппаратных комплексов бортовой аппаратуры космических аппаратов (ИВМ СО РАН);
- разработаны и исследованы быстрые алгоритмы оптимизации непараметрических решающих правил ядерного типа в условиях статистических данных большого объема (ИВМ СО РАН);
- для выявления потенциальных кризисных ситуаций на трассах Северного морского пути предложена технология информационного мониторинга и индикаторной оценки угроз экологической безопасности арктических коммуникаций (ИИММ КНЦ РАН);
- предложен новый алгоритм управления скоростью беспилотного наземного транспортного средства, учитывающий возможные ошибки локализации и управления (ИППИ РАН);
- разработан алгоритм сегментации мультиспектральных снимков дистанционного зондирования Земли, основанный на совместном использовании сверточных нейронных сетей и вегетационных индексов NDVI и NDWI, которые хорошо детектируют участки, покрытые растительностью и водой (ИПС РАН);
- разработан алгоритм построения расписания выполнения задачи на основе генетического алгоритма и статистической информации о выполнении блоков обработки данных и передачи данных в вычислительной системе (ВС) конвейерно-параллельной архитектуры (ИПС РАН);
- разработаны методы когнитивной поддержки принятия решений операторов в задачах контроля и диагностики состояний сложных технических систем на примере космического аппарата; предложены концепция и реализация методов графического представления временных последовательностей (ИПС РАН);
- проведен анализ уязвимостей нейросетевого алгоритма симметричного шифрования и потенциально применимые к ним методы криптоанализа (ЦИТП РАН);
- разработаны и апробированы математические методы и алгоритмы для предварительной обработки и поиска объектов на изображениях мультиспиральной компьютерной томографии (ЦИТП РАН);
- для исследования нестационарных процессов в жидких кристаллах предложена упрощенная математическая модель, в рамках которой кристалл рассматривается как мелкодисперсная сплошная

среда с вращающимися частицами, обладающая упругим сопротивлением деформации объема и вязкоупругим сопротивлением относительному повороту частиц (ИВМ СО РАН);

- проводятся работы по созданию и внедрению встроенных интеллектуальных систем мониторинга и контроля тепловых режимов бортового оборудования космических аппаратов (ИВМ СО РАН);

- разработаны методы и программное обеспечение для управления мобильным роботом, позволяющие реализовать его движение вдоль эластик Эйлера, а также вдоль субримановых геодезических на группе движений плоскости, задаваемых в дискретном виде по беспроводному каналу связи (ИПС РАН);

- разработан метод улучшения управления второго порядка для дискретно-непрерывных систем, содержащий разные регуляторы близости соседних приближений на разных уровнях, и сформулирован его алгоритм (ИПС РАН);

- разработан алгоритм реконфигурации единой модульной робототехнической системы на основе управления актуаторных, соединительных и движительных механизмов на основе поиска субоптимального плана реконфигурации GreedyCM, позволяющего задействовать в ходе решения задачи кинематические методы анализа замкнутых цепей при осуществлении передвижения (СПИИРАН);

- создана методика выявления невыработанных зон на нефтяных месторождениях и подсчета остаточных запасов нефти на основе комплексирования математического моделирования, анализа разработки с исследованиями скважин и пластов (ФНЦ НИИСИ РАН);

- разработана индексно-численная технология сжатия данных, основанная на использовании двухэтапной процедуры построения компактного описания, включающей в себя индексный и численный этапы сжатия данных, при этом на первом, индексном этапе определяются только размеры всех массивов с учетом появления новых элементов с ненулевыми значениями, а на втором, численном этапе, открываются массивы, где формируются численные матрицы и выполняется формирование соответствующих массивов и решение уравнений (физические и математические модели для элементов изделий электронной техники (ЦИТП РАН);

- предложен метод многоспектральной обработки оптических изображений органов живых систем с применением акустооптических перестраиваемых фильтров для выявления патологий и, прежде всего, злокачественных новообразований кожи на ранних стадиях их развития (ИАП РАН);

- развиты методы анализа данных магнитно-резонансной томографии, в частности технология визуализации трансплантированных клеток в ишемизированном головном мозге и построения пространственных карт путей их миграции и зон хоуминга (ФИЦ ИУ РАН).

Дальнейшее развитие фундаментальных и прикладных исследований будет осуществляться в следующих направлениях:

- разработка элементивных систем и технологий, системного анализа, искусственного интеллекта, принятие решений при многих критериях;

- исследования в области когнитивных систем и технологий, нейроинформатики и биоинформатики, системного анализа, системы распознавания образов, извлечение знаний и анализ знаний;

- создание систем автоматизации, CALS-технологий, математических моделей и методов исследования сложных управляющих систем и процессов;

- создание цифровых машиностроительных комплексов и их компонентной базы;

- разработка научных основ и применения информационных технологий в медицине;

- общая теория систем управления и информационно-управляющих систем, методы и средства коммуникационно-сетевого управления многоуровневыми и распределенными динамическими системами в условиях неполной информации;

- разработка научных основ и средств исследования биомеханики волновых процессов в системе «человек-машина-среда», включая модели наследуемых волновых и циклических процессов в организме человека и способы повышения биосовместимости конструкционных материалов;

- развитие методов когнитивного анализа текста и применение их для построения картины мира субъекта и обнаружения его психологических особенностей, в частности выделения личностных и когнитивных характеристик;
- развитие методов автоматического синтеза цели и плана поведения автономным когнитивным агентом.

### **В области вычислительных, локационных, телекоммуникационных систем и элементной базы**

Перспективным направлением исследований в области вычислительных систем является разработка специализированных архитектур применительно к классам задач вычислений. Такие архитектуры могут быть достаточно эффективными для широкого круга приложений, что показывает использование массивно-параллельной архитектуры графических процессоров в сочетании с универсальными процессорами.

В области локационных систем необходимо развитие многочастотных радиолокаторов бокового обзора с синтезированной апертурой (РСА) авиационного и космического базирования, а также для беспилотных летательных аппаратов. Имеется научный задел для создания перспективного многочастотного многофункционального РСА сверхвысокой разрешающей способности большой дальности с характеристиками, превышающими характеристики перспективных зарубежных образцов. Имеется научный задел для создания радиолокаторов кругового обзора контроля территории наземного базирования, имеющие основные технические характеристики на уровне зарубежных аналогов. Имеется научный задел для создания высокоинтеллектуальных образцов, отличающих человека от животного (в мире аналогов не существует).

В области СВЧ радиометрической аппаратуры имеются значительные достижения в прошлом, приоритетные достигнутые технологии в отдельных областях и работы с зарубежными партнерами (отставание по элементной базе менее 5 лет). Перспективным направлением в радиолокации (и в телекоммуникациях) является развитие радиофотоники. Развитие радиофотоники позволит преодолеть значительное отставание в существующей элементной базе за счёт применения принципиально новых радиофотонных методов обработки информации.

Активно развиваются информационно-измерительные комплексы локации химических соединений в атмосфере и на различных поверхностях, которые должны обеспечить решение как проблем оперативного обнаружения экологических загрязнений, так и оповещения о применении токсичных химикатов.

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.

В области создания элементной базы наиболее актуальными являются исследования по трехмерной интеграции ИС, разработке транзисторов на иных физических принципах и транзисторов с новыми материалами. Предлагаются новые конструкции туннельных транзисторов, которые демонстрируют рекордные значения подпороговой крутизны. Разрабатывается технология создания сегнетоэлектрических транзисторов для элементной базы нейроморфных вычислений и нейронных сетей. Проводятся исследования процессов, критически важных для изготовления структур нанотранзисторов с проектной нормой менее 14 нм – атомно-слоевого осаждения и травления одно- и многослойных структур. Разрабатываются подходы для принципиального усовершенствования теории моделирования процессов электромиграционной деградации межсоединений в многоуровневых системах микро- и нанoeлектроники, повышения их надежности.

В рамках выполнения фундаментальных и прикладных исследований были получены следующие научные результаты:

- разработана информационно-аналитическая система мониторинга воздуха в г. Красноярске, информация в которую поступает с распределенных по городу станций мониторинга (ИВМ СО РАН);
- описаны и исследованы различные стратегии передачи данных между задачами при выполнении сложносоставных расчётов (workflow) в распределенной среде (ИППИ РАН);
- разработан подход к построению горизонтально масштабируемых, отказоустойчивых, энергоэффективных распределенных систем хранения и обработки сенсорных данных и другой информации на базе 64-битных мобильных процессоров (ИПС РАН);
- предложена новая архитектура – глобальная распределенная ассоциативно-вычислительная среда – существенно повышающая надежность параллельной потоковой вычислительной системы (ИППМ РАН);
- разработана новая эффективная архитектура аппаратных блоков искусственных нейронных сетей, обеспечивающая высокую пропускную способность и высокую точность классификации при небольших аппаратных затратах (ИППМ РАН);
- реализована новая версия протокола OpenTS DMPI для системы параллельного программирования OpenTS, выполнена коррекция структур данных (ИПС РАН);
- выполнено экспериментальное исследование параллельной реализации алгоритма ветвей и границ для решения переборных задач оптимизации (ИПС РАН);
- реализована новая функциональность программной системы для организации отказоустойчивых вычислений: при обработке больших объемов данных стало возможно использовать алгоритмы стриминга (потоковой передачи) данных (ИПС РАН);
- разработаны альтернативные, отличающиеся от традиционной Bosch-технологии, процессы глубокого анизотропного травления кремния для применения в микроэлектронике, в том числе для создания TSV-отверстий в интерпозерах для 3D-интеграции СБИС, структур МЭМС, суперконденсаторов высокой емкости, а также элементов рентгеновской оптики (ФТИАН);
- предложена технология, включающая атомно-слоевое осаждение на подложку 20-нм слоя  $\text{HfO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  с дальнейшим переносом на него приборного слоя кремния методом Delecut® и последующим высокотемпературным отжигом, формирующим сегнетоэлектрические свойства UTBOX (ФТИАН);
- отработана технология напыления активных слоев МПМ структур на основе оксидов титана и цинка (ФНЦ НИИСИ РАН);
- разработаны математические модели процесса переключения ячейки магнитной памяти с произвольным доступом с перпендикулярной и продольной анизотропией активного слоя во времени при импульсном включении записывающего тока и внешнего магнитного поля (ИППМ РАН);
- исследованы особенности электронно-лучевой записи (ЭЛ) для создания планарных доменных структур на неполярных срезах непосредственно в волноводном слое ниобата лития с различным содержанием титана для задач интегральной оптики с целью усиления эффективности нелинейных преобразований лазерного излучения в квазисинхронном режиме (ИППМ РАН);
- разработаны конструкция и технология изготовления мощных СВЧ-фотодиодов Шоттки с микрополосковыми выводами на основе двойной гетероструктуры  $\text{InAlAs}/\text{InGaAs}$  (ИФП СО РАН);
- разработан макет компактного преобразователя лазерного ИК излучения в терагерцовое излучение на основе фотосмещения двух частот лазеров ближнего ИК диапазона (ФНИЦ КФ ИПЛИТ РАН);
- исследованы новые типы дисперсионных элементов для создания изображающей гиперспектральной аппаратуры (ФНИЦ КФ ИСОИ РАН);
- предсказан новый тип и построена теория долинного акустоэлектрического (АЭ) эффекта – возникновение стационарного электрического тока под действием бегущей поверхностной звуковой волны – в двумерных материалах, в которых отсутствует центр инверсии (ИФП СО РАН);

- получен сигнал фотолюминесценции при температуре 77 К в диапазоне 1,3–1,7 мкм с максимумом фотолюминесценции вблизи длины волны 1,55 мкм (ИФП СО РАН);
- разработан метод повышения разрешающей способности линейных измерений в оптическом интерференционном микроскопе (КТИ НП СО РАН);
- проведена оптимизация порогового переключающего устройства терагерцового диапазона управляемого светом (ФНИЦ КФ ИППИТ РАН);
- предложены узкополосные интегральные спектральные фильтры, состоящие из нескольких одинаковых диэлектрических ступенек, расположенных на поверхности плоскопараллельного волновода (ФНИЦ КФ ИСОИ РАН);
- предложен и реализован высокопроизводительный метод фемтосекундной лазерной печати фотонных элементов в плёнках органо-неорганических перовскитов (ИАПУ ДВО РАН).

Дальнейшее развитие фундаментальных и прикладных исследований будет осуществляться в следующих направлениях:

- разработка методов литографии сверхвысокого разрешения для технологий микроэлектроники – технологий производства СБИС новых поколений;
- элементная база микроэлектроники, нанoeлектроники и квантовых компьютеров на основе гетероструктур;
- проблемы создания глобальных и интегрированных информационно-телекоммуникационных систем и сетей, развитие технологий и стандартов GRID;
- архитектура, системные решения, программное обеспечение, стандартизация и информационная безопасность информационно-вычислительных комплексов и сетей новых поколений, системное программирование;
- материалы для микро- и нанoeлектроники, нано- и микросистемная техника;
- технологии и методы, повышающие быстродействие и увеличивающие степень интеграции в микро- и нанoeлектронике;
- диагностика материалов и элементов микро- и нанoeлектроники;
- энергоэффективная элементная база микро- и нанoeлектроники на основе 1D и 2D структур для логических схем, датчиков физических величин нового поколения и источников сигналов;
- опто-, радио- и акустоэлектроника на основе гетероструктур, оптическая и СВЧ-связь с использованием гетероструктурных приборов, лазерные источники излучения на основе гетероструктур;
- генерация, преобразование, прием электромагнитных волн за пределами оптического диапазона – рентгеновское, терагерцовое, микроволновое излучения большой мощности и их взаимодействие с веществом;
- интеграция нанoeлектроники и нанофотоники (наноэлектронных и нанофотонных компонентов) для перспективной элементной базы – сенсоры, коммуникационные среды для супер-эвм;
- разработка и создание элементной базы для перспективных информационно-вычислительных систем, работающих на новых физических принципах;
- разработка теории информации, научных основ информационно-вычислительных систем и сетей, информатизации общества, квантовых методов обработки информации;
- исследование возможности создания нового класса фурье-спектрометров УФ, видимо и ИК диапазонов спектра, предназначенных для дистанционного и беспробоотборного экспресс-анализа химических веществ и биологических систем в открытой атмосфере, в воде и на подстилающих поверхностях;
- разработка и создание быстродействующих экспресс-спектрометров на основе акустооптических преобразователей с произвольной фазовой и частотной коррекцией в интересах материаловедения, медицины и фундаментальных исследований;
- исследование и разработка гравитационно-волновых лазерных интерференционных комплексов, призванных решать как задачи регистрации и идентификации гравитационных волн различного

происхождения, так и проблемы перехода оптико-электронной промышленности на новый уровень, позволяющей создавать высокоэффективные технические устройства, в том числе и для обеспечения обороноспособности страны;

– проведение теоретических и экспериментальных исследований по созданию абсолютных лазерных баллистических гравиметров и портативных относительных гравиметров с использованием в них интерферометров Фабри-Перо и технологии холодных атомов, в том числе информационных систем навигации по гравитационному полю Земли.

## **В области нанотехнологий**

В области развития микро- и нанoeлектронной компонентной базы, молекулярной и биоэлектроники планируется продолжение фундаментальных и поисковых работ в области нанотехнологий и материалов, включая метаматериалы и углеродные наноматериалы, химических реакций и фазовых переходов, прорывных технологий получения полупроводниковых материалов и гетероструктур для нано- и микроэлектроники, моделей процессов в живых системах, обеспечивающих создание элементной базы до уровня нескольких нанометров, трёхмерной интеграции и совмещением в одном чипе различных функциональных устройств, в том числе с использованием кремния и полупроводниковых гетероструктур, 2D-материалов и биотехнологий.

Для расширения функциональности различных микро- и нанoeлектронных 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.

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.

В рамках выполнения фундаментальных и прикладных исследований были получены следующие научные результаты:

– создана математическая модель транспорта ионов в наноструктурах под действием электрического поля разработана математическая модель ионной проводимости нанопоры с проводящей поверхностью на основе модели пространственного заряда, которая является объединением двумерных уравнений Навье-Стокса, Нернста-Планка и Пуассона (ИВМ СО РАН);

– синтезированы самокатализируемые гетероструктурированные нитевидные нанокристаллы GaP со вставками  $\text{GaP}_{1-x}\text{As}_x$  в виде нанодисков, выращенных методом молекулярно-пучковой эпитаксии на подложке Si (111) (ИАП РАН);

– получены композитные пленки, состоящие из частиц фторированного графена с наночастицами оксида ванадия ( $\text{V}_2\text{O}_5$ ), которые демонстрируют устойчивый эффект биполярного резистивных переключений с отношением токов ON/OFF достигающим 106–109 (ИФП СО РАН);

– проведены фундаментальные и прикладные исследования в области субволновой голографической литографии, физико-химических процессов травления 3D нанометровых диэлектрических структур для развития критических технологий производства ЭКБ (ФНЦ НИИСИ РАН);

– проведены экспериментальные и теоретические исследования эволюции профиля Si гребенчатых наноструктур при их распылении в плазме ВЧ индукционного (ВЧИ) разряда ионами  $\text{Ar}^+$  низкой энергии ( $E_i \sim 100$  eV) (ФТИАН);

– впервые предложен и запатентован новый циклический процесс травления кремния OxiEtch, основанный на повторяющихся шагах плазмостимулированного окисления и травления кремния в плотной плазме низкого давления (ФТИАН);

– предложена схема определения произвольного чистого состояния зарядового кубита путем измерения величины стационарного тока через одноэлектронный транзистор (ФТИАН);

– проведено моделирование процессов потери когерентности в зарядовом кубите на основе двойной КТ, обусловленных релаксацией и дефазировкой при взаимодействии электрона с акустическими фононами (ФТИАН);

– выполнено исследование, направленное на представление булевых функций в терминах квантовых вычислений (ФТИАН);

– рассмотрена принципиальная схема одноэлектронного транзистора с чувствительным элементом на основе резонансно-туннельной наноструктуры из трех полупроводниковых квантовых точек (ФТИАН);

– получены диодные структуры на основе кремниевых нанопроволок толщиной 8 нм и длиной 100 нм (ФТИАН);

– разработан метод формирования металлических нанонитей и наносетчатых структур из Pt, Cr, Cu на поверхности SiO<sub>2</sub> при низкоэнергетическом ионно-плазменном распылении пленок металла, нанесенных на наноструктурированную поверхность образца (ФТИАН);

– увеличение разрешающей способности линейных измерений поперечных размеров ступенчатых нанорельефных структур (КТИ НП СО РАН);

– разработаны технологии роста методом МОС-гидридной эпитаксии (ГФЭ МОС) напряженных сверхтонких слоев InAlN для транзисторных структур, квантовых точек и сверхрешеток InGaN/GaN для светоизлучающих приборов (НТЦ микроэлектроники РАН).

Дальнейшее развитие фундаментальных и прикладных исследований будет осуществляться в следующих направлениях:

– создание теории квантовой информатики и криптографии;

– создание наноструктур для энергетики – солнечные элементы, термоэлементы, аккумуляторы и суперконденсаторы;

– разработка, создание, исследование материалов и структур низкой размерности;

– структурная диагностика материалов и диагностика динамики нестационарных состояний с высоким пространственным и временным разрешением;

– электронные, нейтронные, оптические и рентгеновские пучки сверхкороткой длительности и высокой интенсивности для создания и исследования наноструктур;

– аддитивные нанотехнологии, 3Д нанопринтинг, наностереолитография для нанoeлектроники, оптоэлектроники для биомедицинских применений-регенеративной медицины, клеточной инженерии;

– методы нанодетекции и нанодиагностики заболеваний;

– наночастицы для биофотоники, биовизуализации, биомедицины, медицинской диагностики и терапии;

– нанотехнологии для создания биочипов – лаборатории на кристалле, биомолекулярные сенсоры;

– биотехнологии – биоинженерия на основе наноструктур, нанобиотехнологии;

– разработка нанолекарств и нановакцин и механизмов их адресной доставки.

## **Важнейшие достижения**

### **1. Метод пополнения знаковой картины мира когнитивного агента знаниями на основе обучения**

В рамках исследований по искусственному интеллекту одной из главных проблем при разработке и реализации архитектуры когнитивного агента, обладающего знаковой картиной мира и взаимодей-

ствующего с внешней средой и другими агентами, является проблема формирования процедурных компонент знаков для построения агентом планов деятельности.

Для решения этой задачи предложен новый метод формирования образных и смысловых компонент знаков в картине мира агента на основе оригинального метода иерархического обучения с подкреплением. Особенностью этого метода явился новый механизм динамического выделения подцелей (см. пример на Рис. 36). Экспериментально показано, что в сложных условиях взаимодействия агента со средой, в которых без выделения подцелей обычные алгоритмы обучения малоэффективны, предложенный метод позволяет существенно снизить требования к количеству эпизодов взаимодействия со средой и позволяет формировать корректные образные компоненты знаков (Рис. 37). Предложенный метод (обозначение СНАМ на графиках) особенно эффективен по сравнению с другими методами Q-обучения в сложной среде. (ФИЦ ИУ РАН, авторы: Осипов Г.С., Панов А.И., Скрынник А.А., Староверов А.В.)

Публикации:

1. Skrynnik, A., Panov, A. I. Hierarchical Reinforcement Learning with Clustering Abstract Machines // Communications in Computer and Information Science, 2019. Vol. 1093: Artificial Intelligence, RCAI 2019 / S. O. Kuznetsov & A. I. Panov (Eds.). P. 30–43. DOI:10.1007/978-3-030-30763-9\_3.

2. Aksenov, K., Panov, A. Approximation Methods for Monte Carlo Tree Search // Advances in Intelligent Systems and Computing, 2019: Proceedings of the Fourth International Scientific Conference “Intelligent Information Technologies for Industry” (ITI’19). (в печати).

3. Panov A. I. Goal Setting and Behavior Planning for Cognitive agents // Sci. Tech. Inf. Process, 2019. Vol. 46, № 6. (в печати).

## **2. Универсальные вычислительные алгоритмы и их обоснование для приближенного решения дифференциальных уравнений**

Разработаны альтернативные подходы для построения и обоснования вычислительных методов, не ориентированных на сеточную структуру аппроксимаций. Центральной проблемой, определяющей типовые характеристики применяемой вычислительной техники, связанной с объемом вычислительной работы, является способ получения результата в заданной точке области вычислений.

Впервые получено обоснование сходимости кинетических аппроксимаций к решению задачи Коши.

Это открывает путь к построению общих принципов создания несеточных приближенных методов для решения дифференциальных уравнений на основе обоснованного общего кинетического подхода. (ФНЦ НИИСИ РАН; авторы: Бетелин В.Б., Галкин В.А.)

Публикация:

Бетелин В.Б., Галкин В.А. «Универсальные вычислительные алгоритмы и их обоснование для приближенного решения дифференциальных уравнений», Доклады академии наук, 2019, т. 488, № 4, с. 351-357.

## **3. BioUML – платформа для моделирования сложных биологических систем и анализа биомедицинских данных**

BioUML представляет собой интегрированную среду на основе веб-технологий для решения задач системной биологии и анализа биомедицинских данных (пример интерфейса платформы на Рис. 38).

BioUML обладает широким спектром возможностей, включая доступ к биологическим базам данных, мощные инструменты для системной биологии (визуальное моделирование, численное моделирование, подбор параметров, анализ чувствительности и т.п.), геномный браузер, поддержка языков R и JavaScript, интеграция с платформами Galaxy и R/Bioconductor для комплексного сценарного анализа данных. Модульная архитектура на основе стандарта OSGI позволяет пользователю добавлять новые функции и методы анализа. Для поддержки совместной работы над научными про-



ектами существует центральная система идентификации и авторизации пользователей. По данным независимого сравнения (10.1093/bioinformatics/btz860), BioUML – самая эффективная в мире среда для моделирования, поддерживающая стандарт SBML. (ИБТ СО РАН; авторы: Акбердин И.Р., Евшин И.С., Кашапов Т.А., Кель А.Э. Киселев И.Н., Колмыков С.К., Колпаков Ф.А., Кондрахин Ю.В., Мандрик Н.В., Пинтус С.С., Рябова А.С., Шарипов Р.Н.)

Публикации:

1. Kolpakov F., Akberdin I., Kashapov T., Kiselev L., Kolmykov S., Kondrakhin Y., Kutumova E., Mandrik N., Pintus S., Ryabova A., Sharipov R., Yevshin I., Kel A. BioUML: an integrated environment for systems biology and collaborative analysis of biomedical data // *Nucleic Acids Research*, Vol.47(W1), P.W225-W233, 2019. (Q1 WoS).

2. Киселев И.Н., Акбердин И.Р., Вертышев А.Ю., Попов Д.В., Колпаков Ф.А. Модульная графическая модель энергетического метаболизма в клетках скелетной мышцы // *Математическая биология и биоинформатика*, Т.14(2), С.373-392, 2019.

3. Колпаков Ф.А., Киселев И.Н., Виртуальный пациент. *Коммерсант «Наука»*, № 4 от 26.02.2019, стр. 28–29.

#### **4. Условия минимального производства энтропии в сложных системах теплообмена**

Сущность: Получены условия минимального производства энтропии в сложных системах теплообмена с заданным тепловыделением горячих точечных источников тепла и заданным распределением температуры холодного источника тепла. Результат позволяет найти оптимальные режимы как для одноконтурной, так и для многоконтурной системы теплообмена, в том числе – охлаждения суперкомпьютеров (Рис. 39).

Новизна: Результаты новые: представлены на НСКФ, полученные РИД защищены.

Значимость: Результаты позволяют не только разработать энергоэффективные системы охлаждения для суперкомпьютеров, но и оценить достигнутые возможности энергосбережения для существующих высокопроизводительных вычислительных комплексов (Рис. 40) с учетом климатических условий их инсталляции. (ИПС им. А.К. Айламазяна РАН; авторы: Амелькин С.А., Демидов А.А., Петров А.А.)

Публикации:

1. Амелькин С.А., Демидов А.А., Петров А.А. Предельные возможности теплообмена и максимальная эффективность систем теплообмена в высокопроизводительных вычислительных комплексах. НСКФ-19, Переславль-Залесский (26–29 ноября 2019).

2. Амелькин С.А. Математические модели процессов теплообмена и задача разработки энергоэффективных суперкомпьютеров. НСКФ-2019: Математика в эпоху суперкомпьютеров, Переславль-Залесский, 25 ноября 2019.

3. Амелькин С.А., Чичковский А.А., Демидов А.А. Оптимальное управление потоками жидкости в погружных системах охлаждения высокопроизводительных вычислительных комплексов. НСКФ-19, Переславль-Залесский (26–29 ноября 2019).

4. Амелькин С.А. Энергоэффективные суперкомпьютеры: на пути к эксафлопсным вычислительным системам. Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы информатизации в цифровой экономике и научных исследованиях» (28–29 ноября 2019).

#### **5. Маршрут топологического синтеза для реконфигурируемых систем на кристалле целевого назначения**

Разработан маршрут проектирования полузаказных схем на базе реконфигурируемых систем на кристалле (РСнК) (Рис. 41), состоящий из комплекса новых методов и алгоритмов, обеспечивающих повышенную эффективность при решении задач различных этапов топологического проектирования РСнК целевого назначения.

Разработанный маршрут включает в себя новые подходы к решению топологических задач на этапах декомпозиции, размещения логических элементов и трассировки межсоединений, а также дает возможность быстрой адаптации к изменениям архитектуры РСнК путем загрузки схемотехнического описания в формате Spice (CDL). Эти подходы позволяют ускорить синтез крупных сложно-функциональных блоков в базе программируемой логики в условиях совмещения на одном кристалле разнообразных схемотехнических решений, а также синтез элементов систем на кристалле.

Предложены и апробированы оригинальные компоновки классических методов топологического синтеза, максимально учитывающие архитектурные особенности существующих РСнК.

Применение полученных результатов позволило на 10–15% повысить эффективность использования топологических ресурсов РСнК целевого назначения. (ИППМ РАН; авторы: Гаврилов С.В., Железников Д.А., Заплетина М.А., В. М. Хватов, Чочаев Р.Ж.)

Публикация:

Gavrilov S.V., Zheleznikov D.A., Zapletina M.A., V.M. Khvatov, Chochaev R.Z., Enns V.I. Layout Synthesis Design Flow for Special-Purpose Reconfigurable Systems-on-a-Chip // Russian Microelectronics, 2019, Vol. 48, Issue 3, pp. 176–186. DOI: 10.

## **6. Модель локализованных фононов для описания спектров комбинационного рассеяния низкоразмерных систем**

Разработан подход к характеристике наноматериалов на основании КР-спектров, использующий модель локализованных фононов (МЛФ) с квантово-химическим расчётом тензора рассеяния и дисперсии фононов. Впервые предложена модель, позволяющая описывать как оптические, так и акустические фононы. Продемонстрирована применимость этого подхода для трёх важных случаев: наночастиц, локальной структуры в сетке водородных связей и аморфных тел. В результате показано, что МЛФ является универсальным подходом, позволяющим работать с КР-спектрами низкоразмерных систем разных классов. С практической точки зрения это позволяет извлекать из спектров такую информацию как размер наночастиц, кристаллитов или упорядоченных фрагментов структуры. МЛФ-анализ для локальной структуры ковалентных связей аморфного  $\text{SiO}_2$  проиллюстрирован на Рис. 42. (ИПТМ РАН, автор: Корепанов В.И.)

Публикации:

[1] V.I. Korepanov, Phonon propagation scale and nanoscale order in fused silica from Raman spectroscopy, J. Phys. Condens. Matter. 32 (2020) 055901. doi:10.1088/1361-648X/ab4f23.

[2] V.I. Korepanov, Localized phonons in Raman spectra of nanoparticles and disordered media, J. Raman Spectrosc. accepted (2020). doi:10.1002/jrs.5815.

[3] V.I. Korepanov, H. Hamaguchi, Ordered structures in liquid water as studied by Raman spectroscopy and the phonon confinement model, Bull. Chem. Soc. Jpn. 92 (2019) 1127–1130. doi:10.1246/bcsj.20190044.

[4] V.I. Korepanov, S.-Y. Chan, H.-C. Hsu, H. Hamaguchi, Phonon confinement and size effect in Raman spectra of ZnO nanoparticles, Heliyon. 5 (2019) e01222. doi:10.1016/J.HELİYON.2019.E01222.

## **7. Лазерная инженерия микробиологических систем**

Разработана оригинальная технология лазерной инженерии микробиологических систем (ЛИМС) и программно-аппаратные комплексы для выделения и пространственного переноса отдельных бактерий, клеток и их агрегатов с помощью импульсов давления, создаваемых наносекундным лазерным излучением (Рис. 43а).

Она позволяет реализовать высокоэффективную трехмерную печать живыми микробиологическими объектами, выделять бактерии, трудно культивируемые или некультивируемые стандартными способами (Рис. 43б). При этом лазероиндуцированный импульсный перенос инициирует размножение «спящих» живых систем.

Технология ЛИМС востребована для выделения биологически активных веществ и редких микроорганизмов (Рис. 43в), синтеза новых антибиотиков, создания тканеинженерных конструкций под задачи регенеративной медицины. (ИФТ ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН, авторы: Антошин А.А., Жигарьков В.С., Минаев Н.В., Тимашев П.С., Цыпина С.И., Чичков Б.Н., Юсупов В.И.)

Публикации:

1. Cheptsov V.S., Tsykina S.I., Minaev N. V., Yusupov V.I., Chichkov B.N. New microorganism isolation techniques with emphasis on laser printing // *Int. J. Bioprinting*. – 2019. – Vol. 5 - № 1. – P. 1–12.

2. Gorlenko M., Chutko E., Churbanova E., Minaev N., Kachesov K., Lysak L., Evlashin S., Cheptsov V., Rybaltovskii A., Yusupov V., Zhigarkov V., Davidova G., Chichkov, B. Bagratashvili V. Laser microsampling of soil microbial community // *Journal of Biological Engineering*, – 2018. – Vol. 12 – № 27. – P. 1–11.

3. Cheptsov V.S., Churbanova E.S., Yusupov V.I., Gorlenko M.V., Lysak L.V., Minaev N.V., Bagratashvili V.N., Chichkov B.N. Laser printing of microbial systems: effect of absorbing metal film // *Lett. Appl. Microbiol.* – 2018. – Vol. 67 – № 6. – P. 544–549.

4. Yusupov V.I., M.V. Gorlenko, V.S. Cheptsov, N.V. Minaev, E.S. Churbanova, V.S. Zhigarkov, E.A. Chutko, S.A. Evlashin, B.N. Chichkov, and V.N. Bagratashvili. Laser engineering of microbial systems // *Laser Phys. Lett.* 2018. V. 15. N. 6. P. 462.

5. Antoshin A.A., Churbanov S.N., Minaev N. V., Zhang D., Zhang Y., Shpichka A.I., Timashev P.S. LIFT-bioprinting, is it worth it? // *Bioprinting*. Elsevier Ltd, – 2019. – Vol. 15. – P. e00052.

6. Kochetkova T. V., Zayulina K.S., Zhigarkov V.S., Minaev N. V., Chichkov B.N., Novikov A.A., Toshchakov S. V., Elcheninov A.G., Ilya V. Kublanov. Tepidiforma bonchosmolovskayae gen. nov., sp. nov., a moderately thermophilic Chloroflexi bacterium from a Chukotka hot spring (Arctic, Russia), representing a novel class Tepidiformia, which includes the previously uncultivated lineage OLB14 // *J. Syst. Evol. Microbiol. print.* – 2020. – Vol. 2201395.

## **8. Интегральные спектральные фильтры из нескольких диэлектрических ступенек на поверхности плоскопараллельного волновода**

Предложены узкополосные интегральные спектральные фильтры, состоящие из нескольких одинаковых диэлектрических ступенек, расположенных на поверхности плоскопараллельного волновода (Рис. 44а). Фильтры работают в отражении и позволяют осуществить спектральную фильтрацию наклонно падающих ТЕ-поляризованных волноводных мод. Показано, что за счет выбора расстояния между соседними ступеньками возможно получение спектральных пиков отражения почти прямоугольной формы с помощью всего нескольких ступенек (Рис. 44б). Более того, за счет выбора ширины ступенек пик отражения может быть сделан сколь угодно узким. Это обусловлено существованием в структуре так называемых связанных состояний в континууме. Практическая значимость результата состоит в возможности создания новых интегральных фильтров, сенсоров и устройств для преобразования оптических сигналов. (ИСОИ РАН; авторы: Безус Е.А., Быков Д.А., Досколович Л.Л.)

Публикация:

L.L. Doskolovich, E.A. Bezus and D.A. Bykov, «Integrated flat-top reflection filters operating near bound states in the continuum,» *Photon. Res.* 7, 1314–1322 (2019).

## **9. Высокопроизводительная лазерная печать перовскитных микролазеров**

Предложен и реализован высокопроизводительный метод фемтосекундной лазерной печати фотонных элементов в плёнках органо-неорганических перовскитов ( $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ ), не разрушающий в отличие от методов литографии их оптические свойства и использующий жидкостное или ионное травление (Рис. 45). Предложенный метод позволяет изготавливать одномодовые микродисковые лазеры с минимальным размером 2 мкм и порогом лазерной генерации  $\sim 150$  мкДж/см<sup>2</sup> при на-

носекундной оптической накачке. (ИАПУ ДВО РАН; авторы: Берестенников А.С., Богданов А.А., Голохваст К.С., Жижченко А.Ю., Захидов А.А., Кившарь Ю.С., Кучмижак А.А., Макаров С.В., Порфирьев А.П., Пушкарёв А.П., Сюбаев С.А., Шишкин И.И., Юлин А.В.)

Публикация:

Zhizhchenko A., Syubaev S., Berestennikov A., Yulin A., Porfirev A., Pushkarev A., Shishkin I., Golokhvast K., Bogdanov A., Zakhidov A., Kuchmizhak A., Kivshar Yu., Makarov S. Single-Mode Lasing from Imprinted Halide-Perovskite Microdisks. ACS Nano, 13(4), P. 4140–4147 (2019). IF=13.9.

#### **10. О скорости распространения импульсных пучков излучения в свободном пространстве**

Плоская монохроматическая волна распространяется в вакууме со скоростью  $c = 300000$  км/сек. Однако для передачи энергии и информации используются ограниченные во времени и пространстве волновые пакеты. Теоретически показано, что осевая часть импульсного пучка распространяется в свободном пространстве с переменной скоростью, проявляя как субсветовое, так и сверхсветовое поведение в области, близкой к источнику, и его скорость приближается к значению  $c = 300000$  км/сек с увеличением расстояния (Рис. 46). Полный импульсный пучок распространяется с постоянной субсветовой скоростью на всех расстояниях. Установлено, что уменьшение ширины падающего пучка и увеличение центральной длины волны импульса, а также увеличение орбитального углового момента (ОУМ) приводят к уменьшению скорости распространения волнового пакета. Хотя уменьшение скорости света для используемых на практике импульсных пучков излучения незначительно, его следует учитывать, когда возникает необходимость точного определения расстояния, например, в “time-of-flight” измерениях. Эти результаты особенно важны в таких областях применения, как радио- и спутниковая связь, квантовая информатика и оптическая связь в открытом пространстве, а также в астрофизике и метрологии. (НТИЦ УП РАН, автор: Петров Н.И.)

Публикация:

N.I. Petrov, “Speed of structured light pulses in free space”, Scientific Reports 9, 18332 (2019); <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54921-5>.

## **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. Традиционно механика разделяется на следующие разделы: общая и прикладная механика; механика жидкости, газа и плазмы; механика деформируемого твердого тела; трибология; механика природных процессов и биомеханика. Несмотря на указанное традиционное разделение, одним из основных направлений фундаментальных исследований в механике является механика техногенных и природных процессов, включающая в том или ином виде все разделы механики. Механика техногенных и природных процессов как направление исследований включает в себя следующие области: управление движением тел и систем тел; механику экстремальных состояний; механику сплошных сред; исследование газодинамических процессов; физику и механику деформирования и разрушения материалов; механику контактных взаимодействий; исследование природных процессов; механику живых систем. Более подробно, в области управления движением тел и систем тел, 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 давлении; 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 газо-

динамических 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 биodeградируемых 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 детерминированной, 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 и 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 много-

уровневые 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, индивидуализации 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

**1. В ИБРАЭ РАН** разработано программное средство (ПС) ГЕОПОЛИС для обоснования долговременной радиационной и экологической безопасности пункта глубинного захоронения жидких радиоактивных отходов «Северный» (Красноярский край). ПС ГЕОПОЛИС представляет собой трёхмерную геофильтрационную-геомиграционную модель объекта в совокупности с расчетным ядром (кодом GeRa) и базой данных по более чем 50-летней эксплуатации объекта (Рис. 47).

В 2019 году была завершена государственная аттестация ПС ГЕОПОЛИС, что, в соответствии с действующим законодательством, позволяет использовать его для решения, в частности, следующих задач: прогноз распространения радиационного и химического загрязнения в геологической среде на период потенциальной опасности (более 100 000 лет), в том числе на международном уровне; поддержка проектных работ и поддержка принятия решений на этапах эксплуатации и закрытия; продление лицензии на эксплуатацию объекта; оптимизация сети мониторинговых скважин.

Современные методологические подходы, заложенные в разработку, позволяют использовать код в рамках международных экспертиз. (ИБРАЭ РАН, академик РАН Большов Л.А., Уткин С.С., Капурин И.В., Сускин В.В., Расторгуев А.В., Савельева Е.А.).

**2. В ИМСС УрО РАН** в рамках развития прикладных работ по магнитной гидродинамике по заказу НИЦ МСС запущен в эксплуатацию стенд НИС100 для испытания МГД устройств, работающих на жидком натрии. На стенде прошла полный цикл приемно-сдаточных испытаний и сдана заказчику серия насосов (7 насосов трех типов) для Белоярской АЭС, разработанных ИМСС УрО РАН и изготовленных ООО «КБ АрмСпецМаш» при авторском сопровождении ИМСС. Это первый опыт ИМСС разработки не опытных образцов МГД устройств, но устройств, предназначенных для эксплуатации на действующей АЭС.

Большой интерес у представителей заказчика (Белоярская АЭС) вызвали разработанные в ходе этой работы расходомеры для потоков жидкого натрия (в отличие от используемых на станции, эти расходомеры не вносят в поток никаких возмущений, являясь неинвазивными) и разрабатываемые в ИМСС методы МГД сепарации (очистки жидких металлов) (ИМСС УрО РАН: академик РАН Матвеев В.П.).

**3. В ИМСС УрО РАН** разработан и создан уникальный испытательный стенд для экспериментальных исследований деформационных процессов в крупномасштабных фрагментах строительных и инженерных конструкций и устройств. Габаритные размеры испытываемых конструкций 8×8×12 метров, воздействующие усилия до нескольких тысяч тонн. Стенд позволяет устанавливать закономерности пространственно-временного распределения деформационного отклика элементов

конструкции на возникновение критического состояния в отдельных ее частях. Стенд соответствует лучшим мировым образцам. Проведенный на стенде цикл исследований позволил получить экспериментальные данные о закономерностях распределения деформационных процессов в элементах четырехэтажной железобетонной конструкций от действия ударных и статических внешних силовых факторов. Именно крупномасштабность исследуемой конструкции позволила установить влияния различных механизмов взаимодействия элементов конструкции на процесс деформирования и особенно на критический режим разрушения (ИМСС УрО РАН: академик РАН Матвеев В.П.).

**4. В ИПМех РАН** совместно со специалистами Калининградского филиала ИЗМИРАН получен быстрый аналитико-численный алгоритм расчета профилей и траекторий длинных океанических волн, порожденных локализованными источниками. Предложен новый подход к расчету волн цунами (длинных волн) (Рис.48), основанный на аналитических формулах амплитуды возбуждаемой волны и расчете индивидуальной траектории, вдоль которой эта волна распространяется. Для расчета профиля длинной волны в заданной точке наблюдения по информации о пространственно-локализованном источнике, используется «поршневая» модель возбуждения и распространения в бассейнах с переменным дном длинных волн. Расчет сведен к решению нелинейной краевой задачи для отыскания в фазовом пространстве с физическими координатами и импульсами траекторий гамильтоновой системы. Получены наиболее возможно простые аналитические формулы для источников общего вида, которые в случае источника специального формы представляются простыми алгебраическими функциями. Вместо трудоемкого и неустойчивого «метода пристрелки» предложен и апробирован способ быстрого нахождения нужных траекторий с помощью вариационного принципа Ферма. Проведены расчеты гипотетических волн. Высокая скорость расчета (3–7 минут на персональных компьютерах) обусловлена тем, что профиль волны рассчитывается исключительно для окрестности выделенной точки наблюдения. Подход позволяет рассчитывать не все волновое поле в акватории, а только выделенные интересующие точки наблюдения, что позволяет существенно сокращать вычислительные затраты (ИПМех РАН: Доброхотов С.Ю., Назайкинский В.Е., Толченников А.А., Аникин А.Ю., Миненков Д.С.; Калининградский филиал ИЗМИРАН: Клименко М.В. и Носиков И.А.).

**5. В филиале ИМАШ РАН** (Научный центр нелинейной волновой механики и технологии) разработаны фундаментальные основы волновых технологий обработки многокомпонентных жидких и вязких составов. Проведены экспериментальные исследования влияния волнового воздействия на реологические характеристики высоковязких модельных жидкостей. Экспериментально выявлена общая тенденция повышения степени гомогенности обрабатываемого состава модельной жидкости на основе гудрона с полимерными добавками и существенное увеличение ее вязкости в результате волновой обработки (Рис.49). Проведенные исследования на волновом модернизированном прототипе промышленного смесителя (Рис. 50) по перемешиванию полимерных добавок в высоковязкой среде показали существенное ускорение (примерно в два раза) процессов предварительного перетирания компонентов эластомера в сравнении со смесителем, оснащенным стандартными рабочими органами. Выявленные эффекты могут быть использованы для значительного повышения физико-механических характеристик дорожных покрытий на основе модифицированных гудронов (ИМАШ РАН: академик РАН Ганиев Р.Ф.).

**6. В ИГиЛ СО РАН** совместно со специалистами РФЯЦ – ВНИИТФ, РФЯЦ – ВНИИЭФ, ИЯФ СО РАН исследована динамика пылевого облака в газовых средах с различными начальными давлениями.

Проведены измерения динамики распределения массы вдоль пылевого облака с использованием синхротронного излучения (СИ). Измерения проводились при разных шероховатостях ( $R_z$  4-80) и при разных начальных давлениях (от 0 до 8 атм) в воздухе и в гелии. Впервые проведенная синхронная регистрация потоков микрочастиц с помощью самых современных методик (рентгенографии СИ, лазерной системы PDV и пьезодатчиков) позволила сравнить и выявить особенности каждой



из методик. Полученные данные необходимы для численного моделирования процессов выброса микрочастиц и проектирования камер для сверхсильного сжатия газов. При выходе сильной ударной волны на свободную поверхность металлов с поверхности происходит выброс потока микрочастиц («облака пыли»). В последние годы началось новая волна интенсивных исследований процессов пыления. Этому способствовало качественное улучшение (развитие) экспериментальных методик таких, как лазерные (VISAR, PDV), оптических, использование пьезодатчиков (кварц, пьезокерамика), рентгенография. Появились принципиально новые методы исследования с использованием ускорителей высоких энергий – протонография и синхротронное излучение (СИ). Возросший интерес к этому явлению также связан с влиянием выброса «пыли» на результаты измерений движения пластин с использованием теневых, электроконтактных и лазерных методов регистрации движения, а также важности в проблеме инерциального термоядерного синтеза при сжатии плазмы. Целью работы являлось измерение динамики распределения массы вдоль облака пыли при ударном нагружении пластины из олова. Начальная степень шероховатости варьировалась от Rz 4 до Rz 80. Измерения массы облака пыли проводилось в вакууме, воздухе и в гелии с начальным давлением от 0 до 8 атм. Полученные данные необходимы для численного моделирования процессов выброса микрочастиц и проектирования камер для сверхсильного сжатия газов. Особенностью работы является рекордная точность проведенных измерений, а также одновременная регистрация пылевого облака радиографией СИ и еще 4-канальной лазерной системой PDV, пьезо- и опто-датчиками (Рис.51). Синхронизация всех измерений (с точностью 0,5 нс) проводилась импульсами от детектора DIMEX (ИГиЛ СО РАН: Тен К.А., Прууэл Э.Р., Кашкаров А.О., Рубцов И.А.).

**7. В ИТПМ СО РАН** разработана универсальная методика создания программ для расчетов высотной аэротермодинамики космических аппаратов на гетерогенных суперкомпьютерах, позволяющая добиться высокой эффективности вычислений и обеспечивающая равномерную загрузку вычислительных устройств различных типов (например, графические и центральные процессоры). Предложенная методика позволяет модифицировать программу для ее запуска на вычислительных устройствах (ВУ) различных типов с применением алгоритма динамического баланса загрузки для выравнивания в процессе расчета времени вычислений на каждом ВУ. Методика реализована в пакете прикладных программ SMILE-GPU, что позволило проводить расчеты одновременно на графических процессорных устройствах (ГПУ) и многоядерных центральных процессорных устройствах (ЦПУ). Это обеспечило высокую эффективность параллелизации независимо от типа и быстродействия каждого ВУ. В вычислениях спускаемого аппарата «Союз» на высоте 85 км с одновременным использованием 4 ГПУ Tesla K40m и 48 ядер ЦПУ Intel E5-2683 была достигнута средняя эффективность параллелизации 94,5%, при этом использование 48 ядер ЦПУ оказалось эквивалентно двум ГПУ Tesla K40m. Разработанный подход позволяет объединять разнотипные вычислительные устройства и отдельные компьютеры для решения реальных аэрокосмических задач, требующих огромных вычислительных ресурсов (Рис. 52). (ИТПМ СО РАН: Кашковский А.В.)

**8. В ИТ СО РАН** разработана и обоснована одностадийная утилизация обводненных отходов Байкальского целлюлозно-бумажного комбината. Впервые научно обоснован и реализован одностадийный способ полной утилизации отходов целлюлозно-бумажной промышленности с добавкой  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  при их окислении во встречном потоке водоокислородного флюида в изобарических условиях при градиенте температуры вдоль оси вертикально расположенного реактора. Полученные результаты позволяют сформулировать единую концепцию экологически чистой утилизации обводненных органических отходов в сверхкритическом водоокислородном флюиде и могут стать базовыми для технологических схем утилизации отходов целлюлозно-бумажной промышленности (Рис. 53). (ИТ СО РАН: Федяева О.Н., Востриков А.А., Шишкин А.В., Дубов Д.Ю., Сокол М.Я.).

**9. В ИСЭМ СО РАН** разработано научно-методическое обеспечение по управлению развитием теплоснабжающих систем. В рамках работы выполнен анализ и классификация организационных форм управления теплоснабжением, разработаны модели конкурентных рынков тепловой энергии

в условиях несовпадающих интересов сторон, учитывающие технико-экономические свойства и физические ограничения теплоснабжающих систем, исследовано влияние различных организационных моделей теплоснабжения на эффективные решения по развитию теплоснабжающих систем. Одновременно разработаны методические основы оптимального территориального планирования развития систем теплоснабжения городов с оптимизацией структуры теплоисточников и определения оптимальных характеристик, таких как: рациональный уровень концентрации мощности, соотношения тепловой и электрической мощности при комбинированном производстве энергии, пространственное зонирование централизованного/децентрализованного/распределенного теплоснабжения потребителей, эффективный радиус теплоснабжения потребителей и др. (Рис. 54). Полученные научно-методические рекомендации по управлению развитием систем теплоснабжения являются основой для перспективных направлений отраслевой технической политики, неоднократно обсуждались на заседаниях научно-экспертного совета рабочей группы Совета Федерации, Минпромторга РФ, Комитета по энергетической стратегии и развитию ТЭК ТПП РФ, получили поддержку и представлены в Правительство РФ (ИСЭМ СО РАН: член-корр. РАН Стенников В.А., Пеньковский А.В., Еделева О.А., Медникова Е.Е., Кравец А.А.).

**10. В ИТПЭ РАН** при участии сотрудников научно-образовательного центра «Функциональные Микро/Наносистемы» МГТУ им. Н.Э. Баумана рассмотрен наноинжиниринг ГКР-активных подложек на основе самоорганизованных пленок серебра, получаемых в процессе электронно-лучевого распыления в вакууме. Усовершенствована технология создания наноструктурированных подложек для сверхчувствительных оптических сенсоров, основанных на эффекте гигантского комбинационного рассеяния (ГКР), что открывает новые перспективы практического использования этого эффекта. Новизна и значимость полученного результата определяются применением контролируемой самоорганизации в процессе вакуумного осаждения пленок серебра и использованием методов математической статистики для характеристики и выбора оптимальной структуры поверхности и режима ее формирования. Использование непрерывных, в отличие от общепринятой практики, пленок позволило значительно увеличить мощность возбуждающего лазерного излучения. Это дало возможность получить более интенсивные спектры комбинационного рассеяния для растворов с концентрацией менее 1 мкг/мл. Наблюдаемое усиление ГКР-сигнала на специально разработанных ГКР-активных наноструктурированных подложках по сравнению с контрольными образцами составляло до 105 раз (Рис. 55а). ГКР-активные подложки получены нанесением методом электронно-лучевого испарения тонких пленок серебра с контролируемой морфологией наноструктурированной поверхности. Характерные размеры элементов морфологии варьируются в диапазоне от нескольких единиц до десятков нанометров. На рисунках 55б) и 55в) представлены структуры пленок серебра, на которых получено максимальное усиление спектра. С помощью оптической конфокальной микроскопии показано, что белки образуют конформацию на поверхности самоорганизованной серебряной пленки, что приводит к эффективному усилению сигнала ГКР. Методом атомно-силовой микроскопии (АСМ) были проведены исследования поверхности ГКР-подложек с различной морфологией в сочетании с глубоким анализом данных с помощью программного обеспечения Gwyddion и ряда методов машинного обучения. Определены наиболее значимые закономерности морфологии поверхности пленки и технологические параметры испарения для получения спектров ГКР с наибольшей амплитудой. Кроме того, показана возможность автоматизированного подбора подходящих морфологических параметров для получения высокоамплитудных спектров. Разработанные процедуры автоматического анализа АСМ-данных используются для интеллектуальной оптимизации процессов наноинженерии ГКР-активных подложек. Предложенный подход значительно удешевляет процесс производства ГКР-активных подложек (ИТПЭ РАН: Кисель В.Н.).

**11. В ОИВТ РАН** впервые выполнено исследование условий и температур плавления одного из сверхтугоплавких веществ – карбонитрида циркония. Интерес к карбонитридам тугоплавких ме-

таллов IVB группы связан с ожидаемыми сверхвысокими температурами плавления этих веществ и перспективами их использования в ядерных реакторах будущих поколений. Измерены температуры плавления как карбонитридов циркония нескольких составов, так и одной из высокотемпературных граничных систем: ZrN-Zr. Обнаружено, что нитрид циркония обладает температурой конгруэнтного плавления более высокой, чем карбонитрид, что ставит под сомнение полученные теоретические результаты. Температура плавления нитрида циркония составила 4070 К, что значительно превышает температуру конгруэнтного плавления карбида циркония. Сделан вывод, что нитриды переходных металлов являются в настоящее время наиболее тугоплавкими веществами (ОИВТ РАН: Шейндлин М.А., Иосилевский И.Л.)

**12. В ОИВТ РАН** введен в эксплуатацию стенд «Испаритель» (Рис.56), предназначенный для отработки испарения и ионизации конденсированного вещества, моделирующего реальное отработавшее ядерное топливо (ОЯТ). Реализуемые методы испарения – индукционный нагрев, прямо-точный нагрев, лазерное испарение. Расчетная производительность – до 1 кг/час, что достаточно для обеспечения переработки ОЯТ, производимого всеми мощностями атомной энергетики России. Разрабатываемая технологии плазменной переработки ОЯТ, как альтернатива существующим технологиям, основана на пространственном разделении потоков однозарядных ионов в электрических и магнитных полях, благодаря которым в замагниченной буферной плазме с заданным пространственным распределением электрического потенциала осуществляется разделение «тяжёлых» и «лёгких» компонентов ОЯТ. Стенд разработан и создан в рамках Договора с АО «Прорыв» (ОИВТ РАН: Гавриков А.В.).

**13. В ИПУ РАН** разработана система адаптации графических данных для разработки тренировочных средств космических комплексов (Рис.57). Основным функциональным назначением созданной системы адаптации графического пакета данных (САГП) является преобразование данных цифровой конструкторской документации, полученной в современных САД-системах, к задачам реализации автоматизированных средств сопровождения жизненного цикла изделия.

САГП является одним из примеров функциональной интеграции в САД-технологии в качестве модуля взаимодействия разнородных информационных систем на уровне адаптации внешних цифровых форматов и имеет блочную открытую архитектуру для решения разнообразных прикладных задач.

Одной из таких задач является автоматизированное получение трехмерных моделей для учебно-тренировочных средств космических комплексов. Для этого создана САГП, которая позволяет в интерактивном режиме управлять процессом преобразования трехмерной модели космического аппарата из стандартного внешнего формата САД в формат, пригодный для динамической визуализации реалистичных сцен космического корабля.

САГП является завершённым продуктом, внедрённым в процесс эксплуатации Международной космической станции при разработке учебно-тренировочных средств. В результате внедрения САГП трудозатраты на создание трехмерной модели транспортного космического корабля снижаются на 60%. (ИПУ РАН, член-корр. РАН Новиков Д.А.).

## ХИМИЯ И НАУКИ О МАТЕРИАЛАХ

### Состояние и перспективы

ОХНМ РАН, осуществляя методическое руководство институтами РАН в области фундаментальных исследований, концентрирует основные усилия на гармонизации программы фундаментальных исследований со Стратегией НТР РФ и делает акцент на тех из них, которые будут востребованы страной в ближайшее десятилетие. Максимальную отдачу мы ожидаем от дальнейшего

развития катализа, перехода на методы и технологии получения химических соединений, отвечающие принципам «зеленой химии», а также химии лекарственных средств, высокоэнергетических соединений, высокоэффективных металлургических материалов, от создания безотходных химических процессов, высокоэффективных электрохимических и фотовольтаических устройств, молекулярных переключателей и молекулярных машин. В качестве этапов на этом пути мы приводим наиболее яркие результаты, полученные в 2019 году, подтверждающие продуктивность выбранной стратегии.

Перспективными направлениями современных фундаментальных исследований в области катализа является создание высокоэффективных мультифункциональных каталитических систем для трансформации сложных молекул с атомарной точностью. Достижение атомарной точности в каталитических процессах на новом уровне решает вопрос селективности химических реакций. Высокоэффективные системы позволят добиться минимальных загрузок катализатора с целью уменьшения экологической нагрузки и оптимизации стоимости продукта. Мультифункциональность нацелена на создание универсальных и регенерируемых катализаторов как в рамках классических гомогенных и гетерогенных систем, так и в области новейших разработок динамических каталитических систем.

Развитие исследований в области энергетики опирается на серьезные заделы, уже подтвердившие свою эффективность. Разработаны новые материалы для электрохимической энергетики, позволяющие создать опытные образцы аккумуляторов на основе перспективных литий-ионных, натрий-ионных и литий-воздушных систем, а также твердополимерные топливные элементы и суперконденсаторы. Материалы на основе модифицированных углеродных нанотрубок (УНТ) могут найти применение в качестве высокостабильных носителей для катодных катализаторов водородо-воздушных топливных элементов (ТЭ) с твердым полимерным электролитом и как катализаторы в прямых щелочных спиртово-воздушных ТЭ и источниках тока типа литий-воздух. Ожидается, что уже к 2030 году не менее 55% электроэнергии будет получено с использованием возобновляемых источников энергии.

Как и в последние годы, предстоящие химические исследования на достаточно долгую перспективу будут связаны с созданием соединений для развития новых подходов в области развития химико-фармакологических методов, дизайном новых материалов со специальными свойствами и конструированием рабочих элементов физико-химических лечебных и диагностических устройств. Эти работы будут простимулированы необходимостью решения таких вызовов, как онкологические, иммунологические и гормональные заболевания, устойчивые к действию лекарств бактериальные, вирусные и грибковые инфекции, поражения нервной и сердечно-сосудистых систем и других.

Одним из приоритетов развития являются аддитивные технологии не только для полимерных и композитных систем, но и в опережающем темпе для изделий из металлов и сплавов, способных реализовать на практике результаты цифровых технологий проектирования и испытаний. В значительной степени прогресс в этой области будет связан с распространением оригинальных подходов к созданию новых видов материалов. С помощью аддитивных технологий трехмерной печати созданы персонализированные имплантаты для регенерации костной ткани. Внедрение таких материалов и технологий в ближайшее время обеспечит эффективное лечение широкого круга заболеваний опорно-двигательного аппарата.

Ориентирами в развитии химии полимеров и материалов на их основе являются безрастворные методы получения полностью перерабатываемых полимеров, способных вытеснить из практики упаковочные материалы прошлого поколения. Развитие новых архитектурных форм и их комбинаторные возможности создают серьезный задел для новых материалов биомедицинского применения. Полимерные композиты становятся объектом применения цифровых подходов, позволяющих не только оптимизировать свойства материалов, но и проводить измерение их характеристик и таким образом прогнозировать срок их службы в наиболее ответственных применениях.

## Важнейшие достижения

### 1. Кристаллический пероксогерманат аммония – универсальный прекурсор для синтеза соединений на основе германия

Разработан метод синтеза стабильного кристаллического пероксогерманата аммония, при термической обработке которого происходит образование макropористого аморфного оксида германия (Рис. 58). Растворимость образовавшегося оксида в воде достигает 100 г/л, что в 20 раз превышает известные величины растворимости для оксида германия. Высокорастворимый оксид германия является универсальным реагентом, который может взаимодействовать с соединениями кислотной или основной природы с образованием широкого спектра соединений германия. (ИОНХ РАН, авторы: к.х.н. Гришанов Д.А., к.х.н. Медведев А.Г., к.х.н. Михайлов А.А., к.х.н. Шарипов М.Ю., к.х.н. Трипольская Т.А., д.х.н. Приходченко П.В.)

Публикация:

D.A. Grishanov, A.V. Churakov, A.G. Medvedev, A.A. Mikhaylov, O. Lev, P.V. Prikhodchenko. Inorg. Chem. 2019, 58, 3, 1905–1911. doi.org/10.1021/acs.inorgchem.8b02747.

### 2. Исследование жидкофазных химических систем при помощи электронной микроскопии

Разработан принципиально новый подход исследования химических реакций в растворах (Рис. 59), заключающийся в использовании сканирующей электронной микроскопии с полевой эмиссией при малых ускоряющих напряжениях. Предложена новая методика визуального наблюдения каталитических и органических процессов на микрометровом и нанометровом уровнях. Ключевым этапом разработанного подхода является повышение контраста микроскопического изображения за счет варьирования электрической проводимости исследуемого образца и перераспределения поверхностной электронной плотности. В результате проведённой работы были обобщены фундаментальные и прикладные аспекты жидкофазной электронной микроскопии как революционного структурного метода, позволяющего напрямую визуализировать морфологию и динамику объектов в жидкофазных системах на микро- и наноуровнях в режиме реального времени. (ИОХ РАН, академик В.П. Анаников, к.х.н. А.С. Кашин)

Концепция работы опубликована в топовом международном журнале Nature Reviews Chemistry (импакт-фактор 30.628) и вынесена на обложку журнала. Это первая статья российских авторов, опубликованная в данном престижном журнале.

Публикация:

[Nat. Rev. Chem., 2019, 3, 624–637 (IF 30.628, Q1), J. Mol. Liq., 2019, ASAP. doi: 10.1016/j.molliq.2019.111751 (IF 4.561, Q1), Inorg. Chem. Front., 2019, 6, 482–492. (IF 5.934, Q1), Appl. Catal. A Gen., 2019, 571, 170–179 (IF 4.630, Q1), Chemosphere, 2019, 223, 738–747 (IF 5.108, Q1)].

**3. Разработаны новые гибридные катализаторы, активные в реакции кросс-сочетания Сузуки-Мияура**, на основе функциональных дендритных лигандов – пиридилфениленовых дендронов – с каталитическими комплексами Pd и мезопористой подложки (силикагель), содержащей магнитные наночастицы. В то время как дендритная составляющая отвечает за формирование и стабилизацию каталитических комплексов и наночастиц, мезопористая подложка с магнитными наночастицами обеспечивает эффективное магнитное отделение катализатора из реакционной смеси и его повторное использование. Показано, что модельная реакция Сузуки между броманизолом и фенилбороновой кислотой в присутствии синтезированных катализаторов практически полностью протекает в течение 3 мин с высокой селективностью, а рассчитанная каталитическая активность превосходит опубликованные ранее результаты (Рис. 60). Использование катализатора после отделения из реакционной смеси продемонстрировало незначительное снижение его активности после трех последовательных циклов, что свидетельствует об эффективности реализуемого подхода. Реакции кросс-соче-

тания представляют собой мощную эффективную платформу для синтеза химических соединений, имеющих ценное практическое применение, прежде всего в фармацевтической промышленности. (ИНЭОС, Шифрина З.Б., Кучкина Н.В., Сорокина С.А., Торозова А.С., Бронштейн Л.М.)

Публикация:

Applied Surface Science. 488 (2019) 865–873 (IF = 5.155).

#### **4. Локализация двойных магнитно-люминесцентных наночастиц в цитоплазме мотонейронов и их движение под воздействием постоянного магнитного поля**

Впервые показано, что локализация двойных магнитно-люминесцентных силикатных наночастиц в цитоплазме мотонейронов и их движение под воздействием постоянного магнитного поля приводит к усилению активности мотонейронов за счет увеличения кальциевого потока через механочувствительные кальциевые каналы N-типа (рис.61), что в перспективе открывает возможности использования таких наночастиц в лечении нейро-дегенеративных заболеваний и травм позвоночника. (ИОФХ ФИЦ КазНЦ РАН, Казанский институт биохимии и биофизики – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН; авторы: д.х.н., А.Р. Мустаяина, к.х.н. С.В. Федоренко, А.С. Степанов, К.А. Петров И.Р. Низамеев, К.В. Холин, А.Р. Мустафина, Г.В. Сибгатуллина, Д.В. Самигуллин, А.Р. Мухитов).

Публикация:

Nanoscale – 2019 – V.11 (34). –P. 16103-16113; Colloids and Surfaces A: Physicochem. Engin. Asp. 559 (2018) 60-67; J. Chem. Sci. 130 (2018) № 125; Chemical papers 73(2019) 2715-2722.

#### **5. Высокая радиационная устойчивость органических комплексов редкоземельных металлов**

Установлено, что металлорганические комплексы редкоземельных металлов обладают высокой устойчивостью по отношению к нейтронному и гамма-облучению что открывает пути их использования в качестве функциональных материалов при конструировании приборов и устройств, предназначенных для работы в условиях повышенной радиации (Рис.62).

Использование металлорганических материалов может стать основой для разработки приборов контроля, приборов отображения информации, приборов освещения с продолжительным временем функционирования для использования в космических аппаратах, в активных зонах атомных электростанций, на предприятиях по переработке и обогащению радиоактивных веществ, для работы на территориях, подвергшихся радиоактивному заражению, при работе с радиоактивными материалами и другими источниками излучения в промышленности и медицине. Высокая радиационная устойчивость металлорганических соединений, многие из которых обладают ценными полупроводниковыми и люминесцентными свойствами, дает потенциальную возможность для разработки на их основе установок прямого преобразования ядерной энергии в электрический ток. (ИМХ РАН, М.Н. Бочкарев, Т.В. Балашова, А.В. Кукинов, В.А. Ильичев)

Публикация:

T.V. Balashova, S.V. Obolensky, A.N. Trufanov, M.N. Ivin , V.A. Ilichev, A.V. Kukinov, E.V. Baranov, G.K. Fukin, M.N. Bochkarev, Impact of  $n,\gamma$ -irradiation on organic complexes of rare earth metals, Scientific Reports, (2019) 9:13314 | <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49962-9>.

#### **6. Каскадная сборка новых фармакологически ориентированных молекулярных структур на платформе ацетилен**

В рамках проекта V.44.5.6. «Развитие методологии органического и элементоорганического синтеза на базе новых атом-экономных, энергосберегающих и экологических реакций ацетилена и его производных (продуктов газо-, нефте- и углепереработки) с использованием суперосновных реагентов и катализаторов для дизайна прекурсоров лекарственных средств, высокотехнологичных материа-

лов и инновационных продуктов малотоннажной химии» открыта и разработана высокоэффективная каскадная сборка новых фармакологически ориентированных молекулярных структур – мостиковых дигидрооксадиазинов на платформе ацетилена с использованием промышленно доступного и дешевого сырья – кетонов и гидразина через стадию образования продукта конденсации двух молекул ацетилена и двух молекул кетона под действием супероснования KOH/DMSO (Рис. 63).

Этот практически важный синтез потенциальных лекарственных препаратов и их предшественников является атом-экономным, энергосберегающим и экологически безопасным. Результат представляет собой дальнейшее развитие открытой в Иркутском институте химии им. А.Е. Фаворского СО РАН мультимолекулярной самоорганизации сложных молекул, основанной на двойственной реакционной способности ацетилена, которая особенно выражена в суперосновных каталитических системах. (ИрИХ СО РАН; Шмидт Ю.Ю., Семенова Н.В., Иванова Е.В., Татарина И.В., Ушаков И.А., Ващенко А.В., Трофимов Б.А.)

Публикация:

Schmidt E. Yu., Semenova N. V., Ivanova E. V., Tatarinova I. V., Ushakov I. A., Vashchenko A. V., Trofimov B. A. Chem. Commun. 2019, 55, 2632 (IF 6.164).

## 7. Гетероядерная молекулярная МРТ биологически важных молекул

Развитие и применение молекулярной и клеточной МРТ позволяет устанавливать метаболические пути как естественных метаболитов, так и экзогенных препаратов в живом организме. Главной проблемой для таких исследований остается относительно низкая чувствительность методов на основе ЯМР, которая в настоящее время решается за счет создания существенно неравновесной поляризации ядерных спинов, что позволяет усиливать сигналы ЯМР на 4–5 порядков величины и более. Многие биомолекулы и лекарственные препараты содержат атомы азота, что делает привлекательной молекулярную МРТ на основе регистрации сигнала ЯМР ядер  $^{15}\text{N}$ . Для значительного повышения чувствительности в работе использован метод SLIC-SABRE, в котором для создания большой поляризации ядер  $^{15}\text{N}$  в различных молекулах используется параводород. В результате продемонстрирована возможность быстрого получения МРТ изображений по ядрам  $^{15}\text{N}$  далфампридина (Рис. 64) несмотря на крайне низкое природное содержание изотопа  $^{15}\text{N}$  (0,365 %). Аналогичные эксперименты выполнены для витамина В3. Полученные результаты открывают новые перспективы для развития методов ранней диагностики различных заболеваний и оперативного контроля их лечения. В частности, далфампридин применяется в медицинской практике для подавления симптомов рассеянного склероза. (МТЦ СО РАН; Святлова А., Чуканов Н.В., Сковпин И.В., Ковтунов К.В., Коптюг И.В.)

Публикации:

1.  $^{15}\text{N}$  Hyperpolarization of Dalfampridine at Natural Abundance for Magnetic Resonance Imaging. I. V. Skovpin, A. Svyatova, N. Chukanov, E. Y. Chekmenev, K. V. Kovtunov, I. V. Koptug. Chemistry – A European Journal. 25 (55), 12694-12697. DOI: 10.1002/chem.201902724 (IF 5.16).

2.  $^{15}\text{N}$  MRI of SLIC-SABRE hyperpolarized  $^{15}\text{N}$ -labelled pyridine and nicotinamide. A. Svyatova, I. V. Skovpin, N. V. Chukanov, K. V. Kovtunov, E. Y. Chekmenev, A. N. Pravdivtsev, J.-B. Hövener, I. V. Koptug. Chemistry - A European Journal, 25(36), 8465-8470. DOI: 10.1002/chem.201900430 (IF 5.16).

## 8. Новый люминофор с высокой термической стабильностью красного свечения $\text{BaY}_2\text{Ge}_3\text{O}_{10}:\text{Eu}^{3+}$

Разработана уникальная линейка керамических люминесцентных материалов для некогерентных источников инфракрасного излучения в диапазоне от 1 до 3 мкм. Создана группа люминесцентных материалов на основе активированных  $\text{Tm}^{3+}$  соединений со структурой оливина  $\text{NaREGeO}_4$  ( $\text{RE} = \text{Nd}, \text{Tb}, \text{Dy}, \text{Ho}, \text{Tm}, \text{Lu}, \text{Y}$ ),  $\text{NaY}_{0,99}\text{Tm}_{0,01}\text{GeO}_4$  и барий-иттриевого триортогерманата  $\text{BaY}_{2-x}\text{Tm}_x\text{Ge}_3\text{O}_{10}$  ( $x = 0,005-0,4$ ),  $\text{BaY}_{1,8}\text{Tm}_{0,2}\text{Dy}_{0,1}\text{Ge}_3\text{O}_{10}$ ,  $\text{BaYb}_{2-x}\text{Ho}_x\text{Ge}_3\text{O}_{10}$  ( $x = 0,1-0,25$ ), а также наноструктуриро-

ванных германатов на примере  $ALa_9(GeO_4)_6O_2$  ( $A = Li, Na, K, Rb, Cs$ ). В цикле статей 2019 г. сотрудниками ИХТТ УрО РАН обобщён огромный массив спектрально-люминесцентных исследований 4f–4f переходов РЗЭ в литиевых гранатах с возбуждением в УФ-диапазоне и эмиссией в видимом диапазоне (Рис. 65). Определены оптимальные концентрации активаторов для получения высокоэффективных люминофоров видимого диапазона с близким белому свечением. Среди керамических материалов на основе германатов для ИК-источников разработки не имеют аналогов. (ИХТТ УрО РАН; Зубков В.Г., Липина О., Бакланова Я.В. и др.)

Публикация:

O.A. Lipina, L.L. Surat, A.Yu. Chufarov, A.P. Tyutyunnik, A.N. Enyashin, I.V. Baklanova, K.G. Belova, Ya.V. Baklanova, V.G. Zubkov. «Structural, electronic and optical studies of  $BaRE_2Ge_3O_{10}$  ( $RE = Y, Sc, Gd-Lu$ ) trigermanates with a special focus on the  $[Ge_3O_{10}]^{8-}$  anion» // CrystEngComm – 2019. – V. 21. – P. 6491–6502.

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

### Сведения о состоянии биологических наук

Современная биология охватывает весь комплекс наук о жизни, наряду с «классическими» биологическими дисциплинами, затрагивая и смежные науки, такие как медицинские и сельскохозяйственные. Несмотря на единство задач и целей, для разных отраслей биологической науки имеется своя специфика. В целом, биологические дисциплины принято подразделять на две большие области – общая биология и физико-химическая биология, изучающие биосистемы разного уровня. Если общая биология изучает процессы на уровне организмов, популяций, видов, сообществ и экосистем и их взаимодействий с окружающей средой, то физико-химическая биология изучает молекулярные основы живого – состав и строение клеток и лежащие в основе их жизнедеятельности процессы. Таким образом, основными объектами первой области являются организмы и экологические системы, а второй – происходящие внутри клеток молекулярные процессы. Следует отметить, что это деление в значительной степени условно. Более того, наше время характеризуется все большим взаимопроникновением двух этих областей биологии.

Роль биологических наук в XXI веке все более и более возрастает. Как отметил Президент Российской Федерации В.В. Путин в своем интервью 21 июля 2017 г., «по словам академика И.Е. Тамма, XX век был веком физики, XXI век будет веком биологии – вот так оно, похоже, и происходит». Биология XXI века многодисциплинарна, многомерна, богата информацией, ориентирована на образование и всеобъемлюще представлена на международном уровне. Поддержка биологических исследований в Российской Федерации должна явиться фактором, способствующим как развитию фундаментальной науки, так и прогрессу биотехнологий, определяющих экономическое и социальное развитие страны, а также обеспечение безопасности страны.

2019 г. охарактеризовался началом претворения в жизнь важных решений руководства страны по выполнению задач интенсификации биологических исследований, выводу их на передовой уровень, созданию новых научных центров. В первую очередь, это утверждение Федеральной научно-технической программы развития генетических технологий на 2019–2027 гг. Программа должна вывести генетические исследования, а также ряд смежных дисциплин на принципиально новый уровень, способствовать созданию новых отраслей экономики.

Анализ научных достижений российских ученых в сопоставлении с мировым уровнем позволил выделить основные направления развития для каждой из двух основных областей биологической науки. По каждой из указанных областей биологических наук ведутся фундаментальные научные исследования по нескольким основным тематикам.



В области общей биологии важнейшими приоритетными направлениями являются биология развития и эволюция живых систем, экология организмов и сообществ, биологическое разнообразие и биоресурсы, общая генетика, почвы как компонент биосферы.

Современная биология развития тесно интегрирована с общей и молекулярной генетикой, геномикой и эволюционной биологией. В 2019 г. успешно развивались исследования клеточных и молекулярных механизмов онтогенеза, механизмов дифференцировки, трансдифференцировки и формообразования. При этом выявляется роль отдельных генов в регуляции развития многоклеточных организмов, в частности рыб. Наиболее интенсивно развивается новое научное направление – эволюционная биология развития (*evo devo*).

Экология организмов и сообществ представляет собой важнейшее направление исследований, обозначенное как одно из приоритетных в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации. В последние годы в мире наметилась тенденция к глобализации экологических исследований, в основе которых лежит необходимость предотвращения экологических угроз, сохранения важнейших функций экосистем при возрастании антропогенного воздействия, создание природоподобных технологий, имитирующих естественные процессы. В 2019 г. отмечен прогресс в исследованиях круговорота веществ и потоков энергии в экосистемах, изучении влияния локальных и глобальных факторов не только на количественные, но и качественные характеристики популяций и сообществ водных и наземных экосистем; в развитии работ по проблеме биологических инвазий и воздействию видов-вселенцев на структурные характеристики и функционирование экосистем; разработке и применению эффективных методов оценки антропогенной нагрузки на экосистемы и научным основам их охраны и экологической реабилитации.

В области исследований биологического разнообразия и биоресурсов получены новые результаты в плане описания и выявления механизмов формирования биологического разнообразия природных зон и природно-ландшафтных комплексов; разработке основ сохранения биологического разнообразия и охраны природы. В частности, в области описания и систематизации биоразнообразия открыты одноклеточные организмы, проясняющие происхождение растений и водорослей и их фотосинтезирующих органелл. Эти простейшие описаны как новый таксономический тип *Rhodelphidia* и представляют собой одноклеточные хищные растения, имеющие очень древнее строение клетки. Это открытие означает, что предки растений были хищниками, владевшими фагоцитозом, т.е. заглатывали клетки своих жертв. Хотелось бы отметить также достижения в области описания глубоководной фауны. Впервые, на основании данных, полученных на протяжении более полувека, представлены полные сведения о фауне и распределении двусторчатых моллюсков, обитающих в Курило-Камчатском желобе (глубина 6000–9583 м). Для наземных экосистем подведен итог многолетнего монографического изучения семейства злаков (*Gramineae*) на территории Российской Федерации. Осуществлена таксономическая ревизия семейства, представленного 1514 видами из 187 родов. Составлены морфологические описания родов и внутриродовых подразделений, их важнейшая синонимика, типы названий, расширенные ключи для определения родов и видов, краткие сведения о хромосомных числах. Изучены особенности географического распространения злаков, экологии и хозяйственного значения на территории России.

В области почвоведения получены новые результаты в исследованиях почв криолитозоны и аридных экосистем, которые в большей степени испытывают воздействие глобальных климатических изменений. В 2019 г. впервые проведена оценка глобального распределения обилия и разнообразия ключевых групп почвенного населения (нематод и дождевых червей) на планете. Полученные результаты могут быть использованы для параметризации, масштабирования или сравнения прогнозных моделей глобальных циклов веществ в текущих или будущих сценариях изменения климата. Полученные результаты позволяют включать почвенные организмы в глобальные модели биогеохимических циклов.

В области общей генетики широкое использование техники полномасштабного секвенирования позволило достичь ряд принципиальных результатов в области палеогеномики человека, изучения биоразнообразия, селекции растений и биомедицинских исследований. На основе палеогеномных данных реконструирована история заселения Сибири и Америки человеком современного типа, начиная с верхнего палеолита. Определены нуклеотидные последовательности целых геномов 34 древних жителей Сибири, включая двух древнейших индивидуумов (возрастом ~32 тыс. лет) с самой северной палеолитической стоянки человека в Арктике (стоянка Яна RHS, Северная Якутия). Кроме этого, секвенированы и проанализированы геномы древних жителей Чукотки (от ~9 до ~2 тыс. лет), Северного Приохотья (~3 тыс. лет), Приморья (~7 тыс. лет) и Прибайкалья (от ~6 тыс. лет до средних веков).

С использованием специально подобранной системы SSR-маркеров впервые проведен анализ полиморфизма и генотипирование сортов яблони народной селекции Центральной России и Северо-Запада. Полученные данные говорят о высоком уровне разнообразия изучаемой группы сортов и подтверждают важность сохранения сортов народной селекции и возможность их использования в селекционных программах, т.к. они обладают рядом ценных хозяйственных признаков.

Среди основных направлений физико-химической биологии такие дисциплины, как функциональная микробиология, экспериментальная биология растений, биохимия, биофизика и структурная биология, молекулярная биология, молекулярная генетика и геномные исследования, клеточная биология и иммунология, системная биология и биоинформатика, биотехнология и синтетическая биология.

Функциональная микробиология продолжает оставаться одним из важнейших направлений, в том числе как основа создания новых биотехнологических процессов. В 2019 г. получен важнейший фундаментальный результат: впервые показано функционирование нового варианта цикла Кальвина (серия биохимических реакций, позволяющих растениям и некоторым бактериям фиксировать углекислоту воздуха и превращать ее в органические соединения), который ранее не был продемонстрирован экспериментально и считался маловероятным. Этот цикл играет ключевую роль в существовании современной атмосферы и биосферы на планете. Ранее был известен только один вариант данного цикла, однако авторами в ходе работы с выделенной ранее термофильной хемолитоавтотрофной бактерией *Thermodesulfobium acidiphilum* был обнаружен и экспериментально подтвержден новый вариант цикла. Эти открытия помогут пролить свет на понимание эволюции путей образования органического вещества на планете, подчеркивают важность выделения и исследования глубоких филогенетических линий прокариот для расширения представлений об эволюции и биохимическом разнообразии ключевых метаболических процессов биосферы нашей планеты.

В области экспериментальной биологии растений, специфической области физико-химической биологии, ставящей задачи выявления молекулярных и физиологических механизмов интеграции сложных биологических процессов на уровне клетки и целостного растения, большое внимание уделяется исследованиям метаболизма фотосинтезирующих организмов, в том числе с перспективой их использования в практических целях. Так, охарактеризован новый штамм зеленой водоросли *Scolecococcus elongata*, который способен служить в качестве потенциального продуцента ряда незаменимых жирных кислот, применяющихся в медицине и косметической промышленности.

Биохимия, биофизика и структурная биология основной задачей ставят изучение взаимосвязи структуры и функций биомолекул. Среди наиболее ярких работ 2019 г. в этой области следует отметить расшифровку молекулярных основ биолюминесценции на примере морских полихет *Odontosyllis undecimdonata*. Впервые определены структуры трех ключевых низкомолекулярных компонентов этой биолюминесцентной системы, предложены химические механизмы ферментативного (люминесцентного) и неферментативного окисления люциферина.

В области молекулярной биологии, молекулярной генетики и геномных исследований, а также клеточной биологии и иммунологии развернут широкий фронт работ в рамках Федеральной научно-технической программы развития генетических технологий на 2019–2027 гг. Исследования включают как большой блок фундаментальных работ по изучению структурно-функциональных характеристик организации геномов микроорганизмов, растений и животных (в том числе человека) в норме и при

воздействиях на организм (в том числе при патологических состояниях), так и работ с практической направленностью, смыкающихся с направлением биотехнология – разработки фундаментальных основ создания моделей заболеваний человека, разработки лекарственных препаратов и проведения фундаментальных исследований с применением современных молекулярно-биологических и клеточных технологий (в том числе новых подходов к противоопухолевой терапии), установления молекулярных механизмов формирования признаков хозяйственно ценных растений и клеточных линий.

Особо следует отметить развитие новой дисциплины – синтетической биологии, предполагающей на основании целенаправленного изменения и конструирования геномов создание организмов и их компонентов, содержащих не встречающиеся в природе биосинтетические пути, а также (в дальнейшем) разработку подходов к разработке технологий создания живых организмов *de novo*. Задачи биотехнологии все более и более расширяются и охватывают такие вопросы, как разработка новых биотехнологических подходов на основе микроорганизмов и растений для получения медицинских препаратов, повышения урожайности сельскохозяйственных культур, производства биотоплива, при добыче и разработке месторождений нефти, угля, цветных и благородных металлов (биогеотехнология), для решения проблем биоремедиации почвенного покрова, водных систем и очистки производственных выбросов в атмосферу.

Необходимо отметить также роль биологических дисциплин в обеспечении безопасности Российской Федерации. Руководство страны уделяет большое внимание этим вопросам, что выражается в деятельности Правительственной комиссии по вопросам биологической и химической безопасности. В ближайшее время должны быть подготовлены и рассмотрены предложения по вопросам законодательного и нормативного регулирования использования генетических технологий, иных инновационных биотехнологий и технологий синтетической биологии, в продукции сельского хозяйства, других секторах реальной экономики, способствующие достижению цели обеспечения технологической независимости Российской Федерации и производства конкурентоспособной продукции при соблюдении норм биобезопасности.

## **Важнейшие достижения**

### **1. Расшифрованы молекулярные основы биолюминесценции *Odontosyllis***

Впервые определены структуры трех ключевых низкомолекулярных компонентов биолюминесцентной системы морских полихет *Odontosyllis undecimdonata*: люциферина, оксилиуциферина (Green), а также продукта неспецифического окисления люциферина (Pink) кислородом. Установлено, что эти соединения имеют крайне необычный гетероциклический скелет, содержащий три атома серы с различными степенями окисления. Предложены химические механизмы ферментативного (люминесцентного) и неферментативного окисления люциферина *Odontosyllis*. Показано, что оксилиуциферин *Odontosyllis* является единственным из известных для морских люминесцентных организмов первичным эмиттером зеленого света (ИБХ РАН, рук. д.х.н. И.В. Ямпольский). (Рис.66).

Публикация:

Kotlobay AA, Dubinnyi MA, Purtov KV, Guglya EB, Rodionova NS, Petushkov VN, Bolt YV, Kublitski VS, Kaskova ZM, Ziganshin RH, Nelyubina YV, Dorovatovskii PV, Eliseev IE, Branchini BR, Bourenkov G, Ivanov IA, Oba Y, Yampolsky IV, Tsarkova AS. Bioluminescence chemistry of fireworm *Odontosyllis*. Proc Natl Acad Sci USA. 2019; 116(38): 18911–18916. doi: 10.1073/pnas.1902095116.

### **2. Представлены полные данные о фауне Курило-Камчатского желоба**

Впервые, на основании изучения материалов, собранных четырьмя экспедициями в период с 1949 по 2016 гг., представлены полные данные о фауне и распределении двустворчатых моллюсков, обитающих в Курило-Камчатском желобе (глубина 6000–9583 м). В Курило-Камчатском желобе обнаружено 33 вида, 15 из которых являются новыми для науки, а 14 – впервые отмечены в желобе на

глубине более 6000 м. Треть видов является эндемиками желоба. С увеличением глубины возрастает доля эндемичных ультраабиссальных видов. На максимальной глубине обнаружено 5 видов с высокой плотностью поселений. Высокое видовое богатство и количественное обилие двусторчатых моллюсков в Курило-Камчатском желобе обусловлено большим количеством органического материала различного происхождения, поступающего в желоб (НИЦМБ ДВО РАН, рук. д.б.н. Г.М. Каменев). (Рис. 67).

Публикация:

Kamenev G.M. Bivalve mollusks of the Kuril-Kamchatka Trench, Northwest Pacific Ocean: Species composition, distribution and taxonomic remarks // Progress in Oceanography. 2019. Vol. 176. <https://doi.org/10.1016/j.pocan.2019.102127>.

### **3. Впервые показано функционирование III формы РубисКО в новом варианте цикла Кальвина**

Цикл Кальвина – серия биохимических реакций фиксации углекислоты воздуха и ее превращения в органические соединения. Этот цикл является самым массовым путем фиксации углекислоты и играет ключевую роль в существовании современной биосферы на планете. Ранее был известен только один вариант данного цикла, однако, авторами в ходе работы с выделенной ранее термофильной хемолитоавтотрофной бактерией *Thermodesulfobium acidiphilum* был обнаружен новый вариант цикла. У данного микроорганизма необычным оказался ключевой фермент цикла Кальвина – рибуллозобисфосфаткарбоксилаза/оксигеназа (РубисКО). Известно, что из трёх карбоксилирующих форм РубисКО только для I и II форм было показано участие в автотрофии, в то время как III форма ассоциировалась исключительно с метаболизмом нуклеотидов и еще недавно считалась исключительно архейной. В новом же варианте цикла *Thermodesulfobium acidiphilum* работает именно III форма. Это открытие позволяет пролить свет на понимание эволюции путей образования органического вещества на планете (ФИЦ Биотехнологии РАН, рук. д.б.н. Н.В. Пименов, член-корр. РАН Е.А. Бонч-Осмоловская). (Рис. 68).

Публикация:

Frolov E.N., Kublanov I.V., Toshchakov S.V., Lunev E.A., Pimenov N.V., Bonch-Osmolovskaya E.A., Lebedinsky A.V., Chernyh N.A. Form III RubisCO-mediated transaldolase variant of the Calvin cycle in a chemolithoautotrophic bacterium // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. 2019. V. 116 (37). P. 18638–18646 doi: 10.1073/pnas.1904225116

### **4. Реконструирована история заселения Сибири и Америки человеком**

На основе палеогеномных данных реконструирована история заселения Сибири и Америки человеком современного типа, начиная с верхнего палеолита. Определены нуклеотидные последовательности целых геномов 34 древних жителей Сибири, включая двух древнейших индивидуумов (возрастом ~32 тыс. лет) с самой северной палеолитической стоянки человека в Арктике (стоянка Яна RHS, Северная Якутия). Кроме этого, секвенированы и проанализированы геномы древних жителей Чукотки (от ~9 до ~2 тыс. лет), Северного Приохотья (~3 тыс. лет), Приморья (~7 тыс. лет) и Прибайкалья (от ~6 тыс. лет до средних веков). (ИБПС ДВО РАН, рук. д.б.н. Б.А. Малярчук) (Рис. 69).

Публикация:

Sikora M, ... Malyarchuk B. et al. The population history of northeastern Siberia since the Pleistocene // Nature. 2019. Vol. 570(7760) P. 182–188 doi: 10.1038/s41586-019-1279-z.

### **5. Новая реакция для синтеза фармакологических препаратов**

Открыта новая реакция, позволяющая синтезировать важные фрагменты для фармакологического дизайна. Процесс получил название «гидразосочетание», проведены его изучение и детальная характеристика. Подобран универсальный катализатор реакции без дорогих переходных металлов и оптимизирована методика выделения продуктов. Реакция соответствует концепции «зеленой хи-

мии», т.е. негативное влияние на окружающую среду минимально. Исходные реагенты коммерчески доступны и позволяют получить как совершенно новые и перспективные соединения, так и те, что уже применяются при синтезе других медицинских препаратов и красителей. Так, выход 4-гидразинофенола (промежуточный продукт в производстве таких лекарств, как индометацин и базедоксифен; его цена достигает нескольких сотен долларов за грамм) увеличился в два раза по сравнению с промышленным синтезом до 95%, а количество стадий сократилось с четырех до двух (ИМБ РАН, рук. к.х.н. П.Н. Сольев, академик РАН С.Н. Кочетков). (Рис. 70).

Публикация:

Solyev P.N., Sherman D.K., Novikov R.A., Levina E.A., Kochetkov S.N. Hydrazo coupling: the efficient transition-metal-free C–H functionalization of 8-hydroxyquinoline and phenol through base catalysis. *Green Chemistry* 2019 21: 6381–6389, doi: 10.1039/c9gc02824b.

## **6. Обнаружен новый таксономический тип**

Открыты одноклеточные организмы, проясняющие происхождение растений и водорослей и их фотосинтезирующих органелл. Эти простейшие описаны как новый таксономический тип Rhodelphidia и представляют собой хищных жгутиконосцев (питаются другими протистами) с крупными геномами, а также реликтовой первичной пластидой, которая участвует в биосинтезе гема. Генетически родельфис (Rhodelphis) является ближайшим родственником красных водорослей и зеленых растений, представляя собой, по сути, одноклеточное хищное растение, имеющее очень древнее строение клетки. Его открытие означает, что предки растений были хищниками, владевшими фагоцитозом, т.е. заглатывали клетки своих жертв (ИБВВ РАН, рук. д.б.н. Д.В. Тихоненков, д.б.н. А.П. Мыльников). (Рис. 71).

Публикация:

Gawryluk R.M.R., Tikhonenkov D.V., Hehenberger E., Husnik F., Mylnikov A.P., Keeling P.J. Non-photosynthetic predators are sister to red algae // *Nature*. 2019. V. 572. P. 240–243. doi: 10.1038/s41586-019-1398-6.

## **7. Описан новый молекулярный механизм стресс-индуцированного подавления ядрышко-вой РНК-полимераза I-зависимой транскрипции**

Показано, что умеренный гипосмотический стресс приводит к накоплению в ядрышке РНК-ДНК-гибридов (R-петель), которые активируют ATR-зависимый ответ на повреждение ДНК. Интересно, что активация ATR в ядрышках полностью зависела от белка Treacle, который, как оказалось, был необходим для эффективного привлечения в ядрышко фактора TopBP1. Последующая ATR-зависимая активация киназы ATM приводила к полной репрессии транскрипции в ядрышках. Изучение молекулярных механизмов функционирования белка Treacle будет способствовать пониманию механизмов развития этой патологии. Данная работа позволяет также по-новому взглянуть на функциональное значение ядрышка: в частности, рассматривать его не только как место биосинтеза рибосом, но и в качестве сенсора и координатора клеточного ответа на различные типы стресса (ИБГ РАН, рук. д.б.н. О.Л. Кантидзе, чл.-корр. РАН С.В. Разин). (Рис. 72).

Публикация:

Velichko A.K., Petrova Nad.V., Luzhin A.V., Ovsyannikova N., Strelkova O.S., Kireev I.I., Petrova Nat.V., Razin S.V., Kantidze O.L. Hypoosmotic stress induces R loop formation in nucleoli and ATR/ATM-dependent silencing of nucleolar transcription. *Nucleic Acids Res*, 2019 47 (13), 6811-6825 doi: 10.1093/nar/gkz436.

## **8. Создан атлас экосистем Монголии**

Результаты долговременных исследований Совместной Российско-Монгольской комплексной биологической экспедиции РАН и Академии наук Монголии обобщены и опубликованы в уникаль-

ном «Атласе экосистем Монголии». В этом не имеющем аналогов издании в картах различного масштаба (от 1:1 000 000 до 1:20 000) отражено состояние природных экосистем Монголии и степень их антропогенной нарушенности, указаны основные причины негативных явлений, представлена актуальная информация о социально-экономическом состоянии Монголии (ИПЭЭ РАН, рук. д.б.н. П.Д. Гунин). (Рис. 73).

Публикация:

Ecosystems of Mongolia. Atlas (Gunin P.D. & Saandar M. Eds) / Adiya, B. Amarjargal, T.V. Amelina et al. – KMK Scientific Press Admon Ulaanbatar-Moscow, 2019. – 264 p.

### **9. Белки-Аргонавты бактерий могут быть использованы в качестве программируемых ДНК-нуклеаз**

Белки-Аргонавты относятся к древнему семейству белков, которое найдено у всех групп организмов. Белки-Аргонавты эукариот играют ключевую роль в процессах РНК-интерференции и способны расщеплять мРНК-мишени с использованием коротких гидовых РНК. Белки-Аргонавты бактерий имеют гораздо более разнообразную структуру по сравнению с белками эукариот и остаются почти не исследованными. В данной работе изучены свойства двух бактериальных белков-Аргонавтов и показано, что они являются ДНК-нуклеазами, которые можно запрограммировать на специфическое расщепление требуемых участков ДНК с помощью коротких ДНК-гидов. Изученные белки-Аргонавты преимущественно действуют на однонитевые ДНК-мишени, но в определенных условиях способны расщеплять и двунитевую ДНК. Полученные результаты открывают новые перспективы в использовании белков-Аргонавтов качестве инструмента в геномных исследованиях (ИМГ РАН, рук. д.б.н. А.А. Аравин, д.б.н. А.В. Кульбачинский). (Рис. 74).

Публикация:

Kuzmenko A., Yudin D., Ryazansky S., Kulbachinskiy A., Aravin A.A. Programmable DNA cleavage by Ago nucleases from mesophilic bacteria *Clostridium butyricum* and *Limnithrix rosea*. *Nucleic Acids Res.* 2019 47(11): 5822–5836 doi: 10.1093/nar/gkz379.

### **10. Осуществлена таксономическая ревизия семейства злаков**

Подведен итог многолетнего монографического изучения семейства злаков (Gramineae) на территории Российской Федерации. На основании принятых авторских концепций рода, вида, видов-агрегатов, эндемизма осуществлена таксономическая ревизия семейства, представленного 1514 видами из 187 родов. Составлены морфологические описания родов и внутриродовых подразделений, их важнейшая синонимика, типы названий, расширенные ключи для определения родов и видов, краткие сведения о хромосомных числах. Изучены особенности географического распространения злаков, экологии и хозяйственного значения на территории России. Выявлено, что самыми крупными родами являются *Poa* (163 вида), *Festuca* (115 видов), *Calamagrostis* (87 видов), *Agrostis* (71 вид), *Puccinellia* (67 видов), *Koeleria* (59 видов), *Elymus* (55 видов), *Stipa* (44 вида), *Deschampsia* (42 вида) и *Bromopsis* (40 видов); в то же время многие роды семейства представлены в России только одним видом (*Ammophila*, *Cinna*, *Echinaria*, *Gaudinia*, *Lagurus*, *Nardus*, *Sieglingia*, *Zoysia* и др.). Выявлено отсутствие в России эндемичных родов злаков, однако, имеются субэндемичные таксоны – роды *Limnas*, *Hyalopoa*. По результатам проведенного исследования опубликована монография «Злаки России» (БИН РАН, член-корреспондент РАН Н.Н. Цвелёв.) (рис. 75).

Публикация:

Цвелёв Н.Н. Злаки России [Текст] / Цвелёв Н.Н., Пробатова Н.С. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2019 – 650 с., карта. Тираж – 700 экз. ISBN 978-5-907213-41-8.

## ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

### Состояние и прогноз развития физиологических наук на 2019–2024 гг.

Успехи медицины в значительной мере обусловлены накоплением новых фундаментальных знаний о функциях организма человека и животных. На фундаменте физиологии неизменно строилась и продолжает строиться медицина. Афоризм «Физиология – душа медицины» сегодня справедлив как никогда.

Анализ публикаций в области физиологии и отчета ОФизиолН РАН за 2019 год позволяет уверенно говорить о продолжающемся переходе от описательной физиологии к модельно-молекулярной стадии, когда в основе любого исследования лежит молекулярная модель физиологического явления, и собственно эксперименты на разных уровнях доказывают или опровергают правильность предложенного физиологического механизма.

Примером такой работы может служить поиск механизма, который должен обеспечить инвариантность синаптической передачи во вкусовой почке при варьируемом внеклеточном  $\text{Ca}^{2+}$ . Авторами (чл.-к. РАН Колесников С.С. и сотр.) был создан клеточный биосенсор серотонина на основе клеток линии СНО, в которых нейрогенетически был экспрессирован 5-НТ<sub>2C</sub> рецептор. Стимулируя выброс серотонина из вкусовых клеток при различных концентрациях  $\text{Ca}^{2+}$ , было впервые показано, что секреция этого нейротрансмиттера действительно обладает свойством инвариантности.

Общая направленность на исследование молекулярных механизмов еще более усилила роль клеточных технологий и клеточных моделей в физиологии. Такие сложные физиологические процессы, как изменения при полетах в космос оказалось возможным эффективно исследовать на клеточной модели влияния мезенхимальных стромальных клеток на регуляцию ангиогенеза при моделировании эффектов микрогравитации.

Появление принципиально новой возможности проводить исследования протеомики, геномики, метаболомики на уровне одной клетки вместо применявшегося еще несколько лет назад анализа гомогената из разнородных клеток представляет интерес для разработки проблем экспериментальной физиологии, клинической физиологии и медицины, существенно для регенеративной медицины и скрининга фармакологических препаратов. В 2019 году активно создавались новые технологии генетического анализа, в том числе на основе высокопроизводительного секвенирования. Под руководством ак. Р.М. Хаитова разработан метод синтеза олигонуклеотидов с применением фотоактивируемого линкера. Этот метод позволяет повысить эффективность реакции обратной транскрипции в изолированном объеме. В комплексе с методикой молекулярного мечения (баркодированием) технология может быть использована для адресной доставки олигонуклеотидов и синтеза последовательности, несущей метку. Метка является маркером единичной клетки, что позволяет получать информацию об уровне экспрессии генов и последовательности транскриптов на принципиально новом уровне разрешения.

Активно продолжается создание моделей патологий на животных с учетом новых молекулярно-генетических результатов. В Российской Федерации разработана и внедрена новая экспериментальная модель расстройств аутистического спектра с использованием инбредных мышей линии BALB/c, отличающихся реакцией страха в новой обстановке (рук. ак. С.Б. Середенин).

Изучение динамики микроциркуляции структур головного мозга (сетчатка глаза и диска зрительного нерва) до и после стентирования сонной артерии на животных показало, что такой подход может использоваться как эффективная модель оценки эффективности реперфузии структур головного мозга и подтверждением улучшения перфузии головного мозга после реваскуляризации сонных артерий (рук. ак. Д.Г. Иоселиани).

Для скрининга новых препаратов и определения их цитотоксичности перспективно использовать тканевые модели из однородных клеток. Активное развитие в Российской Федерации и во всем

мире получило исследование функционирования клеток не с помощью введения сенсоров извне, а с помощью однократного изменения генома и продукции важнейших сенсоров работы клетки самой клеткой. Технологии с использованием генетически кодируемых сенсоров активнейшим образом применяются передовыми лабораториями и ожидается существенное расширение области их применения за счет развития технологий генетических коррекций патологий во всех областях физиологии. К этой же области относится и появление возможности редактирования генома не только у эмбрионов, но и у взрослых особей. Это направление только начинает развиваться, но эти методы будут активно востребованы физиологией всех направлений. В качестве нового активно развивающегося перспективного направления физиологии следует отметить появление увеличивающегося в геометрической прогрессии количества работ в области эпигенетики. Эпигенетическая регуляция, которая совсем недавно считалась неспецифичной, сейчас является одной из основных тем исследования механизмов пластичности и патологий у взрослых организмов. Работы ведутся и получены интересные новые данные о роли эпигенетической регуляции при нарушениях когнитивных способностей в исследованиях на целом организме и в исследованиях на клеточном уровне. Наиболее перспективное направление связано с возможностью редактирования эпигенома.

Выяснение молекулярных и клеточных механизмов функционирования всей системы, а не только отдельно взятых молекул или клеток органа и ткани, является основной задачей интегративной физиологии, роль которой в последние годы резко усилилась. Конечная задача физиологической науки – здоровье человека, а не управление одной функцией, поэтому крайне важны и активно ведутся исследования взаимозависимости структур организма. Основные тенденции таких исследований – использование методов «выключения» или «регулируемой» экспрессии определенных генов, а также нокаут генов, причем анализ проводится на уровне целого организма.

Основные новые направления физиологии зрения, слуха, обоняния и др. состоят в расшифровке субмолекулярных и молекулярных механизмов трансдукции внешнего сигнала в физиологический стимул, детальный анализ механизмов обработки информации на всех уровнях сенсорных систем, кодировки и опознания сенсорного образа. Эти фундаментальные знания лягут в основу создания принципиально новых методов диагностики, лечения, протезирования и профилактики наследственных и приобретенных заболеваний.

Исследования электрической активности мозга и связь с когнитивными процессами, развитие новых технологий открывают возможности разработки новых средств реабилитации и протезирования: роботизированные устройства, управляемые системами, использующими интерфейс «мозг–компьютер», мультимодальные сенсорные комплексы, воспроизводящие виртуальную реальность, всевозможные экзоскелеты с обратной связью или управлением от мозга. Совершенствование технологий создаст условия обучения пациентов двигательным актам в ходе реабилитации, появлению способности к самостоятельным активным движениям, возвращению возможности передвижения тем, кто прикован к инвалидным коляскам. Перечисленные выше направления исследований, развитие новых технологических подходов требуют интенсификации работ в области физиологии движений, гравитационной физиологии, биомеханики и нейроморфного искусственного интеллекта.

Одной из важных задач физиологии является проведение исследований, направленных на сохранение высокой работоспособности человека при обеспечении его безопасности в экстремальных и опасных для жизни условиях. Эти работы имеют значение для защиты национальных интересов при освоении космоса, мирового океана, полярных регионов, высокогорья.

Высоко востребованы в настоящее время и активно развиваются в Российской Федерации исследования в области новых подходов к анализу работы нервных сетей в разных условиях, включая патологию. Появившиеся методы имажинга работы нервной сети с помощью генетически кодируемых сенсоров у свободно-подвижных животных дают принципиально новые знания о пластичности и работе мозга. Активная ориентация на создание нейроморфного искусственного интеллекта и при-



менение принципов работы мозга в технике является двигателем в этой области физиологии. Следует ожидать прогресса в разработке теории и методологии управления функциями нервной системы, выяснении филогенетического формирования механизмов памяти, обучения и поведения с использованием методов молекулярной физиологии. Актуален раздел нейронаук, связанный с раскрытием центральных механизмов организации и регуляции движений, формировании этих систем в индивидуальном развитии, особенностей при обучении, патологии, в экстремальных ситуациях. Будут развиваться исследования молекулярных механизмов нейро-дегенеративных заболеваний, различных форм деменции на моделях позвоночных животных.

Активно развивается компьютерное моделирование и 3D-принтинг искусственной кости (рук. ак. М.Д. Алиев). Внедрение разрабатываемых новых технологий возможно в хирургии, онкологии, травматологии и ортопедии, военной медицине, челюстно-лицевой хирургии.

## Важнейшие достижения

**1. Во вкусовой почке – плотном клеточном ассоциате - объем экстраклеточного пространства на два порядка меньше объема цитоплазмы. В силу этого, электрическая активность клеток, ведущая к перераспределению ионов между цитоплазмой и внеклеточным раствором, может инициировать существенное изменение концентрации экстраклеточных ионов, включая ионы  $\text{Ca}^{2+}$ . Поскольку это должно приводить к вариативности синаптической передачи, инициируемой входом  $\text{Ca}^{2+}$ , мы предположили существование механизма, который должен обеспечить ее инвариантность при варьированном внеклеточном  $\text{Ca}^{2+}$ . Эта проблема проанализирована на примере вкусовых клеток типа III, которые в ответ на деполяризацию секретируют серотонин  $\text{Ca}^{2+}$ -зависимым образом. Был разработан клеточный биосенсор серотонина на основе клеток линии СНО, в которых был гетерологически экспрессирован 5-НТ<sub>2C</sub> рецептор. Стимулируя выброс серотонина из вкусовых клеток при различных концентрациях  $\text{Ca}^{2+}$  во внеклеточном растворе, было впервые показано, что секреция этого нейротрансмиттера действительно обладает свойством инвариантности (ИБК РАН). (Рис. 76).**

**2. Функциональная организация спинальной локомоторной нейронной сети и способы ее регуляции.** Точная локализация спинальных нейронных локомоторных сетей остается неизвестной. В исследованиях на спинализированных животных показано, что локомоцию можно инициировать электрической стимуляцией роstralных (L2) или каудальных (S1) сегментов люмбо-сакрального отдела спинного мозга. Установлено, что стимуляция L2 инициирует хорошо координированную локомоцию после перерезки спинного мозга на уровне S1, тогда как стимуляция S1 не вызывает локомоцию после перерезки на уровне L2. Это доказывает, что роstralные сегменты поясничного утолщения являются ключевыми контроллерами инициации локомоторного поведения, а каудальные нейронные сети могут модулировать моторный выход только в присутствии контроллеров. Разработан алгоритм чрескожной неинвазивной мультисегментарной стимуляции спинного мозга, обеспечивающий локомоторно-постуральное взаимодействие у парализованных пациентов. Установлено, что пространственно-временная электрическая стимуляция спинальных нейронных сетей может одновременно регулировать мышечный тонус и инициировать шагательный ритм (ИФ РАН). (Рис. 77).

**3. Синдром Ретта (CP) – это заболевание, вызванное мутацией в гене MECP2. Пациенты с CP имеют выраженные моторные и когнитивные дисфункции, в связи с чем возникают трудности в оценке того, насколько эти пациенты способны декодировать слуховые сигналы и речь. В нашей работе были выявлены значимые изменения в слуховых вызванных потенциалах мозга на речевые и неречевые стимулы у этих пациентов. Наиболее яркие изменения касались позитивного компонента с латентностью ~200 мс (P2), который был снижен у 11 из 12 пациентов с CP. Кроме того, было обнаружено, что компонент P2 также понижен в животных моделях CP. Таким образом, этот компонент**

может служить трансляционным маркером изменения работы мозга при СР и использоваться для оценки эффективности терапии этого заболевания. (ИВНД и НФ РАН). (Рис. 78).

4. Выявлено с использованием современных методов нейровизуализации (фМРТ), что после завершения космического полета (КП), продолжительностью полгода, имеет место ослабление связей между корой больших полушарий и вестибулярными ядрами, а также между мозжечком и рядом других зон, вовлеченных в контроль движений. Исследования подтвердили представление об интенсивной реорганизации функциональных связей между различными зонами головного мозга у 11-ти космонавтов. Обнаружена преимущественная адресация этой реорганизации к центрам, обеспечивающим ориентацию в пространстве и направленность движений. Полученные данные подтверждают гипотезу о развитии вестибулярного неглекта (игнорирование центральной нервной системой сигналов, поступающих от вестибулярного аппарата) в условиях КП. С другой стороны, фМРТ выявила усиление связей между корой островка (инсулой) в обоих полушариях, а также между островком и другими отделами мозга. Островковые доли отвечают за интеграцию сенсорных сигналов различной модальности, а также играют ключевую роль в восстановлении системы моторного контроля при нейрореабилитации после инсультов и черепно-мозговых травм. Совместно с Европейским космическим агентством, НИУ ВШЭ, ЛРЦ, МГУ им. М.В. Ломоносова. (ИМБП РАН). (Рис. 79).

5. Завершены фундаментальные исследования и разработаны имплантаты, а также препараты на их основе с иммобилизованными биолигандами и биологически активными соединениями для лечения и протезирования двигательных систем.

Полученные результаты могут быть использованы в травматологии, ортопедии, гнойной хирургии, в других отраслях восстановительной медицины, а также для создания «банков тканей» имплантатов и имплантационных препаратов для учреждений здравоохранения.

Биотехнологические приемы создания, контроля качества, оценки безопасности костных имплантатов и имплантационных препаратов отражены на принципиальной схеме. (Рис. 80).

Новизна и приоритет подтверждены тремя патентами Российской Федерации на изобретения: «Способ изготовления костных имплантатов» пат. № 2526429, «Комбинированный способ стерилизации костных имплантатов» пат. № 2630464, «Способ получения костного имплантата на основе стерильного деминерализованного костного матрикса» пат. № 2679121. (ВИЛАР).

6. Сегрегация хромосом сопровождается переходом от латерального прикрепления кинетохора к микротрубочке к прочному торцевому прикреплению кинетохора. Кинезин CENP-E и кинетохорный комплекс Ndc80 обеспечивают надежное соединение шарика с плюс-концом микротрубочки в течение нескольких циклов динамики микротрубочек, в отсутствие каких-либо специализированных белков, связывающихся непосредственно с торцевым концом микротрубочки, или регуляторных белков (Рис. 81). (ЦТП ФХФ РАН).

7. Были разработаны и проанализированы математические модели эритроцитов-биореакторов на основе реакций гликолиза и различных ферментов, использующих аммоний. Была предложена и экспериментально реализована новая ферментная система на основе одновременного включения в эритроциты ферментов глутаматдегидрогеназы и аланинаминотрансферазы (Рис.82) инфарктов. (ЦТП ФХФ РАН).

8. Экспериментально показана возможность эпигенетической регуляции (посредством ацетилирования гистонов) уровня экспрессии генов атипичных протеинкиназ (Prkci, Prkcz) (Рис. 83), играющих важную роль в молекулярных механизмах формирования и хранения долговременной памяти. Экспрессия гена Prkci, кодирующего необходимую для ранней фазы памяти протеинкиназу Сλ (PKCλ), увеличивалась в ответ на изменение эпигенетического ландшафта (деконденсация хроматина). Кроме того, индукция перестроек хроматина в нервных клетках с помощью ингибитора гистондеацетилаз трихостатина А (TSA) приводила к отставленному во времени изменению соотношения транскриптов мультипромоторного гена Prkcz: экспрессия мРНК нейрон-специфичной протеинки-

назыМζ (РКМζ), необходимой для долговременной памяти, снижалась, но наблюдалось увеличение экспрессии альтернативного продукта – протеинкиназыCζ (PKCζ), белковые молекулы которой в норме присутствуют в мозге в следовых количествах. Установлено, что эпигенетически-опосредованное «переключение» синтеза транскриптовРКCζ/РКМζ зависит от *de-novo* синтеза белков. Полученные данные расширяют наши представления о функционировании нервных сетей на молекулярном уровне и могут быть использованы в дальнейшем для разработки способов коррекции дефицита памяти. (ИВНД и НФ РАН).

**9.** В рамках проекта ЕКА – Роскосмос «ЭкзоМарс» на космическом аппарате TraceGasOrbiter в составе научной аппаратуры ИКИ РАН «ФРЕНД» используется дозиметр «Люлин-МО» (совместная разработка ГНЦ РФ ИМБП РАН и Института космических исследований и технологии Болгарской академии наук.). В 2019 году дозиметр продолжал успешно работать в составе научной аппаратуры космического аппарата.

Новизна: получены уникальные экспериментальные данные о радиационной обстановке при орбитальном полёте вокруг Марса (Рис.84).

Практическая значимость: Полученные экспериментальные данные подтверждают имеющиеся расчетно-теоретические оценки радиационной обстановки, проведенные ранее при анализе возможности проведения пилотируемых полётов за пределами магнитосферы Земли. Подтверждено, что уровни радиационного воздействия при годовом полёте в дальнем космосе могут быть близки к предельно допустимому уровню воздействия на организм человека за всё время его профессиональной деятельности. (ИМБП РАН).

**10.** Боковой амиотрофический склероз (БАС) – прогрессирующее неизлечимое нейродегенеративное заболевание, характеризующееся поражением мотонейронов головного и спинного мозга. В модели БАС на досимптомных трансгенных мышах генотипа B6SJL-Tg(SOD1-G93A)dl1Gur/J были выявлены пре- и постсинаптические нарушения нервно-мышечной синаптической передачи, которые характеризуются изменением параметров спонтанной и вызванной высокочастотной активностью нейросекреции, динамики внутритерминальной кальциевой концентрации, снижением экспрессии ключевых пресинаптических белков SNAP-25 и синапсина-I, изменением интенсивности сборки/разборки липидных микродоменов клеточных мембран, повышением вариабельности синапсов по уровню интенсивности процессов экзо- и эндоцитозасинаптических везикул; данные изменения сопровождаются дегенеративными изменениями на уровне спинного мозга. Полученные сведения об идентифицированных молекулярных мишенях патологического процесса могут быть использованы в исследованиях по разработке терапевтических стратегий при БАС. (Казанский государственный медицинский университет, Казанский институт биохимии и биофизики – обособленное структурное подразделение ФИЦ КазНЦ РАН).

**11.** Цель исследования – создание Т-киллеров с химерными рецепторами (CAR-клетки), предназначенных для иммунотерапии солидных форм рака. В качестве опухолеспецифического маркера выбрали Tn-антиген, присутствующий на 70% клеток различных карцином и полностью отсутствующий на нормальных клетках. Tn-антиген образуется в результате aberrантного гликозилирования, наблюдающегося в опухолевых клетках. Путем нокаутирования гена *Cosmc*, отвечающего за нормальное гликозилирование, последующего выделения и сортировки с помощью разработанного авторами ранее метода SORTS, получили линии клеток MCF7 и A549 с aberrантным гликозилированием. Мышей иммунизировали глико-модифицированными клетками, была проведена гибридизация, в результате было получено несколько моноклональных антител, реагирующих с глико модифицированными клетками, но не с родительскими клетками (Рис. 85). Результаты работы создают основу для получения моноклональных антител против Tn-антигена и позволяют перейти к созданию Т-киллеров с химерными рецепторами (CAR-клетки), предназначенных для лечения карцином. (Институт иммунологии ФМБА России).

**12.** Механизмы реализации влияний коры мозга на висцеральную ноцицепцию малоизучены. В экспериментах на крысах впервые показано, что в отсутствие висцеральной патологии инфраламбическая область медиальной префронтальной коры способна в равной мере оказывать возбуждающее и тормозное влияния на вызванные болевым колоректальным растяжением реакции нейронов продолговатого мозга. Установлено, что блокада серотониновых рецепторов 5-НТЗ подтипа в мозге приводит к ослаблению стимулирующего действия инфраламбической коры на ноцицептивную активацию бульбарных клеток. Впервые показано, что кишечная гипералгезия воспалительного генеза ассоциирована со снижением эффективности тормозных кортико-бульбарных влияний и устойчивостью их активирующего компонента к 5-НТЗ блокаде (Рис. 86). Полученные данные раскрывают механизм кортикального контроля висцеральной ноцицепции, который может являться одной из терапевтических мишеней при лечении острой и хронической абдоминальной боли в клинике. (ИФ РАН).

**13.** Метформин – препарат первой линии выбора при лечении сахарного диабета 2 типа и ожирения. Общепринято, что его мишенями являются периферические ткани. Однако в последние годы развивается концепция того, что мишенями метформина могут быть структуры мозга, через которые осуществляется регуляция энергетического гомеостаза на периферии. Нами на генетической модели ожирения у Agouti-мышей впервые показано, что длительное лечение животных метформином нормализует уровни инсулина и лептина в гипоталамусе, восстанавливает гипоталамические сигнальные пути и продукцию факторов, контролирующих пищевое поведение. Восстановление гипоталамической регуляции положительно взаимосвязано со способностью метформина улучшать метаболические и гормональные показатели у мышей, нарушенные при ожирении, что свидетельствует о решающем вкладе центральных механизмов регуляции в терапевтический эффект метформина. (ИЭФБ РАН).

**14.** Разработана и внедрена новая экспериментальная модель расстройств аутистического спектра с использованием инбредных мышей линии BALB/c, отличающихся реакцией страха в новой обстановке. Установлено, что анксиолитическое воздействие, исключающее седативный эффект, ведет к уменьшению тревожности, снижению двигательной активности, увеличению способности мышей к социальному взаимодействию, к повышению показателей переобучения и воспроизведения рефлекса после пространственной «ошибки» сформированного навыка (Рис. 87). (НИИ фармакологии).

**15.** Поиск биомаркеров болезни Паркинсона в крови у больных на клинической стадии после появления двигательных расстройств, является общепринятым подходом к разработке ранней (доклинической) диагностики – задолго до проявления двигательных нарушений (Рис. 88). Поскольку нет оснований считать, что все эти маркеры характерны и для доклинической стадии БП, нами предложено в качестве маркеров доклинической стадии использовать только те, которые также характерны для животных на моделях клинической и доклинической стадий БП. Проведенные исследования на больных и моделях подтвердили правомочность предложенной новой методологии – среди выявленных нами маркеров у больных только 23% были характерны для обеих моделей. Авторы полагают, что именно эти маркеры могут служить для ранней диагностики БП, что позволит начать лечение, направленное на замедление гибели нейронов и продление неограниченно долго периода бессимптомного развития заболевания. (ИБР РАН).

**16.** Раскрыт один из возможных механизмов влияния мотивации на принятие манипулятивного решения (Рис. 89). Показано, что структуры префронтальной коры, связанные с обеспечением процессов принятия решения, выбора и реализации действий, демонстрируют разный уровень энергопотребления при ложных действиях в зависимости от силы мотивации. Полученные данные указывают на то, что влияние механизма детекции ошибок на процессы принятия решения о ложном действии ослабевает при повышении их выгодности – при усилении мотивации при ложных действиях информация от детектора ошибок учитывается в меньшей степени. (ИМЧ РАН).

Публикации: INTERACTIONS, Studies in Computational Intelligence.2020. Т. 882. С. 868-879)

**17.** Накоплена единственная в России группа из 22 пациентов, которым было проведено хирургическое лечение опухолей костей таза с замещением дефекта индивидуальными имплантатами созданными посредством компьютерного моделирования и 3D-принтинга (Рис. 90). Разработаны дизайны индивидуальных имплантов и методы фиксации в зависимости от типа резекции костей таза. Впервые в России выполнена экстраартикулярная резекция костей таза вертлужной впадины и бедренной кости с реконструкцией оперированного сегмента двумя типами онкологических эндопротезов. Ранее такие пациенты были подвержены инвалидизирующим операциям, разработанная методика позволяет в кратчайшие сроки начать реабилитацию и добиться хороших онкологических и функциональных результатов. Лимитирующим фактором данного исследования является малое количество пациентов и короткие сроки наблюдения, что требует продолжения данной работы. Внедрение разрабатываемых технологий возможно в хирургии, онкологии, травматологии и ортопедии, военной медицине, челюстно-лицевой хирургии. В последующем данное направление получит свое развитие при 3D-биопринтинге искусственной кости. (НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина, НМИЦ радиологии).

**18.** 40% больных раком почки на момент установки диагноза имеют местно-распространенную форму заболевания или отдаленные метастазы. Поиск молекулярных маркеров рака почки является актуальной проблемой. В исследовании изучено содержание ММР-2,7,8,9 и ТИМР-1 в сыворотке крови первичных больных почечно-клеточным раком. Факторами неблагоприятного прогноза в общей группе больных раком почки оказались высокие уровни ММР-7 и ММР-8 в сыворотке крови. Более значимой оказалась ММР-7: 3-летняя выживаемость при низком уровне маркера составила 93%, при высоком – 51% ( $p < 0,001$ ). Для ММР-8 эти показатели составили 78 и 58% соответственно ( $p < 0,01$ ). Прогностическое значение ММР-7 сохраняется и при I стадии рака почки: при 3-летнем сроке наблюдения живы все пациенты с низким уровнем маркера, а выживаемость больных с высоким уровнем ММР-7 составила 72% ( $p = 0,02$ ). Таким образом, ММР-7 в сыворотке крови больных почечно-клеточным раком имеет потенциально прогностическое значение, может использоваться для мониторинга эффекта лечения и появления рецидивов заболевания (Рис. 91). (НМИЦ онкологии им. Н.Н.Блохина, ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России).

**19.** Методом высокопроизводительного singlecell секвенирования ампликонов гена 16S рРНК определен состав микробиома в клетках инфузорий родов *Paramecium* и *Stentor*. Установлено, что микробиомы, ассоциированные с клетками инфузорий, существенно отличались по таксономическому составу и богатству от сообществ свободноживущих бактерий. Кроме того, микробиомы инфузорий разных родов и географической локализации характеризовались выраженными различиями. В микробиомах инфузорий родов *Paramecium* и *Stentor* выявлены бактерии, являющиеся комменсалами или оппортунистами человека, включая *Alcaligenes*, *Bacillus*, *Bacteroides*, *Bergeyella*, *Carnocytophaga*, *Corynebacterium*, *Enterococcus*, *Haemophilus*, *Lautropia*, *Mycobacterium*, *Neisseria*, *Porphyromonas*, *Prevotella*, *Propionibacterium*, *Pseudomonas*, *Rothia*, *Stenotrophomonas*, *Streptococcus* и *Veillonella*. Полученные данные подтверждают гипотезу о том, что свободноживущие инфузории вовлекают в ассоциации потенциально патогенных бактерий и выполняют роль их природного резервуара (Рис. 92). (ИКВС УрО РАН).

**20.** По результатам выполнения велоэргометрического теста «до отказа» высококвалифицированными спортсменами у биатлонистов на фоне более высокого уровня лактата, по сравнению с лыжниками, выявлена отрицательная корреляция между потреблением кислорода на максимальной мощности физической нагрузки и временем выполнения координационной пробы после теста. Полученные данные свидетельствуют, что выполнение координационной пробы после физических нагрузок максимальной мощности может применяться для оценки и улучшения координации движений у спортсменов в зимних циклических видах спорта. (ИФ Коми НЦ УрО РАН).

# МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

## Состояние отраслей фундаментальной науки и важнейшие научные достижения российских ученых

Медицина и здравоохранение находятся в постоянном развитии. Стимулом к развитию являются демографический переход, обусловленный увеличением продолжительности жизни людей, изменением их образа жизни, и связанное с этим старение населения, что в совокупности приводит к новым социальным и медицинским проблемам, в том числе к росту угроз глобальных пандемий, увеличению риска появления новых и возврата исчезнувших инфекций. Одно из главных мест в решении этих проблем занимают медицинские науки. Без их дальнейшего развития переход к персонализированной медицине, высокотехнологичному здравоохранению и технологиям здоровьесбережения вызывает сомнения.

### Перспективы развития клинической медицины

**1. В области акушерства, гинекологии, репродуктивной и перинатальной медицины:** внедрение дистанционного мониторинга состояния здоровья беременных женщин; внедрение персонализированного подхода в диагностике и лечении, в частности подбор и назначение препаратов при лечении онкологических и пролиферативных гинекологических заболеваний; внедрение современных быстрых (онлайн) малоинвазивных методов диагностики на основе масспектрометрии, хирургической навигации, диагностики с помощью структурного МРТ высокого разрешения; развитие генных технологий, в частности преимплантационного генетического тестирования, неинвазивного пренатального генетического тестирования, разработка технологий по редактированию генома человека, поиск и использование генетических особенностей для персонализированной оценки рисков заболеваний и их лечения; разработка инновационных методик в области репродукции, в том числе с целью сохранения фертильности онкологических больных (in vitro созревание ооцитов, трансплантация криоконсервированной яичниковой ткани) и применения клеточных технологий для сохранения фертильности (пересадка ядра ооцита, получение гамет из iPS клеток); внедрение продуктов регенеративной медицины в области гинекологии и перинатологии (тканеинженерные конструкции, скэффолды, клеточные культуры); разработка тест-систем для оценки патогенности и резистентности возбудителей нозокомиальных и оппортунистических инфекций в акушерстве и неонатологии; разработка инновационных подходов к терапии заболеваний в гинекологии и репродукции на основании изучения секретомы и экзосомального транспорта.

Развитие медицины плода: дальнейшая разработка и внедрение методики внутриутробной хирургической коррекции миеломенингоцеле (spina bifida) у плода, пролонгирования беременности, родоразрешения, лечебной и реабилитационной программы для детей, рожденных после внутриутробной коррекции миеломенингоцеле; дальнейшее совершенствование техники фетоскопических операций при фето-фетальном синдроме при монохориальной двойне.

**2. В области хирургии:** разработка и внедрение концепции персонализированной хирургии на основе использования мининвазивных, эндоскопических, роботических и гибридных технологий; разработка и внедрение технологий 3D-предоперационного планирования, трекинга, интраоперационной навигации и дополненной реальности при проведении хирургических вмешательств, технологий искусственного интеллекта в диагностике хирургических заболеваний, технологий моделирования гемодинамики для прогнозирования риска развития осложнений в сердечно-сосудистой хирургии; разработка пациент-безопасных расширенных, органосохраняющих и органозамещающих хирургических вмешательств.

**3. В области нейрохирургии:** создание оригинальных технологических решений в области нейровизуализации с возможностью прижизненного изучения анатомии мозга, структуры проводящих

путей, взаимосвязи кровообращения, метаболизма и функций мозга в норме и при патологии; получение новых данных о функциональной анатомии мозга, индивидуальных особенностях корковых и подкорковых взаимосвязей, ответственных за поддержание сознания и высшие психические функции, многовариантность представительства речевых функций, памяти, сенсомоторных актов; исследование механизмов пластичности мозга, перестройки структурно-функциональных взаимосвязей при острых и хронических заболеваниях нервной системы; разработка методов анализа больших массивов клинических, нейровизуализационных, гистологических, молекулярно-генетических и других данных на основе методов машинного обучения, развитие технологий-интерфейс-мозг-компьютер; разработка новых биосовместимых материалов и имплантов для реконструктивной нейрохирургии с использованием 3D-компьютерных моделей и аддитивных технологий; совершенствование методов рентгеновской компьютерной томографии, магнитно-резонансной томографии, позитронно-эмиссионной томографии, навигационных систем, оптических систем (микроскопов и эндоскопов), инструментов для микронейрохирургии, эндоскопической и эндоваскулярной хирургии, роботизированных устройств для высокоточной дистанционной радиохирургии и радиотерапии, роботов-ассистентов для перехода к персонализированным методам лечения нейрохирургической патологии.

**4. В области онкологии:** разработка и внедрение современных методик молекулярной генетики для решения задач онкологии в области диагностики и лечения злокачественных новообразований: внедрение геномных методов для выявления новых мишеней для таргетной терапии и стратификации пациентов по группам риска, применение транскриптомных методов для прогноза риска рецидива, внедрение методов жидкостной биопсии для ранней диагностики и мониторингирования течения заболевания; развитие медицинской генетики в репродуктивных технологиях онкологии; разработка и внедрение подхода персонифицированной медицины; применение методов индивидуальной фармакокинетики, геномного и транскриптомного анализа, иммуногистохимии, оценки устойчивости опухолевых клеток к лекарственной терапии; развитие технологий 3D биопринтинга; разработка новых материалов и технологий изготовления для замещения костных дефектов, разработка технологий функционализации 3D-конструктов лекарственными препаратами; развитие технологий ядерной медицины и лучевой терапии; персонализация лечения на основе геномных и транскриптомных методов лечения, разработка высокоточных методов лучевой терапии; разработка и внедрение новых лекарственных препаратов, в т.ч. радиоактивных фармацевтических препаратов, препаратов на основе онколитических вирусов, применение эпигенетической и иммунотерапии; разработка и внедрение новых схем лечения пациентов; совершенствование инструментария для доставки лекарственных препаратов: разработка новых средств точечной доставки химиопрепаратов, разработка новых схем введения, в т.ч. аэрозольных; развитие и применение технологий искусственного интеллекта для интерпретации результатов исследований; диспансеризация определенных групп взрослого населения России как инструмент раннего выявления злокачественных новообразований; просветительская работа по развитию онкологической настороженности у медицинских работников и населения России; модернизация системы регистрации персонифицированных данных и контроля клинических процессов в профильных учреждениях Российской Федерации; внедрение в широкую практику методов телемедицины.

**5. В области терапии:** разработка принципов персонализированного подбора терапии на основе полного геномного секвенирования с применением математических моделей риска развития заболеваний в клинике внутренних болезней.

**6. В области неврологии и нейронаук:** разработка методов нейромодуляции, направленных на увеличение резервов мозга у лиц зрелого и пожилого возраста, обеспечение активного творческого долголетия; создание системы персонализированной нейрореабилитации на основе структурно-функционального картирования мозга и оценки потенциала нейропластичности у конкретного пациента; разработка методов молекулярного профилирования и идентификация специфичных и чувствительных биомаркеров поражения мозга с целью ранней и пресимптоматической диагности-

ки социально значимых заболеваний нервной системы; разработка инновационных методов генной и клеточной терапии заболеваний нервной системы, в том числе у лиц из группы риска, реализация стратегии превентивной нейропротекции; создание персонализированных нейронных матриц и нейросетей, дифференцируемых из индуцированных плюрипотентных стволовых клеток, для решения фундаментальных и прикладных задач (изучение патогенеза, поиск молекулярных мишеней, скрининг и подбор лекарственных препаратов); разработка и внедрение разнообразных нейроинтерфейсов, ассистивных технологий и технологий виртуальной реальности в лечении и реабилитации неврологических больных.

**7. В области реаниматологии и реабилитологии:** изучение механизмов развития, новых методов персонализированной диагностики, предупреждения и лечения критических, терминальных и постреанимационных состояний; исследование причин и механизмов формирования хронических критических состояний при тяжёлых повреждениях головного мозга; изучение генетики критических состояний с целью разработки инновационных предиктивных тест-систем, позволяющих прогнозировать развитие и исходы критических состояний; исследование адаптивного иммунитета при критических состояниях с использованием технологии пептидных чипов с целью выявления иммуносигнатур протективного потенциала и разработки мультипараметрической системы патогенетически значимых молекулярных, клеточных и генетических биомаркеров стратификации риска неблагоприятных исходов критических состояний; изучение наноструктуры мембран клеток крови методом атомной силовой микроскопии и атомной силовой спектроскопии с целью разработки и внедрения критериев пригодности компонентов крови к трансфузии; определение новых молекулярных биомаркеров повреждения головного мозга, сердца и легких при критических состояниях с целью разработки и внедрения методов персонализированной диагностики, лечения и реабилитации пациентов; изучение роли метаболитов кишечной микробиоты при критических состояниях с целью разработки новых антимикробных стратегий при инфекционных осложнениях критических состояний; исследование механизмов развития и клинической эффективности органопротекции ингаляционными анестетиками (анестетическая органопротекция) и препаратами лития при тяжелых повреждениях головного мозга; разработка новых методик и персонифицированных технологий ранней нейрореабилитации после тяжелых повреждений головного мозга у пациентов в условиях нейрореанимации с учетом ведущего ограничения жизнедеятельности и комплекса необходимых условий, определяющих реабилитационный потенциал пациента посредством разработки персонифицированного реабилитационного маршрута; создание комплексной системы мероприятий направленных на профилактику осложнений, обеспечение адекватной, соответствующей потребностям, нутритивной поддержки и оптимизацию реабилитационной помощи пациентам неврологического профиля, находящихся в длительных бессознательных состояниях; разработка новых медицинских цифровых технологий, обеспечивающих возможность дистанционного сопровождения реабилитации пациентов с тяжелыми последствиями повреждения головного мозга различного генеза; разработка IT-платформенного решения и новых медицинских цифровых технологий, направленных на обеспечение ранней диагностики и профилактики преждевременного старения, снижение рисков развития возраст-зависимых заболеваний и состояний, в том числе когнитивных нарушений, сердечно-сосудистых заболеваний, расстройств питания и нарушений обмена веществ в общей популяции; разработка новых методик и персонифицированных технологий медицинской реабилитации и восстановления работоспособности, в том числе в части обеспечения адекватной нутритивной поддержки, пациентов, занимающихся физической культурой и спортом, после спортивной травмы.

#### **8. В области психиатрии:**

**1) в области психопатологии и клиники психических заболеваний:** определение клинико-психопатологических закономерностей и патофизиологических механизмов формирования социально значимых психических и поведенческих расстройств с учетом эпигенетических факторов, продормальных этапов заболевания, возрастных аспектов, индивидуальных особенностей, лекарственного



патоморфоза; разработка и внедрение инновационных патогенетически обоснованных методов диагностики, персонифицированной терапии и прогноза эндогенных, нейродегенеративных и психосоматических заболеваний; развитие новых подходов к классификации психических и поведенческих расстройств, основанных на комплексе клинических нейробиологических параметров;

**2) в области биомедицинских исследований:** идентификация генетических и эпигенетических факторов, связанных с психическими, в том числе аддиктивными, расстройствами, идентификация биологических и психологических маркеров, а также особенностей поведения, связанных с психическими заболеваниями, в том числе на различных стадиях течения болезни, а также биомаркеров, общих для психических расстройств и других болезней; выявление корреляций различных паттернов молекулярно-биологических и психологических маркеров, связанных с формированием психических, в том числе аддиктивных, расстройств с учетом возрастных, гендерных и социальных характеристик групп населения; разработка алгоритмов по внедрению в практику инновационных нейромиджинговых технологий изучения мозговых процессов (прижизненных методов визуализации структуры, метаболизма, кровотока и картирования функций мозга) при психической патологии.

**3) в области разработки новых форм организации психиатрической помощи:** проведение эпидемиологического скрининга с построением прогностических моделей, ориентированных на выявление следующих ожидаемых рисков: манифестации психических расстройств, развитие зависимостей, формирования суицидального поведения среди населения; оценка социально-экономических последствий психических заболеваний; разработка системы маршрутизации пациентов, страдающих психическими расстройствами с привлечением полипрофессиональных алгоритмов реабилитации больных, включающих социальную и юридическую помощь.

**9. В области офтальмологии:** разработка новых методов ранней диагностики и мониторинга системных изменений нервных окончаний при сахарном диабете на основе лазерной конфокальной микроскопии роговицы; разработка принципиально новых методов хирургии роговицы и хрусталика на основе фемтолазерных технологий; разработка режимов проведения анти-VEGF терапии у пациентов с возрастной макулярной дегенерацией на основании генетической карты пациента.

**10. В области ревматологии:** изучение роли генетической предрасположенности на основании скрининга генома, генетического картирования, эпигенетических нарушений (метилирование ДНК, ацетилирование гистона), микроРНК, факторов внешней среды (инфекции, курение, питание, биомеханические и психологические стрессорные факторы) и патологии микробиома (кишечник, легкие и др.) в прогнозировании риска развития и ранней диагностики иммуновоспалительных ревматических заболеваний (ИВРЗ) у взрослых и детей, природы их гетерогенности (фенотипы и эндотипы), как клинико-иммунологических синдромов в аспекте взаимосвязи между аутоиммунными и аутовоспалительными компонентами патогенеза заболеваний; разработка новых биомаркеров (геномика, протеомика, метаболомика, пептидомика, гистомика) и методов визуализации (ультразвуковое исследование, магнитно-резонансная томография, позитронно-эмиссионная томография и др.), позволяющих изучить динамику иммуновоспалительных процессов для прогнозирования эффективности (или «рефрактерности») к анальгетической, противовоспалительной и иммуномодулирующей терапии, риска коморбидных заболеваний (инфекция, кардиоваскулярная патология, злокачественные новообразования, остеопороз, психические нарушения, ожирение, нейродегенеративные заболевания и др.), характеристики типов ремиссии (клиническая, инструментальная, иммунологическая), создание предпосылок для персонификации терапии ИВРЗ в целом и у отдельных подгрупп пациентов; исследование новых внеклеточных («провоспалительные» цитокины и их мембранные рецепторы) и внутриклеточных (Янус киназы, фосфодиэстеразы и др.) «мишеней» для терапии генно-инженерными биологическими препаратами (ГИБП) и «малыми» молекулами («таргетная» терапия); изучение эффективности и безопасности ГИБП и «малых» молекул, блокирующих различные механизмы воспаления, тканевой деструкции и боли (воспалительная, нейропатическая и др.) при ИВРЗ; разработка методов клеточной терапии для восстановления иммунологической толерантно-

сти Т и В регуляторных клеток и разрешения (решения) воспаления на основе использования клеточной терапии; расширение показаний для назначения ГИБП, «таргетных» препаратов и их биоаналогов при ИВРЗ для улучшения прогноза при этих заболеваниях.

**11. В области фтизиатрии:** повышение эффективности лечения туберкулеза органов дыхания у детей и подростков путем разработки персонализированных подходов к лечению на основе сокращения сроков химиотерапии вследствие рационального использования противотуберкулезных препаратов и применения высокотехнологичных методов лечения (клапанная бронхоблокация), генотипирование штаммов микобактерий туберкулеза и нетуберкулезных микобактерий на территории РФ с целью изучения распространенности штаммов различных генетических кластеров, чувствительных к лекарственным препаратам, и штаммов с лекарственной устойчивостью; выявление генетического полиморфизма штаммов микобактерий у больных туберкулезом в сочетании с ВИЧ-инфекцией и его отличия от полиморфизма штаммов у ВИЧ-отрицательных больных туберкулезом; разработка и усовершенствование диагностических тест-систем раннего выявления туберкулеза на основе технологий ДНК-микрочипов, ПЦР в реальном времени, масс-спектрометрии, лазерной флуоресценции, иммунохимии, алгоритмов диагностики туберкулеза у пациентов на поздних стадиях ВИЧ-инфекции; испытание новых противотуберкулезных вакцин, обеспечивающих эффективную доконтактную и постконтактную профилактику, и новых противотуберкулезных препаратов на генетически различных по чувствительности к туберкулезу экспериментальных животных; разработка системы автоматической диагностики для выявления патологических объектов, включая очаги туберкулеза, за счет обработки медицинских изображений с использованием алгоритмов машинного обучения.

## **Перспективы развития медико-биологических наук**

1. Разработка систем высокоселективной доставки диагностических и лекарственных препаратов в клетки мишени организма на основе наноконтейнерных систем, конъюгированных со специфическими векторами.

2. Геномное и эпигеномное профилирование для выявления молекулярных и клеточных механизмов патогенеза, разработки способов диагностики и профилактики менделирующих и мультифакториальных заболеваний.

3. Разработка способов патогенетического лечения наследственных болезней, а также методов генотерапии, включая генетические технологии редактирования генома соматических клеток.

4. Разработка технологий и тест-системы для диагностики наследственной патологии путем полногеномного/полноэкзомного анализа с использованием методов высокопроизводительного секвенирования генома человека и эффективного биоинформатического анализа.

5. Разработка подходов к управлению функциями гематоэнцефалического барьера на модели путем ко-культивирования эндотелиоцитов и астроцитов человека.

6. Разработка технологии прижизненной высокоселективной визуализации стволовых опухолевых клеток периглиомной зоны с целью повышения эффективности комплексной терапии глиобластом.

7. Формирование медико-биологического потенциала, обеспечивающего переход от превентивной диагностики заболеваний к новой области – к диагностике здоровья. Это обеспечивается заделом в области космической медицины, реализованным на уровне молекулярной аналитики здоровья. Результатом является метод метаболомного экспресс-профилирования, предоставляющего каждому человеку возможность объективного мониторинга состояния организма как основы технологии профилактики развития патологических процессов в организме.

8. Создание высокоэффективных лекарственных препаратов, обеспечивающих регенеративные процессы в органах и тканях на основе паракринных и структурных эффектов.

9. Разработка, клиническая валидизация и внедрение алгоритмов персонализации применения жизненно важных лекарственных препаратов (в т.ч. оригинальных отечественных) на основе фар-

макогенетических, фармакокинетических исследований, а также новых биомаркеров (микроРНК, транскриптомных, протеомных, микробиомных и т.д.) у пациентов с социально значимыми заболеваниями (прежде всего сердечно-сосудистыми, онкологическими). Изучение этнической чувствительности к жизненно важным лекарственным средствам в многонациональных регионах Российской Федерации на основе фармакогенетических исследований. Создание биобанка и регистра пациентов с неблагоприятными побочными реакциями применения жизненно важных лекарственных препаратов (в т.ч. оригинальных отечественных).

10. Получение новых данных о молекулярно-генетических, нейроиммунных и физиологических механизмах, лежащих в основе психоэмоционального стресса и индивидуальной устойчивости к стрессогенным воздействиям; систематизация центральных и периферических признаков достижения функционального оптимума организма и личности.

11. Нейрофизиологические исследования индивидуально-типологических особенностей интеграции центрально-периферических физиологических механизмов обеспечения интеллектуальной деятельности человека при работе на компьютере.

12. Картирование и идентификация генов наследственных болезней, в том числе с использованием полногеномного анализа. Изучение механизмов патогенеза наследственных болезней, молекулярно-генетический, эпигенетический и биоинформационный анализ основных заболеваний человека.

13. Изучение механизмов генетической дифференциации российских популяций по условно нейтральным генам и генам наследственных болезней. Получение оценки груза и спектра наследственной патологии в различных популяциях населения России и разработка предложений по созданию региональных систем профилактики наследственной и врожденной патологии, развитию системы медико-генетического консультирования.

14. Изучение молекулярных и системных процессов различных форм патологии, включая дисрегуляторную патологию генома, а также патологию регуляторных систем на различных уровнях структурно-функциональной интеграции организма.

15. Изучение особенностей регуляторного взаимодействия сигнальных систем клетки, связанных с формированием молекулярных механизмов адаптации, и разработка инновационных методологий оптимизации и метаболического репрограммирования неспецифической резистентности организма в условиях нарушения функций систем жизнеобеспечения, что позволит создать комплексные программы медикаментозной и немедикаментозной профилактики нарушений механизмов адаптивного управления организма.

16. Получение новых данных о нормальных закономерностях и нарушениях антенатального и постнатального развития интегративных систем организма и их патологии, что послужит основой для разработки эффективных методов лечения и профилактики заболеваний эндокринной, иммунной и нервной систем.

17. Получение новых данных о клеточных и молекулярно-биологических механизмах патогенеза социально значимых заболеваний, в том числе, дающих очень высокую летальность, – ВИЧ-инфекция, онкологические, сердечно-сосудистые заболевания, болезни иммунной, эндокринной систем организма.

18. Разработка системного подхода к анализу живых объектов путем комбинации методов геномики, транскриптомики, протеомики и метаболомики, био- и хемоинформатики.

19. Программное обеспечение и обработка данных, предназначенных для выявления мишеней действия лекарств и последующего компьютерного подбора веществ, воздействующих на выявленные мишени.

20. Создание новых диагностикумов, обладающих способностью предсказывать степень риска возникновения редких (орфанных) заболеваний.

21. Создание клеточных моделей генетически обусловленных предрасположенностью к раку печени и колоректальному раку, разработка методик тестирования противораковых лекарств на персонализированных культурах клеток, создание банка клеточных линий.

22. Разработка новых технологических платформ клеточной терапии с использованием аутологичных клеточных препаратов, технологий создания тканеинженерных конструкций, биodeградируемых конструкций и имплантатов, способных с течением времени замещаться нормальной тканью, технологий идентификации новых потенциальных мишеней, специфичных для опухолевой стволовой клетки.

23. Получение новых данных о выявленных фармакологических мишенях, основанных на изучении пептидных образований, участвующих в процессах нейротрансмиссии, мембранорецепторных взаимодействий, в трансдукции сигнала, что позволит подойти к избирательному синтезу экзогенных регуляторов.

24. Разработка оригинальных по структуре и механизму действия лекарственных препаратов (нейропсихотропных средств - транквилизаторов, ноотропов, антидепрессантов, нейролептиков, противоастенических средств, средств лечения алкогольной и наркотической зависимости, противомигреневых средств, средств лечения нейродегенеративных заболеваний, нейропротекторов), новых лекарственных средств для профилактики и лечения онкологических, сердечно-сосудистых заболеваний, болезней эндокринной системы и болезней обмена, болезней пищеварительной системы, экстремальных состояний, разработка новых имунотропных препаратов, препаратов для регенеративной медицины.

25. Разработка новых молекулярных маркеров для диагностики, усовершенствование существующих и разработка новых подходов к ДНК-диагностике рака, диагностических систем в формате наночипов для определения опухолевых маркеров.

26. Усовершенствование и разработка новых технологий лечения злокачественных новообразований (лазерной терапии, фотодинамической терапии, химиотерапии с проведением терапевтического лекарственного мониторинга, биотерапии, клеточной терапии, нейтронзахватной терапии).

## **Перспективы развития профилактической медицины**

1. Разработка фундаментальных проблем обеспечения профессионального здоровья и трудового долголетия работающего населения на основе изучения современных закономерностей и механизмов влияния факторов производственной среды и трудового процесса, в т.ч. при освоении и использовании космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики, с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий.

2. Разработка научно-обоснованной стратегии по созданию условий для формирования здорового, социально эффективного образа жизни трудоспособного населения.

3. Разработка современной инновационной системы оценки и управления рисками развития профессиональных и производственно обусловленных заболеваний.

4. Разработка фундаментальных проблем экологии человека и гигиены окружающей среды как научной основы государственных мероприятий по охране здоровья населения России и обеспечения биобезопасности.

5. Разработка новых и усовершенствование существующих методов и критериев количественной оценки риска развития основных заболеваний человека и их прогноза.

6. Разработка научных основ формирования эффективной политики и стратегии в системе здравоохранения на основе комплексного научного анализа её деятельности и оценка динамики основных индикаторов здоровья населения. Обоснование оптимальных соотношений государственной, муниципальной и частной систем здравоохранения.

7. Разработка национальной системы эпидемиологического надзора за инфекциями, связанными с оказанием медицинской помощи.

8. Разработка национальной системы эпидемиологического надзора и мониторинга распространения устойчивости к противомикробным препаратам на территории Российской Федерации

в клинической практике, продуктах питания, сельском хозяйстве и окружающей среде в рамках «One Health».

9. Разработка единой национальной системы мониторинга и реагирования на биологические угрозы.

10. Разработка алгоритмов прогнозирования, своевременного проведения противоэпидемических мероприятий на основе определения этиологической роли вирусов в структуре заболеваемости социально значимых, а также особо опасных инфекционных заболеваний.

11. Научное обоснование совершенствования гигиенических регламентов и оценки рисков при воздействии физических факторов с учетом развития технологического комплекса Российской Федерации.

12. Разработка системы оценки безопасности пищевой продукции, полученной с использованием ГМО, генной и белковой инженерии, синтетической биологии, поиск новых источников пищи.

13. Разработка технологий производства пищевых ингредиентов (аминокислот, витаминов, ферментных препаратов, органических кислот, пищевых добавок и др.), получаемых из сырья животного, растительного и микробного происхождения. Разработка технологий производства микро- и макронутриентов.

14. Разработка методов идентификации остаточных количеств противомикробных препаратов в пищевых продуктах, продовольственном сырье и питьевой воде.

15. Оценка физического развития и оптимизация питания различных возрастных групп населения России. Разработка здоровьесберегающих технологий на основе создания и применения витаминно-минеральных комплексов для различных половозрастных и профессиональных групп населения.

16. Мониторинг распространенности ожирения в различных возрастных группах населения Российской Федерации.

17. Разработка системы индексов оценки качества питания населения как индикаторов мониторинга и эффективности программ здорового питания.

18. Анатомо-антропометрический мониторинг физического статуса детского и взрослого населения России и разработка рекомендаций по оптимизации питания с целью здоровьесбережения и увеличения продолжительности жизни.

19. Разработка системы оценки физического и пищевого статусов, состояния микробиоты и адаптационного потенциала лиц зрелого и пожилого возрастов для оптимизации питания с целью поддержания уровня здоровья и создания условий для активного долголетия.

20. Разработка национальной стратегии оптимального питания.

21. Расшифровка молекулярных механизмов ассимиляции пищевых и минорных биологически активных веществ для уточнения формулы оптимального питания различных групп детского и взрослого населения и величин физиологических потребностей человека.

22. Установление молекулярных механизмов действия и метаболизма загрязнителей пищевой продукции природного и антропогенного происхождения и пищевых добавок, установление биомаркеров воздействия и обоснование регламентов их содержания в пищевой продукции.

23. Разработка высокочувствительных, селективных и прецизионных аналитических методов обнаружения, идентификации и количественного определения новых и потенциально опасных загрязнителей природного и антропогенного происхождения, а также минорных биологически активных веществ пищи в пищевой продукции и биологических средах организма.

24. Разработка принципов и подходов к персонализированной диетотерапии социально значимых алиментарно-зависимых заболеваний.

25. Обоснование гигиенического нормирования факторов жизнедеятельности детей и подростков и факторов окружающей среды (включая гигиенические проблемы обеспечения безопасности товаров детского ассортимента).

26. Формирование комплекса профилактических мер по предупреждению развития и снижению уровня факторов, обуславливающих высокий риск развития основных заболеваний человека и их осложнений.

27. Разработка принципов и схем идентификации возбудителей острых и хронических инфекций, новых и возвращающихся инфекций, новых методов диагностики и расшифровки эпидемических вспышек.

28. Разработка новых методов индикации и идентификации возбудителей опасных инфекционных заболеваний в объектах окружающей среды.

29. Установление закономерностей сетевых систем естественного и приобретенного иммунитета, особенностей иммунного ответа в зависимости от генетических характеристик бактериальных и вирусных патогенов.

30. Разработка нового поколения вакцин против вирусных и бактериальных инфекций для включения в Национальный календарь профилактических прививок.

31. Создание технологий для быстрого и крупномасштабного производства пандемических вакцин.

32. Разработка современных высокотехнологичных методов индикации и идентификации эпидемически опасных патогенов паразитарной природы в разных биотопах среды обитания человека.

33. Разработка и внедрение новых молекулярных методов диагностики генетических маркеров резистентности микроорганизмов, выделяемых из биологического материала, пищевых продуктов или из объектов окружающей среды.

34. Разработка инновационных биомедицинских технологий создания медицинских иммунобиологических препаратов для профилактики, диагностики и лечения инфекционных, аутоиммунных, онкологических и аллергических заболеваний с использованием методов молекулярной биологии, генетики и иммунологии.

35. Разработка и внедрение новых генетических технологий на основе CRISPR/CAS системы направленного редактирования генома для создания генотерапевтических и диагностических препаратов нового поколения.

36. Разработка и создание новых антибиотиков, преодолевающих антибиотикорезистентность, а также нового поколения антибактериальных, противопротоzoйных и противогрибковых лекарственных препаратов.

37. Разработка организационных технологий управления лекарственным обеспечением населения и учреждений здравоохранения в Российской Федерации.

38. Изучение закономерностей возникновения, становления и развития отдельных медицинских наук, медицинских специальностей и развития высшего медицинского образования в России.

39. Создание научной базы для планирования и прогнозирования развития медицинской науки и здравоохранения, принятия адекватных управленческих решений и повышения эффективности функционирования систем управления медицинской наукой на основе базы достоверных исторических данных.

40. Разработка мероприятий по обеспечению биологической и химической безопасности Российской Федерации.

## **Важнейшие достижения**

1. В 2019 году были продолжены работы российского Консорциума в рамках международного проекта «**Протеом человека**». В Проекте принимают участие более двадцати стран, объединивших усилия для создания протеомной карты человека.

Российскими учеными предложена технология увеличения протеомного покрытия путем сочетания методов масс-спектрометрического анализа с двумерным щелочным фракционированием. Для

белков, которые не могут быть идентифицированы таким образом, целесообразно использование нанотехнологий, таких как атомно-силовая микроскопия с молекулярным фишингом и/или обнаружение с использованием нанопроводных детекторов.

Для анализа функциональных особенностей ряда белков была создана математическая модель, предсказывающая количество белков, различающихся по аминокислотной последовательности – протеоформ. По нашим данным, следует ожидать около 100 тысяч различных протеоформ в ткани печени и чуть больше в клеточной линии HepG2. Предложенные интеграционные подходы могут оказаться плодотворными для решения задач в рамках международного проекта «Протеом человека». (ИБМХ).

Публикация:

#### **Challenges of the Human Proteome Project: 10-Year Experience of the Russian Consortium.**

Alexander I Archakov, Alexander L Aseev, Victor A Bykov, Anatoly I Grigoriev, Vadim M Govorun, Ekaterina V Ilgisonis, Yuri D Ivanov, Vadim T Ivanov, Olga I Kiseleva, Arthur T Kopylov, Andrey V Lisitsa, Sergey N Mazurenko, Alexander A Makarov, Stanislav N Naryzhny, Tatiana O Pleshakova, Elena A Ponomarenko, Ekaterina V Poverennaya, Mikhail A Pyatnitskii, Renad Z Sagdeev, Konstantin G Skryabin, Victor G Zgoda (опубликована в ноябре в специальном выпуске журнала Journal of Proteome research, посвященный отчетам по международному проекту «Протеом человека», IF=3.9) (Рис. 93).

### **2. Системы маркеров для диагностики и прогноза метастазирования рака яичников (РЯ) и рака молочной железы (РМЖ) I-II стадии на основе метилирования генов микроРНК**

На основе данных, полученных в результате изучения метилирования промоторных CpG-островков генов микроРНК при РЯ и РМЖ, впервые разработаны:

1) две тест-системы маркеров, позволяющие проводить раннюю диагностику (рис. 94А) по выявлению 1 из 4 маркеров и предсказывать метастазирование и неблагоприятный прогноз развития РЯ (Рис. 94Б) по метилированию 3 из 5 маркеров из системы у женщин;

2) оптимальная система маркеров, позволяющая выявлять РМЖ на ранней стадии с высокой чувствительностью (91%) и специфичностью (88%) при AUC=0.92–0.93 (Рис. 95А), а также альтернативная система маркеров с использованием комбинации белок-кодирующих генов (APAF1, BAX, BIM/BCL2L11, DAPK1) и гена MIR-125b-1 (Рис. 95Б). Обнаружение метилирования хотя бы одного гена этой системы в послеоперационном или биопсийном материале достаточно для отнесения образца обследуемой пациентки к РМЖ. (НИИОПП).

Публикации:

Filippova EA, et al. A Group of Hypermethylated miRNA Genes in Breast Cancer and Their Diagnostic Potential. Mol Biol (Mosk). 2019 May-Jun;53(3):421-429.

Braga EA et al. Marker Systems Based on MicroRNA Gene Methylation for the Diagnosis of Stage I-II Breast Cancer. Bull Exp Biol Med. 2019 Dec;168(2):280-284.

Filippova EA et al., Hypermethylated Genes of MicroRNA in Ovarian Carcinoma: Metastasis Prediction Marker Systems. Bull Exp Biol Med. 2019;167(1):79-83

Логинов и др. Патент № 2703399, 16.10.2019. Патентообладатель – ФГБНУ «НИИОПП»

### **3. Трансплантация аутологичных мезенхимальных стромальных клеток – эффективный метод лечения остеомиелита**

Авторы: д.м.н. *Селедцова Г.В.*, к.м.н. *Кожевников Ю.А.*, к.м.н. *Иванова И.П.*, к.м.н. *Белогодцев С.Н.*

В лечении больных с хроническим посттравматическим остеомиелитом остается проблемой замещение дефектов костей после удаления секвестров. Использование с этой целью различных компрессионных аппаратов позволяет в ряде случаев добиться хороших результатов, но требует длительного лечения с проведением повторных операций в условиях специализированного отделения. В НИИФКИ разработана методика восстановления костной ткани, основанная на применении

аутологичных мезенхимальных стромальных стволовых клеток. За 3 года пролечено 29 пациентов (9 больных с остеомиелитом бедренной кости и 20 пациентов с остеомиелитом большеберцовой кости). Все больные имели срок заболевания более 2-х лет, неоднократно проходили лечение по поводу рецидивов хронического остеомиелита либо имели незакрывающиеся свищевые ходы с отделяемым. У всех больных в зоне остеомиелитического очага имелись множественные послеоперационные рубцы, трофические нарушения. Сроки наблюдения больных составили от 1 до 10 лет после трансплантации.

Эффективность лечения оценивалась, прежде всего, клинически по отсутствию рецидивов свищей в течение периода наблюдения. В сроки 6 месяцев и 1 год проводилось Rg-логической исследование, КТ или МРТ. Отсутствие рецидива местного воспалительного процесса в течение сроков наблюдения отмечено у 21 из 29 больных (у 75% больных). Во всех случаях был отмечен выраженный трофический эффект трансплантации мезенхимальных стромальных в виде заживления трофических язв (3 случая), изменения цвета кожных покровов в области очага, а также уменьшение болевого синдрома.

У всех больных, независимо от ремиссии или возобновления воспалительного процесса по рентгенографическим данным отмечено частичное или полное заполнение остеомиелитической полости костной тканью (Рис. 96). Кроме того, отмечалось увеличение рентгенологической плотности костной ткани.

Вмешательство было безопасным, не зафиксировано аллергической реакции, инфекционных осложнений в месте введения, кровотечения. Таким образом, у всех больных и хроническим остеомиелитом бедренной кости и у большинства больных с хроническим остеомиелитом большеберцовой в сроки наблюдения от 1 до 10 лет не отмечено возобновления активного воспалительного процесса. Полученные результаты позволяют рекомендовать использование аутологичных мезенхимальных стромальных клеток костного мозга в комплексном лечении больных хроническим остеомиелитом длинных костей. (НИИФКИ).

#### **4. Устройства для лечения патологии слуховой трубы**

Авторы: *Крюков А.И., Царапкин Г.Ю., Гаров Е.В., Ивойлов А.Ю.*

Данные изобретения не имеют аналогов. Ушной катетер имеет оригинальную форму из силиконовой резины, позволяющий катетеризировать слуховую трубу в направлении ее просвета, позволяя осуществлять доставку лекарственных средств непосредственно в барабанную полость (патент Российской Федерации на изобретение № 2669052). При стойкой дисфункции слуховой трубы и рубцовым ее сужением мы разработали оригинальное устройство в виде баллона, расширяющего устье слуховой трубы в послеоперационном периоде (Рис. 97).

Широкое использование в практике здравоохранения предложенных устройств и методов лечения будет служить профилактикой развития стойкой тугоухости и способствовать сокращению сроков лечения пациентов с различными заболеваниями среднего уха за счёт доставки лекарственных препаратов непосредственно в структуры среднего уха. (ГБУЗ НИКИО им. Л.И. Свержевского ДЗМ).

Публикации:

Крюков А.И., Царапкин Г. Ю., Сударев П.А., Горюва Е.В., Панасов С.А., Мепаришвили А.С. Рентгенконтрастная сальпингография в оценке эффективности катетеризации евстахиевой трубы ушными катетерами. Вестник оториноларингологии. 2018;83(1): 44-47. DOI: 10.17116/otorino201883144-47

Крюков А.И., Кунельская Н.Л., Ивойлов А.Ю., Бодрова И.В., Яновский В.В., Морозова З.Н. Дисфункция слуховой трубы у детей: эффективность хирургического лечения. Российский вестник перинатологии и педиатрии, 2019; 64:(4): С. 288.

Крюков А.И., Кунельская Н.Л., Царапкин Г.Ю., Гаров Е.В., Ивойлов А.Ю., Сидорина Н.Г., Сударев П.А., Панасова А.С., Морозова З.Н., Горюва Е.В. Стойкая дисфункция слуховой трубы: реше-



ние проблемы. Проблемы социальной гигиены, здравоохранения и истории медицины. 2019. Т. 27. № 5. С. 598–607.

Методические рекомендации – Под редакцией А. И. Крюкова. Экссудативный средний отит в детском возрасте. Москва. – 2019. – 21 с.

**Патент на изобретение** № 2669052 «Катетер для проведения электрофореза и введения лекарственных средств в барабанную полость». Патентообладатели: Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно исследовательский клинический институт оториноларингологии им. Л.И. Свержевского» Департамента здравоохранения города Москвы (RU). Соавт.: Крюков А.И., Царапкин Г.Ю., Ивойлов А.Ю., Чумаков П.Л., Горовая Е.В., Мепаришвили А.С. Заявка № 2018105117. Приоритет изобретения 12 февраля 2018г. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 05 октября 2018 г. Опубликовано: 05.10.2018 Бюл. № 28.

**Патент на изобретение** № 2609288 «Способ лечения дисфункции слуховой трубы». Патентообладатели: Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно исследовательский клинический институт оториноларингологии им. Л.И. Свержевского» Департамента здравоохранения города Москвы (RU). Соавт.: А. И. Крюков, Г.Ю. Царапкин, Е.В. Горовая, П.Л. Чумаков, А.С. Товмасян, С.Г. Арзамазов, В.С. Яковлев. Заявка № 2016103488. Приоритет изобретения 03 февраля 2016г. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 01 февраля 2017 г. Опубликовано: 01.02.2017 Бюл. № 4.

**Патент на изобретение** № 2699536 «Устройство для стентирования хрящевого отдела слуховой трубы». Патентообладатели: Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-исследовательский клинический институт оториноларингологии им. Л.И. Свержевского» Департамента здравоохранения города Москвы (RU). Авторы.: Крюков А.И., Царапкин Г.Ю., Чумаков П.Л., Горовая Е.В., Мищенко В.В., Ивойлов А.Ю. Заявка №2019102237. Приоритет изобретения 28 января 2019 г. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации РФ 05.09. 2019 г. Опубликовано: 05.09.2019 Бюл. № 25.

## **5. Создан оригинальный противогрибковый антибиотик Амфамид**

Авторы: *Тевяшова А.Н., Бычкова Е.Н., Соловьева С.Е., Грамматикова Н.Э., Мирчинк Е.П., Трещалин И.Д., Переверзева Э.Р., Щекотихин А.Е.* (НИИНА).

Руководитель проекта: Тевяшова Анна Николаевна, доктор химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории химической трансформации антибиотиков.

Краткая характеристика разработки:

По данным американской Системы надзора за нозокомиальными инфекциями (NNIS), в течение последних 10 лет отмечено значительное увеличение числа грибковых инфекций. Особенно тяжело протекают грибковые инфекции у пациентов с иммунодепрессивными состояниями, в том числе у недоношенных детей, пациентов после трансплантации органов или прогрессирования ВИЧ, а также после химиотерапии онкологических заболеваний. В настоящее время препаратом выбора для лечения тяжелых системных грибковых инфекций является полиеновый антибиотик амфотерицин В, клиническое использование которого значительно ограничено серьезными побочными эффектами (нефро- и гепатотоксичность, поражения центральной нервной системы) и его крайне низкой растворимостью в воде. В ходе исследований в ФГБНУ «НИИНА» проведена оптимизация структуры амфотерицина В, среди синтезированных производных отобран новый полусинтетический антибиотик Амфамид (Рис. 98), обладающий преимуществами перед исходным антибиотиком, в том числе, высокой растворимостью в воде, высокой противогрибковой активностью и сниженной токсичностью. Препарат успешно прошел углубленные доклинические испытания: продемонстрирована высокая специфическая (противогрибковая) активность на модели кандидозного сепсиса мышей, найден диапазон переносимых и токсических доз, оценена безопасность его применения. Показано, что Амфамид *in vitro* в 2–4 раза более активен, чем амфотерицин В, включая резистентные штаммы

*C. Glabrata*, *C. tropicalis*, *C. albican*, *C. parapsilosis*. Химиотерапевтическая эффективность Амфамида на модели кандидозного сепсиса в 3 раза выше, а терапевтический индекс в 15 раз выше, чем у амфотерицина В. Подготовлена техническая документация для производства Амфамида: разработан опытно-промышленный регламент получения фармацевтической субстанции; разработан состав, технология и опытно-промышленный регламент получения готовой лекарственной формы; разработан проект фармакопейной статьи предприятия на фармацевтическую субстанцию и на готовую лекарственную форму препарата «Амфамид». (ФГБНУ «НИИНА»).

По итогам выполнения работ подготовлен пакет документов для регистрации Амфамида с целью получения разрешения на проведение клинических испытаний. В случае успешного прохождения клинических испытаний препарат «Амфамид» можно будет применять в практической медицине для лечения системных микозов.

#### Патенты:

1. Тевяшова А.Н., Щекотихин А.Е., Грамматикова Н.Э., Бычкова Е.Н., Мирчинк Е.П., Исакова Е.Б., Соловьева С.Е., Трещалин И.Д. Патент на изобретение РФ № 2688658. Противогрибковый полусинтетический полиеновый антибиотик, его водорастворимые соли и фармацевтические композиции на их основе. Заявка на получение патента № 2018112831 от 10.04.18. Опубликовано 22.05.19, бюлл. № 15.

#### Публикации:

1. Тевяшова А.Н., Бычкова Е.Н., Соловьева С.Е., Грамматикова Н.Э., Щекотихин А.Е. Разработка парентеральной лекарственной формы нового противогрибкового полусинтетического полиенового антибиотика Амфамида, Химико-фармацевтический журнал, 2019, 53, №10, 50-54, DOI: 10.30906/0023-1134-2019-53-10-50-54

2. Переверзева Э.Р., Трещалин М.И., Бычкова Е.Н., Тевяшова А.Н., Трещалин И.Д. Экспериментальная оценка хронической токсичности Амфамида – нового полусинтетического производного Амфотерицина В. Химико-фармацевтический журнал, 2019, 53, № 11, 30–33 DOI: 10.30906/0023-1134-2019-53-11-30-33

3. Омельчук О.А, Тевяшова А.Н., Щекотихин А.Е. Успехи в разработке противогрибковых препаратов на основе полиеновых макролидных антибиотиков. Успехи химии, 2018, 87 (12), 1206–1225 DOI: <https://doi.org/10.1070/RCR4841>.

4. Tevyashova A., Olsufyeva E., Solovieva S., Bykov E., Trenin A.; Efimova S., Ostroumova O. Studies on the structure activity relationships of natural and semisynthetic polyene antibiotics of the Amphotericin B group. FEBS OPEN BIO, v. 8, S1., pp. 250–250. <https://doi.org/10.1002/2211-5463.12453>

5. Efimova S.S., Tevyashova A.N., Olsufyeva E.N., Bykov E.E., Ostroumov O.S. Pore-forming activity of new conjugate antibiotics based on amphotericin B. 2017, PLoS ONE, 2017 12(11): e0188573. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188573>

6. Tevyashova A.N., Korolev A.M., Trenin A.S., Dezhenkova L.G., Shtil A.A., Polshakov V.I., Savelyev O.Y., Olsufyeva E.N. New conjugates of polyene macrolide amphotericin B with benzoxaboroles: synthesis and properties. J. Antibiotics. – 2016. – V. 69. – P. 549–560. <http://www.nature.com/ja/journal/v69/n7/full/ja201634a.html>

7. Тевяшова А.Н., Олсуфьева Е.Н., Преображенская М.Н. Создание антибиотиков двойного действия как путь поиска новых перспективных лекарственных препаратов, Успехи химии, 2015, т. 84(1), стр. 61–97. ([http://www.uspkhim.ru/ukh\\_frm.phtml?jrnid=rc&page=ft](http://www.uspkhim.ru/ukh_frm.phtml?jrnid=rc&page=ft)) (DOI: 10.1070/RCR4448)

8. Tevyashova A.N., Olsufyeva E.N., Solovieva S.E., Printsevskaya S.S., Reznikova M.I., Trenin A.S., Galatenko O.A., Treshalin I.D., Pereverzeva E.R., Mirchink E.P., Isakova E.B., Zotchev S.B., Preobrazhenskaya M.N. Structure-antifungal activity relationships of polyene antibiotics of the Amphotericin B group. Antimicrobial Agents and Chemotherapy, 2013, V. 57, P. 3815–3822.

## **6. Новый подход к лечению депрессии: навигационная транскраниальная магнитная стимуляция (рТМС) с индивидуальным подбором мишени по данным функциональной коннективности мозга**

Авторы: *А.Г. Пойдашева, И.С. Бакулин, Н.А. Супонева, С.Н. Мосолов, М.А. Пирадов.*

Предложен новый метод лечения фармакорезистентной депрессии на основе навигационной ритмической транскраниальной магнитной стимуляции (рТМС). Он заключается в персонализации подбора мишени для стимуляции с помощью оценки индивидуальных изменений функциональной коннективности мозга. Новый метод позволяет достичь клинически значимого эффекта в более ранние сроки по сравнению со стандартной рТМС – в 2 раза быстрее (на 10-м и 20-м сеансе, соответственно).

Краткое описание результата:

На основе изучения изменения функциональной коннективности между префронтальной корой и лимбической системой у пациентов с депрессивным расстройством разработан алгоритм персонализации выбора мишени для ритмической транскраниальной магнитной стимуляции, который позволяет достигать статистически и клинически значимого эффекта в более ранние сроки. При этом на первом этапе пациентам проводят МРТ в режиме T2-градиентное эхо, где оценивают низкочастотные колебания BOLD-сигнала, отражающие спонтанную активность областей коры в состоянии покоя. Далее в пределах дорсо-латеральной префронтальной коры левого полушария выбирается точка, колебания BOLD-сигнала которой имеют наибольшую отрицательную корреляцию с колебаниями BOLD-сигнала субгенуальной поясной коры. Координаты полученной точки переносятся в навигационную систему и используются в качестве мишени для навигационной ритмической транскраниальной магнитной стимуляции (Рис. 99). В ходе проведенного исследования показано, что расположение мишеней, определенных согласно предложенному алгоритму, более вариабельно по сравнению со стандартным методом. Показано, что применение персонализированного подхода позволяет достичь статистически и клинически значимого эффекта в более ранние сроки по сравнению со стандартной рТМС. Таким образом, алгоритм персонализации мишени для рТМС на основе оценки функциональной коннективности может быть использован для повышения эффективности применения рТМС в терапии депрессии, что позволит снизить затраты на лечение таких пациентов путем снижения частоты и кратности стимуляции, оказания более быстрого и большего по размеру эффекта, уменьшения частоты посещения амбулаторных приемов у психиатра, длительности лечения в стационарах, уменьшения затрат на фармакологические препараты, уменьшения затрат, связанных с нетрудоспособностью пациентов. (ФГБНУ НЦН).

По результатам исследования опубликована 1 статья и 3 тезиса доклада:

1. Пойдашева АГ, Синицын ДО, Бакулин ИС и др. Определение мишени для транскраниальной магнитной стимуляции у пациентов с резистентным к фармакотерапии депрессивным эпизодом на основе индивидуальных параметров функциональной магнитно-резонансной томографии покоя (пилотное слепое контролируемое исследование). *Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика*. 2019;11(4):44–50.

2. Poydasheva A., Zmeykina E., Chernyavskiy A., Chervyakov A., Suponeva N., Piradov M. The variability of targets for repetitive transcranial magnetic stimulation based on navigated TMS mapping and intrinsic connectivity measures // *Clinical Neurophysiology* (2017) ;128 ( 3), e120.

3. Poydasheva A., Zmeykina E., Chernyavskiy A., Chervyakov A., Lykova J., Suponeva N., Piradov M The efficacy of repetitive transcranial magnetic stimulation of left DLPFC with personalized targeting in major depression: preliminary results of pseudo-randomised study // *Brain Stimulation* (2017): 10 (2), 474–475.

4. Alexandra Poydasheva, Dmitry Sinitsyn, Ilya Bakulin, Natalia Suponeva, Sergey Mosolov, Michael Piradov. O-14 Does rTMS targeting with individual functional connectivity analysis improve the efficacy in recurrent depression? // *Clinical Neurophysiology* (2019); 130 ( 7), e25.

## 7. Клинико-биологическая концепция шизофрении

Авторы: проф., д.м.н. Ключник Т.П., академик А.Б. Смулевич, д.м.н. Олейчик И.В., к.м.н. Копейко Г.И., д.м.н. Бархатова А.Н. к.б.н. Зозуля С.А.

Представленная клинико-биологическая концепция указывает на ключевую роль нейровоспаления в патогенезе шизофрении и существенно расширяет представления о механизмах течения, лежащих в основе их развития. Главный участник нейровоспаления – активированная микроглия, продуцирующая большое количество нейротоксических продуктов, вызывающих прогрессивное повреждение нейронов, что и приводит к появлению шизофренической симптоматики, нарушений поведения (за счет дисрегуляции нейротрансмиттерных систем) и формированию так называемого шизофренического «дефекта» (нейродегенерация).

Разработана тест-система «Нейро-иммуно-тест», позволяет проводить мониторинг состояния пациентов с шизофренией (Рис. 100), определять оценку тяжести заболевания, стабильности состояния. Тест-система способствует верификации клинических вариантов негативных расстройств, избегать гипердиагностики и необоснованных терапевтических интервенций.

В практической деятельности мониторинг нейровоспаления позволит прогнозировать психопатологические и клинические тенденции течения заболевания, осуществлять раннюю диагностику заболевания и устанавливать адекватность терапевтических подходов. На основании выявленных патогенетических механизмов возможно изобретение новых соединений, которые можно использовать в качестве потенциальных высокоэффективных средств терапии шизофрении. (НЦПЗ)

Публикации:

1. Ключник Т.П., Сарманова З.В., Субботская Н.В., Бархатова А.Н. – Системные иммунные реакции при эндогенных депрессиях. Российский психиатрический журнал. 2015, №5, 85–91.

2. Зозуля С.А., Андросова Л.В., Сарманова З.В., Отман И.Н., Дупин А.М., Ключник Т.П. Лабораторная диагностика в мониторинге пациентов с эндогенными приступообразными заболеваниями («Нейро-Иммуно-Тест»). Ж. Клиническая Лабораторная Диагностика, 2016; 61(9): 578. doi 10.18821/0869-2084-2016-61-9 (Импакт Фактор 1.124).

3. Зозуля С.А., Олейчик И.В., Андросова Л.В., Отман И.Н., Сарманова З.В., Столяров С.А., Бизяева А.С., Юнилайнен О.А., Ключник Т.П. Мониторинг течения эндогенных психозов по иммунологическим показателям. Ж. Психическое Здоровье, 2017, 1. С. 11–18. Импакт – фактор 0,267(РИНЦ, ВАК)

4. Ключник Т.П., Никитина В.Б., Андросова Л.В., Ветлугина Т.П., Зозуля С.А., Аксёнов М.М., Бохан Н.А. Факторы воспаления и иммунофенотипы при расстройствах адаптации. Журнал неврологии и психиатрии им. Корсакова, 2018, № 3, 83–88 <https://doi.org/10.17116/jnevro20181183183-88> импакт-фактор 0.695 на 2017 г

5. Ключник Т.П., Андросова Л.В., Зозуля С.А., Отман И.Н., Никитина В.Б., Ветлугина Т.П. Сравнительный анализ воспалительных маркеров при эндогенных и непсихотических психических расстройствах. Сибирский вестник психиатрии и наркологии и, 2018, 2 (99):64–69. [https://doi.org/10.26617/1810-3111-2018-2\(99\)-64-69/](https://doi.org/10.26617/1810-3111-2018-2(99)-64-69/)

6. Zozulya S., Yakimets A., Oleichik I., Klyushnik T. Immunotypes of the asthenic symptom-complex in patients with paranoid schizophrenia.. European Psychiatry. Abstracts of the 26th European congress of psychiatry – 2018. V.48, The official journal of the European psychiatric association published by Elsevier. S297.) импакт-фактор 3.125 (The 26<sup>th</sup> Congress of the European Psychiatric Association (EPA 2018) will take place 3–6 March 2018 in the city of Nice)

7. Klushnik T.P., Zozulia S.A. The role of immune mechanisms in the pathogenesis of brain diseases p. 105–107 **Congress Proceedings VIII World Rett Syndrome Congress & Symposium of rare diseases. 112 P. May 13–17, 2016, Kazan, Russia** *Molecular Cytogenetics* 2018 11:61 <https://doi.org/10.1186/s13039-018-0412-2>

8. Ключник Т.П., Смулевич А.Б. Негативные расстройства при шизофрении (история и современные концепции). Современные технологии в расстройствах, СПб, 17–18 октября 2019 Диагностика и терапия психических и неврологических расстройств, СПб, 17–18 октября 2019

9. Ключник Т.П. с соавторами. Оценка эффективности комплексной терапии астенических расстройств в ремиссии приступообразно-прогредиентной шизофрении. VII Ежегодный психиатрический Форум с научно-практической конференцией «Патогенез, диагностика и лечение психических расстройств: шаги вперёд». Москва, 19 октября 2019 г. С 21–23.

Патент:

1. Ключник Т.П., Зозуля С.А., Андросова Л.В., Отман И.Н., Сарманова З.В., Дупин А.М., Копейко Г.И., Олейчик И.В., Борисова О.А. Способ оценки психического состояния пациентов с эндогенными психическими расстройствами при их клиническом обследовании и способ комплексной оценки состояния иммунной системы таких пациентов. Патент на изобретения № 2648745 от 28.03. 2018 г.

## **8. Формирование квазитканевой модели структуры плаценты человека: анализ клеточных механизмов с использованием технологии искусственного интеллекта**

На основе изучения морфо-функциональных взаимодействий основных клеток, определяющих формирование плаценты человека (трофобласта, эндотелия и НК-клеток), впервые в мире разработана технология формирования трёхкомпонентной клеточной сокультуры, представляющей собой квазитканевую модель плаценты человека.

Впервые в мире установлена принципиальная возможность миграции НК-клеток через трофобласт, которая обеспечивается специфическими лиганд-рецепторными парами.

Впервые в мире показано, что клетки трофобласта регулируют интенсивность пролиферации НК-клеток и изменяют их фенотип, приближая их к регуляторному. Установлены механизмы контактной и дистантной индукции апоптоза клеток трофобласта НК-клетками.

Для автоматизированного учета миграции эндотелиальных клеток в условиях *in vitro* разработана компьютерная программа **MARKMIGRATION**. Данная разработка легла в основу идеи создания программы искусственного интеллекта для учета и прогнозирования формирования сосудов *in vitro*, который разрабатывается совместно с НИИ Системного программирования им. В.П. Иванникова, (Рис. рис 101). (НИИ акушерства, гинекологии и репродуктологии им. Д.О. Отта).

Разработанная модель с использованием технологии искусственного интеллекта позволит:

- проводить анализ и прогнозировать развитие сосудистой сети плаценты и ранних этапов эмбриогенеза человека;
- осуществлять оценку влияния фармацевтических препаратов и экологических факторов на данные процессы.

Публикации:

1. Bazhenov D.O., Khokhlova E.V., Viazmina L.P., Furaeva K.N., Mikhailova V.A., Kostin N.A., Selkov S.A., Sokolov D.I. Characteristics of Natural Killer Cell Interaction with Trophoblast Cells During Pregnancy. // Current Molecular Medicine. – 2019. DOI:10.2174/1566524019666190808103227

2. Bazhenov D.O., Furaeva K.N., Stepanova O.I., Viazmina L.P., Sheveleva A.R., Khokhlova E.V., Mikhailova V.A., Selkov S.A., Sokolov D.I. Receptor expression by JEG-3 trophoblast cells in the presence of placenta secreted factors. Gynecological Endocrinology. 2019;35(sup1):35–40.

3. Markova K.L., Stepanova O.I., Sheveleva A.R., Kostin N.A., Mikhailova V.A., Selkov S.A., Sokolov D.I. Natural killer cell effects upon angiogenesis under conditions of contact-dependent and distant coculturing with endothelial and trophoblast cells. // Medical Immunology (Russia). 2019;21(3):427–440.

4. Mikhailova V.A., Khokhlova E.V., Bazhenov D.O., Agnaeva A.O., Kozyreva A.R., Beshpalova O.N., Selkov S.A., Sokolov D.I. Changes in expression of Ki-67, CD16 and CD56 by natural killer cells from peripheral blood mononuclear cells in the setting of recurrent miscarriage after *in vitro* culturing in the presence of trophoblast cells and IL-2. // Cytotechnology (2019). – 71(4), pp 861–871.

## **9. Новое в хирургии расслоения аорты: инновационная отечественная разработка в хирургии расслоения аорты**

Член-корр. РАН Чарчян Э.Р., акад. РАН Белов Ю. В.

Разработана и внедрена в клиническую практику новая хирургическая технология в лечении расслоения аорты – отечественный гибридный протез «Мягкий хобот слона», обеспечивающий профилактику основных осложнений (Рис. 102), которые встречаются при использовании других отечественных и зарубежных аналогов. Основной технологический принцип – снижение радиальной силы стент-графта и нитиновых корон, обеспечивающих его каркас. Еще одним преимуществом является дистальный конец стент-графта, лишенный радиальной силы с целью профилактики травмы расслоенной аорты.

Инновационная отечественная разработка обеспечивает радикальное хирургическое лечение расслоения аорты, предупреждает развития стент-графт-ассоциированных осложнений в дистальной аорте, снижает частоту повторных вмешательств на аорте, снижает стоимость лечения больных с патологией всей аорты.

Гибридный протез «Мягкий хобот слона» успешно внедрен в клиническую практику. Представлен начальный опыт имплантации 7 стент-графтов с нулевой летальностью и отсутствием аорто-ассоциированных осложнений и повторных вмешательств. Еще одним немаловажным преимуществом является снижение стоимости хирургической технологии в 4 раза в сравнении с аналогами, что представляет очевидную экономическую эффективность данной разработки. Данный протез зарегистрирован и доступен к имплантации в Российской Федерации. (РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского).

## **10. Комплексное одномоментное восстановление последствий обширных многокомпонентных дефектов вследствие онкологии или травмы**

Авторы: д.м.н., проф. Р.Т. Адамян, к.м.н. Д.Н. Назарян, к.м.н. Гилева К.С.

Разработана и внедрена в клиническую практику центра методика комплексного лечения пациентов с обширными многокомпонентными дефектами и деформациями головы и тела с использованием высокотехнологичных микрохирургических методик. Операции выполняются с привлечением дополнительных профильных специалистов (нейрохирурги, онкологи, челюстно-лицевые хирурги, травматологи и др.) нашего центра в зависимости от конкретной клинической ситуации. Это позволяет эффективно лечить сложных пациентов считавшихся инкурабельными в рамках одной специальности с возможностями применения традиционных методов лечения.

За 2019 год выполнено 23 микрохирургические операции для комплексного восстановления обширных, многокомпонентных дефектов челюстно-лицевой области вследствие онкологии или травмы (100% приживления аутоотрансплантата).

Мы наблюдали пациента с последствием попадания высоковольтной дуги в голову (обширный некроз тканей теменной области в комплексе с костями черепа – место входа дуги и утрата верхних конечностей – выход). После широкой резекции кожи и костей черепа и установки титановой пластины выполнили микрохирургическое замещение дефекта фрагментом широчайшей мышцы спины с аутодермопластикой (Патент на изобретение № 2285473 от 20 октября 2006 г. авт. Н.О. Миланов, А.С. Зелянин, Е.И. Трофимов, Р.Т. Адамян, Ю. Эюбов). Лоскуты прижились, получен хороший функциональный и эстетический результат (Рис. 103).

За последние 15 лет нами пролечено более 1000 пациентов с разнообразными обширными дефектами и деформациями тела, в том числе и урогенитальной области (с тотальной или субтотальной утратой полового члена). Операцией выбора для таких пациентов мы считаем выполнение микрохирургической фаллопластики с использованием торакодорсального лоскута с реинервацией его мышечной основы. (РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского).

## **11. Декорин – новый прогностический биомаркер прогноза развития глиобластомы**

Авторы – д.б.н. Григорьева Э.В., к.б.н. Суховских А.В., Цидулко А.Ю.

Использование молекулярных биомаркеров имеет огромное значение для определения тяжести течения и прогноза развития заболевания и выбора персонализированной стратегии его лечения. Авторами был выявлен новый внеклеточный биомаркер для определения прогноза развития глиобластомы – одной из самых смертельных злокачественных опухолей головного мозга. Он называется декорин (DCN) и относится к классу сложных белково-углеводных молекул, называемых протеогликанами (ПГ). Повышенное содержание этого биомаркера в ткани глиобластомы ассоциировано с агрессивным течением заболевания и плохим прогнозом (Рис. 104) и свидетельствует о необходимости более активной адъювантной химиотерапии и тщательного мониторинга пациента для своевременного выявления рецидива заболевания.

Внедрение этого прогностического биомаркера в клиническую практику при диагностике глиобластомы позволит оптимизировать и персонализировать тактику лечения пациентов с различным прогнозом течения заболевания, повысить качество их жизни и ее продолжительность. (ФИЦ ФТМ).

Публикации:

Данные опубликованы в журнале **Cell and Tissue Research** (IF 3,36) 26 ноября 2019 года.

Tsidulko AY, Kazanskaya GM, Volkov AM, Suhovskih AV, Kiselev RS, Kobozov VV, Gaytan AS, Krivoschapkin AL, Aidagulova SV, Grigorieva EV. **Chondroitin sulfate content and decorin expression in glioblastoma are associated with proliferative activity of glioma cells and disease prognosis.** Cell and Tissue Research. 2019 Nov. 26. doi: 10.1007/s00441-019-03127-2.

**Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Научного Фонда (РНФ, № 116-15-10243).**

## **12. Молекулярные механизмы органопротективных свойств хлорида лития при критических состояниях**

Авторы: *д.м.н. Кузовлев А.Н., д.м.н. Гребенчиков О.А.*

Описание результатов исследования:

В рамках реализации государственного задания ФНКЦ РР по программам фундаментальных научных исследований получены результаты, которые раскрыли молекулярные механизмы нейропротекторных и кардиопротекторных свойств солей лития. Эффективность фармакологической нейропротекции хлоридом лития в отношении ишемического повреждения головного мозга в экспериментальной модели инсульта составляет не менее 50%, в то время как у большинства известных нейропротекторов не превышает 15%. Эффективность фармакологической кардиопротекции хлоридом лития в экспериментальной модели инфаркта миокарда составляет не менее 30% (Рис. 105).

Полученные положительные результаты доклинических исследований служат основанием для создания и изучения нового лекарственного препарата для внутривенного введения на основе 4,2% хлорида лития, который сможет быть использован в клинике и позволит снизить летальность в группе пациентов с острыми повреждениями головного мозга (инсульт, черепно-мозговая травма) и инфарктом миокарда. (ФНКЦ РР).

Публикации:

1. О.А. Гребенчиков, А.В. Лобанов, Э.Р. Шайхутдинова, А.Н. Кузовлев, А.В. Ершов, В.В. Лихванцев Кардиопротекторные свойства хлорида лития на модели инфаркта миокарда у крыс. Патология кровообращения и кардиохирургия. 2019; 23(2):43-49. DOI: 10.21688/1681-3472-2019-2-43-49.

2. I. Ostrova, A. Kuzovlev, O. Grebenchikov Lithium reduces postresuscitation damage of hippocampus in rats. Resuscitation 2019; 142, Supplement 1, Page e89. [https://www.resuscitationjournal.com/issue/S0300-9572\(19\)X0010-6](https://www.resuscitationjournal.com/issue/S0300-9572(19)X0010-6)

## **13. Создание программного обеспечения для формирования базы данных лекарственных устойчивых вариантов ВИЧ, циркулирующих на территории Российской Федерации**

Авторы: *Акимкин В.Г., академик РАН, д.м.н., профессор, Киреев Д.Е., к.б.н., Глазов М.Б., Савельев Е.В., Лопатухин А.Э., Мурзакова А.В., Зотов Е.А., Неверов А.Д., к.б.н., Остроушко А.А.*

### ***Разработка программного обеспечения для эпидемиологического мониторинга за лекарственной устойчивостью вируса иммунодефицита человека***

Актуальность:

Ежегодно в России на закупку антиретровирусных препаратов тратится более 20 млрд рублей. В 2019 году это позволило обеспечить терапией более полумиллиона ВИЧ-инфицированных граждан. При этом более чем у 10% (50 000 человек) в течение 12 месяцев развивается лекарственная устойчивость вируса.

С помощью программного обеспечения «АмплиСенс Resist» (регистрационное свидетельство № 2020610175), предназначенного для анализа лекарственной устойчивости (Рис. 106), осуществляется анализ геномов ВИЧ на предмет наличия в них мутаций, вызывающих резистентность к применяемым в Российской Федерации лекарственным препаратам. Программа позволяет оптимизировать выбор и схемы лечения пациентов, инфицированных лекарственно-устойчивыми вариантами ВИЧ, что обеспечивает персонализированный подход лечения ВИЧ-инфекции (персонализированная медицина).

### ***Развитие Национальной базы данных устойчивости генетических вариантов ВИЧ к антиретровирусным препаратам***

Национальная база данных устойчивости служит для накопления и анализа информации о генетических вариантах ВИЧ, циркулирующих на территории Российской Федерации и стран СНГ, и деперсонализированной эпидемиологической информации о ВИЧ-инфицированных пациентах. База данных не имеет аналогов в стране. С ее помощью возможно проведение эпидемиологической оценки современного уровня лекарственной устойчивости циркулирующих генетических вариантов ВИЧ к антиретровирусным препаратам на территории Российской Федерации и стран СНГ, а также своевременное обнаружение новых генетических вариантов ВИЧ.

Развитие базы позволит:

- создать Национальный банк фрагментов геномов ВИЧ и осуществить полное импортозамещение зарубежного аналога из США (базы Стэнфордского университета), являющегося «золотым стандартом» в мире;

- обеспечить прогнозирование развития эпидемиологической ситуации по заболеваемости ВИЧ в Российской Федерации и странах Восточной Европы и Центральной Азии.

### ***Создание единого лечебно-диагностического и эпидемиологического комплекса***

Разработанные тест-системы для молекулярно-генетического анализа ВИЧ, высокопроизводительная методика секвенирования вируса, база данных и программное обеспечение позволяют говорить о создании единого лечебно-диагностического и эпидемиологического комплекса, с помощью которого возможно исчерпывающее решение любых задач, связанных с лекарственной устойчивостью вируса ВИЧ ко всем антиретровирусным препаратам, применяющимся в Российской Федерации. Данный комплекс является уникальной отечественной разработкой, готовой к применению в области эпидемиологического надзора и оптимизации подходов лечения пациентов с ВИЧ-инфекцией. (ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора).

## **НАУКИ О ЗЕМЛЕ**

Научные исследования, проводимые в области наук о Земле, направлены на получение новых фундаментальных знаний и решение важнейших прикладных задач. Эти задачи в первую очередь определяет «Стратегия научно-технологического развития Российской Федерации», утвержденная Указом Президента Российской Федерации № 642 от 1 декабря 2016 г. (далее «Стратегия НТР»), «Стратегия развития минерально-сырьевой базы Российской Федерации до 2035 года», утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 22 декабря 2018 г. № 2914-р (далее



«Стратегия развития МСБ РФ») и «Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу», утвержденные Президентом Российской Федерации 18 сентября 2008 г. (№ Пр-1969). В области наук о Земле особенно важно сконцентрировать усилия на изучении и освоении ресурсов Мирового океана, Арктики и Антарктики, повышении эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного и минерального сырья, адаптации к изменениям климата. В число актуальных направлений также входит поиск и разработка нетрадиционных энергоресурсов, безопасная и ресурсосберегающая добыча полезных ископаемых, прогноз и предупреждение опасных катастрофических природных и техногенных явлений, мониторинг антропогенных воздействий на природу и ее реакции на эти воздействия, оценка накапливаемого экологического ущерба, выработка технологий безопасного консервации в природных резервуарах особо опасных химических и радиоактивных отходов.

Разнообразие фундаментальных проблем в области наук о Земле, требует привлечения новейших достижений в области физики, химии, математики и других наук, комплексирования усилий ученых различных специальностей. На передний фронт научного поиска выходят комплексные исследования процессов, протекающих в глубинах мантии, взаимодействия земной коры и мантии, мантии и ядра. Активно проводятся работы по изучению глубинного вещества Земли, поступающего на поверхность – алмазов и включений в них, ксенолитов мантийных пород и минералов, расплавных и флюидных включений в магматических породах. Эти исследования требуют использования тонких инструментальных методов элементного, изотопного и изотопно-молекулярного состава на микроскопическом уровне. К сожалению, существенное отставание от мировых лидеров продолжает расти, поскольку кардинального обновления приборной базы для лабораторных и полевых исследований не происходит. Необходимо многократно увеличить объемы полевых геологических и геофизических исследований. Особого внимания требует проблема привлечения молодых специалистов и повышения уровня их подготовки в вузах.

Приоритетными направлениями исследований в области наук о Земле является тектоника и процессы формирования Арктического бассейна, изменения климата и деградация вечной мерзлоты. В 2019 году проводились работы по поиску и освоению минеральных ресурсов, изучению морской биоты и феномена выбросов метана. Помимо фундаментального и прикладного значения эти работы имеют и важную геополитическую составляющую – подготовку и обоснование заявки Российской Федерации в Комиссию ООН на установление внешней границы континентального шельфа России в Северном Ледовитом океане.

В области фундаментальных исследований работы велись по целому ряду направлений.

Впервые выполнен анализ изотопного состава железа ( $^{57}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$ ) в лунном грунте, доставленном КА «Луна-24». Путем сравнительного изотопного анализа вещества мантии Земли и Луны доказано, что земное ядро обогащено легким изотопом железа ( $^{54}\text{Fe}$ ). Было показано, что репрезентативным для изотопного состава ( $^{57}\text{Fe}/^{54}\text{Fe}$ ) лунной мантии является изотопный состав предельно низко-титанистых базальтов (VLT-базальтов). Изотопный состав этих базальтов никогда не измерялся. Они редки на поверхности Луны, но присутствуют в составе вещества «Луны-24». Доказательство обогащения земного ядра изотопом  $^{54}\text{Fe}$  имеет фундаментальное значение для понимания механизма образования земного ядра и системы Земля-Луна в целом. (ГЕОХИ РАН).

Впервые установлено рециклирование океанической литосферы через глубинную мантию в Палеоархейское время (3,3 млрд лет назад), на основе определения содержаний главных и примесных элементов, воды и изотопов водорода в расплавных включениях в оливине коматиитов зеленокаменных поясов Барбертон, Билингве и Абитиби. Этот прорывной результат, опубликованный в журнале *Nature* (Sobolev et al, 2019). На основе совместной инверсии гравитационных, сейсмических и петролого-геохимических данных в сочетании с методом минимизации свободной энергии Гиббса установлены допустимые интервалы химического/минерального состава в различных зонах мантии Луны и проведены оценки размеров лунного Fe-S ядра (ГЕОХИ РАН).

Впервые проведено площадное зондирование поверхности внутреннего ядра Земли под Южной Америкой и восточной Евразией с помощью отражённых волн. На основе статистически представительных данных (более 1300 измерений) получена устойчивая оценка скачка плотности на границе внутреннего ядра, которая для фрагмента поверхности под Южной Америкой составила  $0,9 \text{ г/см}^3$ , а под восточной Евразией  $0,3 \text{ г/см}^3$ . Трёхкратное отличие полученных значений указывает на существенно различный режим затвердевания твёрдого внутреннего ядра Земли из расплава жидкого внешнего ядра для этих двух фрагментов поверхности. Дихотомия предусматривает доминирование кристаллизации в более плотном и холодном Западном полушарии внутреннего ядра и трансляцию его вещества в восточном направлении, а мозаичность отражает локальные различия в термодинамическом режиме затвердевания, влияющие на конвекцию во внешнем ядре и, соответственно, эволюцию магнитного поля Земли. (ИГГД РАН).

На основе экспериментального изучения при давлении 26 ГПа и температурах 1000–2200°C различных сечений системы  $(\text{Mg, Fe})\text{SiO}_3 + (\text{Mg, Fe})\text{O} + \text{SiO}_2 \pm \text{CaSiO}_3$  (бриджманит + ферропериклаз + стишовит  $\pm$  Ca-Si-перовскит), моделирующей ассоциации нижней мантии Земли, установлено, что ее фундаментальным свойством являются перитектические реакции бриджманита. Эти реакции распространяются на карбонатсодержащие алмазообразующие системы, обеспечивая образование минералов ультраглубинных ассоциаций, парагенных с алмазом. (ИЭМ РАН).

Установлены причины возникновения крупнейших батолитов мира – Ангаро-Витимского, Хангайского и Хэнтэйского. На примере Хангайского батолита показано, что источником магм служила не только кора, но и обогащенная мантия, параметры которой определялись более высоким, чем в деплетированной мантии U/Pb отношением ( $\mu = 9,5$ ), а также более низким значением  $\epsilon_{\text{Nd}}(t) = (0 - +2)$ . Это стало первым изотопно-геохимическим подтверждением участия мантийных магм в батолитообразовании и позволило связать батолиты-гиганты Центральной Азии с активностью мантийных плюмов, воздействие которых на литосферу привело к масштабному коровому анатексису. (ИГЕМ РАН).

Впервые создана полная численная термодинамическая модель одной из важнейших геологических флюидно-солевых систем для диапазона P-T параметров средней-нижней коры (500–900°C, 1–12 кбар) – тройной системы  $\text{H}_2\text{O}-\text{CO}_2-\text{CaCl}_2$ . Модель позволяет численно определять все границы различного фазового состояния данной системы при меняющихся P и T: гомогенного флюида, двухфазного флюида, флюидов контрастной плотности с твердой фазой и двухфазного флюида с твердой фазой. Важнейшим приложением разработанной модели являются геохимические эффекты, возникающие при распаде гомогенного флюида в поле несмесимости контрастных по химическим свойствам флюидных и твердых фаз, значительно влияющие на развитие рудообразующих геологических процессов. (ИГГД РАН).

Разработан новый метод анализа вулканических треморов на основе одновременного анализа записей многих сейсмических станций, который позволяет надёжно распознавать вулканические треморы на фоне шумов и определять местоположение их источников. Метод является эффективным средством мониторинга вулканической активности и в настоящее время внедрен в практику работы Камчатского Филиала ФИЦ Единая Геофизическая Служба РАН (ИФЗ РАН, ИВиС ДВО РАН и КФ ФИЦ ЕГС РАН в рамках Мегагранта Минобрнауки России).

Ряд исследований в области изучения Арктики посвящен оценкам последствий климатических изменений, деградации мерзлоты и следующими за этим изменениям цикла углерода, в том числе парниковых газов. Актуальность этих исследований определяется тем, что почти две трети территории России занимают многолетнемерзлые породы, которые значительно усложняют все виды деятельности человека, особенно связанные со строительством и функционированием инфраструктуры ТЭК. Безопасное функционирование предприятий в Арктике и реализация новых проектов, многие из которых относятся к шельфовым, зависят от успеха преодоления многочисленных природных и техногенных угроз. При этом в последние десятилетия за счет потепления климата, наиболее сильно сказывающегося в Арктике, уровень угроз повысился.

Впервые на межинститутском уровне выполнен комплексный анализ современных и прогнозируемых будущих климатических изменений и состояния криолитозоны обширных территорий западной нефтегазовой провинции России в рамках научного междисциплинарного проекта «Адаптационные технологии для обеспечения безопасности производственных объектов при изменении геокриологических условий» по договору о научно-техническом сотрудничестве между РАН и ПАО «Газпром» (исполнители ИГЭ РАН, ИФА РАН, ИКЗ ТюмНЦ СО РАН, ИНГГ СО РАН, ИПРИМ РАН, НИИПЭ). Реализация адаптационных мероприятий позволит принимать своевременные управленческие решения, направленные на повышение устойчивости объектов нефтегазовой отрасли и снизить возможные ущербы в условиях изменяющегося климата. Экономический эффект от предлагаемой программы адаптации будет в 2–3 раза превосходить затраты на ее осуществление.

В 2019 г. проведена масштабная морская экспедиция «ТРАНСАРКТИКА 2019» с участием научно-исследовательских судов «Академик Трёшников», «Михаил Сомов», «Профессор Молчанов» и «Профессор Мультиановский» (головная организация – ААНИИ). Выполнены комплексные научные исследования в акватории Арктического бассейна и апробированы новые технологии для эксплуатации ледостойкой платформы «Северный полюс», строительство которой ведётся по заказу Росгидромета. В результате четырех этапов этой экспедиции проведены междисциплинарные исследования изменений природной среды Северного Ледовитого океана. Получены уникальные данные, которые в настоящее время обрабатываются учеными различных министерств и ведомств с целью уточнения оценки закономерностей формирования состояния природной среды Арктики и её вероятных изменений в условиях современного глобального потепления, а также совершенствования моделей прогноза погоды и климата, необходимых, в том числе, для обеспечения безопасного судоходства на акватории Северного морского пути.

В 2019 г. НИС «Академик Келдыш» провел четыре рейса в арктических и субарктических широтах (моря Гренландское, Норвежское, Карское, Восточно-Сибирское и Лаптевых). Изучались подводные течения, экологическое состояние акваторий, включая радиационное загрязнение. Исследовались изменения арктических экосистем в связи с климатическими изменениями, деградация подводной мерзлоты, разгрузки пузырькового метана в гидросферу и атмосферу. В 2019 году был создан поисково-исследовательский комплекс и технология для эффективного контроля подводных ядерно- и радиационно-опасных объектов и параметров экосистем в местах нахождения таких объектов. Комплекс включает необитаемые подводные аппараты, оборудованные гидроакустической, фото-телевизионной и гамма-спектрометрической аппаратурой. Это позволило в 2019 году идентифицировать особо опасные высокоактивные объекты в составе захоронений твердых радиоактивных отходов в Карском море (Новая Земля, залив Абросимова), в том числе реакторный отсек АПЛ К-19, оценить их состояние и воздействие на арктическую экосистему. (ИО РАН).

Совместно с Росрыболовством решались задачи оценки рыбопромыслового потенциала акваторий Арктики. Эти исследования являются частью более общей задачи – оценки состояния морских биологических ресурсов. Актуальность этой задачи определяется тем, что международные органы предъявляют жесткие экологические требования к странам, ведущим в Мировом океане разведку и добычу минерального сырья (полиметаллических сульфидных руд, железо-марганцевых конкреций, кобальто-марганцевых корок). Имеет место огромное, накопившееся за последние 20 лет, отставание России от ведущих стран в экосистемных исследованиях Мирового океана. Без проведения активных исследований в этом направлении Россия не будет полноправно участвовать в формировании международной политики в использовании и квотировании добычи биологических и минеральных ресурсов открытого Океана и не получит необходимого доступа к этим ресурсам. Исследования экосистем открытого Океана критически важны для ресурсодобывающих (Росрыболовство, Министерство природных ресурсов Российской Федерации) и внешнеполитических ведомств.

В 2019 г. в Арктике проводились работы на базе ряда научно-исследовательских станций, в том числе «Остров Самойловский» (ИНГГ СО РАН, ИМЗ СО РАН), Российский научный центр на архи-

пелаге Шпицберген и «Ледовая база Мыс Баранова» (ААНИИ Росгидромета), стационары и полевые базы на полуостровах Ямал и Гыданский (организованы Некоммерческим Партнерством «Российский центр освоения Арктики» и правительством ЯНАО). Учеными из ИКЗ ТюмНЦ СО РАН составлена новая карта-схема состояния мерзлоты в Западном секторе Российской Арктики. На основе данных многолетнего мониторинга криолитозоны Европейского Севера и Севера Западной Сибири впервые с высокой степенью достоверности установлено, что деградация мерзлоты вследствие климатических изменений приобретает в лесотундровых и даже южнотундровых ландшафтах этих районов массовый характер и сопровождается опусканием кровли вечномёрзлого слоя на 4–10 м.

Продолжены исследования ряда объектов мощной взрывной дегазации Земли с формированием гигантских кратеров выбросов газа, предложена новая схема формирования кратеров газового выброса в толще многолетнемёрзлых пород, рассмотрены различные механизмы выбросов газа в наземных и шельфовых экосистемах, связанные с разложением реликтовых газовых гидратов (ИКЗ ТюмНЦ СО РАН, МГУ им. М.В. Ломоносова, Инженерно-технологический центр «СканЭкс», ФГБУ «ВНИИОкеангеология», ИПНГ РАН, МФТИ, РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, БФУ имени И. Канта и «Газпром ВНИИГАЗ»).

Климатические изменения в Арктике являются частью глобальных процессов, для изучения которых необходимы исследования состава, структуры и динамики атмосферы, причин и механизмов глобальных климатических изменений, развитие климатических моделей земной системы. В 2019 году получены оценки вклада антропогенных и естественных эмиссий парниковых газов в атмосферу с территории России в глобальные изменения климата при различных сценариях антропогенных выбросов в XXI веке. Показано, что учёт изменений климатических условий может сильно влиять на показатели воздействия выбросов различных парниковых газов на климатическую систему, особенно на больших временных горизонтах. При принятии решений следует учитывать, что в зависимости от горизонта планирования может изменяться роль естественных потоков парниковых газов в атмосферу из наземных экосистем. В настоящее время в российских регионах наземные экосистемы, поглощая CO<sub>2</sub> из атмосферы, способствуют замедлению роста глобальной температуры, а эмитируя CH<sub>4</sub> в атмосферу ускоряют потепление. При этом общий эффект естественных потоков этих парниковых газов из российских регионов в современных условиях способствует замедлению потепления. Роль этого замедляющего потепления эффекта растёт в первой половине XXI века, а после достижения максимума (зависящего от сценария антропогенных выбросов) уменьшится к концу века при всех рассмотренных сценариях антропогенных воздействий в связи с ростом естественных эмиссий CH<sub>4</sub> и уменьшением поглощения CO<sub>2</sub> наземными экосистемами. Это необходимо учитывать в связи с условиями Парижского соглашения по климату (ИФА РАН, МГУ).

На основе численных расчетов с глобальной климатической моделью оценены глобальные и региональные изменения климата в голоцене (ИФА РАН). Согласно полученным результатам современный среднегодовой уровень глобальной приповерхностной температуры в последние десятилетия превысил соответствующие значения в течение предыдущих 10 тысяч лет, в том числе в период так называемого «оптимума голоцена» (около 6 тыс. лет назад). При этом среднесезонные современные температурные режимы для отдельных регионов, в частности в Европе, могут не достигать еще уровня максимального потепления в среднем голоцене. Глобальные и региональные климатические изменения, и изменения характеристик углеродного цикла в последнее столетие по модельным расчетам с учетом антропогенных воздействий существенно отличаются от изменений в предыдущие столетия и тысячелетия, когда ключевую роль играли естественные воздействия на климатическую систему, в том числе из-за изменения параметров орбиты Земли вокруг Солнца и солнечной активности. (ИФА РАН, МГУ)

В Институте прикладной физики РАН исследованы причины климатического перехода среднего плейстоцена (ПСП), состоящего в установлении высокоамплитудных 100-тысячелетних пилообразных колебаний глобального климата взамен более регулярных колебаний с периодом 41 тыс. лет. По-

строена динамическая модель данного явления на основе байесова анализа данных – композитного ряда концентрации 18-го изотопа кислорода в донных отложениях. Получено, что 100-тысячелетние ледниковые циклы возникли в среднем плейстоцене благодаря изменению собственной динамики климатической системы под действием медленного тренда, приведшего к возникновению релаксационных колебаний, индуцированных быстропеременными климатическими процессами. Установлено, что осцилляции орбитальных параметров Земли не имеют отношения к ПСП. Показано, что единственным существенным орбитальным внешним воздействием в плейстоцене до и после ПСП является меридиональный градиент инсоляции, определяемый колебаниями угла наклона земной оси с периодом 41 тыс. лет. Объяснен динамический механизм ПСП. Новый подход к построению модели динамической системы по данным может использоваться для верификации климатических моделей из первых принципов, в том числе – для оценки адекватности их прогностической способности. Созданная в ИПФ РАН модель включена в международный проект прогностических оценок явлений Эль-Ниньо на основе численных расчетов с ансамблем динамических и статистических моделей.

В 2019 году активно велись исследования открытых месторождений и перспективных залежей стратегических видов минерального сырья, в том числе в Арктической зоне Российской Федерации (КНЦ РАН, ИГЕМ РАН, ИНГТ СО РАН и ИГМ СО РАН). В результате сформулированы новые направления развития минерально-сырьевой базы страны в условиях действия внешних санкций.

Развитие высокотехнологичной промышленности России в огромной степени определяется инновационными технологиями комплексной и глубокой экологически безопасной переработки минерального сырья. Проводимые институтами РАН работы в области теории проектирования горных предприятий дали возможность обосновать генеральные направления в технике и технологии открытой и подземной добычи и обогащения полезных ископаемых и разработать направления развития горного и транспортного машиностроения на долговременный период.

Фундаментальные исследования по направлению «Инновационные процессы обогащения полезных ископаемых» включали научное обоснование и разработку методов селективной дезинтеграции тонкодисперсных минеральных комплексов с вскрытием микро- и наночастиц минералов цветных, благородных металлов и редкоземельных элементов, нового класса селективных реагентов, обогачительно-гидрометаллургических процессов и энергетических методов повышения контрастности свойств минералов, экологически безопасных методов водоподготовки, что позволило создать инновационные процессы комплексной и глубокой переработки труднообогатимого и нетрадиционного минерального сырья и получение готовой продукции конкурентоспособной на мировом уровне как по технологическим, так и по экологическим критериям. Новые технологии успешно апробируют и реализуют на горно-металлургических предприятиях ООО «УГМК-Холдинг», АК «АЛРОСА», ЗАО «Полиметалл», ОАО «Металлоинвест», ОАО «Норникель» и др.

В последние годы в горном деле нашли широкое применение информационные технологии, методы математического и компьютерного моделирования, которые становятся основным инструментом исследования физических процессов и управления производством. Разработаны теоретические и методологические принципы навигационных, информационных и ГИС-технологий в проектировании и создании автоматизированных информационных систем для решения широкого круга инженерных и научных задач горного производства. Наибольшее развитие и практическую реализацию получило направление работ, связанное с оперативным управлением горнотранспортным комплексом открытых горных работ с применением ГИС-технологий для построения цифровой карты карьеров и технологий спутниковой навигации роботизированного горного оборудования.

Научные исследования в области вод суши в 2019 году были в значительной степени ориентированы на решение актуальных научных проблем в рамках «Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 года» и национальных проектов «Экология» и «Наука» на период до 2024 года, направленных «на обеспечение прорывного научно-технологического и социально-экономическо-

го развития России; сохранение биологического разнообразия, в том числе посредством создания новых особо охраняемых природных территорий; экологическое оздоровление водных объектов, включая реку Волгу, и сохранение уникальных водных систем, включая озера Байкал и Телецкое...» и др. Большое внимание было уделено выполнению научных исследований, предусмотренных в приоритетном федеральном проекте «Сохранение и предотвращение загрязнения реки Волги» (далее «Оздоровление Волги»), утверждённом Президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и приоритетным проектам в 2017 г.

Выполненными исследованиями обосновано, что экологическое состояние и качество поверхностных вод в наиболее экономически развитых регионах страны нельзя признать удовлетворительным. Из-за морального старения основного оборудования, износа и технической отсталости очистных сооружений в р. Волгу поступает  $\approx 40\%$  общего объема загрязненных сточных вод, сбрасываемых в водоёмы страны контролируруемыми источниками. При этом поступление загрязнений в водные объекты от неконтролируемых (диффузных) источников в бассейне р. Волги (как и в других хозяйственно освоенных речных бассейнах России) может значительно превышать их поступление от контролируемых (точечных) источников. В экономически развитых странах вклад контролируемых и диффузных источников загрязнения примерно одинаков.

В научных исследованиях по решению этой актуальной проблемы в рамках проекта «Оздоровление Волги» принимают участие более 20 ведущих научных коллективов страны (из них – 9 организаций Российской академии наук); функции головной организации возложены на Институт водных проблем РАН.

В 2019 году завершена разработка научно-методических основ «Концепции по снижению диффузного загрязнения водных объектов в бассейне Волги» (далее – Концепция) из различных источников: естественных ландшафтов, селитебных территорий, земель сельскохозяйственного использования, животноводческих комплексов, промышленных площадок, объектов транспортной инфраструктуры и др. Разработаны проекты инструктивных документов, включающие нормативно-правовые и экономические механизмы реализации Концепции.

Выполняемые исследования могут служить надёжной методической основой для реализации ключевых задач Водной стратегии Российской Федерации, обеспечения водной безопасности как неотъемлемой составляющей экологической безопасности страны в условиях современных вызовов, неопределенности природных и социально-экономических характеристик.

К фундаментальным проблемам современного этапа развития географии относятся: создание теоретико-методологических основ географии, соотношение пространственного и исторического подходов, целостность и дифференциация географической науки, ее положение в системе естественных и общественных наук, роль в решении глобальных проблем человечества, территориальной организации общества, взаимодействия человека и природы. В рамках современной географии ведется изучение глобальных изменений климата, даётся оценка их последствий для природы и экономики и возможности адаптации к ним общества.

Анализ повестки дня международных географических конгрессов и других мероприятий, проводимых под эгидой Международного географического союза в последние годы, позволяет выделить следующие тенденции в развитии географической науки.

1. Дальнейшая цифровизация географии будет выражаться в стремительном накоплении данных, новых возможностях их получения и обработки. В области дистанционного зондирования это прежде всего методы компьютерного зрения, автоматизированного распознавания образов, рост доступности спутниковых систем, а также увеличение их разрешающей способности. Новым источником «больших данных» станут приборы, оставляющие «цифровой след»: данные от устройств «интернета вещей», от глобальных сетей автоматического мониторинга природных процессов. Всё это сделает возможным слежение за природными и общественными процессами в режиме реального времени.

2. Международная научная кооперация ведёт в росту числа совместных исследовательских проектов, формированию открытых баз данных, росту доступности высокопроизводительных вычислений. В среднесрочной перспективе это будет и далее способствовать бурному развитию географического моделирования. Помимо уже распространённых моделей отдельных геосистем появятся многофакторные модели, позволяющие учесть отдалённые последствия современных климатических процессов. Будут построены региональные и глобальные модели динамики природной среды с годичным и сезонным разрешением, а палеогеографические реконструкции по детальности и надёжности приблизятся к данным инструментальных наблюдений. Повысится детальность и надёжность краткосрочных и среднесрочных прогнозов.

3. Накопленные знания о пространственной организации природно-антропогенных систем в разных регионах Земли и, на глобальном уровне, рост аналитических и прогностических возможностей географии как науки о территориальной организации природы и общества дадут возможность повысить эффективность управленческих решений, имеющих пространственный аспект. Предполагается, что география в среднесрочной и долгосрочной перспективе станет наукой об освоении сред и территорией, включая океаническую среду, морское дно, пустыню, Арктику и Антарктику, высокогорные районы. В долгосрочной перспективе географический инструментарий и функционал будет всё больше востребован астрономией и планетологией для всестороннего исследования планет как в Солнечной системе, так и за её пределами.

## **Важнейшие достижения**

### **1. Впервые установлено рециклирование океанической литосферы через глубинную мантию в Палеоархейское время (3,3 млрд лет назад)**

На основе определения содержаний главных и примесных элементов, воды и изотопов водорода в расплавах включений в оливине коматиитов зеленокаменных поясов Барбертон, Билингве и Абитиби получен прорывной результат, опубликованный в журнале *Nature* (Sobolev et al, 2019). Показано, что мантийные источники этих расплавов содержали избыток  $H_2O$  (Рис. 107a), свидетельствуя, что глубокий мантийный гидратированный резервуар присутствовал в недрах Земли по крайней мере со времен Палеоархея. Восстановленный исходный изотопный состав водорода коматиитов значительно более обеднен дейтерием, чем все поверхностные резервуары и типичная мантия (Рис. 107b), но соответствует таковому в дегидратированных субдуцированных плитах. Вместе со значительным избытком хлора и временной тенденцией Pb/Ce в мантийных источниках коматиитов (Рис. 107c) эти результаты указывают на то, что рециклинг литосферы в глубинную мантию, возможно, через субдукцию, начался более 3.3 млрд лет назад.

Работа выполнена в рамках грантов РФФИ 14-17-00491 и РФФИ 17-05-00856 (А.В. Соболев, Е.В. Асафов, В.Г. Батанова) и госзадания по теме «Петрология, геохимия и геодинамика процессов образования и эволюции литосферы океанов и континентов» (М.В. Портнягин). (ГЕОХИ РАН; руководитель – д.г.-м.н. С.А. Силантьев)

Публикация:

Sobolev, A.V., Asafov, E.V., Gurenko, A.A., Arndt, N.T., Batanova, V.G., Portnyagin, M.V., Garbe-Schönberg, D., Wilson, A.H., and Byerly, G.R. (2019). Deep hydrous mantle reservoir provides evidence for crustal recycling before 3.3 Gyr ago. *Nature* 571, 555-559.

### **2. Установлена новая особенность геодинамического режима щелочно-карбонатитового магматизма Земли**

Палеореконструкции карбонатитов фанерозоя (180 проявлений) показали, что 68% проектируется в центральные или периферические области Африканской зоны пониженных скоростей (LLSVP), расположенной на границе D» нижняя мантия – ядро Земли, и к которой приурочена генерация

глубинных мантийных плюмов. Это даёт основания предполагать генетическую связь карбонатитов с мантийными плюмами и является важным доводом в пользу глубинного (мантийного) источника тепла рудного вещества щелочно-карбонатитовых магм (Рис. 108).

Полное отсутствие карбонатитов фанерозоя в Тихоокеанской области пониженных скоростей может быть связано либо с продолжительным существованием тонкой океанской литосферы над этой областью, либо необходимым условием генерации карбонатитов является наличие толстой континентальной коры. (ГЕОХИ РАН, лаборатория геохимии и рудоносности щелочного магматизма, руководитель – академик Когарко Л.Н.).

Публикация:

Когарко Л.Н., Веселовский Р.В. Геодинамический режим карбонатитов – метод палеорекоkonструкций // ДАН. 2019. Том 484, N 2. С. 191–194. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-5652484267-70>. Kogarko L.N., and Veselovsky R.V. Geodynamic Regimes of Carbonatite Formation According to the Paleo-Reconstruction Method // Doklady Earth Sciences. 2019. Vol. 484, N 1. P.25–27. DOI: 10.1134/S1028334X19010112.

### **3. Проект: «Фундаментальные вопросы изучения и освоения ресурсов стратегических и высокотехнологичных металлов Забайкалья»**

Разработана трехмерная геолого-генетическая модель полихронного формирования крупных и уникальных месторождений черных, цветных, благородных и редких металлов одной из крупнейших металлогенических провинций России – Кодаро-Удоканской (Северного Забайкалья) (Рис. 109). Впервые показана последовательная смена формирования ранне- и позднемагматических железорудных месторождений, позднемагматическими и гидротермальными железо-серебряно-медными с Au, Pt, Pd, с концентрированием редких и летучих элементов на заключительном этапе функционировании Удокан-Чинейской рудно-магматической системы с образованием уран-редкоземельных руд в альбититизированных песчаниках или пропилитизированных габброидах. Впервые полученные датировки изотопных возрастов пород, комплексирование петрологических, геохимических, геофизических методов при построении 3D модели позволяют распознавать процессы телескопирования руд этого уникального рудного района. Установлены новые для рудного района типы руд: гидротермальных пирит-халькопиритовых Правоингамакитского месторождения, относимых ранее к «медистым» песчаникам удоканского типа. В строении Чинейского анортозит-габброноритового массива впервые выделены уран-редкоземельные руды, прежде не известные в ассоциации с габброидами. (ИГЕМ РАН, чл.-корр. РАН В.А.Петров, чл.-корр. РАН Ю.Г. Сафонов, д.г.-м.н. В.А.Коваленкер).

Публикация:

Bronislav Gongalsky, Nadezhda Krivolutsкая. World-Class Mineral Deposits of Northeastern Transbaikalia, Siberia, Russia. Springer Nature Switzerland AG. 2019. 321 p. ISBN 975-3-030-03545-4. doi:10.1007/978-3-030-03559-4 S.

### **4. Карта четвертичных образований масштаба 1:2 500 000 территории Российской Федерации**

В 2019 г. завершена работа по созданию карты четвертичных отложений территории Российской Федерации масштаба 1:2,5 М и прилегающих глубоководных акваторий (Рис. 110). Новая карта четвертичных отложений дополнена результатами многолетнего изучения четвертичных отложений, полученными за последние 40 лет. Карта составлена на основе детализированной Общей стратиграфической шкалы квартера, в которой ступени всех звеньев неоплейстоцена скоррелированы со стадиями кислородно-изотопной шкалы.

Карта сопровождается схемами-врезками масштаба 1:25 М – структурно-формационного районирования; районирования по страторегионам квартера; распространения многолетнемерзлых и



сезонномерзлых пород; морских трансгрессий и оледенений; а также межрегиональной стратиграфической схемой квартера территории Российской Федерации.

Новая четвертичная карта с объяснительной запиской является новейшей научной сводкой данных по строению четвертичного покрова России. Приведены особенности строения четвертичного покрова крупных регионов России, освещены вопросы палеогеографии квартера территории России, в том числе дискуссионные.

Работа над картой проводилась в рамках проведения работ по сводному и обзорному картографированию территории суши Российской Федерации Государственного задания Федерального Агентства по недропользованию (Роснедра). (ВСЕГЕИ; главные редакторы: О.В. Петров, А.Ф. Морозов. Авторы: А.С. Застрожных, В.К. Шкатова, Е.А. Минина, В.Д. Тарноградский, В.И. Астахов, Е.А. Гусев.)

## **5. Мантийно-коровое взаимодействие в областях анорогенного магматизма и его роль в формировании редкометалльных магм (на примере Центрально-Азиатского складчатого пояса)**

Установлены причины возникновения крупнейших батолитов мира – Ангаро-Витимского, Хангайского и Хэнтейского. На примере Хангайского батолита показано, что источником магм служила не только кора, но и обогащенная мантия, параметры которой определялись более высоким, чем в деплетированной мантии U/Pb отношением ( $\mu = 9,5$ ), а также более низким значением  $\epsilon_{\text{Nd}}(t) = (0 - +2)$ . Это стало первым изотопно-геохимическим подтверждением участия мантийных магм в батолитообразовании и позволило связать батолиты-гиганты Центральной Азии с активностью мантийных плюмов, воздействие которых на литосферу привело к масштабному коровому анатексису (Рис. 111). Оценена продолжительность формирования каждого из батолитов, составившая ~30 млн лет, что отражает время, необходимое для остывания в глубинах Земли очагов анатектических магм объемом ~ 1 млн км<sup>3</sup>. (ИГЕМ РАН; академик РАН В.В. Ярмолюк).

Публикации:

Ярмолюк В.В., Никифоров А.В., Козловский А.М., Кудряшова Е.А. Позднемезозойская магматическая провинция востока Азии: строение, магматизм и условия формирования. // ГЕОТЕКТНИКА, 2019, № 4, с. 60–77. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0016-853X2019360-77>.

Ярмолюк В.В., Дегтярев К.Е. Докембрийские террейны Центрально-Азиатского орогенного пояса: сравнительная характеристика, типизация и особенности тектонической эволюции. // ГЕОТЕКТНИКА, 2019, № 1, с. 3–43. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0016-853X201913-43>.

Ярмолюк В.В., Козловский А.М., Травин А.В., Кирнозова Т.И., Фугзан М.М., Козаков И.К., Плоткина Ю.В., Энжин Г., Оюунчимэг Ц., Свиридова О.Е. Длительность формирования и геодинамическая природа гигантских батолитов Центральной Азии: данные геологических и геохронологических исследований Хангайского батолита. // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2019, том 27, № 1, с. 79–79. DOI: <https://doi.org/10.31857/0869-592X27179-102>.

6. Сотрудники ИФЗ РАН, Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН и Камчатского филиала ФИЦ ЕГС РАН в рамках Мегагранта Минобрнауки N14.W03.31.0033 «Комплексное изучение и мониторинг геодинамических процессов в Курило-Камчатской зоне субдукции» **разработали новый метод анализа вулканических треморов на основе одновременного анализа записей многих сейсмических станций** [1,2].

Предложенный метод позволяет надёжно распознавать вулканические треморы на фоне шумов и определять местоположение их источников. Работы метода была продемонстрирована на данных по району Ключевской группы вулканов на Камчатке (Рис.112). Метод является эффективным средством мониторинга вулканической активности и в настоящее время используется Камчатским Филиалом Геофизической Службы РАН. (ИФЗ РАН, ИВиС ДВО РАН, КФ ФИЦ ЕГС РАН, профессор РАН Н.М. Шапиро).

Публикации:

1. Soubestre, J., Seydoux, L., Shapiro, N.M., de Rosny, J., Droznin, D.V., Droznina, S.Y., Senyukov, S.L., and Gordeev, E.I. (2019). Depth migration of seismovolcanic tremor sources below the Klyuchevskoy volcanic group (Kamchatka) determined from a network-based analysis. *Geophysical Research Letters*, 46. <https://doi.org/10.1029/2019GL083465>.

2. Soubestre, J., Shapiro, N.M., Seydoux, L., de Rosny, J., Droznin, D.V., Droznina, S.Y., Senyukov, S.L., and Gordeev, E.I. (2018). Network-based detection and classification of seismovolcanic tremors: Example from the Klyuchevskoy volcanic group in Kamchatka. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 123. <https://doi.org/10.1002/2017JB014726>.

### **7. Схема пространственно-временных соотношений изоград метаморфизма и тектонической структуры палеопротерозойского ладожского комплекса (ЮВ Балтийского щита)**

На основе инструментально-аналитических оценок термодинамических параметров метаморфизма (P,T), полученных методами равновесной минерально-фазовой термобарометрии создана новая схема метаморфической зональности палеопротерозойского ладожского комплекса (ЮВ Балтийского щита) (Рис. 113). В целях оценки пространственно-временных взаимосвязей и соотношений деформационных и метаморфических процессов создана 3D модель конфигурации региональных изоград метаморфизма, встроенных в тектоническую структуру свекофеннского этапа тектогенеза, которая позволяет объяснить феномен инвертированной метаморфической зональности в подвижных поясах. (ИФЗ РАН, член-корреспондент РАН Ю.А. Морозов).

Публикации:

Морозов Ю.А., Кулаковский А.Л., Смутьская А.И. Строение и структурно-метаморфическая эволюция Северного домена Приладожья в системе «чехол – фундамент» // Раздел в монографии «Ладожская палеопротерозойская структура (геология, глубинное строение и минерагения). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2019. Отв. ред. Н.В. Шаров. С. 162–180.

Морозов Ю.А., Матвеев М.А., Кулаковский А.Л., Смутьская А.И. Псевдотахилиты – два генетических типа // Доклады АН, 2019. Том. 484. № 5. С. 325–330.

Морозов Ю.А., Кулаковский А.Л., Матвеев М.А., Смутьская А.И. О вертикальной структурной зональности в метаморфогенной коре (на примере Северного Приладожья) // «Проблемы тектоники континентов и океанов». Материалы LI Тектонического совещания. М.: ГЕОС, 2019. 371 с. Т. II. С. 67–73.

### **8. Структурные особенности поверхности внутреннего ядра Земли под Южной Америкой и Восточной Евразией**

Впервые проведено площадное зондирование поверхности внутреннего ядра Земли под Южной Америкой и восточной Евразией с помощью отражённых волн. На основе статистически представительных данных (более 1300 измерений) получена устойчивая оценка скачка плотности на границе внутреннего ядра, которая для фрагмента поверхности под Южной Америкой составила 0.9 г/см<sup>3</sup>, а под восточной Евразией 0,3 г/см<sup>3</sup>. Трёхкратное отличие полученных значений указывает на существенно различный режим затвердевания твёрдого внутреннего ядра Земли из расплава жидкого внешнего для этих двух фрагментов поверхности. На Рис. 114 приведены интерпретации полученных результатов с позиций дихотомной структуры внутреннего ядра (А) и мозаичности его поверхности (Б). Дихотомия предусматривает доминирование кристаллизации в более плотном и холодном Западном полушарии внутреннего ядра и трансляцию его вещества в восточном направлении, а мозаичность отражает локальные различия в термодинамическом режиме затвердевания, влияющие на конвекцию во внешнем ядре и, соответственно, эволюцию магнитного поля Земли. (ИДГ РАН, д.ф.-м.н. Краснощеков Д. Н., д.ф.-м.н. Овчинников В.М.).

Публикация:

Krasnoshchekov, D., Ovtchinnikov, V., Polishchuk, V. (2019) Dissimilarity of the Earth's Inner Core Surface Under South America and Northeastern Asia Revealed by Core Reflected Phases // Journal of Geophysical Research: Solid Earth, vol. 124, #5, 4862–4878, <https://doi.org/10.1029/2019JB017408>.

## **9. Развитие теории комплексного извлечения ценных компонентов и глубокой переработки труднообогатимых руд и нетрадиционного минерального сырья**

Научно и экспериментально обоснован способ и вскрыт механизм модификации люминесцентных характеристик алмазов для активации слаболюминесцирующих и нелюминесцирующих кристаллов, выявлены составы эффективных люминофорсодержащих композиций, селективно закрепляющихся на поверхности алмазов, что обеспечивает снижение их потерь в действующих схемах рентгенолюминесцентной сепарации РЛС (Рис. 115).

В кимберлитовых рудах содержится от 5 до 10% несветящихся алмазов, которые теряются с хвостами рентгенолюминесцентной сепарации (РЛС). Научно обоснована возможность повышения светимости алмазов за счет закрепления на поверхности кристаллов люминесцирующих веществ (люминофоров). Для селективного закрепления люминофоров на поверхности алмазов были разработаны композиции люминофорсодержащих эмульсий, адаптированных к реальным условиям РЛС. Реализация данной идеи в способе повышения светимости алмазов позволит снизить потери несветящихся алмазных кристаллов. (ИПКОН РАН; академик РАН Чантурия В.А., д.т.н. Двойченкова Г.П., Ковальчук О.Е., к.т.н. Подкаменный Ю.А.).

Публикации:

1. Чантурия В.А., Двойченкова Г.П., Морозов В.В., Яковлев В.Н., Ковальчук О.Е., Подкаменный Ю.А. Экспериментальное обоснование состава люминофорсодержащих композиций для извлечения нелюминесцирующих алмазов // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2019. – № 1. – С.128–136. Переводная версия статьи (Web of Science): Chanturia, V.A., Dvoichenkova, G.P., Morozov, V.V. et al. J Min Sci (2019) 55: 116. <https://doi.org/10.1134/S106273911901536X>.

2. Чантурия В.А., Двойченкова Г.П., Морозов В.В., Ковальчук О.Е., Подкаменный Ю.А., Яковлев В.Н. Экспериментальное обоснование состава люминофоров для индикации алмазов в условиях рентгенолюминесцентной сепарации кимберлитовых руд // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2018. – № 3. – С. 112–120. DOI: 10.15372/FTPRPI20180311. Переводная версия статьи (Web of Science): Chanturia, V.A., Dvoichenkova, G.P., Morozov, V.V. et al. J Min Sci (2018) 54: 458. <https://doi.org/10.1134/S1062739118033858>.

**10. Созданы согласованные сейсмогеологические и структурно-тектонические модели неопротерозойско-фанерозойских отложений Анабаро-Хатангской и Лено-Анабарской нефтегазовых областей (НГО), выполнен анализ геологических и геохимических предпосылок нефтегазоносности этого региона, определены основные типы нефтегазоперспективных объектов (Рис. 116). (ИНГГ СО РАН).**

Публикации:

Конторович В.А., Лунев Б.В., Лапковский В.В. Геолого-геофизическая характеристика Анабаро-Хатангской нефтегазоносной области; численное моделирование процессов формирования соляных куполов (Сибирский сектор Российской Арктики) [Электронный ресурс] // Геодинамика и тектонофизика. – 2019. – Т. 10. – № 2. – С. 459–470.

Конторович В.А., Калинина Л.М., Калинин А.Ю., Соловьев М.В. Структурно-тектоническая характеристика и перспективы нефтегазоносности Анабаро-Хатангской седловины (Хатангский залив моря Лаптевых и прилегающие территории) [Электронный ресурс] // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2019. – Т. 14. – № 3. – С. 1–18.

Конторович В.А., Калинин А.Ю., Калинина Л.М., Соловьев М.В. Сейсмогеологические модели и нефтегазоносность осадочных комплексов в арктических регионах Лено-Тунгусской нефтегазовой провинции (Анабаро-Хатангская, Лено-Анабарская НГО) // Геология нефти и газа. – 2019. – № 5. – С. 39-50.

### **11. Мониторинг температуры многолетнемерзлых пород (ММП)**

На основе данных многолетнего мониторинга криолитозоны в северных регионах Европейской части и Западной Сибири впервые с высокой степенью достоверности установлено, что деградация мерзлоты вследствие климатических изменений приобретает в южных тундровых и лесотундровых ландшафтах массовый характер и сопровождается опусканием кровли мерзлоты на 4–10 м. Наиболее активно оттаивание мерзлоты протекает сверху со скоростью до 0,6 м/год. В зоне южной тундры чередуются годы отделения и восстановления – там, где оттаивание началось, его скорость составляет пока 0,1 м/год. В зоне типичной тундры криолитозона остается стабильной и, по-видимому, будет сохраняться еще около 10–20 лет. Составлена оценочная карта – схема состояния мерзлоты в Западном секторе Российской Арктики (Рис. 117).

В результате анализа изменения температуры криолитозоны за десятилетний период с (2007–2009) по 2016 год, установлено повышение температуры грунта в зоне сплошной вечной мерзлоты вблизи глубины нулевой годовой амплитуды на  $0,39 \pm 0,15^{\circ}\text{C}$ , в зоне прерывистой мерзлоты – на  $0,20 \pm 0,10^{\circ}\text{C}$ , в горных территориях – на  $0,19 \pm 0,05^{\circ}\text{C}$ , а в Антарктиде – на  $0,37 \pm 0,10^{\circ}\text{C}$ . В глобальном масштабе это повышение составило  $0,29 \pm 0,12^{\circ}\text{C}$ . Наблюдаемая тенденция обусловлена повышением температуры воздуха в Северном полушарии. Повышение температуры и деградация мерзлых толщ может усилить глобальное изменение климата, поскольку при таянии ММП происходит высвобождение органического углерода из почвы (рис.118). (ИКЗ ТюмНЦ СО РАН)

Публикации:

1. Группа авторов // Деградация мерзлоты: результаты многолетнего геокриологического мониторинга в Западном секторе Российской Арктики // Криосфера Земли, 2020. № 1 (принята в печать).

2. Группа авторов // Nature Communications (2019) 10:264 <https://doi.org/10.1038/s41467-018-08240-4> www.nature.com/naturecommunications. WoS 2019 02 16 Biskaborn\_et\_al-2019-Nature Communications.

### **12. Эмпирическое моделирование климата прошлого (Рис. 119): реконструкция механизма изменения климата в среднем плейстоцене**

Предложен новый подход к построению модели динамической системы, который был применен для исследования причины климатического перехода среднего плейстоцена (~ 1 млн лет назад), когда регулярные колебания с периодом 41 тыс. лет сменились высокоамплитудными 100-тысячелетними пилообразными колебаниями глобального климата. На основе анализа данных, извлеченных из донных отложений четвертичного периода, построена динамическая модель этого явления. Сделан вывод, что 100-тысячелетние ледниковые циклы возникли в среднем плейстоцене благодаря изменению собственной динамики климатической системы плейстоцена вследствие медленного тренда, что, наряду с воздействием быстропеременных климатических процессов, привело к возникновению нелинейных релаксационных колебаний большой амплитуды. Установлено, что переход среднего плейстоцена не связан с вариациями орбитальных параметров Земли (циклы Миланковича), а определяющим орбитальным внешним воздействием до и после перехода был меридиональный градиент инсоляции, обусловленный колебаниями угла наклона земной оси по отношению к эклиптике с периодом 41 тыс. лет.

Разработанный подход к моделированию климата основан на новых методах извлечения информации из данных и может использоваться для верификации существующих климатических моделей, в том числе – для оценки адекватности их прогностической способности. (ИПФ РАН; авторы: Д.Н. Мухин, А.С. Гаврилов, Е.М. Лоскутов, Ю. Куртц, А.М. Фейгин).

Публикация:

Mukhin, D., Gavrilov, A., Loskutov, E., Kurths, J., & Feigin, A. (2019). Bayesian Data Analysis for Revealing Causes of the Middle Pleistocene Transition. *Scientific Reports* 2019 9:1, 9(1), 7328. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-43867-3>.

**13. Созданы поисково-исследовательский комплекс и технология** для эффективного контроля подводных ядерно и радиационно-опасных объектов и параметров экосистем в местах нахождения объектов. Комплекс включает необитаемые подводные аппараты, оборудованные гидроакустической, фото-телевизионной и гамма-спектрометрической аппаратурой. Это позволило идентифицировать особо опасные высокоактивные объекты в составе захоронений твердых радиоактивных отходов в Карском море (Новая Земля, залив Абросимова), в том числе реакторный отсек АПЛ К-19, оценить их состояние и воздействие на арктическую экосистему (Рис. 120). (ИО РАН).

Публикации:

Римский-Корсаков Н.А., Флинт М.В., Поярков С.Г., Анисимов И.М., Белевитнев Я.И., Пронин А.А., Тронза С.Н. Развитие технологии комплексных инструментальных подводных наблюдений применительно к экосистемам Российской Арктики // *Океанология*. 2019. Т. 59. №4. С. 679–683. DOI: 10.1134/S0001437019040143.

Анисимов И.М., Римский-Корсаков Н.А., Тронза С.Н. Развитие глубоководных технологий визуальных наблюдений рельефа дна и подводных объектов// *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2019. № 10. С. 149–153. DOI: 10.17513/mjprfi.12883.

Лискин В.А., Зарецкий А.В., Римский-Корсаков Н.А. Разработка глубоководных буксируемых систем для исследования придонной области океана // *Научное обозрение. Технические науки*. 2019. № 1. С. 37–42. DOI: 10.17513/srts.1229.

#### **14. Синоптические вихри в море Бофорта по спутниковым альтиметрическим измерениям**

По данным спутниковой альтиметрии выполнена идентификация синоптических вихрей и исследованы их характеристики в море Бофорта и в Чукотском море за двадцатипятилетний период на основе разработанного программного комплекса автоматической обработки спутниковой информации. Определены характерные траектории вихрей, орбитальные скорости и скорости смещения, пространственное распределение их размеров, частота образования, а также сезонная и межгодовая изменчивость этих характеристик. Показано, что в Арктическом бассейне присутствует достаточно большое количество крупных вихрей радиусом более 20 км (Рис. 121).

Определены области максимальной вихревой активности (акватория к северо-западу от устья р. Маккензи, вход в залив Амундсена, юго-западная периферия Арктического антициклонического круговорота, южная и восточная часть Чукотского моря) (Рис. 122), в которых исследована сезонная и межгодовая изменчивость вихревых характеристик в течение безледного сезона и возможные механизмы формирования вихрей. (МГИ РАН, Кубряков А.А., Козлов И.Е.).

Публикация:

Kozlov, I.E., Artamonova, A.V., Manucharyan, G.E., & Kubryakov, A.A. (2019). Eddies in the Western Arctic Ocean from spaceborne SAR observations over open and marginal ice zones. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, Volume124, Issue 9, Pages 6601–6616, doi: 10.1029/2019JC015113.

**15. Впервые установлено значительное влияние распада ледников** Северной Америки и Камчатского полуострова на гидрологию поверхностных вод северной части Тихого океана и климат прилегающего континента во время терминации последнего оледенения.

Данные изотопного состава кислорода планктонных фораминифер, скорректированные на изменения  $\delta^{18}\text{O}$  вод Мирового океана, показывают существенное влияние распада Кордильерского ледникового щита и ледников Камчатского полуострова на среду и гидрологические условия поверх-

ностных вод северо-восточной части и прикамчатского района Тихого океана вследствие пульсаций притока талых ледниковых вод за последние 20 тыс. лет (Рис. 123). (ТОИ ДВО РАН)

Публикация:

Gorbarenko S.A., Shi X., Zou J., Velivetskaya T., Artemova A.V., Liu Y., Yanchenko E.A., Vasilenko Yu.P. Evidence of meltwater pulses into the North Pacific over the last 20 ka due to the decay of Kamchatka Glaciers and Cordilleran Ice Sheet // *Global and Planetary Change*. 2019. V. 172. P. 33-44. DOI: 10.1016/j.gloplacha. 2018.09.014 (WoS, Q1).

**16. В результате проведения непрерывного сейсмоакустического профилирования высокого разрешения дна Таганрогского залива Азовского моря впервые были выявлены погребенные под слоями осадков края абразионной террасы и валообразные положительные формы рельефа, сформированные древними речными потоками. Это является фактическим подтверждением предположения об эрозионной природе образования современной акватории Залива за счет абразии берегов палео-Дона, происходившей на общем фоне трансгрессивного поднятия уровня моря в голоцене**

На примере акватории Таганрогского залива показано, что строение осадочной толщи голоценового возраста Азовского моря отражает изменение условий осадконакопления, начиная с субэвраль-ного этапа развития территории, вплоть до настоящего времени (Рис. 124).

Методом непрерывного сейсмоакустического профилирования выявлены характерные различия в строении верхней части осадочной толщи акватории Таганрогского залива. На записях сейсмо-профилирования прослеживается выработанная в глинах абразионная терраса, бровка которой расположена на расстоянии около 3 км от клифов южного берега залива. Ее образование увязывается с голоценовыми трансгрессиями моря. В центральной и восточной частях залива отчетливо выделяются валообразные положительные формы рельефа, имеющие относительную высоту 2–3 м и погребенные под слоями осадков, которые отложились около 4,5–5,5 тыс. л.н. Валы прослеживаются параллельно линии современного берега, а восточнее Очаковской косы уже не выделяются. На записях временных разрезов они разделяются ложбинами, тальвеги которых в этом районе находятся на глубинах 7–10 м от современного уровня моря. Такое строение погребенного палеорельефа может быть обусловлено деятельностью речных потоков (палео-Дона и его притоков) на ранних этапах голоценовой истории и последующим развитием трансгрессии, в результате которой низменные прибрежные территории были затоплены водами наступающего моря. (ЮНЦ РАН).

Публикация:

Матишов Г.Г., Польшин В.В. Современный подход в изучении истории Азовского моря в голоцене // Доклады АН, 2019. Т. 489. № 2. С.78–82. WoS, Q3.

**17. Впервые выявлена специфика изменений в криолитосфере Земли при субвертикальной миграции газа, включая вулканический механизм и мощные выбросы (извержения) газа с формированием гигантских кратеров (Рис. 125).**

В результате комплексного анализа данных дистанционного зондирования Земли и полевых исследований на полуострове Ямал построены не имеющие аналогов картографические схемы распространения 7185 потенциально опасных бугров пучения и 415 термокарстовых озер с кратерами выбросов газа на дне, на основе которых выявлены зоны повышенного риска выбросов газа (Рис. 126). Установлено, что наиболее опасной является восточная часть Ямала, особенно Сеяхинский, Северо-Тамбейский и Южно-Тамбейский участки. Впервые для арктических условий разработана методика радиометрической коррекции космоснимков в тепловом (инфракрасном) диапазоне длин волн, повышающая эффективность и достоверность выявления трансформаций тундровых ландшафтов. Результаты НИР позволяют снизить риски возникновения аварийных и катастрофических ситуаций на объектах нефтегазового комплекса в арктических и субарктических зонах, связанные с природными и антропогенными факторами. (ИПНГ РАН).

Результаты доложены на 11 международных конференциях и опубликованы в монографии и 15 статьях, включая:

1. Глобальные тенденции освоения энергетических ресурсов Российской Арктики. Часть II. Мониторинг освоения арктических энергетических ресурсов. Авторы: В.И.Богоявленский и др. - Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2019. – 177 с. (монография).

2. Богоявленский В.И., Сизов О.С., Богоявленский И.В., Никонов Р.А., Каргина Т.Н. Дегазация Земли в Арктике: комплексные исследования распространения бугров пучения и термокарстовых озер с кратерами выбросов газа на полуострове Ямал. // Арктика: экология и экономика, 2019, №4(36), с.52-68. (Ядро РИНЦ)

3. Bogoyavlensky V.I. Kazanin G.S., Kishankov A.V. Gas saturation of shallow deposits of the Arctic and Subarctic seas // Marine Technologies, EAGE, 2019. – 5 p. (Scopus)

4. Bogoyavlensky V.I., Kishankov A.V., Yanchevskaya A.S., Bogoyavlensky I.V. Gas Hydrates Potential of the Arctic and Caspian offshore // III International Conference “Geology of the Caspian Sea and adjacent areas” EAGE, Baku, 2019. – 5 p. (Scopus)

## **ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ**

### **Состояние общественных наук**

Одной из наиболее выраженных тенденций современных общественных наук как комплекса научных дисциплин (философия, социология, политология, психология, экономика и право) является формирование новой гуманитарной парадигмы, интегрирующей знания и опыт, научное понимание индивидуального и коллективного социального поведения, социальных действий людей и создаваемой ими социальной реальности.

#### **Философия**

Ведутся исследования в рамках актуальных направлений эпистемологии и философии науки, таких как социальная, эволюционная, формальная эпистемология, анализ нового типа отношений эпистемологии и когнитивных наук, а также связи современной эпистемологии и «общества знания». Специальное внимание уделяется ряду проблем, характеризующих современную эпистемологию: связь эпистемологии и философии сознания, эпистемологический релятивизм и социальный конструкционизм, телесное и энактивное познание, язык как предмет эпистемологического анализа, виртуальная реальность, личная и коллективная идентичность. Впервые в отечественной научной литературе проведен критический анализ социального конструкционизма, ведется разработка проекта критической адаптации в Российской Федерации программы исследования науки и техники, как она получила развитие в англо-американской аналитической философии и гуманитаристике (science and technology studies – STS), в сфере логических исследований ведется исследование четырехзначных матрицах классической логики и т.д.

В области философской антропологии и наук о человеке ведутся исследования концептуальных оснований критической философской рефлексии, биоэтики, социогуманитарной экспертизы, а также совместного производства научных знаний и социальных структур, инновационной деятельности, междисциплинарной коммуникации, трансдисциплинарности, системно-сложностного подхода в решении комплексных задач организации и управления инновационными процессами в условиях конвергенции знаний. Ведется работа по раскрытию когнитивно-интеграционного потенциала социогуманитарного знания в его соотнесенности с естественно-научным, техническим и инженерным знанием, рассмотрены вопросы информационного общества как форсайт-проекта человека, Hi-tech практик, аксиологических аспектов и оценка рисков для человека. Идет процесс

выявления актуальных и потенциальных возможностей новых технологий, которые оказывают наиболее интенсивное воздействие на человека, а также факторов риска для человека, связанных с воздействием на него новых технологий, междисциплинарное поисковое картирование некоторых заболеваний с экспликацией рисков и структур патогенетических связей и их соматические последствия.

В области этики, эстетики, философии религии продолжается изучение сущностных и функциональных характеристик нравственности, художественной деятельности и религии. Основные направления исследований: история этической мысли, анализ отдельных учений, направлений и школ; феномен морали, ее теоретический и критический анализ; анализ различных феноменов морали; эстетическое сознание, художественно-эстетическая практика; эстетика как наука в XXI веке, ее историко-метафизические основы и новые тенденции; иерархизация задач философии религии как поля применений философской рефлексии; применение метода аналитической философии к реконструкции объектов философско-религиозного дискурса; анализ тринитарной проблематики в латинской патристике; феномены мистицизма, социологии религии, агатологии и т.д. На данной основе осмысливается современный социокультурный опыт, условия его возможности и особенности конкретных проявлений на общественном, коммунитарном и индивидуальном уровнях.

Работа в области социальной и политической философии включает в себя исследование исторических моделей политического знания в условиях трансформации идеологических процессов, их эволюции и роли на современном этапе развития государств, а также переосмысление идейного пласта русской политико-философской мысли. Основные направления исследований: трансформация гражданства под влиянием миграционных процессов; анализ места и роли философии истории в современном историческом познании; анализ философского дискурса о самосознании культуры в меняющемся мире; эволюция смыслов и ценностей российского самосознания в его самобытных и общечеловеческих проявлениях; традиционные модели изучения мутаций современного капитализма и механизмы решения указанных проблем; взаимодействие политической философии с другими формами философского знания; анализ изменений образов современности и ведущих социальных трендов; изучение связей глобализации и регионализации, роли фактора культуры и национальных культур в процессах модернизации.

Основным направлением историко-философских исследований является изучение взаимных влияний и связей различных философских направлений и национальных традиций. Наиболее перспективным является исследование ключевых идей философских традиций различных цивилизаций в свете современных социокультурных и мировоззренческих вызовов через развитие компаративистского и межкультурного подходов. Ведется работа над масштабным проектом, в рамках которого осуществлен философский анализ сложившихся в истории материально-практических и культурно-духовных предпосылок российского типа цивилизационного развития; политико-культурный анализ проблематики российского цивилизационного проекта в ситуации глобального мира и при наличии мировых центров силы; философский, политологический и культурологический анализ актуальных трендов и механизмов цивилизационного развития российского социума.

Продолжена активная работа по созданию первой в Российской Федерации Электронной философской энциклопедии – исследовательского проекта, призванного стать первым современным русскоязычным путеводителем в мире стремительно меняющегося философско-гуманитарного знания, когда такие философские систематизации, как Стэнфордская, Рутледж, Блумсберская энциклопедии философов, энциклопедия Пирса и др. уже обошли по рейтингу цитирования многие научные журналы и периодические издания. За отчетный год Энциклопедия пополнилась двумя электронными томами, охватывающими знания о терминологических прояснениях философских категорий, о русской, индийской, китайской философии, о европейской философии периода Средних веков и Постмодерна.



## **Социология**

Принципиально важными моментами, характеризующими состояние социологии, политологии, социальной демографии в Российской Федерации стали ответы на вызовы социально-политических и демографических аспектов развития современного российского общества в условиях становления нового технологического уклада, развития цифровых технологий в жизнедеятельности современного общества, усиления глобального характера жизнедеятельности национальных и локальных сообществ. Значение научного исследования этих проблем определяется принятием Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации и реализацией Указа Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». С 2019 года в России действуют новые Национальные проекты федерального масштаба по трём направлениям: «Человеческий капитал» («Здравоохранение», «Образование», «Демография», «Культура»), «Комфортная среда для жизни» («Безопасные и качественные автомобильные дороги», «Жильё и городская среда», «Экология») и «Экономический рост» («Наука», «Малое и среднее предпринимательство и поддержка индивидуальной предпринимательской инициативы», «Цифровая экономика», «Производительность труда и поддержка занятости», «Международная кооперация и экспорт», «Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры»). Реализация национальных проектов рассчитана на период 2019-2024 годов и требует квалифицированной научной экспертной поддержки.

## **Право**

Для современного состояния теоретико-правовой и историко-правовой науки в настоящее время характерно существенное обновление тематики научных исследований, в частности изменение вектора изучения с анализа сущностной основы государственных и правовых институтов на изучение влияния новых цифровых технологий на систему принятия правовых решений и реформирование системы государственного управления.

Наряду с этим анализ процессов самоуправления и делегирования отдельных функций органов публичной власти негосударственным общественным объединениям является вызовом и экспериментом по сравнению с классическими моделями государственного управления, существовавшими на протяжении XX века и первого десятилетия XXI века.

Важнейшими направлениями научных исследований являются вопросы развития и совершенствования различных видов правовой политики: уголовно-правовой; информационно-правовой; международно-правовой, также правовой политики в сфере научно-технологического развития страны, проблемы формирования и реализации правовой политики Евразийского экономического союза.

Указанные и иные проблемы соотносятся с тенденциями глобализации и регионализации международной жизни. Сформулированы важнейшие задачи правовой политики: с одной стороны, это доктринальное и нормативное осмысление соответствующих глобальных и региональных тенденций, с другой – выработка рекомендаций и предложений по оптимизации и гармонизации отечественного законодательства с целью защиты национальных интересов и недопущения или минимизации негативных последствий участия России в процессах мировой интеграции.

Проведенный анализ законодательных инициатив различных стран мира свидетельствует о постановке государствами задач как по решению отдельных, наиболее актуальных вопросов, связанных с развитием цифровой экономики и применением искусственного интеллекта и робототехники, так и по глобальному определению перспектив системного анализа и регулирования использования искусственного интеллекта в различных сферах общественной жизни, а также обеспечения системы безопасности личности, общества и государства от возможных угроз выхода искусственного интеллекта из под контроля человека.

## **Политология**

В отечественной политической науке можно констатировать сокращение дискурса «перехода» от советской политической системы к демократической, правовой и т.п. Одновременно нарастает расширение дискурса «идентичности», «цивилизационной самобытности» и т.п. Данное явление может служить индикатором не только изменения политической обстановки в стране и в вокруг неё в мире, но и завершением состояния выхода/перехода из социалистического общества к какому-то новому состоянию российского общества. Российское общество пытается определять себя не через отрицание (через указание на то, чем не является), а пытается описать себя через то, что оно есть, чем оно по факту стало.

## **Психология**

Развитие психологической науки направлено на комплексное рассмотрение наиболее актуальных, фундаментальных проблем психологической науки, выявление современных тенденций ее развития в контексте общей системы естественнонаучного и социогуманитарного знания. Осуществляются теоретические и эмпирические исследования психологических механизмов формирования и функционирования дискурса в разных сферах современной жизни: городская среда мегаполиса, информационно-развлекательные интернет-сайты, социальные сети, взаимодействие в кризисной ситуации и в условиях совместной интеллектуальной деятельности, психодиагностическая практика, киноискусство. Исследования, выполненные с использованием методов контент-анализа, охватывают личностный, когнитивный, интерактивный аспекты дискурса, а также аспект дискурсивного воздействия. Получены новые данные, касающиеся многообразия дискурсивной практики и новых видов дискурса, получающих распространение в обществе: патриотический дискурс сетевого сообщества, дискурсивные практики городской среды мегаполиса и др. Ряд выполненных работ имеет научно-практический характер и обращен к таким актуальным проблемам, как факторы эффективности дискурсивного воздействия, разработка средств формализации психологического анализа дискурса и построения алгоритма обработки автоматического контент-анализа.

Разработана теоретическая модель регуляции ценностей человека, позволяющая уточнить структурные элементы разрабатываемой математической модели.

Развивается в рамках исследований познавательных процессов идея системности в психологии, специальное внимание уделено разработке моделей, учитывающих многомерность и иерархичность психики, а также анализу индивидуально-психологических детерминант, опосредующих особенности когнитивно-коммуникативных процессов. Новизна проводимых работ выражается в системном исследовании познавательных процессов обращенных как к предметному, так и к социальному миру; в экологическом подходе к исследованию памяти, восприятия и мышления; в интегрировании количественных и качественных методов получения и анализа данных, в разработке методов анализа вербальных данных, в задействовании современной аппаратной базы и, прежде всего, айтрекеров для регистрации движений глаз, а также высококачественной аппаратуры звуковоспроизведения и аппаратно-программного комплекса для изучения когнитивных процессов в ситуациях референтного общения.

В рамках разработки общей концепции психического развития человека как субъекта жизни, показано, что психическое развитие рассматривается как процесс, который во многом детерминирован активностью человека, его склонностью к самоорганизации и способностью к регуляции.

В исследованиях подтверждено предположение о том, что культурная память и поведенческие паттерны, обусловленные нравственными установками, передаются через поколение преимущественно не от родителей к детям, а от дедов к внукам. Сопоставлялись социальные представления о романтических отношениях и браке миллениалов с поколением бэби-бумеров.

Описана структура и выделены показатели экономико-психологической зрелости личности.

На основе проведенного эмпирического исследования выделены предпосылки отношения личности к биомедицинским технологиям.

Углубление научной рефлексии истории психологического познания является необходимым условием продуктивного развития современной психологической науки.

Новым перспективным направлением современной российской психологии является историческая психология. Исследуя психологию личности и социальных общностей в контексте определенного исторического времени, историческая психология позволяет эксплицировать и изучить имевшие место, состоявшиеся, завершившие полный цикл своего развития психологические явления. В русле изучения менталитета в рамках исторической психологии продолжался анализ разных подходов к его трактовке.

Разработаны новые подходы и методы диагностики, формирования и развития профессионального менталитета в современных организациях и информационно-коммуникативных технологиях, изучена феноменология, структура, детерминанты и ресурсы профессионального менталитета в современных условиях.

Исследованы фундаментальные закономерности развития психологии труда, эргономики, инженерной и организационной психологии.

Выявление биологических основ и психофизиологических закономерностей поведения человека имеет фундаментальное значение для его моделирования и создания способов воздействия. Исследования базируются на интеграции опыта лидирующих направлений исследований в данной области, а предлагаемые методы и подходы соответствуют самым высоким международным стандартам в области современных нейронаук, экспериментальной психологии и психофизиологии.

Актуальность исследований проблем способностей и индивидуальных ментальных ресурсов связана с формированием и мобилизацией «человеческого капитала» как базового фактора прогрессивного развития общества. Научная новизна данного исследования состоит в анализе человеческого капитала с точки зрения триединой природы способностей человека – биологической, психологической и социальной.

Предложены квадриполярные модели измерений психометрического интеллекта и креативности, позволяющие объяснять психологическую неоднозначность высоких и низких показателей интеллекта и креативности.

## **Экономика**

Приоритетные направления развития – темы, связанные с реализацией приоритетов стратегии научно-технологического развития, повышением социальной значимости экономических решений, ростом эффективности пространственной организации экономики.

Состояние фундаментальных исследований в отдельных областях экономики.

Теория государства и его места в экономике. Большое количество работ посвящено роли и месту государства в экономике, при этом оценки этой роли расходятся до прямо противоположных. С одной стороны, монетаристы и «новые классики» выступают за ограничение роли государства, с другой – сторонники нового кейнсианства, а также теорий догоняющего развития подчеркивают позитивные моменты его вмешательства в экономику. Однако, часто «за скобками» остаются теории, описывающие функционирование государства. Большую роль в теоретическом обосновании государства как полноценного экономического субъекта сыграли концепция экономической социодинамики и теория опекаемых благ, разработанные в Институте экономики РАН Р.С. Гринбергом и А.Я. Рубинштейном. В их развитие появились новые работы, описывающие новую модель государства – «государства-плеймейкера», разработку общей концепции изъятий смешанной экономики и провалов в ней государства (поведенческого, институционального, управленческого и патерналистского).

Современные макроэкономические исследования концентрируются вокруг традиционных проблем экономического роста, инвестиционной и потребительской активности, деловых циклов, эффектов экономической политики, а также включают междисциплинарные исследования, позволяющие учесть роль политических и социальных факторов. Растет интерес к проблематике устойчивого

роста, который затрагивает вопросы оценки экологических и социальных потерь экономического развития. Повышается интерес к анализу влияния институтов и социальных эффектов на экономический рост. Наблюдается ренессанс и переосмысление идей, считавшихся устаревшими, в частности, мальтузианства и кейнсианства.

Со времени глобального экономического и финансового кризиса остаются актуальными вопросы финансовой сбалансированности на макроэкономическом уровне, в том числе обеспечения финансовой стабильности, и влияния суверенного долга на экономическую динамику и рост. В условиях чрезвычайно низких процентных ставок растет интерес к использованию бюджетно-налоговой политики в целях стимулирования экономической активности. При этом появляются исследования, демонстрирующие практически полное отсутствие эффектов от бюджетно-налоговой политики.

В России наибольшее внимание в исследованиях уделяется проблемам экономической политики, в том числе стимулирования экономического роста, роли денежно-кредитной и бюджетно-налоговой политики и возможностям их совершенствования, влиянию внешних факторов на экономическую активность (в том числе динамики цен на нефть и режима санкций). Наблюдаются значительные расхождения в оценках эффективности проводимой Центральным банком политики инфляционного таргетирования и применяемого бюджетного правила.

### *Прогнозирование*

Разработкой комплексных долгосрочных прогнозов социально-экономического развития России занимаются в первую очередь Министерство экономического развития РФ и его научные институты, а также институты Российской академии наук (Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН, Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН (Новосибирск) и др.).

В какой-то мере комплексным прогнозированием социально-экономического развития страны занимаются также Банк России и Министерство финансов РФ, но при этом их прогнозы имеют, как правило, краткосрочный и среднесрочный горизонт.

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 самые разные подходы, в том числе основанные на экспертных оценках, методах математической статистики, системах линейных уравнений (межотраслевых балансах) и других математических методах. Все перечисленные методические подходы широко используются в мировой практике, и в этом смысле можно считать, что качество прогнозирования в ведущих российских аналитических центрах вполне соответствует международному уровню.

При этом наиболее продвинутые методы прогнозирования, основанные на сложных экономико-математических моделях, используются в институтах РАН. До некоторых пор сопоставимые по сложности прогнозные модели использовались и в Министерстве экономического развития Российской Федерации, но сейчас культура прогнозных расчетов такого рода министерством в значительной степени утрачена.

В настоящий момент основной задачей представляется гораздо более активное, чем до сих пор, использование передовых методик прогнозирования, которыми владеют ведущие аналитические центры страны, в практике социально-экономического прогнозирования и стратегического планирования (как на уровне федеральных ведомств, так и на уровне регионов).

За последние десятилетия произошло определенное содержательное упрощение методик прогнозирования. С одной стороны, это вызвано попытками снизить трудоемкость процесса прогнозирования и ускорить получение прогнозных оценок. С другой стороны, это стало следствием спорного посыла о том, что исследователи в принципе не могут сделать качественные социально-экономические прогнозы из-за слишком высокой степени неопределенности, затрагивающей

все основные факторы развития. И потому следует перенести акцент с долгосрочных прогнозов на краткосрочные: ведь в рамках краткосрочных прогнозов упрощенные методы, основанные на анализе сложившихся тенденций, обычно дают неплохие результаты.

Однако такое упрощение подходов к прогнозированию вряд ли можно считать оправданным. Во-первых, благодаря появлению новых поколений вычислительной техники и программного обеспечения трудоемкость прогнозирования резко снизилась, а скорость вычислений резко возросла. Иными словами, значимых технических ограничений для сложных прогнозных расчетов сейчас нет, поэтому отказываться от них ради экономии времени и сил не надо. Во-вторых, упрощение методических подходов ведет к неучету множества факторов, которые в реальности очень серьезно влияют на тенденции развития. В-третьих, упрощенные методики очень плохо справляются с задачей выявления критических и предкритических ситуаций в экономике, почти не способны оценивать масштаб и влияние структурных сдвигов, не гарантируют сходимости прогнозных оценок по различным параметрам (например, упрощенный прогноз выпуска может верно учитывать мощности и спрос, но упустить из внимания недостаток ресурсов) и т.д.

Представляется, что в будущем в мировой практике произойдет возврат к масштабному использованию сложных прогнозных моделей, в том числе основанных на межотраслевых балансах (input – output models), комплексных имитационных моделей с нелинейными уравнениями и др. Эти модели обеспечат более точные и более обоснованные расчеты прогнозных сценариев.

В области экономико-математических методов и моделей 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 том числе глобальной агент-ориентированной модели для прогнозирования социально-экономического развития России на различных временных горизонтах, 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 необходимость развития теории и компьютерно-математического инструментария для анализа качества управления социально-экономическими системами.

#### *Пространственная экономика*

Пространственная экономика – динамично развивающееся научное направление, имеющее междисциплинарный характер. Пространственная экономика интегрирует области исследований, затрагивающие различные аспекты пространственных измерений экономической и социальной активности: экономическое и социальное развитие географических единиц разного масштаба (страны, макрорегионы, регионы и региональные системы, города, районы и агломерации), формы хозяйства и расселения; сети и инфраструктура, поддерживающие пространственные связи; городская экономика и урбанистика, проблемы пространственного неравенства, сегрегации и мобильности. 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 по пространственной экономике развиваются в нескольких направлениях. Продолжается междисциплинарная интеграция пространственных исследований, которая состоит не только в расширении предметной области исследований, но и в привлечении методологии естественных и гуманитарных наук, в формировании междисциплинарных баз данных, использовании

подходов и алгоритмов «больших данных». В связи с глобализацией всех социально-экономических процессов актуальными являются вопросы взаимодействия страны с мировым пространством, исследования внешнеэкономических и внешнеполитических факторов пространственного развития. Инновационное развитие и информационные технологии формируют научную повестку проблем модернизации технологий освоения пространства, инфраструктуры пространственной связности и жизнеобеспечения населения, «умных городов» и «умного правительства». Остаются в фокусе внимания вопросы развития макрорегионов страны, пространственного неравенства, межрегиональной интеграции и формирования конкурентоспособного пространства. Реализация долгосрочных планов пространственного развития создаёт запрос на исследования урбанистической системы страны и городских агломераций, на изучение проблем развития территорий с особой геополитической ролью, ресурсных регионов и Арктики, на совершенствование системы государственного административно-территориального устройства и развитие научных основ пространственного планирования. Синтез научных направлений привёл к росту интереса к вопросам взаимодействия природной среды, экологии и социально-экономического пространства, роли исторических факторов и культурного разнообразия в пространственном развитии.

Развивается моделирование взаимодействия региональных и отраслевых систем.

#### *Исследования инновационных процессов*

Научные исследования в области инноваций и инновационных процессов формируют предметную область *Innovation studies*, рамки которой довольно размыты. Тем не менее можно выделить несколько основных тематических областей:

- исследования, фокусирующиеся на проблемах взаимосвязи между инновациями и экономическим развитием и изучающие роль инноваций и технологий в социальных и технологических изменениях;
- исследования, предметом которых являются инновации и инновационная деятельность предпринимателей, компаний и отраслей;
- исследования закономерностей формирования технологических режимов, зависящих от создания и распространения новых, прежде всего цифровых технологий;
- исследования сложных инновационных систем.

Среди новых направлений, вошедших в повестку исследований в последние годы, отметим открытые инновации и инновации, инициированные пользователями экосистемы знаний, инновационные платформы, рост интереса к проблемам государственной инновационной политике. Выраженным восходящим трендом можно считать развитие исследований различных форм и эффектов коллабораций в осуществлении исследований и трансфере инноваций: сети, партнерства, локальные и глобальные взаимодействия между различными акторами.

Заметно и увеличение числа эмпирических исследований, опирающихся на новые базы данных, рост объема и качества анализируемой информации.

Направления и тематика отечественных исследований во многом пересекаются со спектром исследований ведущих международных центров, но имеется и национальная повестка, обоснованная особенностями развития инновационных процессов и формированием инновационной инфраструктуры. Именно поэтому большое число наиболее цитируемых отечественных публикаций связано с проблемами государственного стратегического управления (разработка и анализ национальных прогнозов и стратегий в области научно-технологического развития, различных форм и механизмов поддержки и стимулирования инновационной активности: региональные инновационные кластеры, инновационная инфраструктура, национальная инновационная система, российская научно-техническая и инновационная политика, и др.). Новый импульс исследованиям дал масштабный запуск национальных проектов, инициированный в мае 2018 года, и других национальных инициатив, прежде всего направленных на цифровизацию, который получают отклик в исследовательской среде с позиций оценок их потенциального воздействия на развитие экономики и общества.

В области международных экономических исследований значительное внимание уделяется проблемам глобализации (соотношению процессов глобализации и деглобализации в современных условиях, трансформации процесса глобализации), развития мировой валютно-финансовой системы (рискам современной финансовой системы, перспективам роли доллара как ведущей мировой валюты), роли региональной экономической интеграции в современных условиях и оценке новой волны протекционизма в мировой экономике.

В российской экономической науке и смежных дисциплинах большое внимание в последние годы уделяется исследованию процессов региональной экономической интеграции в рамках Евразийского экономического союза, результатам его функционирования. Правда, к сожалению, зачастую эти исследования носят нормативный характер.

Большое внимание также уделяется исследованию российских внешнеэкономических связей в новых условиях (относительно низких цен на нефть, действующих санкций, усиления протекционизма и рисков для мировой финансовой стабильности): динамики и структуры внешней торговли, изменений в международных потоках капитала.

## **Прогноз развития общественных наук в Российской Федерации (Философия, социология, политология, право, психология и экономика)**

Российское общество и государство входят в новую фазу развития социально-политических отношений, обусловленную фундаментальными глобальными социально-технологическими вызовами и внутренними потребностями развития.

В этих условиях задачами общественных наук является выявление противоречий объективного и субъективного характера между замыслами и результатами проводимой государством политики, реальными социальными потребностями, мотивами поведения социальных групп российского социума в период перехода к новому технологическому укладу, социально-политических, экономических и демографических угроз, их возможных последствий, а также возможностей, направлений и резервов их минимизации.

### **Философия**

В ближайшие годы в области философии особое значение приобретут масштабные проекты, призванные систематизировать и критически переосмыслить новейшие достижения в области философии, проекты по исследованию всемирной философии в ее историческом развитии, основных понятий, философских направлений и отдельных персоналий. Необходимо учитывать, что при планировании подобной работы следует ясно определять исследовательские приоритеты и ориентироваться на сбалансированное представление о строении современной философии и отдельных философских дисциплин.

В области эпистемологии и философии науки необходимо проведение комплексного анализа ключевых проблем в области философских исследований познания, сознания, языка и текста в контексте современных когнитивных наук и демонстрация преимуществ философской методологии для решения данных проблем. Особое значение должны приобрести исследования современных подходов к проблеме взаимосвязи языка и мышления, к проблемам коммуникации, диалога, нарратива и дискурса. Исследования на стыке эпистемологии, философии языка и логики, предполагающие углубленное изучение связей между теорией знаков и логикой, будут положены в основу решения фундаментальных вопросов происхождения логики и ее роли в процессе познания.

В области социальной и политической философии в ближайшее время наиболее актуальными и перспективными станут проекты, направленные на философское обоснование цивилизационной безопасности России, опирающейся на долговременную стратегию развития собственного цивили-

зационного проекта в его внутреннем и глобальном измерении. На этой основе Россия может предложить привлекательный для всего мира проект глобализации как всечеловеческого содружества культур. Такой проект мог бы стать основой мягкой силы России, ее идеологической мощи в современном мире. Он послужил бы действенной альтернативой давно осуществляемому и ущемляющему российские интересы глобализационному проекту. Формулировка собственного цивилизационного проекта жизненно необходима сегодня России в свете вызовов культурно-цивилизационного порядка, с которыми страна сталкивается на международной арене.

В области этики, эстетики, философии религии особое значение приобретут исследования, направленные на углубленное изучение проблем практики в широком ее понимании, включающем деятельность индивида и социума по воспроизводству себя, реализации идей, замыслов, теорий, производству материальных и духовных продуктов, преобразованию природной и социальной среды, а также созданию необходимых условий (материальных, культурных, организационных), обеспечивающих осуществление этой деятельности. Наиболее актуальными и перспективными станут исследования, направленные на переосмысление и коррекцию теоретического образа морали на основе результатов научных (когнитивных, нейропсихологических, биоэволюционных) и этико-прикладных исследований. Сохранят актуальность исследования исторической эволюции и современного состояния содержания ценностно-императивного сознания, изучение истории моральной философии и моральных учений в контексте истории культуры и всеобщей истории.

В области историко-философских исследований в ближайшее время наиболее актуальными и перспективными станут проекты, связанные с изучением мировоззренческих и философских мировых систем в их динамике, выстраиванием целостной картины интеллектуального универсума и его сегментов – культурных идентичностей и философских парадигм. Особое значение приобретает вопрос о степени зависимости когнитивности, в том числе логико-смысловой сферы, от структуры конкретного языка и о релевантности этой зависимости для философии. На данный момент имеются десятки эмпирических исследований по указанной теме, подготовленные представителями неорелятивистского и посткогнитивистского направления в когнитивной антропологии, однако эти исследования не обобщены и не осмыслены в философском контексте. Необходимы новые разработки нетривиальной междисциплинарной методологии на стыке философии, лингвистики и когнитологии.

### **Социология**

В сообществе академических социологов продолжится работа по осмыслению того состояния, в котором находится современное российское общество. В центре внимания будут находиться изменения, которые происходят в социальной структуре общества, изменения в общественном сознании и эволюция институциональной сферы. Особое внимание будет уделяться болевым точкам российской общественной жизни – последствиям неравенства в разных измерениях – социальном, региональном, культурном – социальным конфликтам и напряжениям, ставящим под сомнение достигнутый обществом уровень консолидации: появится больше исследований, находящихся на стыке разных дисциплин – экономики и социологии, социологии и демографии и т.д. Получат развитие проекты, посвященные поиску объяснений демографическим тенденциям, характерным для современного российского общества: будет больше внимания уделяться социальным группам, находящимся в уязвимой ситуации – молодежи, группам в прекарном состоянии, населению малых городов, не имеющих собственных ресурсов для воспроизводства и развития и др.

Основные задачи социологии на перспективу – исследование социальных процессов и поведения социальных групп в изменяющемся обществе, освоение техник анализа больших данных и триангуляции их данными традиционных социологических форматов для формирования полной картины социальной реальности, социальная оценка рисков и перспектив технологических нововведений, поиск и обоснование адекватных вызовам форматов социальной политики на всех уровнях принятия решений.



К перспективной тематике фундаментальных социологических исследований можно отнести:

- становление и развитие институтов, определяющих социально-экономический прогресс и прогресс в планетарном и национальном масштабах;
- общественные отношения и структуры в цифровую эпоху, включая проблематику взаимовлияния искусственного интеллекта и социума;
- проблематика субъектности человека труда в условиях текущих и грядущих промышленных/технологических революций;
- отношения между разными поколениями: общность, противоречия, условия взаимоподдержки и взаимопонимания;
- глобализация и глокализация как оси пространства действия социальных агентов и пересечения потоков идей, людей и капиталов;
- социальная динамика российского общества в условиях растущего разнообразия неравенств;
- общие и групповые ценности, социальная идентичность как основание для позиционирования личности в мире растущего социокультурного разнообразия;
- механизм трансформации человеческого потенциала молодежи в человеческий капитал;
- акторы, факторы и технологии здоровьесбережения населения;
- институты землепользования как фактор социально-экономического развития сельских территорий и агломераций;
- миграционные процессы и их вклад в демографическое развитие и нейтрализацию депопуляции.

## **Право**

Прогноз дальнейшего развития теоретико-правовых и историко-правовых исследований характеризуется необходимостью повышения роли научного сообщества в разработке, обсуждении и реализации решений, определенных как Указом Президента Российской Федерации от 01.12.2016 № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации», так и поиском инновационной модели развития государственно-правовых институтов.

Безусловной значимостью обладает переосмысление концепции государственного суверенитета, использования различных социальных регуляторов в формировании правосознания и общественного мнения, а также методологическая функция теории и философии права для отраслевых юридических наук.

Представляется, что актуальными будут оставаться вопросы углубления взаимодействия международного и внутригосударственного права; трансформации и сближения форм (источников) права; нарастания процессуальности в правовом регулировании; усиления взаимодействия правового и информационного пространства; повышения роли государства как регулятора интеграционных и модернизационных процессов с учетом национальных интересов, исторических и культурных традиций.

Прогнозируется рост междисциплинарных исследований в сфере международной информационной безопасности, искусственного интеллекта, робототехники. Актуальным представляется разработка международных документов на уровне ООН, ШОС, БРИКС в области международной информационной безопасности и регулирования искусственного интеллекта и иных цифровых технологий.

Перспективными направлениями правовых исследований являются также проблемы правового обеспечения применения искусственного интеллекта в атомной энергетике.

Актуально развитие роли и значения исполнительной власти для ускорения экономического роста, разработка понятия и содержания сервисного предназначения исполнительной власти в социально-экономической сфере.

Не снижает своего значения выявление правовых пробелов и коллизий административного законодательства, разработка предложений по совершенствованию правового регулирования в целях

оптимизации административно-правовых форм и методов деятельности органов исполнительной власти. В сфере исследований необходимо включить поиск оптимального соотношения контрольной и надзорной деятельности государственного управления.

Основные прорывные направления развития науки гражданского права будут также обусловлены процессом цифровизации экономики, связанным с активным применением новых цифровых технологий.

Процесс внедрения цифровых технологий обусловил появление новых объектов имущественного оборота, которые получили общее название – цифровые активы (digital assets). Законодатели развитых стран, включая и Россию, находятся в поиске адекватного правового регулирования, которое может быть создано только на базе глубокого понимания этих новых явлений, возникших в результате очередной технологической революции. В связи с этим актуально исследование правовой сущности цифровых активов как новых объектов гражданских прав в целях формирования адекватных им правовых режимов.

Полагаем, что развитие предпринимательского права в цифровую эпоху должно включать нормативно-правовое регулирование применения в предпринимательстве информационно-коммуникационных ресурсов и систем, цифровых многосторонних рынков (цифровых платформ), индустриального (промышленного) интернета. Кроме того, необходимо разрабатывать правовую модель реализации цифровой повестки ЕАЭС до 2025 г., охватывающую: 1) цифровое отслеживание перемещения продукции, товаров, услуг и цифровых активов; 2) цифровую торговлю; 3) цифровые транспортные коридоры; 4) цифровую промышленную кооперацию; 5) соглашение об обороте данных.

Также дальнейшее развитие предпринимательского права должно включать в себя творческое развитие идей, полученных в рамках корпоративного права (стейкхолдерская концепция, агентские проблемы).

Развитие доктрины формирования и осуществления экологического права будет идти в аспекте обеспечения исполнения положения Указа Президента Российской Федерации от 19.04.2017 № 176 «О Стратегии экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года».

### **Политология**

В центре исследовательского интереса будут вопросы закономерностей формирования и развития циклов, динамики, масштаба циклов, взаимного усиления и ослабления циклов на различных уровнях политических систем. На уровне описания явлений будут привлекать внимание аналогии. В целом это приведёт к росту влияния компаративистских исследований, частоте применения сравнительных методов.

Внимание к историческим аспектам политических процессов в качестве одного из последствий вызовет ренессанс «угасших» теорий.

Вторым драйвером выступает развитие интеллектуальных систем (так называемого искусственного интеллекта – далее ИС). Запаздывание осмысления феномена «ИС и политика» как на уровне политической теории, так и политического сознания начинает вызывать беспокойство. Относительно большое внимание получит политико-этическая проблематика последствий создания и внедрения ИС. Также большое внимание будет уделяться политическим проблемам, рискам внедрения ИС в области военной политики.

### **Психология**

Можно выделить несколько перспективных направлений психологических исследований, требующих внимания и поддержки.

Во-первых, в условиях глобального кризиса доверия к социальным институтам растёт необходимость в прогнозировании психологических последствий законодательных инициатив.

Во-вторых, все более перспективным и актуальным направлением становится изучение психологических механизмов, обеспечивающих потенциал производительных сил и экономическое развитие регионов.

В-третьих, все более актуальными становятся психологические исследования взаимодействия человека и новых технологий.

В-четвертых, необходимы психологические исследования, направленные на повышение эффективности традиционных и дистанционных образовательных технологий в условиях перехода к «цифровому миру».

В-пятых, чрезвычайно перспективной является разработка «цифровых близнецов» сообществ и организаций, создание математических мультиагентных моделей, позволяющих прогнозировать социально-психологические процессы в обществе.

Наконец, еще одно все более актуальное направление, тесно связанное с предыдущим, это исследования и разработки, направленные на снижение подверженности общества манипуляциям в условиях гибридных, информационных войн и киберопераций.

### **Экономика**

Исследования «новой экономики», понимаемой как экономическая среда, сформировавшаяся в результате активного внедрения новых технологий, которая принципиально отличается от традиционной экономики как с точки зрения основ формирования, так и с точки зрения перспектив ее будущего движения вперед, будут основываться на следующих изменениях. Во-первых, на изменении самого ресурса, используемого в новой экономике – информационный ресурс отличается от любого другого ресурса, он обладает воспроизводимостью, не ограниченной рамками национальной территории, универсальной делимостью; кроме того, информация никогда не исчезает в процессе потребления. Во-вторых, во многих отношениях изменяется модель рынка. Современные коммуникационные возможности делают информацию гораздо доступнее всем заинтересованным субъектам, снижается степень ее асимметричности, исчезает или сокращается неопределенность, а реальный рынок все больше становится похож на рынок совершенной конкуренции. В-третьих, в целом происходит смещение акцентов с материально-вещественных ресурсов на ресурсы интеллектуального и информационного характера. Информация начинает играть основополагающую роль, формируется тенденция выделять ее как пятый фактор производства. В условиях распространения инновационных технологий хорошо знакомый эффект масштаба касается не только производителей, но и потребителей. Инновационным благам часто присущи сетевые внешние эффекты (сетевые экстерналии). Данное направление обладает определенными прогностическими возможностями. Например, оно, помимо прочих задач, занимается прогнозированием темпов экономического роста, тенденций изменения субъектов на всех уровнях под влиянием новых технологий.

В ближайшие годы, видимо, исследования в сфере экономической науки будут развиваться по следующим направлениям:

- В области *теорий государства в экономике* можно ожидать усиления внимания к исследованию «провалов патерналистского государства» – комбинации изъянов общественного выбора и управленческих провалов, нейтрализация которых требует развития институтов гражданского общества и самоорганизации граждан. В связи с этим предполагается усиление вектора междисциплинарных исследований и теоретического осмысления в научной проблематике развития общества и государства. В результате научное сообщество придет к новому пониманию функций государства, оставив в прошлом априорно негативную коннотацию государственной активности.

- В области *макроэкономических исследований* будет продолжен поиск наилучшей модели для экономического развития России в долгосрочной перспективе. С этой точки зрения необходимо будет:

- выявить оптимальное сочетание между либеральными и дирижистскими подходами в рамках национальной экономической политики;

– разработать и обосновать меры монетарной политики, не влекущие за собой сдерживание темпов экономического роста, но при этом сохраняющие устойчивость рубля и умеренность темпов инфляции;

– усилить поиск решений, которые обеспечат интенсификацию инвестиционных процессов в отечественной экономике;

– продолжить анализ роли, которую в экономике играют институты (в т.ч. собственность, капитал, конкуренция, государственная экономическая политика и структуры государственной власти, финансово-банковские институты, государственный бюджет, налоги, уровень экономической культуры и т.д.); конечной целью такого анализа будут предложения по совершенствованию институтов, влияющих на экономическое развитие страны;

– углубить понимание роли, которую в экономике играет фактор труда; исследуя такие аспекты, как взаимосвязь между качеством человеческого капитала и темпами экономического роста, меры по повышению качества трудовых ресурсов и снижению безработицы, способы приведения в соответствие спроса и предложения на рынке труда и т.д.;

– сформулировать и обосновать предложения по мерам и механизмам, которые обеспечат ускорение инновационных процессов и внедрение передовых технологий в российской экономике;

– продолжить поисковые исследования, ориентированные на выявление и уточнение взаимосвязей между экономическим ростом и экологическими ограничениями, а также на создание и развитие «зеленой» экономики.

При этом сфере макроэкономического прогнозирования и разработки программ долгосрочного экономического развития предстоит удлинить горизонты прогнозов (в частности, можно ожидать появления структурно богатых экономических прогнозов с горизонтом до 25–30 лет); усложнить внутреннюю структуру прогнозных моделей с целью более точного отражения происходящих в экономике процессов; увеличить скорость и вариативность прогнозных расчетов.

*В области пространственного анализа и моделирования:*

Исследования в Российской Федерации по пространственной экономике будут определяться общими тенденциями развития научной области в мире, специализациями научных школ страны, а также политическими и практическими запросами. Будет продолжаться междисциплинарная интеграция пространственных исследований, которая будет состоять не только в расширении предметной области исследований, но и в привлечении методологии естественных и гуманитарных наук, в формировании междисциплинарных баз данных. В связи с глобализацией всех социально-экономических процессов актуальными будут вопросы интеграции России в мировое пространство, исследования внешнеэкономических и внешнеполитических факторов пространственного развития страны. Инновационное развитие и информационные технологии формируют научную повестку проблем модернизации технологий освоения пространства, инфраструктуры пространственной связности и жизнеобеспечения населения. Остаются в фокусе внимания вопросы развития макрорегионов страны, пространственного неравенства, межрегиональной интеграции и формирования конкурентоспособного пространства. Реализация Стратегии пространственного развития страны создаёт запрос на исследования урбанистической системы страны и городских агломераций, на изучение проблем развития территорий с особой геополитической ролью, ресурсных регионов и Арктики, на совершенствование системы государственного административно-территориального устройства и развитие научных основ пространственного планирования. Синтез научных направлений привёл к росту интереса к вопросам взаимодействия природной среды, экологии и социально-экономического пространства, роли исторических факторов и культурного разнообразия в пространственном развитии.

Дальнейшее развитие моделирования межрегиональных взаимодействий увязывается с инкорпорацией блоков бюджета, финансов и охраны окружающей среды.

Наиболее дискуссионным вопросом, который, очевидно, не утратит своей значимости в ближайшее время, остается поиск «оптимального» соотношения таких направлений региональной поли-

тики, как выравнивание социально-экономического положения отдельных регионов (муниципалитетов) и стимулирование опережающего развития наиболее перспективных центров роста. Еще одним аспектом данного вопроса, который в перспективе получит особое развитие в экономических исследованиях, является исследование перемещений человеческих ресурсов по территории страны (отдельных регионов): процессы «стягивания» социально-экономического пространства в отдельных точках обуславливают наращивание разобщенности национальной хозяйственной системы, способствуют утрате отдельными территориальными системами своего экономического потенциала, препятствуют обеспечению комфортных условий для жизни всех жителей страны. Наконец, многообещающим направлением НИР также является определение перспективных экономических специализаций отдельных территорий.

#### *Исследования инновационных процессов*

Возможности и перспективы развития экономической науки в Российской Федерации находятся под воздействием технологических, социальных и политических трендов, среди которых можно выделить общие и национальные.

Общие мировые тренды, связанные с технологической трансформацией:

1. Размывание предмета экономической науки, миграция направлений исследований в более широкий контекст социальных наук и расширение междисциплинарных исследований (например, экономика, новая экономическая география, поведенческая экономика и др.).

3. Разработка методов исследования нестационарных и нелинейных процессов, а также моделей взаимодействия различных агентов экономики.

4. Стремительное увеличение количества доступных источников и числа данных для тестирования гипотез и выполнения эмпирических исследований, возможности работы не с выборками, а с генеральными совокупностями данных.

Национальные вызовы связаны с исчерпанием возможностей «сырьевой» модели роста и ожидаемым долгосрочным снижением темпов экономического развития, которые усугубляются технологической отсталостью и низкой инновационной активностью значительной части промышленных предприятий. Санкционный режим, препятствующий импорту передовых технологий и технологического оборудования, ограничивает возможности заимствования технологий и инноваций и делает необходимым создание передовых технологий и инноваций.

Перечисленные вызовы формируют потребность в исследованиях закономерностей и особенностей инновационных процессов и систем как основы для научного обоснования приоритетов, целей и механизмов научной, инновационной и промышленной политики и стратегии национального развития.

Цифровая трансформация может радикально изменить методы и результаты экономических исследований за счет использования больших данных, искусственного интеллекта и машинного обучения. Новые технологии могут привести к принципиальным изменениям в способах получения данных; способах анализа данных и в возможностях использовать результаты анализа. Платформы больших данных позволяют получать информацию в режиме реального времени, что может сократить цикл обратной связи между мониторингом результатов, обучением и принятием решений.

Уже в настоящее время эти новые технологии используются в экономических исследованиях, и прогнозируется их широкое распространение в ближайшие годы. Это предполагает изменения в подготовке исследователей, организации их деятельности, процессах создания и распространения новых знаний.

Исследования процессов возникновения, распространения и восприятия новых технологий (NBICS-технологии) и связанных с ними изменений поведения потребителей (поколения Digital natives), формирования новых рынков, трансформация отраслевых структур, сетевые взаимодействия и инновационные платформы будут определять повестку инновационных исследований. Именно в этой области для российских исследователей открываются окна возможностей для достижения мировой конкурентоспособности.

В области *микроэкономических исследований* необходимо будет продолжить изучение роли предприятий (корпораций, фирм и т.д.) и домохозяйств в процессах экономического развития.

Будут увеличены масштаб и глубина обследований, посвященных экономическому поведению предприятий и домохозяйств, их реакции на экономические процессы и различные меры экономической политики государства, а также их влиянию на темпы и качество экономического роста в стране. Кроме того, будут сформулированы и обоснованы предложения по мерам поддержки предприятий и домохозяйств с целью увеличения их вклада в экономическое развитие.

Развитие области *компьютерного моделирования* предполагается в следующих направлениях.

Разработка и использование агентных, оптимизационных и эконометрических моделей для исследования социально-экономических процессов и инвестиционных программ. Разработка глобальной агент-ориентированной модели для прогнозирования социально-экономического развития России на различных временных горизонтах. 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. Разработка модели формирования общественного мнения. Разработка и анализ динамических моделей управляемых экономических процессов, в том числе моделей оптимизации параметров концессионного соглашения; а также моделей процесса приватизации. Исследование механизмов управления экономическими процессами и минимизации риска. 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.

Развитие вероятностно-статистических методов и моделей, теоретической и прикладной эконометрики и модельных экспериментов в экономике. Разработка принципов формирования системы крупномасштабных проектов модернизации экономики. Развитие методов математической социологии. Разработка теоретических и методологических основ, математического и эконометрического инструментария для исследования и моделирования качества и образа жизни населения на уровне регионов и экономики в целом, а также определения характера и степени влияния на него факторов социально-экономического развития и безопасности. Разработка методов экспертной оценки и прогноза качества жизни населения и методологических основ анализа трансформации систем жизнеобеспечения на региональном уровне.

Разработка экономико-математических методов и моделей для исследования развития отраслей повышенного спроса на знания (отрасли наукоемкого сектора экономики и высокие технологии – робототехника, искусственный интеллект и др.) и для анализа и оптимизации влияния макро- и микроэкономических факторов, в первую очередь неравенства доходов, фискальной и денежно-кредитной политики и др. на экономический рост и инновационное развитие на этапе реиндустриализации, цифровизации экономики, осуществления 4-ой промышленной революции. Разработка моделей для анализа и прогнозирования технико-экономических показателей высокотехнологичной продукции. Анализ появления и распространения проблемных инноваций, разработка экономико-математических методов и моделей для выявления и оценки связанных с ними рисков, в том числе в области искусственного интеллекта и робототехники, а также продуктов потребления и др. Исследование рисков и угроз, обоснование приоритетов государственной научно-технологической и инновационной и экономической политики и разработка рекомендаций по обеспечению экономической, научно-технологической и национальной безопасности в условиях возрастания киберугроз и глобальной нестабильности.

Разработка теории оценки цифровых продуктов, знаний, интеллектуальных активов и бизнеса, методов и инструментов для проведения практических измерений и стоимостных оценок в экономике знаний и цифровой экономике. Моделирование сделок в цифровой экономике, спроса на знания, цифровые продукты.

Создание единой системной многоуровневой теории и моделей эволюции функционирования и взаимодействия социально-экономических объектов на нано-, микро- и мезоэкономическом уровне. Разработка системы показателей, методики факторного анализа и оценки эффективности, а также системы эффективных организационно-управленческих и социально-экономических институтов координации и согласованного развития мезоэкономических производственных комплексов и входящих в них предприятий. Обоснование принципов и методов обеспечения согласованного развития экономических систем на мезо- и микроэкономическом уровне, а также многоуровневых социально-экономических комплексов. Применение мезоэкономической теории для исследования энергетического, нефтехимического и высокотехнологичного комплексов отечественной экономики, и анализ влияния макро- и микроэкономических факторов на эффективность их развития.

Развитие методологии макроэкономических измерений и анализа длинноволновой динамики экономического развития, в том числе методов построения и использования для макроэкономического анализа индикаторов длинноволновой динамики. Теоретическое обоснование завершения фазы длинной волны, исследование финансового фактора длинноволновой динамики. Теоретическое обоснование адаптации экономических субъектов к процессу завершения этапа развития технологической базы производства. Разработка социального, научного и культурного блоков векторного индикатора «институционального качества экономики».

Обоснование мер господдержки потребления низкодходных групп населения, включая адресные дотации, отмену плоской шкалы налога на доходы физических лиц и др. Разработка рекомендаций по сокращению масштабов теневой экономики, диверсификации мотивации экономической деятельности, реформированию системы пенсионно-социальной защиты и предотвращению выявленных угроз и рисков.

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. Развитие концепции и информационных технологий открытой науки в рамках цифровой экономики. Разработка, совершенствование и поддержка систем внутреннего и внешнего электронного документооборота научно-исследовательской организации и их совместное использование с государственными информационными системами. Создание и опытная эксплуатация программно-аппаратно-методического комплекса «Ситуационная комната». Разработка и практическая реализация методов технического, информационного и консультационного сопровождения деятельности образовательных организаций.

Во всех случаях работа, которую проводят обществоведы, будет иметь не только академическое, фундаментальное значение, но и практическую направленность, подразумевающую разработку конкретных рекомендаций по решению упомянутых проблем и определению условий, при которых экономика и общество смогут войти в фазу длительного поступательного развития.

## **Важнейшие достижения**

Одной из наиболее выраженных тенденций современных общественных наук как комплекса научных дисциплин (философия, социология, политология, психология, экономика и право) является формирование новой гуманитарной парадигмы, интегрирующей знания и опыт, научное понимание индивидуального и коллективного социального поведения, социальных действий людей и создаваемой ими социальной реальности.

1. Предложено понимание деятельности сознания как эпистемной цепочки – условной линии наращивания сложности когнитивных актов, скрепленной исходной интуицией субъект-предикатного склеивания и имеющей по меньшей мере три значимых уровня: чувственное восприятие, обыденная речь и теоретическое мышление, включая формальное доказательство. Объяснено различие исходных интуиций для субстанциальной логики смыслополагания, развернутой в опыте европейской культуры, и процессуальной, развернутой в опыте арабо-мусульманской культуры. Поставлен вопрос о логике русской культуры. Показано, что сам по себе факт различия логик смыслополагания означает неустранимую исходную множественность разума и исключает оправданность принятия какой-либо культуры, разворачивающей только одну из возможных логик, в качестве общечеловеческой. Альтернативой выступает идея всечеловеческого. Прослежено возникновение и развитие учения о всечеловеческом в русской мысли. Системно рассмотрены концепции классического евразийства. Опубликовано монография «Всечеловеческое vs. общечеловеческое» (Рис. 127), ак. Смирнов А.В. (Институт философии РАН).

2. Проведено междисциплинарное исследование феномена социально-экономической системы России. Выявлены реалии и векторы развития социально-экономической системы России, ее общие и идентичные черты, краткосрочная, среднесрочная и долгосрочная стратегии, трансформация системы, человек как ядро и цель ее развития, взаимодействие ее экономической, социальной и политической подсистем, интеграция экономической эффективности и социальной справедливости, институциональная среда, производственный и инновационный потенциалы, неоиндустриализация, государственное и рыночное регулирование, конкуренция, национальные проекты, эффективность государственного управления, планирование и прогнозирование, мотивация трудовой и предпринимательской деятельности, развитие денежно-кредитных институтов, соотношение монетарной и фискальной политики, семья и солидарность поколений, социальный капитал, социальная стратификация, институты регулирования рынка труда, демократизация российских политических институтов, устойчивое развитие. По итогам исследования опубликована коллективная монография (рис.127) «Российская социально-экономическая система. Реалии и векторы развития» / отв. ред. чл.-к. Р.С. Гринберг, д.э.н. П.В. Савченко. (ИЭ РАН)

3. Опубликовано монография: М. К. Горшков, Ф. Э. Шереги, «Российская молодежь в контексте социологического анализа» (Russian youth within the context of sociological analysis) (Рис. 127).

Книга посвящена анализу смысложизненных ориентаций российской молодежи. При этом молодое поколение рассматривается как объект социальной науки и субъект социального воспроизводства. Особое внимание уделяется основным направлениям социологических исследований молодежи, среди которых выделяется изучение исторического, правового, политического сознания постсоветского молодого поколения. Наряду с этим даётся анализ государственно-гражданской идентичности российской молодежи, её ценностных и нравственных установок, характерной для неё структуры досуговых предпочтений. Специальный раздел посвящен особенностям поведения молодёжи в сфере труда и профессиональной занятости. В основе книги лежат результаты общероссийских социологических исследований, проведённых под руководством авторов в период постсоветских трансформаций (ФНИСЦ РАН).

4. Проведен сравнительный анализ состояния российского здравоохранения и других стран, выявлены проблемы рождаемости и смертности в России, определены причины ухудшения демографической ситуации в России за последние годы, показано качество медицинской помощи, рассмотрены основные элементы реформы здравоохранения и ее последствия. По результатам опубликована монография: академика РАН А.Г. Аганбегяна (Рис. 127).

5. Опубликовано монография академика РАН Хабриевой Т.Я. «La réforme constitutionnelle dans le monde contemporain». Paris, 2019. («Конституционная реформа в современном мире»). (Рис. 127).

Книга посвящена исследованию процессов глобализации, интернационализации и других факторов конституционных реформ в современном мире, формирует основы правовой теории консти-



туционных преобразований, обобщает опыт деятельности Европейской комиссии за демократию через право (Венецианской комиссии Совета Европы), восполняет пробел в изучении волны конституционных реформ конца XX – начала XXI века. Предисловие Бертрана Матье, профессора Университета Париж 1 Пантеон–Сорбонна, вице-президента Международной ассоциации конституционного права.

6. Опубликовано коллективная монография «Новые тенденции и перспективы психологической науки» / отв. ред. Ак. РАН А.Л. Журавлев, чл.-к. А.В. Юревич. (Методология, история и теория психологии) (Рис. 127). В книге рассмотрены новые тенденции и перспективы развития методологии психологической науки. В фокусе внимания авторов находятся как общие тенденции методологических исследований, так и проблемы конкретных областей. Анализируются роль психологии в современном мире, новые социальные тенденции в ее развитии, вызовы социальной психологии в эпоху глобализации, интегративные и изоляционистские тенденции в отечественной психологии. Одной из значимых задач представляется попытка отследить, какие современные тенденции в отечественной психологии носят относительно универсальный, интернациональный характер, а какие специфичны именно для нее, воплощают в себе ее социокультурную специфику. (ИП РАН).

7. Впервые в отечественном правоведении предлагаются к рассмотрению результаты философско-правового осмысления законов, стратегий и доктрин России, США, Китая Великобритании, Германии, Франции, ООН, НАТО и Евросоюза, трудов ведущих российских, американских, европейских и китайских ученых, экспертов и политиков по вопросам устройства мирового порядка, взаимоотношений в «клубе ядерных держав», критики законодательной экспансии и правовой интервенции, кибер- и технологической безопасности, политики, побеждающей право. Обосновывается роль и значение философии права в поиске путей преодоления цивилизационного кризиса. Опубликовано монография чл.-к. А.Н. Савенкова «Государство и право в период кризиса современной цивилизации» (Рис. 127). (ИГП РАН).

8. В рамках темы «Теория и методы для компьютерного и математического моделирования и анализа общественных систем и процессов» (ак. РАН В.Л. Макаров, д.э.н. А.Н. Козырев) предложена организационная схема размещения взаимосвязанных НИОКР среди потенциальных исполнителей, основанная на теории умных рынков и совместимом со стимулами (исключая возможность получения выгод путем манипуляций с информацией) порядке оплаты работ. Разработана оригинальная модификация модели пакетного рынка «знаний» (результатов НИОКР) в виде 2-реплики простого с вычислительной точки зрения частного случая модели. Каждый агент в 2-реплике имеет «двойника» (дублера), что вносит элемент конкуренции, не повышая вычислительную сложность задачи математического программирования, решаемой модератором умного рынка (Рис. 128), и сохраняя совместимость со стимулами. Взаимосвязанность НИОКР условно показана на Рис. 129.

Исходы НИОКР – это пакеты из производимых и потребляемых результатов, а также оценочной стоимости пакета. Так как НИОКР часто имеют побочные результаты, пакетное производство – это данность, также данность – наличие эффекта дополнительности. Но самая главная особенность «знания» – возможность одновременного применения в разных проектах (пакетах), как только оно кем-то произведено. (ЦЭМИ РАН).

9. Проведен анализ динамических и структурных характеристик развития экономики, структурных ограничений экономического развития. Дана оценка последствий роста значимости изменений в структуре производства, доходов и цен при формировании экономической динамики в развитых и развивающихся странах. Рассмотрены ключевые изменения в структуре российской экономики, произошедшие в постсоветский период. Разработаны меры по решению в области экономической политики, направленные на ограничения экономического развития структурного характера. По итогам исследования опубликована коллективная монография «Трансформация структуры экономики: механизмы и управление» (Рис. 127) под науч. ред. чл.-к. А.А. Широа. (ИНП РАН).

**10.** Доказано, что для сбалансированного пространственного развития территорий Азиатской части России, нужна реализация комплекса инвестиционных проектов по развитию морской портовой инфраструктуры Арктической зоны Российской Федерации и обновление и расширение морского флота. Северный морской путь играет роль связующего звена и выступает каналом горизонтальной интеграции проектов в существующие промышленно-логистические цепочки. Обосновывается, что инфраструктурное развитие Арктики сделает рентабельным запуск ряда крупных ресурсных инвестиционных проектов, способных генерировать значительные грузопотоки (табл. и Рис.130). Показано, что быстрый процесс реформирования и перехода от процедур и механизмов плановой координации в рамках созданных ранее вертикально-интегрированных цепочек и производственно-технологических пространственно-распределенных экономических взаимосвязей и взаимодействий к «отношенческой контрактации» привел к их разрушению или, в лучшем случае, к их значительной примитивизации. Из пространственно-распределенных экономических связей «выпали» стадии и этапы, более глубокие переделы. Совокупный эффект от обеспечения меридиональной связности Севера и Юга заключается в удлинении цепочки создания добавленной стоимости на территории России, запуске мультипликативных эффектов от реализации ресурсных проектов Арктики и их пространственной диффузии.

**Таблица.** Инвестиционные проекты развития морской портовой инфраструктуры и по добыче полезных ископаемых Арктической зоны Российской Федерации

Инфраструктурные проекты		Ресурсные проекты	
Порт	Проект	Проект	Отрасль
Беринговский	Угольный терминал	Месторождение Кекура	Цветные металлы
Тикси	Модернизация	Месторождение Песчанка	Цветные металлы
Певек	Модернизация	Беринговский бассейн	Уголь
Дудинка	Нефтяной терминал Таналау	Месторождение Тирехтях	Цветные металлы
Диксон	Угольный терминал Чайка	Томторское месторождение	Цветные металлы
Портовый комплекс на Безымянной губе	Обеспечение Павловского месторождения	Талнахское месторождение	Цветные металлы
Мурманский транспортный узел	Круглогодичный глубоководный хаб	Малолемберовское месторождение	Уголь
Сабетта	Обеспечение Ямал СПГ	Пайяхское месторождение	Нефть
Утренний	Терминал под Арктик СПГ-2	Месторождение Скальное	Прочие полезные ископаемые
Инди́га	Глубоководный незамерзающий хаб	Павловское месторождение	Цветные металлы
		Утреннее месторождение и Арктик СПГ	Природный газ
		Тамбейская группа и Ямал СПГ	Природный газ

Авторы: ак. Крюков В.А., чл.-к. Сулов Н.И., д.э.н. Токарев А.Н., к.э.н. Шмат В.В., д.э.н. Малов В.Ю., к.э.н. Тарасова О.В., Панкова Ю.В., д.э.н. Мелентьев Б.В. (ИЭОПП СО РАН)

**11.** Выполнен структурно-теоретический анализ Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2030 года. Показаны фундаментальные противоречия основополагающих положений стратегии с каноническими концепциями и моделями пространственного развития (агломерации, дивергенция, макроэкономическое районирование, экономические специализации,

межрегиональные взаимодействия, пространственная морфология), что с высокой вероятностью обусловит в перспективе получение результатов, противоположных заявленным в сфере выравнивания социально экономического положения регионов Российской Федерации. Оценены вероятные последствия формирования «стратегических ловушек» при имплементации положений стратегии. (Минакир П.А. Пространственное развитие России: стратегические тупики // Экономика региона. 2019. № 4 (ИЭИ ДВО РАН).

**Таблица.** Цели Стратегии пространственного развития РФ на период до 2030 года и возможности их достижения

Инструменты стратегии	Заявленные цели на 2030 год	
	Увеличение темпов роста национальной экономики	Увеличение степени однородности пространства
Формирование полюсов роста	Возможно	Рост неоднородности
Развитие крупных городских агломераций	Возможно	Рост неоднородности
Развитие перспективных экономических специализаций	Невозможно	Невозможно
Стимулирование межрегиональных взаимодействий	Маловероятно	Невозможно

**12.** Разработана методология оценки и отбора приоритетов согласованного научно-технологического и пространственного развития экономики индустриально развитых регионов, в основе которой лежит сочетание интересов отдельных территорий за счет совместного их участия в комплексных инвестиционных проектах межрегионального значения. Обозначены методологические принципы отбора приоритетов согласованного научно-технологического и пространственного развития экономики индустриально развитых регионов на основе проектного подхода, учитывающие в том числе формирование перспективных экономических специализаций территорий. Предложен алгоритм разработки комплексного инвестиционного проекта (Рис. 131), определяющий последовательность мероприятий, позволяющих реализовать имеющиеся у индустриально развитых регионов возможности научно-технологического развития с учетом приоритетов их пространственных преобразований. Научная новизна разработанного подхода заключается в предложении «двухполюсной» системы определения приоритетов, позволяющей интегрировать национальные ориентиры научно-технологического и пространственного развития с перспективами преобразований, определяемыми отдельными территориями – индустриально развитыми регионами. Результаты исследования могут найти применение при обосновании предложений и мер стратегического характера, направленных на реализацию приоритетов пространственного развития и развития научно-технологического комплекса индустриально развитых регионов. (рук. д.э.н. Лаврикова Ю.Г.) (ИЭ УрО РАН).

**13.** На основе комплексного анализа производственно-финансовой деятельности крупных российских металлургических корпораций систематизированы факторы, влияющие на формирование их прибыли и участие в мобилизации доходов бюджетной системы. Выявлены особенности государственного управления холдингами в части распределительных отношений, подразумевающих создание легитимных условий для минимизации налогообложения доходов олигархического капитала. Рассчитаны ежегодные потери бюджетной системы в результате использования владельцами металлургических корпораций различных способов оптимизации прибыли для целей налогообложения.

Разработаны научно-обоснованные предложения по корректировке экономической политики, проводимой в отношении крупных частных собственников: налогообложение экспортных операций, осуществляемых через трейдерные офшорные структуры; отмена возврата экспортного НДС; повышение ставки налогообложения дивидендов.

По результатам исследования опубликована монография «Крупнейшие металлургические корпорации и их роль в формировании бюджетных доходов» (Рис. 127) (чл.-к. Ильин В.А., Поварова А.И.).

**14.** Выявленная специфика и проблемы социально-экономического развития регионов и муниципальных образований Арктики, позволили констатировать, что приоритеты увеличения уровня социально-экономического развития территорий Арктики будут связаны с формированием точек роста, прежде всего, в традиционных промышленных территориальных объектах. Результаты проведенного моделирования показали, что без реализации крупных инвестиционных проектов в регионах Арктики обеспечить рост ВРП этих субъектов на уровне 3% в год (в соответствии с реализацией сопряженной цели – обеспечения темпов роста ВВП России не менее общемировых) невозможно. Основа процессов инвестирования – крупные инфраструктурные проекты, обеспечивающие мультипликативный эффект развития экономики, социальной сферы, качества жизни. Опубликована коллективная монография: «Социально-экономическое развитие Северо-Арктических территорий России» (Рис. 127). (ИЭП КНЦ РАН).

**15.** Предложена концепция развития региональной инновационной подсистемы (РИП), обеспечивающая достижение приоритетов инновационного развития региона через трансформацию совокупности уникальных ресурсов региона (кадровых ресурсов (способностей, компетенций и технологий). В основе предложенной концепции – модель нивелирования процессных и структурных дисбалансов между подготовкой научного кадрового потенциала и потребностью экономики в фундаментальных и прикладных исследованиях, и определяющая условия перехода РИП к новому качественному состоянию через реализацию междисциплинарного подхода к подготовке научных кадров ИТ-отрасли, обеспечивающих потребности цифровой экономики (Рис. 132).

По итогам опубликована коллективная монография «Технологии и инструментарий моделирования влияния трансформации человеческого капитала на пространственно-экономическое развитие территориальных систем» (Рис. 127) под общей ред. д.э.н. Д.А. Гайнанова. (ИСЭИ УФИЦ РАН).

**16.** Под руководством академика РАН Окрепилова В.В. проведены фундаментальные исследования решения сложной практической задачи цифровой экономики по развитию национальных стандартов, определяющих требования к цифровым активам.

Впервые в России исследована сфера применения экономики качества в реализации интересов государства при создании механизмов цифровой экономики по развитию эффективных направлений стандартизации в рамках международного сотрудничества на базе наднационального законодательства, согласованного и принятого всеми странами-участницами. В сотрудничестве с академиком РАН Макаровым В.Л. впервые в отечественной практике сформулированы наиболее актуальные на международном уровне темы в сфере информационно-коммуникационных технологий и высокопроизводительных вычислений, выявлены долгосрочные и фундаментальные в своем развитии флагманские проекты в данной отрасли знаний. Значимость проведенных исследований обусловлена тем, что среди стран БРИКС Россия в ближайшие годы возглавит научное направление, связанное с разработкой мультиагентных систем и искусственных обществ с применением высокопроизводительных вычислений. (ИПРЭ РАН).

**17.** Проведен анализ динамики показателей макроэкономической стабильности, социально-экономического развития государств-членов, формирования единых и общих рынков товаров, услуг, капиталов и рабочей силы, социальных, социокультурных показателей интеграции ЕАЭС. Выявлены реальные проблемы и противоречия, сдерживающие интеграционные процессы, социально-экономические и социокультурные факторы успешности осуществления евразийской интеграции. Обоснована необходимость включения в качестве источника устойчивого роста, направленного на повышение эффективности экономик государств-членов ЕАЭС неэкономического ресурса. Разработаны направления, механизмы и инструменты формирования единого социально-гуманитарного пространства Союза. Опубликована монография: д.социол.н. Г.И. Осадчая «Становление Евразийского экономического союза: идеи, реальность, потенциал» (Рис. 127). (ИСПИ РАН).

**18.** Впервые в политической науке осуществлено комплексное исследование феномена ренты как фундамента экономической и политической жизни современных обществ. Показано, что актуальные тенденции глобальной эволюции капитализма, рынка и демократии свидетельствуют об усилении их рентных оснований, которые игнорировались чистой экономической и политической теорией, но всегда сохраняли важнейшую регулятивную значимость в реальной жизни общества. Глобальный кризис капитализма и свободных рынков, обнаружение пределов вечных факторов развития – труда и капитала, исключение человека из технологических цепочек и трансформация общества труда, а также политическое неравенство экономических субъектов позволяют различить контуры нового рентного общества. Результаты исследования опубликованы в монографии: д.полит. н. Фишман Л.Г., к.полит.н. Мартянов В.С., к.полит.н. Давыдов Д.А. «Рентное общество в тени труда, капитала и демократии» (Рис. 127). (ИФиП УрО РАН).

## **ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И МЕЖДУНАРОДНЫЕ ОТНОШЕНИЯ**

### **Важнейшие достижения**

В 2019 г. исследования ОГПМО подтвердили гипотезу о несоответствии современной международно-политической системы, сложившейся после распада биполярного мира, задачам примирения разнонаправленных и противоречивых национальных и государственных интересов, проявляющихся в разных сферах – от мировой торговли до систем регулирования миграции и безопасности отдельных стран. В политической, военной, экономической областях не работают многие международные договоры, задачи формирования нового миропорядка не решены. Несмотря на преодоление нищеты и бедности сотен миллионов людей в крупных быстро растущих развивающихся странах, мир стал более чувствителен к относительному неравенству, повсеместному отрыву элит от основных социальных групп населения. В исследованиях Отделения отмечены и изучены новые очаги конфликтов, проанализированы требования новых правил локального и глобального регулирования. Аналитическая и экспертная работа ученых ОГПМО в направлении развития многостороннего международного сотрудничества по указанным вопросам стала особо значимой для интересов Российской Федерации.

Многие наиболее важные результаты ученых ОГПМО были посвящены 90-летию Е.М. Примакова. Так, организованные ИМЭМО РАН «Примаковские чтения 2019», собравшие 80 ученых и экспертов из 30 стран мира, показали причины усиливающейся нестабильности в международных отношениях и одновременно позволили обсудить пути сохранения и укрепления важнейших элементов стратегической стабильности, жизнеспособных альтернатив усиливающейся конфронтации.

Институт США и Канады РАН сделал вывод, что предпосылки для сохранения российско-американских отношений в кризисном состоянии сохраняются, продолжают появляться всё новые предлоги для взаимной напряженности, которые оказываются значительно более весомыми, чем интересы установления стабильного диалога между Москвой и Вашингтоном. Это усиливает негативный фон мировых дисбалансов.

Институт Европы РАН продолжил анализ фундаментальных проблем раздробленности и конфликтности европейского пространства безопасности, содержания политики безопасности основных евроатлантических организаций – ЕС и НАТО, характера и эволюции трансатлантических отношений. Показаны динамика и перспективы отношений России с ЕС и НАТО, ключевыми западными странами и нейтральными государствами, российские интересы в рамках деятельности и реформирования международных организаций – ООН и ОБСЕ. В центре внимания исследователей находился сложный узел межстрановых, региональных и трансрегиональных проблем, связанных с украинским кризисом.

В 2019 г. Институт Африки РАН внес большой вклад в подготовку саммита Россия – Африка (Сочи, ноябрь 2019 г.), который ознаменовал выход отношений нашей страны с африканскими партнёрами на качественно новый уровень. Саммит подтвердил верность прикладных выводов института, связанных с возможностями и способами использования расширяющегося комплекса российско-африканских экономических, политических и культурных отношений для укрепления экономического и внешнеполитического потенциала страны, усиления «мягкой силы» России в мире.

Институт Латинской Америки РАН подготовил специальное аналитическое издание «Бразилия: смена приоритетов в новом политическом цикле» (Отв. ред. серии «Саммит» В.М. Давыдов) в связи с председательством Бразилии в БРИКС и проведением Саммита в г. Бразилиа (13–14 ноября 2019 г.). Издание использовалось в работе российской делегации, получило высокую оценку в международном экспертном сообществе.

Институт Дальнего Востока РАН углубил понимание современного этапа политического формирования Китая. За последние несколько лет в правовой системе КНР появился целый ряд новых законов, направленных на обеспечение государственной безопасности. Опыт Китая в сфере борьбы с коррупцией и по законодательному регулированию сферы обеспечения государственной безопасности чрезвычайно важен и для России, и он тщательно изучается в ИДВ РАН. Для достижения институциональных успехов в этой борьбе была создана не только контрольная власть, но и принят уникальный Закон КНР о контроле (2018 г.). Новая система находится в начальной стадии своего развития, однако уже сейчас можно говорить о значительных успехах в ее применении.

Институт истории, археологии и этнографии народов Дальнего Востока ДВО РАН провел анализ особенностей взаимодействия стран Северо-Восточной Азии и выявил взаимосвязь между региональной напряженностью и отсутствием многосторонних механизмов разрешения конфликтов.

#### **Наиболее значимые монографии институтов ОГПМО (Рис. 133):**

**1. Russia: arms control, disarmament and international security/** IMEMO supplement to the Russian edition of the SIPRI Yearbook. Edited by A. Arbatov, S. Oznobishchev, N. Bubnova. – Moscow: IMEMO, 2019. – 152 p.

Специальное приложение ИМЭМО РАН к Ежегоднику СИПРИ на английском языке посвящено ключевым вопросам международной безопасности. Том приложений ИМЭМО РАН – ежегодный результат долгосрочной программы сотрудничества со Стокгольмским институтом проблем мира. Приложение отражает позицию российских исследователей по наиболее острым проблемам контроля вооружениями и разоружения. Анализируются текущие тенденции и вероятные последствия неограниченной гонки вооружений, развития гиперзвукового высокоточного оружия, киберугрозами и их воздействием на стратегическую стабильность, кризисом вокруг ядерной программы Ирана, проблемами нераспространения ядерного оружия в преддверии Обзорной конференции ДНЯО, возможностями преодоления противостояния на Корейском полуострове, перспективами урегулирования в Сирии и в целом на Ближнем Востоке. (ИМЭМО РАН).

**2. Садовая Е.С., Сауткина В.А., Зенков А.Р. Формирование новой социальной реальности: технологические вызовы.** – М.: ИМЭМО РАН, 2019. – 190 с.

Целью исследования стала разработка концептуальных подходов к изучению процессов трансформации общества, его структур и институтов в условиях высокотехнологичной экономики. В фокусе исследования – воздействие информационных технологий на модели социальной организации и социально-экономические процессы. Авторы доказывают, что цифровизация, раскрывая перед человечеством новые возможности выбора вариантов обучения, профессиональной реализации, коммуникации, способов лечения и рекреации, одновременно несет в себе и серьезные вызовы, оказываясь механизмом «сворачивания» системы мироустройства, основанной на постоянном росте материального потребления.

Особое внимание уделяется исследованию процесса сокращения спроса на труд в условиях высокотехнологичной экономики, усиливающего напряженность в сегменте низко- и среднеквалифицированного труда, с неизбежностью требующего пересмотра принципов организации всей социальной сферы.

Исследуются риски, связанные с внедрением биоинформационных технологий в медицинской сфере, обусловленные тем, что в погоне за первенством на рынках ведущие мировые компании активно инвестируют в технологии, последствия применения которых не до конца отработаны, что становится серьезной проблемой не только для финансового благополучия медицинских учреждений, но и для безопасности пациентов. Показано, как новые образовательные технологии ведут к фрагментации образовательного пространства (от профессий к компетенциям) и всей системы идентичностей современного человека.

Важным результатом является разработка основанных на анализе мирового опыта рекомендаций в области оптимизации управленческих решений в сфере социального регулирования. (ИМЭМО РАН).

**3. Мамедьяров З.А. Инновационное развитие мировой фармацевтической отрасли. – М.: ИМЭМО РАН, 2019. – 145 с.**

В монографии проанализированы тенденции развития одной из самых крупных, быстрорастущих и наукоемких отраслей мировой экономики – фармацевтической отрасли. Показана роль фармацевтических инноваций в научно-технологическом и экономическом развитии стран. Проведена оценка инновационной активности фармкомпаний на глобальном рынке: за последние 15 лет в мире более чем в два раза увеличилось количество препаратов в разработке, растет число новых фармкомпаний, а также усиливается отраслевая конкуренция со стороны развивающихся стран.

Крупнейшие компании отрасли все больше фокусируют инновационную деятельность на узкой группе терапевтических направлений. Ведущим научным направлением становится развитие биотех-медикаментов; так, в США больше половины ежегодно допускаемых к рынку препаратов уже относятся к биотех-сегменту. Транснациональные фармкомпании постепенно превращаются в управленческие хабы, то есть становятся провайдерами услуг и решений, координирующими взаимодействие научных, производственных и маркетинговых составляющих отрасли.

На примере США, ЕС и крупных развивающихся стран изучены особенности государственного регулирования и обеспечения прав интеллектуальной собственности. Показано, что патентование – важнейшая основа финансовой стабильности крупных компаний и роль патентов в фармацевтике выше, чем в других высокотехнологичных отраслях. В работе рассмотрены перспективы отрасли с учетом развития систем персонализированной медицины и цифрового здравоохранения, сформулированы предложения для инновационной политики России в сфере фармацевтики. (ИМЭМО РАН).

**4. Четверикова А.С. Чехия как внешнеэкономический партнёр России. – М.: ИМЭМО РАН, 2019. – 130 с. ИМЭМО РАН.**

Проведено многостороннее исследование Чехии, ее социально-экономического и политического развития в свете выстраивания внешних связей с Россией. Отдельное внимание уделено роли Евросоюза для Чехии в целом и для ее отношений с Россией.

Внешнеэкономические связи России и Чехии рассматриваются с точки зрения торгово-инвестиционных отношений двух стран, сложившихся связей в сфере туризма и научно-исследовательского сектора. Дана оценка российско-чешским внешнеэкономическим связям на региональном уровне, выявлены наиболее значимые регионы для отношений двух стран и формы сложившихся межтерриториальных связей. Работа представляет интерес и как пример анализа взаимодействия России с «новыми» членами Евросоюза, чьи экономики не сопоставимы с западноевропейскими.

Пример Чехии показателен и с точки зрения сложности выстраивания отношений с Россией в условиях существующих некоторых противоречий национальных и наднациональных интересов ряда стран-членов Евросоюза. (ИМЭМО РАН).

**5. Уянаев С.В. Россия–Индия–Китай: в контурах нового миропорядка. К 90-летию академика Евгения Максимовича Примакова: монография /С.В. Уянаев; отв. ред. акад. В.С. Мясников. – М.: ИД «ФОРУМ», 2019. – 322 с.**

Работа является первым в отечественной политологии монографическим исследованием проблематики взаимодействия России, Индии и Китая (трехсторонний формат РИК). Актуальность темы определяется, прежде всего, тем, что РИК ныне стал общепризнанным фактором формирования более справедливого полицентричного миропорядка. Монография носит комплексный характер, охватывает исторические, культурные, политические предпосылки взаимодействия, 20-летнюю историю структуры РИК и систему двусторонних отношений внутри «тройки», содержит прогноз перспектив развития трехстороннего формата. Выводы работы могут быть использованы при формировании практической политики Российской Федерации, в том числе в Евразии и АТР. (ИДВ РАН).

**6. Теремов О.В. «Арктическая политика США и интересы России» М.: «Весь Мир», 2019. – 256 с.**

В монографии исследованы действия американской нации в Арктике, затрагивающие интересы России на разных этапах двусторонних отношений; в контексте исторической ретроспективы рассмотрена эволюция политики, целей и задач США в Арктике; приведены пути укрепления позиций России за счёт сильных и слабых сторон политики США в отношении Арктики. Сделан вывод о том, что Россия является наиболее перспективным партнёром Соединённых Штатов в данном регионе, а российско-американское арктическое сотрудничество даст реальные, измеримые и долгосрочные результаты. (ИСК РАН).

**7. Фитуни Л.Л. «Наука принуждать. Невоенные методы принуждения в международных отношениях и национальные элиты» – М.: Издательство «Весь Мир», 2019. – 272 с.**

В книге исследуется диалектика военных и невоенных мер принуждения в теории и практике международных отношений. Представлены современная палитра невоенных мер принуждения в мировой политике с упором на актуальные реалии и новые тенденции внешнего враждебного социального манипулирования, связанные с этим вызовы и угрозы. Большое внимание уделено раскрытию роли и места международных и односторонних санкций как инструмента глобального управления и моделирования складывающегося миропорядка. Рассмотрение ведется под углом воздействия указанных мер на национальные элиты – главного адресата и транслятора внешних невоенных угроз подобного рода на общество и власть. (ИАфр РАН).

**8. Бразилия: смена приоритетов в новом политическом цикле. М.: ИЛА РАН, серия «Саммит» / Отв. ред. серии В.М. Давыдов, 2019. – 146 с.**

Аналитическое издание подготовлено в связи с председательством Бразилии в БРИКС и проведением Саммита глав государств этого объединения в г. Бразилиа (13–14 ноября 2019 г.). Выпуск посвящен современной экономической, политической и социальной проблематике Бразилии, ее позиционированию на мировой арене, состоянию международных отношений и возможностям эффективного российско-бразильского взаимодействия. Исследован один из наиболее драматичных периодов в новейшей истории южноамериканской страны (2014–2019 гг.), сопровождавшийся экономической рецессией, ростом социально напряженности, кризисом политической системы и приходом к власти политики правопопулистского толка Жаира Мессииаса Болсонару.

Авторский коллектив: к.э.н. Л.Н. Симонова (руководитель), чл.-корр., д.э.н. В.М. Давыдов, д.и.н. Л.С. Окунева, д.полит.н. Б.Ф. Мартынов, д.полит.н. З.В. Ивановский, к.э.н. Э.Г. Ермольева, к.и.н. Н.С. Константинова. (ИЛА РАН).

**9. Буторина О.В. Экономическая история евро. М.: Издательство «Весь Мир»: ИЕ РАН, 2020. – 576 с.**

В книге исследуются процессы валютного сотрудничества и валютной интеграции в Европе, итогом которых стало создание в 1999 г. единой европейской валюты, а также 20-летняя история евро во всем многообразии ее экономических проявлений. Анализ строится вокруг проблемы функцио-



нального неравенства валют и стремления западноевропейских элит преодолеть его сначала посредством восстановления конвертируемости, затем – за счет стабилизации обменных курсов и, наконец, путем создания единой валюты, способной превзойти по своим качествам прежние национальные денежные единицы. Обширный фактологический и статистический материал призван дать читателю представление о том, как процессы европейского валютного сотрудничества вписывались в глобальный контекст, а также соотносились с меняющимися концептуальными установками и практикой экономической политики. (ИЕ РАН).

**10. Бардаль А.Б. Транспортный комплекс Дальнего Востока: трансформация и интеграция** / под общ. ред. П.А. Минакира – Хабаровск : ИЭИ ДВО РАН, 2019. – 336 с.

Рассматривается влияние динамики и структуры транспортного комплекса на экономику региона на разных этапах его развития, выявлены зоны регресса в уровне физической доступности транспортных услуг (Сахалин – на 12%, Магаданская область – на 9%, Чукотка – на 33%), оценены перспективы международной интеграции транспортного комплекса Дальнего Востока с учетом тенденций развития транспорта стран СВА, предложено районирование территории Дальнего Востока по критерию интеграционного потенциала транспорта. (ИЭИ ДВО РАН).

**11. Песцов С.К., Волынчук А.Б. Индекс региональной напряженности. Северо-Восточная Азия 2018.** / С.К. Песцов, А.Б. Волынчук. – Владивосток: ИИАЭ ДВО РАН, 2019. – 177 с.

Анализ особенностей межгосударственного взаимодействия в Северо-Восточной Азии выявил взаимосвязь между региональной напряженностью и отсутствием многосторонних институтов управления региональными взаимоотношениями, особенно в условиях конфликтов. Потребности в многосторонних переговорных площадках в СВА обеспечиваются временными альянсами. С одной стороны, можно говорить о группе, в центре которой находятся США и созданная ими региональная система двусторонних договоров с Японией и Южной Кореей. Другой региональный блок, с Китаем в центре, сформирован треугольником РФ – КНР – КНДР, где слабые центростремительные стимулы компенсируются наличием общего противника. Еще одна группа опирается на сложную систему отношений сотрудничества/соперничества, сложившихся между Китаем, Японией и Южной Кореей. (ИИАЭ ДВО РАН).

## **ИСТОРИКО-ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ**

### **О состоянии и перспективах развития отечественной историко-филологической науки**

Гуманитарные исследования являются важной частью деятельности Российской академии наук. Разработки в области истории и филологии имеют непосредственное отношение к человеку, социально-культурному развитию личности и российского общества в целом. Деятельность ученых-гуманитариев РАН направлена на объяснение процессов, событий и явлений прошлого и настоящего, формирование исторической памяти и гражданского сознания, обеспечение гражданской солидарности и национальной безопасности страны. Инновационное развитие невозможно без обращения к культурным достижениям прошлого, нового осмысления мировой истории и места России в мировом историческом процессе, основанного на анализе всей совокупности исторических источников и использовании современных научных методов для объективного воссоздания исторических явлений в их взаимосвязи.

Современное общество предъявляет высокие требования к качеству и достоверности исторического знания, документальной основе оценок и интерпретаций, полноте охвата источников и материалов, используемых историками. С другой стороны, нынешнее информационное пространство насыщено дилетантскими и паранаучными версиями прошлого, которые создают реальную угрозу

вытеснения научных исторических представлений и формирования в сознании значительной части общества искаженных картин отечественной и мировой истории. Современное социально-экономическое развитие, стремительная трансформация традиционной среды обитания создают значительную угрозу сохранению культурного наследия, требующую адекватной реакции. В этой ситуации профессиональный труд историков и филологов, научное обеспечение сохранения культурного наследия России приобретают исключительную актуальность.

Дальнейшее развитие отечественной исторической и филологической науки должно концентрироваться на выявлении, систематизации и презентации новых пластов историко-культурного наследия, получении фундаментального знания о закономерностях исторического процесса, об истории и современных проблемах развития русского и других языков, отечественной и мировой литературы и фольклора, повышении уровня информатизации историко-филологических наук путём оцифровывания письменных источников и публикации литературных произведений, научных исследований и источников. Перспективными представляются создание научно-познавательных порталов, комплексное развитие специальных исторических дисциплин (археографии, палеографии, дипломатики, сфрагистики, нумизматики и др.), разработка междисциплинарных археологических, исторических, лингвистических проектов, нацеленных на углубленное познание отдельных феноменов и проблем экономической, социально-политической и культурной истории. Необходимы углубленные исследования грамматического и лексического строя русского языка, имеющие фундаментальное значение для поддержания в Российской Федерации стабильности языковых норм и культуры русской речи; подготовка комментированных академических изданий произведений художественной литературы и памятников фольклора; изучение и документация исторического развития русского языка; расширение Национального корпуса русского языка и корпусов других языков народов России.

В 2019 году академические институты Москвы, Санкт-Петербурга, Сибирского, Уральского и Дальневосточного отделений РАН, региональных научных центров, находящиеся под научно-методическим руководством Отделения историко-филологических наук РАН, реализовывали исследовательские и издательские проекты по тематике основных направлений фундаментальных исследований в области историко-филологических наук в рамках «Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы». Опубликовано более 1000 различных книжных публикаций: фундаментальных монографий, сборников статей, архивных материалов, справочных изданий, словарей, академических полных собраний сочинений. Следует отметить проекты, выполненные силами больших научных коллективов академических научных институтов и центров с участием специалистов из вузовского сектора науки. Так, осуществлено издание новой версии 6-томного фундаментального труда «Всемирная история» (гл. ред. ак. РАН А.О. Чубарьян), отвечающее новым достижениям отечественной и зарубежной исторической науки (ИВИ РАН); в рамках серии «Народы и культуры» (отв. ред. ак. РАН В.А. Тишков) подготовлены к выпуску тома «Казахи» и «Ногайцы» (ИЭА РАН); развернута работа по подготовке к изданию академической 20-томной «Истории России» (ИРИ РАН), 8-томной «Истории русской литературы» (ИРЛИ РАН), нового издания 4-томной «Истории Сибири» (ИАЭТ СО РАН, ИИ СО РАН).

В 2019 году большое внимание было уделено проблеме сохранения историко-культурного наследия России. В апреле проведена научная сессия Общего собрания ОИФН РАН «Академия наук и вопросы изучения и сохранения историко-культурного наследия России», на которой представители различных направлений гуманитарного знания (историки, археологи, искусствоведы, филологи, архивисты, музеисты) обсудили проблемы и задачи в деле изучения и сохранения научного, археологического, архитектурного, документального, фольклорного, литературного наследия нашей страны. Этим же вопросам было посвящено заседание президиума РАН «Гуманитарные науки и проблемы сохранения историко-культурного наследия России», состоявшееся 28 мая 2019 года. Отмечено, что вопросы изучения и сохранения историко-культурного наследия России относятся к одним из наиболее важных среди общенациональных приоритетов развития российского общества,

обеспечения исторической преемственности и целостности российской государственности, сохранения исторической памяти и традиций, утверждения общероссийской идентичности и патриотизма. Задачи по всестороннему изучению и сохранению историко-культурного наследия России могут быть успешно выполнены при координации усилий научных учреждений страны, соответствующих государственных структур, а также привлечении бизнеса и институтов гражданского общества. При этом РАН должна взять на себя функцию гаранта высокого научного уровня мероприятий по изучению и сохранению отечественного историко-культурного наследия.

В 2019 году выполнена обширная работа в рамках объявленного ООН «Года языков коренных народов». Создан массив данных по языковым контактам в циркумполярной зоне, осуществлен анализ взаимного влияния языков контактных зон, разработаны методы для комплексного описания географических зон и исторических процессов, стоящих за синхронными структурами распространенных в них языков, проведены экспедиции для пополнения первичных данных по наименее описанным ареальным разновидностям языков контактных зон (ИЯз РАН). Запущены онлайн-версия корпуса контактно-обусловленной русской речи Севера Сибири и Дальнего Востока, пилотная версия интернет-ресурса «Малые языки России». Опубликованы мифы, сказки, исторические предания, рассказы о традициях кочевых коряков Камчатки на одном из диалектов корякского языка (ИФЛ СО РАН). В серии «Памятники этнической культуры коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока» изданы два тома – «Имена собственные персонажей эвенкийского эпоса» и «Имена собственные персонажей эвенского эпоса» (ИГИиПИМНС СО РАН).

В 2019 году российская академическая археология отмечала 100-летний юбилей. В результате проводимых на протяжении столетия экспедиционных работ и фундаментальных научных исследований отечественная археологическая наука выведена на мировой уровень. Сегодня академические археологические учреждения страны плодотворно проводят научные изыскания в широком проблемно-хронологическом диапазоне, охватывающем всё многообразие древних и средневековых культур Евразии. Успешно осуществляются современная научная регламентация полевых работ, контроль над профессиональным качеством археологических исследований и системой охраны памятников на всей территории России. Среди значимых юбилейных мероприятий следует отметить всероссийскую научную конференцию «Век археологии: открытия – задачи – перспективы» (10–11 апреля 2019 г., Москва), международную конференцию «ИИМК на рубеже тысячелетий» (18–19 апреля 2019 г., Санкт-Петербург), международную конференцию, приуроченную к празднованию 100-летия российской академической археологии, 190-летию Германского археологического института и 25-летию международного сотрудничества между Институтом археологии РАН и Евразийским отделом DAI (26–28 июня 2019 г., Москва, Президиум РАН, Институт археологии РАН, фонд «История Отечества»).

Важнейшая функция современной науки – распространение научных знаний, повышение престижа науки и популяризация её достижений, особенно среди молодежи. В России существует немало разных форм научного просветительства, и одно из центральных мест среди них занимают научные форумы, конгрессы, фестивали, привлекающие внимание не только узких специалистов, но и широкую общественность. Так, на Первом международном Петербургском историческом форуме (29 октября – 3 ноября 2019 г., Санкт-Петербург) были обсуждены проблемы фундаментальной исторической науки, вопросы модернизации исторического образования, архивного и музейного дела, международное сотрудничество историков в отстаивании исторической правды, по противодействию антинаучным интерпретациям. Институт всеобщей истории РАН в сотрудничестве с Государственным Эрмитажем, НИЦ «Курчатовский институт», Ассоциацией содействия развитию академической науки и образования «Институт перспективных исторических исследований» провёл первый «Международный научный гуманитарный форум: от знания к действию» (3–5 декабря 2019 г., Москва), который стал важной площадкой для обсуждения перспектив развития гуманитарного знания в России и в мире.

В целом, в деятельности Отделения историко-филологических наук РАН за последние годы наметилась тенденция к расширению сложившихся представлений о месте и роли академической гуманитарной науки в современной жизни общества, а также ориентация на междисциплинарные подходы и методы и на практическое использование научных знаний. Это представляется особенно актуальным в свете формирующихся в российском обществе запросов на гуманитарную, морально-этическую проблематику.

## **Важнейшие результаты**

### **В области отечественной истории:**

Книга Л.С. Гатаговой и В.В. Трепавлова «Перед толпою соплеменных гор». Проблемные вопросы истории политики России на Кавказе (XVIII–XIX вв.)» рассматривает дискуссионные проблемы истории российской политики в Кавказском регионе: причины, обстоятельства и последствия заключения Георгиевского трактата 1783 г. о покровительстве Российской империи над Картли-Кахетинским царством (Восточной Грузией); причины и ход массового выселения адыгов с Северо-Западного Кавказа в Османскую империю; организация управления северокавказскими территориями после их вхождения в состав Российского государства (ИРИ РАН).

Коллективный труд «Армия и флот в геополитических интересах России» (отв. ред. И.С. Рыбачёнок) посвящена выявлению взаимосвязей между разработкой военных и военно-морских программ России, их материальным обеспечением и изменениями в системе международных отношений во второй половине XIX – начале XX в., которые раскрываются сквозь призму взглядов, представлений и действий военных и морских министров, председателя Совета министров П.А. Столыпина, начальника Главного штаба Н.Н. Обручева, главнокомандующего Юго-Западным фронтом, а затем Верховного главнокомандующего А.А. Брусилова (ИРИ РАН).

Монография А.П. Павлова «Думные и комнатные люди царя Михаила Романова: просопографическое исследование» в 2 т. посвящена изучению правящих верхов Русского государства в начале царствования династии Романовых. Рассмотрены обстоятельства избрания на царство Михаила Романова, расстановка сил в правящих верхах в начале нового царствования и в период правления Филарета, характер придворной борьбы в последние годы царствования Михаила Федоровича. Прослежены процессы интеграции княжеско-боярской знати в политическую систему нового царствования и утверждения придворных отношений (СПБНИ РАН).

Коллективная монография «История Сибири. Т. 2. Сибирь в древности и средневековье» (отв. ред. тома ак. РАН В.И. Молодин) посвящена периоду от раннего железного века (I тыс. до н.э.) до прихода в Сибирь русского населения (XVI век). Комплексное исследование существенно корректирует издание 1969 года, проиллюстрировано фотографиями и рисунками археологических находок, схемами и картами (ИАЭТ СО РАН, ИИ СО РАН).

В книге К.И. Зубкова и В.П. Карпова «Развитие российской Арктики: советский опыт в контексте современных стратегий (на материалах Крайнего Севера Урала и Западной Сибири)» представлены реконструкция и анализ советской стратегии освоения Арктики, объяснены геополитические и социальные механизмы смены подъемов и спадов в освоении арктических окраин. Полученные в результате исследования выводы могут быть полезны для совершенствования современной арктической стратегии РФ (ИИиА УрО РАН).

В сборник документов «Б.Д. Греков. Письма (1905–1952 гг.)» (сост. В.Г. Бухерт) включены письма выдающегося отечественного историка академика Б.Д. Грекова как ученого и руководителя науки. Значительная часть писем посвящена обмену мнениями по поводу подготовки и издания научных работ, полемике по содержанию изданных статей и монографий, затрагивающей основные вопросы научной проблематики (АРАН).

### **В области всеобщей истории:**

Осуществлено издание новой версии фундаментального труда «Всемирная история» в 6 томах (гл. ред. ак. РАН А.О. Чубарьян). Была проведена работа по обновлению текстов вышедших в 2011–2018 гг. томов с дополнениями, отвечающими новым достижениям отечественной и зарубежной исторической науки. «Всемирная история» представляет попытку сжатого анализа процессов и явлений глобальной истории в исполнении российских специалистов разных исторических дисциплин, является популяризацией отечественной науки, российского взгляда на проблемы всемирной и отечественной истории (ИВИ РАН).

В монографии члена-корреспондента РАН Б.Н. Флори «Россия и восточнославянские земли Польско-Литовского государства в конце XVI – первой половине XVII в. Политические и культурные связи» представлено исследование политических и культурных контактов между Россией и восточнославянскими землями Речи Посполитой. Доказана неправильность односторонних и идеализирующих представлений о характере таких контактов, показано их значение для обеих сторон, раскрыты факторы, содействовавшие и препятствовавшие развитию взаимоотношений (ИСл РАН).

Монография Л.Б. Алаева «Проблематика истории Востока» рассматривает роль Востока в создании общей теории всемирной истории, трудности теоретического обоснования стадияльного подхода, вопросы изучения процесса модернизации и глобализации. Анализируются мнения о роли опыта других стран для экономического и политического развития России (ИБ РАН).

В книге «Города средневековых империй Дальнего Востока» (отв.ред. чл.-к. РАН Н.Н. Крадин) осуществлено исследование исторической динамики урбанизационных процессов в дальневосточных средневековых империях. Дана оценка масштабам урбанизации, выявлены основные причины возникновения и способы функционирования городов, определены сравнительные особенности планировки, систем фортификации, организации архитектурной среды, жилищ и храмовых сооружений. (ИИАЭ ДВО РАН).

Публикация источников «Рукописи из Восточного Туркестана. Среднеперсидские, парфянские и согдийские фрагменты в собрании Института восточных рукописей» (сост., пер., комм. О.М. Чунаковой) вводит в научный оборот все известные на сегодняшний день ираноязычные рукописи из Восточного Туркестана, хранящиеся в ИВР РАН. Их публикация важна для изучения языковой, культурной и религиозной ситуации региона (ИВР РАН).

### **В области археологических исследований:**

Под руководством академика РАН Н.А. Макарова проведены раскопки центральной части Московского Кремля с целью исследования культурных напластований на террасе высокого левого берега Москвы-реки, где древнейшие слои датируются ранним железным веком. В 2019 г. были исследованы слои, относящиеся к XVI–XIX вв. (Рис. 134). Эти раскопки стали первыми археологическими исследованиями на территории Кремля, а также первым примером археологического раскопа-музея, доступного для публичного обозрения со смотровой площадки. Главным результатом работ стало обнаружение фундаментов здания Приказов – центрального органа государственного управления в XVI–XVII вв., построенного в 1675–1683 гг. на месте первого здания 1591 г. Найденные предметы воссоздают материальный мир государственной администрации XVII в. Находки из верхних слоёв раскопок рисуют картину столичного разорения 1812 г. и дополняют знания о русской и французской военной культуре начала XIX в. (ИА РАН).

Широкомасштабные археологические исследования открыли ранее неизвестные страницы истории города Севастополя и позволили с точностью определить местоположение и характер фортификационных сооружений 1855 г. (рук. В.Л. Мыц). Материалы раскопок позволяют проследить историю сооружений на протяжении второй половины XIX в., подготовить комплекс мероприятий по сохранению исследуемого объекта археологического наследия в ходе планируемой реконструкции мемориального комплекса (ИИМК РАН).

В IV томе монографии ак. РАН А.П. Деревянко «Три глобальные миграции человека в Евразии: Ашельская и бифасиальная индустрия в Китае, Корее, Монголии, Казахстане, Туркменистане, Узбекистане и на Кавказе» рассматривается проблема конвергентного возникновения бифасиальной индустрии в Восточной Азии, анализируются процессы становления древнейших традиций и эволюции рода Homo. Излагается точка зрения на всю эволюционную цепочку вида Homo erectus и происхождение человека современного типа (Рис. 135) (ИАЭТ СО РАН).

В ходе археологических раскопок на памятнике культурного наследия народов РФ федерального значения «Средневековое городище на плато Эски-Кермен» выявлен неизвестный ранее христианский храм XI–XIII вв. (Рис. 136) (рук. Э.А. Хайрединова). Обнаружены предметы христианского культа, украшения, надгробная надпись на греческом языке. Открытие нового христианского культового здания, свидетельствующего о приверженности местного населения византийской строительной традиции, имеет большое значение для изучения истории городища на плато Эски-Кермен и средневекового Крыма в целом (ИАК РАН).

В книге М.А. Мусаева, Ш.Ш. Шихалиева и М.Г. Шехмагомедова «Эпиграфика некрополя уцмиев в Кала-Корейше» исследуются надмогильные стелы некрополя в Кала-Корейше, принадлежащего одной из правивших на Восточном Кавказе династий – уцмиев. Дано описание памятников, перевод надписей с арабского на русский язык, произведена датировка всех стел. Изучение форм надмогильных стел, орнаментики и эпиграфики, позволили типологизировать памятники некрополя уцмиев, проследить развитие камнерезного искусства в регионе с X в. до начала XIX в. (ИИАЭ ДФИЦ РАН).

#### **В области антропологии и этнологии:**

Монография «Логика трансформаций: региональная и локальная специфика культурных и языковых процессов» (отв. ред. И.А. Морозов, И.С. Слепцова) посвящена изучению специфики развития на протяжении последнего столетия культурных и языковых процессов, а также их региональных и локальных особенностей на примере регионов Верхнего Поволжья и Русского Севера. Особое внимание уделено проблематике соотношения регионального/локального процессов, стабильности и изменчивости в социокультурных системах, изучению форм и способов трансформации традиции в исторической перспективе (ИЭА РАН).

В коллективных трудах «Этническое и религиозное многообразие России» (под ред. ак. РАН В.А. Тишкова, В.В. Степанова) и «Измерение культурного многообразия. Языковая ситуация, переписи, полевая этностатистика» (ред. М.Ю. Мартынова, В.В. Степанов) рассматриваются историческая и современная динамика полиэтничного состава населения, характер межэтнических отношений, религиозная ситуация на Северном Кавказе, в Крыму и других российских регионах, средства измерения и оценки языковой ситуации, этнического и культурного многообразия в России и за рубежом, раскрываются темы формирования гражданской и этнической идентичности россиян, историко-культурных брендов регионов, проблемы языковой политики в сфере образования (ИЭА РАН).

Альбом «Мир айнов глазами Бронислава Пилсудского. Коллекции Кунсткамеры» (авторы-сост. А.М. Соколов, В.А. Беляева-Сачук, отв.ред. чл.-к. РАН А.В. Головнёв) посвящён биографии Б.О. Пилсудского и его исследованиям айнской культуры. Представлен каталог собранных им коллекций, в котором фотографии и предметы представляют различные сферы жизни айнов островов Хоккайдо и Сахалин (МАЭ РАН).

В монографии Т.И. Дроновой «Религиозный канон и народные традиции староверов Усть-Цильмы: формирование, сохранение, эволюция» обобщены результаты многолетних исследований формирования и развития этноконфессиональной группы русских староверов-беспоповцев (поморцев), известных под названием «устыцилёмы». Предложена концепция сохранения стабильности локальных культурных сообществ посредством религиозной традиции, описаны основные религиозные и фольклорные обряды, проанализирована роль семейных и трудовых традиций в сохранении локальной идентичности. (ИЯЛИ Коми НЦ УрО РАН).

### **По проблемам языкознания:**

Создан массив данных по языковым контактам в циркумполярной зоне, осуществлен анализ взаимного влияния языков контактных зон, разработаны методы для комплексного описания географических зон и исторических процессов, проведены экспедиции для пополнения массива первичных данных по наименее описанным ареальным разновидностям языков контактных зон (Аляска, Якутия, Чукотка, Нижний Амур). Запущены онлайн-версия корпуса контактно-обусловленной русской речи Севера Сибири и Дальнего Востока ([http://web-corpora.net/tsakorpus\\_russian\\_nonst/](http://web-corpora.net/tsakorpus_russian_nonst/)), картографическая онлайн-версия базы данных с настраиваемыми параметрами изображения (<http://circumpolar.iling-ran.ru/maps/>) и пилотная версия интернет-ресурса «Малые языки России» (<https://minlang.iling-ran.ru>) (ИЯз РАН).

В книге «Тексты на языках эскимосов Чукотки в записи Е.С. Рубцовой» (подгот. и ред. чл.-к. РАН Н.Б. Вахтина) опубликованы тексты на двух эскимосских языках (науканском и чаплинском), собранные главным образом во время длительной экспедиции на Чукотку в 1940–1946 гг. Чаплинские тексты записаны не только от собственно чаплинских, но и от кивакских, сиклюкских, аванских рассказчиков. Эскимосские языки и говоры представлены здесь в «доконтактном» виде, то есть были зафиксированы до того, как русский язык стал вторым, а затем и первым языком эскимосского населения (ИЛИ РАН).

В книге академика РАН С.М. Толстой «Мир человека в зеркале языка. Очерки по славянскому языкознанию и этнолингвистике» рассматриваются проблемы семантической реконструкции праславянской лексики, лексической типологии славянских языков и культурных контекстов слова. Большая часть исследования посвящена лексике, относящейся к человеку, его чувственному и интеллектуальному миру, его восприятию природы и социума, его оценкам (ИСл РАН).

«Лингвистический атлас вепсского языка» (авторы Н.Г. Зайцева, чл.-к. РАН И.И. Муллонен, чл.-к. РАН С.А. Мызников, О.Ю. Жукова, И.В. Бродский, Н.Л. Шибанова) представляет ареальную дистрибуцию вепсских языковых явлений на фонетическом, морфологическом и лексических уровнях. Анализ материала позволяет уточнить место вепсского языка в прибалтийско-финском языковом континууме, выявить основные пути проникновения иноязычного (карельского и русского) языкового влияния, границы диалектных ареалов, определить очаги зарождения ряда вепсских языковых инноваций (ИЯЛИ КарНЦ РАН).

Продолжалась работа по составлению академических словарей русского языка, языков народов Российской Федерации, зарубежных стран. Завершён выпуск «Осетинско-русского словаря» в 4 томах (автор Э.Т. Гутиева), в котором впервые предпринято полное описание лексического состава осетинского языка (СОИГСИ ВНЦ РАН). Продолжается издание «Русского этимологического словаря» (автор ак. РАН А.Е. Аникин. Вып. 13), представляющее собой свод этимологий, охватывающий основной словарный фонд русского языка (ИРЯ РАН, ИФЛ СО РАН). Также вышли из печати: «Большой академический словарь русского языка», Тт. 25, 26; «Толковый словарь русской разговорной речи», вып. 3; «Словарь древнерусского языка XI–XIV вв.», Т. XII (гл. ред. В.Б. Крысько); «Словарь русского языка XI–XVII вв.», вып. 31; «Словарь русского языка XVIII века», вып. 22; «Словарь русских народных говоров», вып. 51; «Большой словарь церковнославянского языка Нового времени», Том II; «Русско-лакский словарь», «Словарь синонимов кабардино-черкесского языка», часть I; «Русско-удмуртский словарь», в 2-х т., Т. 1, 2. (ИРЯ РАН, ИЛИ РАН, ИФЛ СО РАН, ИЯЛИ ДФИЦ РАН, ИГИ КБНЦ РАН, УИИЯЛ УдмФИЦ УрО РАН).

### **В области литературоведения и фольклористики:**

В серии «Литературное наследство» вышла первая книга 110 тома – «И.А. Бунин Новые материалы и исследования» (ред.-сост. О.А. Коростелев, С.Н. Морозов), в которой публикуются неизвестные ранние стихотворения и проза первого русского нобелевского лауреата по литературе, его неоконченные литературно-критические статьи и переписка. Вводятся в научный оборот неизвестные

ранее художественные тексты И.А. Бунина: ранние стихотворения, повесть «Увлечение», рассказы круга «Темных аллей», наброски и неоконченные рассказы, наброски и планы второго тома романа «Жизнь Арсеньева» (ИМЛИ РАН).

Коллективный труд «Французские и франкоязычные рукописи в России (XVIII – начало XX в.)» (под ред. Е.Е. Дмитриевой и А.В. Голубкова) направлен на изучение культуры билингвизма в России. Исследуются малые жанры (альбомы, письма, собрания французских цитат, которые могли скрывать в себе закамouflированную автобиографию), в научный оборот вводятся ранее неизвестные архивные франкоязычные материалы (ИМЛИ РАН).

Электронный ресурс «Академические собрания сочинений Пушкинского Дома» ([www.russian-literature.org](http://www.russian-literature.org)), включающий собрания сочинений русских писателей XVIII–XIX вв., адаптированные для цифровой среды за счет расширенных поисковых и сервисных возможностей, ориентирован на использование в научной и научно-образовательной работе (Рис. 137). Опубликовано 16 собраний сочинений 12 классиков русской литературы: Н.В. Гоголя, В.Г. Белинского, А.С. Пушкина, М.Ю. Лермонтова, Ф.М. Достоевского (ИРЛИ РАН).

Вышел в свет седьмой том «Свода памятников фольклора народов Дагестана» – «Детский фольклор» (сост. Ф.З. Абакарова, Ф.Х. Мухамедова, отв. ред. А.М. Аджиев), включающий распространенные и художественно значимые произведения детского фольклора народов Дагестана: как поэтические жанры, так и прозаические, каждый из которых характеризуется своими особенностями. Общность и этническая специфика детского фольклора, созданного взрослыми и детьми, являются ярким отражением многообразия духовной культуры многонационального Дагестана (ИЯЛИ ДФИЦ РАН).

В фундаментальном труде «История адыгской (кабардино-черкесской) литературы» (Т. I, под науч. ред. Тимижева Х.Т.) обобщается художественный опыт адыгских (кабардинских, черкесских) писателей XIX-первой половины XX в. Исследуются как своеобразие творческой индивидуальности, так и закономерности литературного процесса: становление письменной художественной словесности от ранних форм фольклора до современных литературных произведений; рассматривается комплекс вопросов, связанных с развитием жанровой системы, художественного стиля, сюжетно-композиционных особенностей, отношение адыгских писателей к различным художественным направлениям (ИГИ КБНЦ РАН).

Подготовка академических полных собраний сочинений классиков отечественной литературы является одним из приоритетных направлений деятельности литературоведов. Опубликовано: Аксаков К.С. Собрание сочинений и писем: В 10 т. Т. 1: Поэзия. Проза; Горький М. Полное собрание сочинений и писем. В 24 т. Т. 21. Письма декабрь 1931 – февраль 1933; Достоевский Ф.М. Полное собрание сочинений и писем: В 35 т. 2-е изд., испр. и доп. Художественные произведения. Т. 1–17. Т. 7: «Преступление и наказание»: Рукописные редакции; Наброски. 1864–1867, Т. 8: «Идиот»; Леонтьев К.Н. Полное собрание сочинений и писем: В 12 т. Т. 11, кн. 2; Мережковский Д.С. Собрание сочинений: В 20 т. Т. 9: О причинах упадка и о новых течениях современной русской литературы: Статьи 1880–1890-х гг.; Пушкин А.С. Полное собрание сочинений и писем: В 20 т. Том 3: Стихотворения. Кн. 1: Михайловское. 1824–1826; Пушкин А.С. Собрание сочинений. Т. 6; Ремизов А.М. Собрание сочинений. Т. 15: В розовом блеске; Мустай Карим. Собрание сочинений. Т.10. Дневники, письма (ИМЛИ РАН, ИРЛИ РАН ИИЯЛ УФИЦ РАН).

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Государственная научно-техническая политика в сфере сельскохозяйственных наук в Российской Федерации направлена на реализацию Указа Президента Российской Федерации от 21 июля 2016 г. № 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 1 декабря 2016 г. № 642.

Научные исследования, направленные на реализацию этих приоритетных направлений, в интересах развития сельского хозяйства в комплексе фундаментальных, поисковых и прикладных, в 2019 г. проводились 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.

Результаты выполнения этих научных исследований показали, 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 растений, 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, био-, хим-, ветпрепаратов, продуктов питания.

### **В области экономики, земельных отношений и социального развития села**

В условиях глобализации мирового сообщества для эффективного развития агропромышленного комплекса Российской Федерации наибольшую значимость приобретает глубокое изучение интеграционных процессов в мировой экономике с разработкой современной теории и принципов развития агропромышленного комплекса страны; исследования проблем управления земельными ресурсами сельскохозяйственного назначения; разработка новой парадигмы устойчивого развития сельских территорий.

Результаты исследований, выполненных учеными Отделения сельскохозяйственной наук РАН в 2019 г., позволили разработать научную продукцию, к важнейшей из которой относятся:

- методология инновационного развития отраслей АПК на основе технико-технологической модернизации, позволяющая осуществлять выбор обоснованных стратегий развития отдельных отраслей АПК, влияющих на обеспечение продовольственной безопасности страны (ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ);

- научные основы экспортно-ориентированного агропродовольственного рынка в условиях трансформации аграрной структуры, позволяющие разработать систему мер, в соответствии с которыми достигаются экспортные индикаторы функционирования агропродовольственного рынка с целью наращивания конкурентного агропромышленного потенциала (ФГБНУ НИИЭО АПК ЦЧР);

- прогноз развития рынка агропродовольственной продукции, являющейся основой для совершенствования мер аграрной политики на среднесрочную перспективу и принятия решений по сбалансированному развитию рынка молока и молочной продукции России в интересах повышения конкурентоспособности отечественной продукции (ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ);

- организационно-экономический механизм развития различных форм хозяйствования в аграрном секторе АПК в условиях новой экономической реальности, способствующий эффективному функционированию и развитию аграрной структуры России в долгосрочной перспективе, позволяющий формировать и реализовывать государственную аграрную политику, направленную на эффективное развитие различных форм хозяйствования в сельском хозяйстве (ФГБНУ ФРАНЦ);

- методология и механизмы регулирования демографического развития сельских территорий, позволяющие оптимизировать функции управления на региональном, муниципальном и поселковом уровнях для устойчивого развития сельских территорий (ФГБНУ ПНИИЭО);

- прогноз развития сельскохозяйственного землепользования в Российской Федерации до 2025 года, позволяющий сформировать научно-обоснованные направления развития аграрного землепользования Российской Федерации на среднесрочный период (ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ).

***К разработкам мирового уровня относятся:***

– научные основы инвестиционной деятельности в сельском хозяйстве России в условиях функционирования ЕАЭС, направленные на выравнивание условий ведения хозяйственной деятельности сельскохозяйственных товаропроизводителей с другими отраслями АПК, а также разработку механизмов инвестиционного развития сельского хозяйства России в условиях интеграционных процессов (ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ);

– механизм формирования экспортного потенциала продукции АПК, позволяющий выявить факторы, влияющие на его формирование по основным товарным потокам сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия и механизмы государственной поддержки производства конкурентоспособной аграрной продукции (ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ).

**По направлению земледелия, мелиорации, водного и лесного хозяйства** продолжались исследования, направленные на решение проблем сохранения и воспроизводства почвенного плодородия, естественной и антропогенной трансформации почв в различных природно-климатических зонах России, эффективного использования природно-ресурсного потенциала агроландшафтов, создания и эксплуатации оросительных и осушительных систем нового поколения, а также разработки агролесомелиоративных и лесохозяйственных комплексов в условиях глобальных изменений климата.

По результатам исследований в 2019 г., с использованием научного задела прошлых лет, разработаны:

– биопрепарат созданный на основе Штамма бактерий р *Bacillus thuringiensis* var. *darmstadiensis* 56 обладающий защитными свойствами против разных видов насекомых и грибных болезней и обеспечивающий повышение урожайности сельскохозяйственных культур на 20–25% (ФГБНУ ВНИИСХМ);

– программный комплекс для персональных компьютеров и смартфонов созданный на базе операционной системы Android «Зерновые культуры: подбор сортов и гибридов», позволяющий в автоматизированном режиме оперативно выбирать устойчивые к неблагоприятным погодным условиям в Российской Федерации высокоурожайные и лучшие по качеству зерна сорта и гибриды зерновых культур (ФГБНУ Курский ФАНЦ);

– технология создания новых жидкофазных биосредств, обеспечивающих снижение негативного влияния абиотических факторов на растения и уменьшает до 10% поражаемость растений картофеля фитофторозом (ФГБНУ ВНИИМЗ);

– система агрометеорологических измерений температуры и влажности приземного слоя атмосферы и в корнеобитаемом слое почвы, обеспечивающая регистрацию данных и передачу их на удаленный терминал для оперативного принятия решений по регулированию параметров мелиоративных систем и состояния возделываемых растений (ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова).

***К разработкам мирового уровня относятся:***

– цифровой актуализированный информационный ресурс качества почв Российской Федерации для целей стратегического планирования, развития сельских территорий, эффективного освоения ресурсов, рационального землепользования, возврата в оборот и предотвращения деградации земель с учетом изменений климата, техногенеза, социально-демографических трендов, создания цифровых платформ и интеллектуальных систем (ФГБНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева);

– технологические режимы радиационной обработки (гамма, электронное и тормозное рентгеновское излучение) сельскохозяйственного сырья и различных видов продукции растительного и животного происхождения с целью обеспечения их микробиологической безопасности, сохранения качества и продления сроков хранения (ФГБНУ ВНИИСХ РАЭ).

**По направлению растениеводства, защиты и биотехнологии растений** продолжались исследования по повышению урожайности сельскохозяйственных культур и качества производимой продукции.

По результатам исследований в 2019 году, с использованием научного задела прошлых лет, сохранен и пополнен генофонд мировых растительных ресурсов культурных растений и их диких родичей, насчитывающий 338043 образца (ФИЦ ВИР).

Разработаны:

- молекулярно-генетический инструмент для изучения хозяйственно ценных генов пырея понтийского применительно к селекции мягкой пшеницы (обладая устойчивостью к засолению, засухе и грибковым заболеваниям, он может использоваться как донор генов устойчивости для пшеницы) (ВНИИСБ);

- метод молекулярного мониторинга плодовых растений (ВСТИСП);

- приёмы управления репродуктивной активностью садовых растений *in vitro* (ВСТИСП);

- усовершенствованные приёмы клонального микроразмножения садовых растений (ВСТИСП);

- методика отбора генотипов земляники с высоким содержанием антоцианов в плодах (ВНИИСПК);

- методология управления продукционным потенциалом плодовых агроценозов на основе оптимизации питательного режима растений и воспроизводства плодородия почв на биоценотическом уровне (СКФНЦСВВ);

- цифровые крупномасштабные картографические модели пространственного варьирования климатических индексов, характеризующих период вегетации винограда на территории Крымского полуострова (ВНИИВиВ «Магарач» РАН);

- оригинальные методы синтеза феромонов гроздовой листовертки *Lobesia botrana* и капустной моли *Plutella xylostella* (*maculipennis*) L. (ВНИИБЗР);

Созданы:

- сорт пшеницы мягкой озимой **Кольчуга** – полукарликовый (85–90 см), высокоустойчивый к полеганию, среднеспелый; жаростойкость и засухоустойчивость выше среднего уровня, урожайность 10–12 т/га. По технологическим и хлебопекарным качествам зерна относится к сильным пшеницам. Среднее содержание белка – 14,3%, клейковины – 27,5%, общая хлебопекарная оценка – 4,5 балла. Натура зерна высокая, от 760–816 г/л, масса 1000 зерен 42–45 г (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко);

- сорт пшеницы мягкой яровой **Тая** – полукарликовый (60–80 см), среднеспелый, высокопродуктивный – 6–8 т/га зерна, имеет отличные технологические и хлебопекарные качества зерна: содержание белка – 15,2–16,2%, клейковины – 27,0–30,0%; общая хлебопекарная оценка – 4,4 балла, натура зерна – 770–830 г/л, масса 1000 зёрен – 30–35 г. Обладает устойчивым иммунитетом к пыльной головне. Высокоустойчив к бурой ржавчине; устойчив к жёлтой ржавчине и мучнистой росе, умеренно устойчив к септориозу, умеренно восприимчив к фузариозу колоса. Твёрдой головнёй поражается значительно меньше, чем стандартный сорт Велена и характеризуется средней восприимчивостью. Холодостойкость, засухоустойчивость и жаростойкость сорта повышенные (НЦЗ им. П.П. Лукьяненко);

- сорт озимой ржи **Саратовская 10** – низкорослый, зимостойкий, устойчив к выпреванию, в засушливых условиях позволяет получить высокий урожай зерна – 4,5 т/га, потенциальная урожайность до 7,0 т/га, устойчив к полеганию. Формирует высококачественное зерно, отвечающее по числу падения классу А, мука по высоте амилограммы соответствует градации от 350–650 е.ам. – лучшей по качеству, хорошие показатели по стекловидности зерна (НИИСХ ЮВ);

- сорт озимого ячменя **Фокс 1** – ультраранний (вегетационный период – 255–260 дней), урожайность 8–9 т/га, масса 1000 зерен – 40–42 г, содержание белка в зерне – 11–12%. Устойчив к полеганию, обладает высокой биологической и полевой зимостойкостью. По устойчивости к головневым заболеваниям и листовым болезням сорт Фокс 1 более устойчив по сравнению со стандартом (АНЦ «Донской»);

- сорт овса **Грум** – зернового направления, высокоурожайный – потенциал урожайности зерна – 11 т/га, имеет высокую натуру – 530 г/л, низкую пленчатость и среднюю крупность. Отли-

чается формированием выровненного зерна (96,5%) с высоким выходом крупы (62,1%) с хорошими вкусовыми качествами, имеет повышенное содержание белка (до 14,7%). Благодаря хорошей облиственности с успехом может быть использован в смеси с однолетними бобовыми культурами на сено, силос и зеленый корм; при скашивании в фазу выметывания сбор сухого вещества составляет 10–12 т/га (ФИЦ «Немчиновка»);

- гибрид кукурузы **Карат СВ** – трехлинейный среднепоздний гибрид (ОАО 450), универсально-го назначения, пригоден для возделывания на зерно и силос. Урожайность сухого зерна составляет 11–12 т/га, силосной массы 52–57 т/га. Засухоустойчивость хорошая, устойчив к пузырчатой головне, фузариозу, стеблевым и корневым гнилям (ВНИИ кукурузы, ИСХ КБНЦ РАН);

- гибрид сахарной свёклы РМС 137 диплоидный раздельноплоидный, средняя урожайность 70–72 т/га (126,2% от группового стандарта), сахаристость – 16–17% (97,8% от группового стандарта), сбор сахара – 11,4 т/га (122,9% от группового стандарта). Корнеплод овально-конической формы, обладает высокими хозяйственно-ценными признаками (ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова);

- сорт картофеля **Адар** – высокоурожайный (максимальный урожай 40,9 т/га) раннеспелый сорт столового назначения. Клубни округло-овальные, гладкие, окраска кожуры частично красная с красными мелкими глазками, мякоть белая, не темнеющая в сыром и вареном виде. Масса товарного клубня 120–250 г, лёжка хорошая. Вкусовые качества высокие (8–9 баллов из 9), содержание крахмала – 15,3–17,8%, развариваемость средняя. Обладает высокой комплексной устойчивостью к раку картофеля, золотистой картофельной цистообразующей нематодой, альтернариозу, фузариозному увяданию, фитофторозу картофеля, парше обыкновенной, ризоктониозу и вирусным заболеваниями (СибНИИРС – филиал ФГБНУ ИЦиГ СО РАН);

- сорт груши **Рада** – высокоурожайный, стабильно плодоносящий, зимо- и засухоустойчивый, скороплодный, устойчивый к парше и термическому ожогу листьев. Плоды крупные, массой 230–250 г, мякоть средней плотности, кремовая, нежная, тающая, очень сочная, маслянистая, приятного кисло-сладкого вкуса. В плодах содержится: сухих веществ – 15,83%, Сахаров – 13,42%, органических кислот – 0,78%, витамина С – 4,5 мг/100 г. Основное назначение – потребление в свежем виде. Рекомендуются для выращивания в интенсивных промышленных насаждениях (ФГБУН ННЦ – НБС);

- сорт яблони **Вознесенское** – высокоурожайный, ежегодно плодоносящий, средняя урожайность 26 т/га, плоды зимнего срока потребления, крупные (средняя масса 240 г, максимальная масса 300 г, одномерные, округлые. Мякоть мелкозернистая, сочная, плотная, кисло-сладкого вкуса, дегустационная оценка – 4,5 балла. Содержание витамина С 16,72 мг/100 г, сахара – 11,04%, Р-активных веществ – 180,0 мг/100 г, растворимых сухих веществ – 13,79%, титруемых кислот – 1,10% (ФНЦ им. И.В. Мичурина);

- сорт вишни **Гречанка** – высокоурожайный – 4,3 т/га, зимостойкий, относительно устойчивый к грибковым болезням (максимальное поражение коккомикозом и монилиозом до 2,0 баллов), со сдержанным ростом дерева, – ежегодным плодоношением, высокими вкусовыми и товарными качествами плодов (ВНИИСПК).

#### **К разработкам мирового уровня относятся:**

- технология идентификации генов селекционно-значимых признаков плодовых и ягодных культур с использованием молекулярных маркеров (ВНИИСПК);

- системы биологической защиты озимой пшеницы, сои и яблони от вредителей в технологиях органического земледелия (ВНИИЗБР).

**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.

Результаты фундаментальных исследований, проведенных в 2019 году, позволили создать:

- линию кур СГ-3 мясо-яичного направления. Патент № 10537 от 01.07.2019 г. (ВНИИГРЖ – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста);
- линию кур БГ-2 мясо-яичного направления продуктивности. Патент № 10538 от 01.07.2019 г. (ВНИИГРЖ – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста);
- линию кур БСГ-23 мясо-яичного направления продуктивности. Патент № 10536 от 01.07.2019 г. (ВНИИГБЖ – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста);
- линию кур КГ1 мясного направления продуктивности. Патент № 10535 от 01.07.2019 г. (ВНИИГРЖ – филиал ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста).

Разработаны:

- способ диагностики лейкоза крупного рогатого скота методом полимеразной ценной реакции. Патент № 2694617 от 16.07.2019 г. (ФНЦ ВНИИ экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко РАН);
- методология ранней диагностики, терапии и профилактики метро-оварио-эмбриопатий у высокопродуктивного молочного скота (ВНИВИПФиТ);
- метод коррекции общего и локального иммунного гомеостаза лактирующих коров с целью профилактики воспалительных заболеваний молочной железы (ВНИВИПФиТ);
- комплексная кормовая добавка для коров, обеспечивающая повышение надоя молока на 19%, количества молочного жира на 18%, белка на 1,8% (ФИЦ КНЦ СО РАН);
- метод генотипирования крупного рогатого скота по аллельным вариантам гена *scd1* на основе ПЦР в реальном времени, обеспечивающий прогноз молочной продуктивности и качественный состав молока (ФГБНУ «Центр экспериментальной эмбриологии и репродуктивных биотехнологий»);
- конкурентоспособная технология инкапсулирования консорциума микроорганизмов, биологически активных веществ и других материалов. Патенты № 2661792, 2577574, 163649 (ФГБНУ ВНИИТИ биологической промышленности);
- тест-система на основе ПЦР ПДРФ, позволяющая выявить носителей полиморфных вариантов локуса CS № 2 с целью увеличения доли животных с генотипом A2A2 по локусу CS № 2, молоко которых не вызывает воспалительных процессов в пищеварительном тракте человека (ФГБНУ «Краснодарский НЦ по зоотехнии и ветеринарии»).

***К разработкам мирового уровня относятся:***

- штамм бактерий *Streptococcus equi* H-5/1, используемый для изготовления вакцины против мьта лошадей (ФГБНУ «Якутский НЦ СО РАН»);
- препараты нового поколения иммунокорегурующего и лютеотропного действия с использованием технологий рекомбинантных белков и криовакционирования с целью применения их для профилактики эмбрио- и метростатий у коров (ВНИВИПФиТ).

**По направлению механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства** продолжены работы по исследованию процессов энергообеспечения, энергоресурсосбережения и возобновляемых источников энергии, а также разработке интенсивных машинных технологий и робототехники.

Результаты фундаментальных исследований, проведенных в 2019 году, с использованием наработок предыдущих лет, позволили разработать:

- платформенное решение для мониторинга селекционных полей с помощью беспилотных летательных аппаратов (ФНАЦ ВИМ);
- гидромелиоративный робот «ГидроБот2» предназначенный для индивидуального дифференцированного полива растений по сигналам датчиков (ФНАЦ ВИМ);

- оборудование для дифференцированного внесения удобрений и пестицидов к беспилотному воздушному судну БВС-137 ВИМ (ФНАЦ ВИМ);
- модуль для ускоренного размножения мини-клубней картофеля в системе оригинального семеноводства картофеля (ФНАЦ ВИМ);
- технологические решения «умной» молочной фермы на 480 коров предназначенные для увеличения производства молока в Российской Федерации за счет роста продуктивности коров не менее 9000 кг в год с продолжительностью хозяйственного их использования не менее 5 лактаций (ФНАЦ ВИМ);
- технологическая линия переработки многокомпонентных органических отходов, предназначенная для ускоренной биоферментации в установках закрытого типа и получения гранулированных органических удобрений экспортного сегмента (ФНАЦ ВИМ).

***К разработкам мирового уровня относятся:***

- интеллектуализированная система управления установкой производства универсальных комбипостов на основе органических отходов сельскохозяйственного производства (ФНАЦ ВИМ);
- алгоритм и программа для распознавания координат расположения и степени спелости плодов и ягод садовых культур предназначенная для прогнозирования урожая с помощью роботизированных устройств (ФНАЦ ВИМ).

**По направлению хранения и переработки сельскохозяйственной продукции** приоритетное значение приобрело решение проблем интегрального контроля производства сельскохозяйственного сырья и продуктов питания; создания инновационных технологий глубокой переработки сельскохозяйственного сырья; разработки процессов и технологий производства ингредиентов; композиций, белковых концентратов функциональной направленности; основ управления процессами хранения сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов.

Фундаментальные исследования, проведенные в 2019 году с использованием наработок предыдущих лет, позволили разработать:

- штамм мицелиального гриба *Trichoderma reesei*- продуцент комплекса эндоглюканазы, ксиланазы и пектиназы для получения белковых добавок на основе зернового и зернобобового сырья для применения в кормопроизводстве. Патент на изобретение № 2696074 (ВНИИПБТ – филиал ФГБНУ «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи»);
- штамм бактерий *Lactobacillus AMYLOLYTICUS*, используемый для приготовления термофильной заквашенной заварки. Патент на изобретение № 2685912 (ФГАНУ НИИХП);
- комплексные хлебопекарные улучшители для производства хлебобулочных изделий из пшеничной муки, разработанные на базе отечественных ферментных препаратов (ФГАНУ НИИХП);
- рецептурный состав композитных хлебопекарных смесей для специализированного и функционального питания детей, спортсменов, людей страдающих сахарным диабетом и белковой недостаточностью. Патент на изобретение № 269870 (ФГАНУ НИИХП);
- технология получения смесей сухих, набухающих низкобелковых, позволяющая производить продукты питания для использования в гипофенилаланиновой диете больных с классической фенилкетонурией (ВНИИК – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН);
- методические рекомендации по использованию моновидовых бактериальных концентратов для улучшения органолептических показателей полутвердых сырных продуктов. Патент № 2689755 (ВНИИМС – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН);
- технология переработки молочной сыворотки, позволяющая сократить потери молочного сырья и обеспечить производство востребованных на рынке пищевой добавки лактата кальция и пробиотической лактат- и протеинсодержащей кормовой добавки (ВНИИПД филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН);

– усовершенствованная технология упаковочных материалов класса полиолефинов, модифицированных природными антимикробными и антиоксидантными компонентами для упаковывания молочной и пищевой продукции увеличенного срока годности (ФГАНУ ВНИМИ).

***К разработке мирового уровня относятся:***

– способ глубокой переработки зерновых и зернобобовых культур (тритикале, овес, ячмень, горох, нут) на крахмал с использованием ферментативных и биоконверсионных микробиологических процессов получения белковых концентратов, двух- и трехкомпонентных композитов с повышенной биологической, пищевой и кормовой ценностью для решения проблемы ликвидации дефицита белка и ресурсосбережения. Патент № 2680693 (ВНИИК – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН);

– биологически разрушаемая термопластичная композиция для производства полимерных изделий, содержащая полиэтилен низкой плотности, кукурузный крахмал, глицерин, сорбитол, отличающаяся содержанием пористого кукурузного крахмала, полученного биокаталитическим гидролизом нативного кукурузного крахмала в присутствии амилолитических ферментов. Патент № 2691988 (ВНИИК – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН).

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.), явились основой для проведения прикладных научных исследований, позволивших в 2019 году, с учетом научного задела прошлых лет, создать 256 сортов и гибридов сельскохозяйственных культур по урожайности и качеству продукции, не уступающих мировым аналогам; три типа и кросса животных и птицы; разработать 197 новых и усовершенствованных технологий и технологических процессов производства сельскохозяйственного сырья; 162 технологических способа и приема производства сельскохозяйственной продукции; 87 единиц машин, приборов и оборудования; девять вакцин, диагностикумов, препаратов и дезинфицирующих средств; 10 препаратов защиты растений. Разработано новых и усовершенствовано существующих 149 методов и методик. Получено 753 патента на изобретения и селекционные достижения.

По материалам исследований издано 649 книг и монографий опубликовано 16,4 тыс. статей, в том числе 9,1 в БД РИНЦ, 257 в Web of Science, 543 в Scopus.

**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 организационно-экономических механизмов развития агропромышленного комплекса страны в условиях глобализации и интеграционных процессов в мировой экономике. Совершенствование механизмов земельных отношений и устойчивого развития сельских территорий.

***В области земледелия, мелиорации, водного и лесного хозяйства***

Разработка и совершенствование систем воспроизводства плодородия почв, предотвращения всех видов их деградации, создания адаптивно-ландшафтных систем земледелия нового поколения. Создание и эксплуатация оросительных и осушительных систем, агролесомелиоративных и лесохозяйственных комплексов.

***В области растениеводства, защиты и биотехнологии растений***

Мобилизация, сохранение и изучение генофонда растений.

Развитие сельскохозяйственной биотехнологии в целях создания новых высокопродуктивных

форм культурных растений, устойчивых к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам среды.

Новые генотипы растений с хозяйственно ценными признаками и устойчивостью к стрессовым факторам в целях конструирования высокопродуктивных агрофитоценозов и агроэкосистем.

Системы агроэкологического мониторинга и фитосанитарного прогнозирования на основе усовершенствования традиционных методов с использованием информационных и компьютерных технологий.

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 устойчивостью к стрессовым факторам.

Биологические средства защиты 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.

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 результаты**

Проведение фундаментальных научных исследований на современном мировом уровне позволило в завершающем цикле выполнения прикладных исследований получить научно-техническую продукцию, не уступающую мировым аналогам, к важнейшей из которой относится следующая.

**В области растениеводства, защиты и биотехнологии растений** продолжены исследования по повышению урожайности сельскохозяйственных культур и качества продукции. Для решения этих проблем учеными созданы конкурентоспособные сорта сельскохозяйственных культур с высокой урожайностью и качеством продукции. К наиболее значимым из них, не уступающим мировым аналогам, относятся следующие.

**Сорт озимой мягкой пшеницы Ультра 11** (Рис. 138), ультра скороспелый. Созревание происходит на три недели раньше всех возделываемых в производстве озимых культур, что позволяет сельхозпроизводителям в один год получать сверхсильное зерно пшеницы, а затем урожай сои или кукурузы на том же поле. Урожайность зерна 10 т/га, содержание белка – 16%, клейковины – 32%, стекловидность – 99%, общая хлебопекарная оценка – 4,8 балла.

Сорт отличается высокими засухоустойчивостью и жаростойкостью, повышенной зимо-морозостойкостью. Показывает иммунитет к пыльной головне, высоко устойчив к бурой ржавчине, умеренно устойчив к мучнистой росе и желтой ржавчине, умеренно восприимчив к фузариозу колоса и твердой головне.

Оригинатор – ФГБНУ «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко». Авторы: ак. Беспалова Л.А., чл.-корр. Аблова И.Б., д.с.-х.н. Кудряшов И.Н. и другие.

Опубликовано 4 статьи в изданиях, входящих в БД РИНЦ.

**Гибрид сахарной свеклы РУБИН** (рис. 139) – однострочковый диплоидный, на стерильной ос-



нове, урожайность 54,3 т/га, сахаристость 17,5%, сбор сахара 9,0 и более т/га. Гибрид имеет коническую форму корнеплода, глубина погружения корнеплода в почву 70–80%. Листовая розетка полупрямостоячая, темно-зеленого цвета. Устойчив к церкоспорозу и к цветущности, слабо поражается корнеедом и корневыми гнилями. Пригоден для средних и поздних сроков уборки. Потребители – семеноводческие и свеклосеющие хозяйства Краснодарского, Ставропольского краев и Ростовской области. Оригинатор ФГБНУ Первомайская селекционно-опытная станция сахарной свёклы. Авторы: д.с.-х.н. Шевченко А.Г., к.б.н. Логвинов А.В., к.б.н. Логвинов В.А., к.с.-х.н. Мищенко В.Н. Заявка на патент № 68441.

Опубликованы 3 статьи в изданиях, входящих в БД РИНЦ.

**Сорт картофеля Восторг** (рис. 140), среднеспелый, многоклубневый и высокоурожайный. Урожайность – 60–70 т/га, содержание сухих веществ 22–25%, масса товарного клубня 120–150 г, вкус хороший. Клубни светло-желтые, удлиненной формы, отличаются высокой товарностью и лёжкостью в период зимнего хранения. Кожура гладкая, глазки мелкие, мякоть клубня светло-желтая. По технологическим и биохимическим показателям клубни пригодны для переработки на «фри».

Сорт устойчив к раку, относительно устойчив к фитофторозу по ботве и клубням, устойчив к парше обыкновенной, ризоктониозу и фомозу.

Оригинатор ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха». Патент № 9865.

Авторы: д.с.-х.н. Симаков Е.А., к.с.-х.н. Митюшкин А.В., к.с.-х.н. Апшев Х.Х. и другие.

Материалы опубликованы в журнале «Картофель и овощи». – 2019. – № 7.

**Гибриды капусты белокочанной на основе ЦМС: раннеспелый F1 Улада и позднеспелый – F1 Атлант** (Рис. 141), устойчивые к растрескиванию кочана, слизистому и сосудистому бактериозам, фузариозному увяданию. Урожайность гибрида F1 Улада – 46–52 т/га, средняя масса кочана – 1,1–1,3 кг. Кочан округлый, серо-зеленый. Содержание сухого вещества – 6,66–6,79%, сумма сахаров – 3,52–3,95%, содержание аскорбиновой кислоты – 3,21–3,67 мг%, суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов в продукции – 3,88 мг/г в ЕАК и 1,25 мг/г в ЕГК.

Позднеспелый гибрид F1 Атлант, характеризуется одновременным созреванием, морфологически однороден, кочан округлой формы со средней массой 3,0 кг. Средняя урожайность – 90–100 т/га. Предназначен для потребления в свежем виде и для хранения. Оригинатор – ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства». Авторы: акад. Пивоваров В.Ф., чл.-корр. Солдатенко А.В., д.с.-х.н. Бондарева Л.Л., д.с.-х.н. Сирота С.М. и другие.

Опубликован в журнале «Овощи России». 2019. № 4.

**Гибрид лука репчатого F1 Визит** (Рис. 142), среднеспелый, полуострый. Характеризуется высокой вызреваемостью перед уборкой – 80%, а после дозаривания – 95%. Луковица округлой формы (индекс формы 1,0), массой 80–120 грамм, с плотно прилегающими белыми сочными чешуями, светлокоричневой окраской сухих чешуй. Средняя урожайность до 100 т/га. Гибрид пригоден к механизированной уборке и длительному хранению (до 210 суток), имеет высокую лёжкость – 95% и устойчивость к пероноспорозу. Содержание сухого вещества – 13,3%, общего сахара – 10,2%. Продукция используется для хранения, консервирования, салатов, кулинарии, а также универсального назначения. Предназначен для товарного производства в Северо-Западном, Центральном, Волго-Вятском, Центрально-Черноземном, Средневолжском, регионах. Оригинатор – ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства».

Авторы: чл.-корр. Солдатенко А.В., к.с.-х.н. Кривенков Л.В., к.с.-х.н. Логунова В.В., к.с.-х.н. Гращенкова Н.Н. Опубликовано в журнале «Известия ФНЦО». 2019, № 2.

**Сорт чеснока озимого (*Allium sativum* L.) Мелиоратор** (Рис. 143) – среднеспелый, стрелкующийся, высокозимостойкий, универсального использования. Урожайность – 21–23 т/га. Луковица округло-плоская, крупная, массой 65–70 г, плотная, острого вкуса, образует крупные воздушные луковички. Сухие наружные чешуи фиолетово-красные, зубков в луковице – 5–7, крупные, массой – 8–10 г, мякоть

зубка кремовая, содержание сухого вещества 39,7%, общего сахара 25,3%. Сорт устойчив к основным болезням и вредителям.

Оригинатор – ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства».

Авторы: акад. Пивоваров В.Ф., чл.-корр. Солдатенко А.В., к.с.-х.н. Агафонов А.Ф., к.с.-х.н. Баранова Е.В., к.с.-х.н. Кривенков Л.В., к.с.-х.н. Середин Т.М., к.с.-х.н. Шумилина В.В. Опубликовано в журнале «Известия ФНЦО». 2019, № 1.

Сорт эхинаеи пурпурной (*Echinacea purpurea* Moench) Северянка (Рис. 144), адаптирован к региональным условиям Нечерноземной зоны России. Урожайность сырья (сухой надземной части) – 3 т/га, содержание суммы производных оксикоричных кислот в пересчете на цикориевую кислоту в сырье – 4,54%, общий сбор суммы производных оксикоричных кислот до 140 кг/га, урожайность семян – 1,5–1,6 т/га; по общему сбору БАВ превышает параметры сорта-стандарта в 1,8 раза.

Сорт предназначен для производства лекарственных средств, имеющих широкий спектр действия при различных патологиях (инфекционных и воспалительных заболеваниях дыхательных путей, мочеполовой системы и опорно-двигательного аппарата, ослабленном иммунитете и др.). Оригинатор ФГБНУ «Всероссийский институт лекарственных и ароматических растений. Авторы: к.б.н. Коротких И.Н., к.б.н. Хазиева Ф.М., к.б.н. Бабаева Е.Ю., к.б.н. Тхаганов Р.Р. Патент № 10241.

Опубликован в сборнике «Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции», 2018, т. 179.

**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 типы и кроссы животных и птицы обеспечивающих получение продукции высокого качества.

**3-х породный кросс кур ВНИИГРЖ ФБ 1** (Рис. 145) мясного направления продуктивности (брама×суссекс×корниш) характеризуется высокой живой массой бройлеров: в 9 недель жизни (2520–2530 г), хорошей мясной скороспелостью. Выход грудных и ножных мышц – 35–37%. Выход грудных мышц от массы потрошенной тушки составляет 22,7–23,4%. Содержание протеина в мясе грудных мышц – 23–24%. Птица отличается высокой адаптационной способностью к клеточной и напольной системе содержания, нетребовательностью к условиям кормления, приспособленностью к климатическим и технологическим условиям содержания в фермерских и приусадебных хозяйствах, особенно в северо-западных регионах России.

Создан: ВНИИГРЖ – филиал ФГБНУ «ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста», чл.-корр. РАН Племяшов К.В., д.с.-х.н. Гальперн И.Л., д.б.н. Станишевская О.И., и др. Материалы опубликованы в семи научных изданиях. Патент на селекционное достижение № 10534.

Порода перепелов «Омская» (Рис. 146) мясо-яичного направления продуктивности. Выведена методом сложного воспроизводительного скрещивания с использованием пород «японская» и «фа-раон». Характеризуется хорошей приспособленностью к различным технологиям содержания, высокими воспроизводительными показателями и продуктивностью. Живая масса в 6 недель: перепел 207 г, перепелка 271 г. Яйценоскость за 44 недели – 217 шт., среднесуточные приросты молодняка перепелов за 42 дня жизни составляют 5,48 г, затраты корма на 1 кг прироста молодняка – 3,14 к.ед.

Создан: СибНИИП – филиал ФГБНУ «Омский АНЦ» ак. РАН Фисинин В.И., к.с.-х.н. Дымков А.Б., д.с.-х.н. Ройтер Я.С. и др. Материалы опубликованы в шести научных изданиях. Патент на селекционное достижение № 10132.

**Тип овец «Полынный» каракульской породы**, (Рис. 147) смушкового направления продуктивности, хорошо адаптированный к природным условиям Калмыкии. Бараны-производители и матки однородны и стабильны по окраске шерстного покрова серого цвета. Животные крупные. Средняя живая масса баранов равна 72,2 кг, маток – 45,89 кг. Извитость шерсти у баранчиков и ярочек слабо-

волнистая. Тонина шерсти у ярок равна 28,25, у баранчиков – 28,71 мкм. Руно косичного строения. Выход ягнят составляет 122,7%. Выход шкурок желательной жакетной группы до 55,9%. Серые каракульские смушки являются одними из ценных видов каракуля и пользуются постоянным спросом как внутри нашей страны, так и на международном пушном рынке.

Создана: Калмыцкий НИИСХ – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» ак. Амерханов Х.А, ак. Юлдашбаев Ю.А, д.с.-х.н. Арилов А.Н. и др. Материалы опубликованы в трех изданиях. Патент на селекционное достижение № 10515.

**3-х породный кросс кролика Родник** (Рис. 148) мясного направления продуктивности. Создан путем сложного переменного скрещивания пород «белый великан», «советская шиншилла», «калifornийская». Животные имеют высокие показатели продуктивности: живая масса молодняка в 77-суточном возрасте – 2,62 кг, в 90-суточном – 3,11 кг. Плодовитость крольчих при разведении «в себе» составляет до 9,3 крольчат на самку, жизнеспособность молодняка в расчете на одну крольчиху в 77-суточном возрасте – 7,5, в 90-суточном – 7,2 голов.

Данный кросс может быть использован в условиях шедового содержания и предназначен для получения высококачественного диетического мяса.

Создан: НИИПЗК, д.б.н. Тинаев Н.И., к.б.н. Шумилина А.Р. и др. Материалы опубликованы в семи научных изданиях. Патент на селекционное достижение № 10245.

**«Вакцина против вирусной геморрагической болезни кроликов, содержащая в своем составе антигены RHDV1 и RHDV2»** (Рис. 149) изготовлена из инактивированной суспензии печени кроликов, инфицированных вирусом геморрагической болезни, с добавлением геля гидрата окиси алюминия в качестве адьюванта. Одна иммунизирующая доза вакцины содержит не менее 128 ГАУ инактивированного вируса. Вакцина безвредна, вызывает формирование иммунного ответа у кроликов к ВГБК тип 1 и тип 2 через 3 суток после однократного введения, продолжительностью 12 месяцев.

Вакцина предназначена для применения в благополучной зоне, а также в угрожаемых и неблагополучных хозяйствах. Опубликовано три статьи в научных изданиях.

Разработана: ФИЦВиМ, к.в.н. Сливко И.А., к.в.н. Луницин А.В., к.в.н. Живодеров С.П. и др. Регистрационное удостоверение лекарственного препарата для ветеринарного применения 12-1-4.17-4390 № ПВР-1-4.0/00486.

**В области механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства** продолжены исследования по техническому и технологическому перевооружению отрасли с использованием роботизированных средств.

Для решения этих проблем учеными Отделения сельскохозяйственных наук разработана **Модульная роботизированная доильная установка** (Рис. 150) с дифференцированным выдаиванием, мониторингом качества молока в потоке и контролем физиологического состояния животных. Создана для технического переоснащения существующих доильных залов, обеспечивающая: снижение заболеваемости коров маститом на 25–30%, отделение аномального молока в потоке, повышение сроков хозяйственного использования животных до 4–5 лактаций, снижение стоимости в 5–6 раз по сравнению с импортными аналогами, повышение пропускной способности на 1 место до 9 голов в час.

Установка обеспечивает гармонизацию взаимодействия биологических, технологических и машинных объектов, эффективный менеджмент, сокращение издержек производства на 35–40%.

Авторы: ак. Измайлов А.Ю., чл.-корр. Дорохов А.С., чл.-корр. Цой Ю.А., д.т.н. Кирсанов В.В.

Опубликовано в журналах БД РИНЦ 44 статьи, 4 статьи в Scopus. Патенты № 2673726, 2653881, 2688830.

**В области хранения и переработки сельскохозяйственной продукции** для решения проблемы ликвидации дефицита белка и ресурсосбережения разработаны **способы глубокой переработки**

**вторичных продуктов переработки зерновых и зернобобовых культур** (тритикале, овес, ячмень, горох, нут) на крахмал (зерновые экстракты, нерастворимые остатки, мука, зерновая сыворотка) с использованием ферментативных и биоконверсионных микробиологических процессов получения белковых концентратов, двух- и трехкомпонентных композитов с повышенной биологической, пищевой и кормовой ценностью (Рис. 151).

Создана компьютерная программа для конструирования сбалансированных по незаменимым аминокислотам белковых продуктов, созданы новые штаммы симбиоза грибов и дрожжей и методология обеспечения повышенной массовой доли белка, липидов, углеводов, каротиноидов и соответствующих функциональных свойств в кормовых и пищевых концентратах и композитах.

Материалы опубликованы в шести статьях, в том числе трех, индексируемых базах WoS и Scopus. Патент на изобретение № 2680693.

Разработчик: ВНИИК – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН. Авторы: д.т.н., проф. Колпакова В.В., к.б.н. Уланова Р.В., д.т.н. Лукин Н.Д., асп. Куликов Д.С.

## **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 области архитектуры**

Для изучения актуальных проблем развития архитектуры в современном мире представляется перспективным проведение фундаментальных исследований в историческом теоретическом и типологическом направлениях.

Продолжается системная работа в области приращения знаний о развитии архитектуры и градостроительства, выявления социальной, культурной и художественной ценности архитектурно-градостроительного наследия, расширяются исследования, направленные на создание целостной картины архитектурно-градостроительной эволюции России и мира. В дальнейшем планируется получение новых документально подтвержденных знаний о недостаточно изученных памятниках зодчества, изучение региональных и стилистических особенностей развития архитектуры и градостроительства, биографий и этапов творчества отдельных архитекторов. Будет проведен фундаментальный научный анализ различных архитектурных явлений с выявлением общностей и особенностей профессиональных идей, подходов и реализаций в России и различных странах мира.

Не теряют своей актуальности вопросы развития профессиональной культуры и образования, как в настоящее время, так в ближайшие годы. Представляется необходимым раскрыть и сформулировать основания для системных преобразований в мировой и российской профессиональной архитектурной культуре, оперативной профессиональной стратегии и в сфере архитектурного образования. Проводятся аналитические исследования по результатам внедрения Болонской системы в российское архитектурное образование. Особым предметом анализа призвана стать миссия архитектуры в движении современной культуры, в переосмыслении канонов профессии, рефлексии новой картины мира, в формировании течений архитектуры новейшего времени.

Важными остаются теоретические и научно-методологические проблемы сохранения и использования архитектурно-градостроительного наследия, выявление специфики использования наследия в современной культуре, принципов сохранения культурных ценностей наследия отечественной архитектуры. Необходимо формирование нового взгляда на историко-культурное наследие нашей

страны как на культурно-исторический каркас России, способный стать одним из факторов, определяющих дальнейшее развитие, как крупных городов, так и региональных территорий. Планируется дальнейшее продолжение исследований роли культурного наследия в современной застройке исторических городов, выявление ценности культурных ландшафтов и определение методов их вовлечения в современную жизнь.

В число актуальных профессиональных задач входят научные проблемы формирования благоприятной для развития человека среды жизнедеятельности. Этим вопросам посвящен блок исследований «Методологические основы проектирования внутригородских пространств, зданий и сооружений нового поколения в условиях модернизации и устойчивого развития страны». Исследования данного блока приобретают особую актуальность и значимость в связи с задачами, поставленными национальным проектом «Жилье и городская среда», в частности, в рамках федерального проекта «Формирование комфортной городской среды», Программой реновации жилья, осуществляемой Правительством Москвы. Важными задачами здесь остаются: разработка научно обоснованных принципов построения типологии жилых и общественных зданий в условиях современной социокультурной ситуации, поиск наиболее устойчивых морфологических типов общественных и жилых пространственных структур как средовых элементов каркаса поселений, интерпретированных в соответствии с социальными, функциональными, технологическими, культурными ценностями своего времени.

Определение путей развития архитектуры сегодня невозможно без анализа явлений и событий современной архитектуры, исследования и формирования новых концепций формообразования с помощью цифровых технологий, изучения новых направлений развития пространства обитания и архитектурной футурологии, осмысления возможностей использования современных технологий и материалов с архитектурных позиций.

### **В области градостроительства**

Фундаментальные исследования в области градостроительства направлены на создание научных основ устойчивого развития территории страны в целом, систем расселения, городов и иных поселений, формирования безопасной и комфортной среды жизнедеятельности населения. Направленность этих исследований соответствует долгосрочным целям социально-экономического и пространственного развития Российской Федерации с учетом исторически сложившегося расселения, природных, национально-этнических, культурных и иных местных особенностей.

Научно-методические подходы и содержательные аспекты указанных исследований нашли отражение в материалах Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 февраля 2019 г. № 207-р. Принятие этого государственного документа стратегического планирования определяет основные направления исследований на краткосрочный и среднесрочный периоды прогнозирования, а также на дальний прогнозный горизонт.

Фундаментальные исследования в области градостроительства объединены в тематическое направление «Фундаментальные основы пространственного развития территории Российской Федерации». В рамках данного исследовательского блока будет продолжена разработка современной теории расселения применительно к сложившимся и прогнозным социально-экономическим условиям и глобальным вызовам на основе изучения объективных закономерностей и взаимосвязей, определяющих развитие расселения на территории страны, создание условий для повышения качества жизни населения и роста экономики средствами градостроительства. Это направление охватывает три тематических раздела, отражающих проблемы, характерные для основных таксономических территориальных уровней: «Научные основы организации территории России», «Развитие основ теории города», «Градостроительные основы повышения качества и безопасности среды жизнедеятельности».

Содержательное наполнение тематического раздела «Научные основы организации территории России» будет определяться разработкой теоретических основ развития системы расселения России

и региональных систем расселения на принципах гармонизации природных, технологических, социальных и экономических компонентов; исследованием процессов урбанизации и дезурбанизации в условиях глобализации и региональных подходов; анализом формирования инфраструктурных, экологических, расселенческих каркасов, создающих условия развития экономического и технологического роста на основе развития человеческого потенциала.

Одним из важнейших перспективных исследований является изучение закономерностей развития системы расселения России – научные основы прогнозирования и планирования пространственного развития, определение общих принципов и подходов к анализу и оценке текущего состояния и динамики изменений в системе расселения, в том числе, влияющих на них факторов. В контексте задач долгосрочного прогнозирования пространственного развития страны необходимо обоснование научно-методических подходов к формированию альтернативных моделей пространственной организации урбанизированных регионов, существенные различия которых в совокупности демонстрируют альтернативные прогнозные модели пространственной организации территории России.

Проблема разработки градоэкологических основ Стратегии пространственного развития Российской Федерации приобретает все большую актуальность, которая обусловлена требованиями поддержания здоровья и жизнеобеспечения населения на урбанизированных территориях (с учетом адекватной оценки состояния воздушного бассейна, почв, водных ресурсов). Необходима разработка теоретических основ выявления ресурсных взаимосвязей градостроительных систем и внешних природных территорий с целью гармонизации взаимодействия урбанизированной и природной среды на принципах устойчивого развития в сфере градостроительства. Будут предложены решения проблем градоэкологической безопасности России, а также методы противодействия техногенным и социокультурным угрозам общественной жизни и развитию средствами градостроительного планирования. Предполагается обоснование значения социальной инфраструктуры территорий как базиса их устойчивого развития.

Принятие Стратегии пространственного развития Российской Федерации до 2025 года требует разработки методологических основ градостроительной диагностики территориально-планировочных структур на макроуровне, градостроительных основ организации территорий макрорегионов. Актуальность такого рода исследований обусловлена сложившейся в современном градостроительстве ситуацией отсутствия практики проектирования и регулирования сложившихся градостроительных систем, выходящих за пределы формальных административных границ. Целью здесь является определение типологии градостроительных объектов на макроуровне, анализ их планировочного потенциала. Предполагается также разработка принципов и методики оптимизации системы расселения крупного макрорегиона, в частности, на примере Сибирского федерального округа и Байкальского макрорегиона.

Важнейшей остается проблема повышения профессиональной квалификации в сфере градостроительства. В этой связи предстоит исследование, посвященное формированию профессиональных и образовательных стандартов в макрорегионах Российской Федерации. Его глобальная цель – способствовать актуализации стандартов с учетом их региональной специфики, а также формированию трансдисциплинарной теоретической платформы российского градостроительства как самостоятельной системы научных и прикладных знаний, решить задачу обеспечения специалистами, понимающими специфику региона – его климата, территории и градостроительных традиций.

В ходе исследований, посвященных развитию научных основ территориального планирования, предполагается разработка методологии оценки качества (квалиметрии) документов территориального планирования и градостроительного проектирования.

Задачи перехода экономики страны на преимущественно инновационное развитие остаются в числе приоритетных, причем в перспективе их актуальность будет возрастать. В русле данного комплекса проблем предполагается проведение исследований, посвященных территориально-градостроительному аспекту инновационного развития России, в том числе разработка концептуальных предложений по пространственно-планировочной организации центров инновационного развития

в регионах и региональных центрах России, а также графоаналитические исследования территориально-пространственной организации городов на основе интеграции информационных систем и 3D-моделирования.

Продолжаются актуальные исследования по проблемам градостроительного освоения территорий Арктической зоны. В ходе исследования транспортной составляющей развития указанных территорий активного освоения России намечена разработка перспективной стратегии их развития как части единого пространства страны.

В рамках тематического раздела «Развитие основ теории города» будут продолжены циклы исследований пространственных, инфраструктурных, социальных, экономических, экологических проблем городов и поселений и их систем на разных таксономических уровнях: мегалополисов, агломераций, мегаполисов, крупных, средних, малых городов, моногородов, закрытых административно-территориальных образований (ЗАТО), технополисов, исторических городов и поселений и др.

Феномен формирования и развития агломераций становится одним из доминирующих в процессе урбанизации. Этим обусловлена необходимость продолжения исследований по этой тематике. В числе ожидаемых результатов – научные основы развития Сочинской курортной агломерации с перспективой формирования трансграничной Азово-Черноморской курортной агломерации. Кроме того, предполагается проведение анализа влияния агломерационных процессов на формирование структуры жилищного строительства на примере Екатеринбургской агломерации. Запланирован анализ теоретического наследия по научному направлению «урбоэкология», в частности, на примере организации озелененных пространств городских агломераций на основе сохранения природных территорий естественно-исторического ландшафта, формирования природного каркаса (на примере Москвы и Московской области). В этом же исследовательском блоке предусмотрены научные работы по Градостроительным приоритетам развития крупных городов в составе агломераций, в том числе, городов-центров субъектов Федерации.

Продолжится исследование процесса формирования архитектурно-планировочных решений в контексте условий их реализации как часть теории города для различных исторических периодов, в том числе, изучение символизма планировочной структуры и градостроительных форм «идеальных» городов России XVIII – начала XIX веков как исследование эволюции процесса формообразования в градостроительстве, а также тенденции формирования городской среды постиндустриального общества.

В рамках тематического раздела «Градостроительные основы повышения качества и безопасности среды жизнедеятельности» будут проводиться исследования объективных закономерностей, технологий и механизмов повышения качества и безопасности городской среды. В том числе запланированы исследования по следующим направлениям:

- транспортно-коммуникационное обустройство городов и территорий в рамках изучения современных тенденций развития внешнего транспорта;
- экологические и технико-экономические особенности совершенствования инженерной инфраструктуры в пространственном развитии территорий;
- градостроительные аспекты комплексной реновации городской среды и жилья;
- научные основы формирования линейных градостроительных структур, которые были выдвинуты градостроительной теорией как средство, позволяющее сохранить исторический город, ценности его архитектурно-градостроительного наследия в условиях необходимости роста урбанизированных территорий и общественных центров;
- градостроительные аспекты обеспечения безопасности среды жизнедеятельности, подготовка предложений по созданию научно-методических основ учета в градостроительстве экстремальных метеорологических факторов (длительных обильных осадков, предельных показателей ветрового режима, возникновения инверсий при загазованности, длительной экстремально жаркой погоды);
- теоретические аспекты взаимодействия фундаментальной и прикладной науки в сфере градостроительства;

– развитие градостроительной нормативно-правовой базы в части особо охраняемых природных территорий (ООПТ) для поддержания качественной безопасной городской среды;

– разработка методики выявления историко-культурных ландшафтов в малых городах и сельских поселениях, в том числе, формирование научных основ развития инфраструктуры сельских поселений в России с целью организации агротуризма, возрождение агро-культурного ландшафта Крымского полуострова.

Предполагается разработка научных основ ландшафтного планирования и обустройства поселений. Предусмотрено обоснование системности ландшафтной структуры и использование моделей ландшафта в градостроительстве и нормативных документах Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации. Метод будет построен на научной основе с обобщением и систематикой нормативных требований по оценке ландшафта и его структурных элементов для системы градостроительного проектирования. Запланировано моделирование состояния экологических показателей на основе климатической нормы и антропогенного воздействия на окружающую среду; внедрение в практику градостроительства ГИС-технологии на ландшафтной основе с элементами мониторинга и моделирования состояния ландшафтов на зональной и регионально-климатической основе. Кроме того, планируется проведение анализа и моделирования сельскохозяйственной отрасли арктического региона для целей градостроительного развития территорий.

В рамках изучения эволюции градостроительных структур как основы территориального планирования предполагается исследование пространственно-временной динамики сети древних и исторических поселений на Восточно-Европейской части России. Предусматриваются разработка концепции атласа, обеспечение научного вклада в методологию комплексного системного изучения процессов расселения, развитие подходов и методов геоинформационного моделирования пространственно-временной динамики систем расселения. Планируется также рассмотреть эволюцию системы расселения Керченского полуострова, процесс расселения Крыма как модель исторического и полиэтнического взаимодействия. Запланировано обобщение опыта и применение перспективных методов исследования в целях возрождения малых городов России.

Основные направления фундаментальных исследований в сфере градостроительства соответствуют приоритетам, сформулированным в Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642.

### **В области строительных наук**

В настоящее время особо актуальными являются работы в области обеспечения безопасности, долговечности и комфортности зданий, сооружений и комплексов, эксплуатируемых как в нормальных условиях, так и в условиях действия низких и высоких температур, развития соответствующих нелинейных методов строительной механики, строительной физики, строительной аэрогидродинамики, математического и численного (компьютерного) моделирования с учетом изменяющихся физико-механических свойств конструктивных элементов применительно к конструкциям из традиционных и новых строительных материалов.

Комплексное развитие теории безопасности, живучести и комфортности зданий и сооружений в нормальных и экстремальных условиях эксплуатации предполагает следующие направления исследований:

– разработка общего диаграммного метода расчета высокопрочных железобетонных конструкций, эксплуатируемых как в нормальных условиях (температура  $+20^{\circ}\text{C}$ ), так и в условиях действия низких температур (до  $-70^{\circ}\text{C}$ ) и высоких температур (до  $+200^{\circ}\text{C}$ ) с учетом изменения структурных элементов железобетонных конструкций;

– построение и верификация энкрементальной модели деформирования и прочности бетонных и железобетонных элементов при сложных напряженных состояниях с различными схемами трещин для развития эффективных слабоитерационных и безитерационных методов расчета конструктивных систем зданий и сооружений;



– исследование механизмов деградации материалов на основе цементных и полимерных связующих, а также металлов различной структуры и химического состава, под воздействием агрессивных климатических факторов, биологически активных сред и т.д.; разработка методов модифицирования материалов для повышения их долговечности;

– создание технологий получения строительных композитов на основе цементных и полимерных вяжущих с повышенными физико-химическими характеристиками и высокой стойкостью к агрессивным климатическим и биологическим факторам, биологическим сопротивлением и улучшенными физико-механическими свойствами;

– обобщение комплексных экспериментальных исследований, разработка теории прочности и деформативности новых плоскостных сталефибробетонных конструкций;

– разработка, исследование, развитие, верификация и апробация (на представительном наборе модельных, тестовых и практически важных примеров) численных и численно-аналитических методов решения задач расчета (в том числе многоуровневого расчета, локального расчета) строительных конструкций, зданий и сооружений, в том числе с учетом разного рода нелинейностей;

– разработка научных основ безопасной технологической очистки и утилизации поверхностных сточных вод и осадков;

– развитие нелинейных алгоритмов расчета конструктивных систем из железобетона с разрушением несущих элементов по наклонному сечению при совместном проявлении их силового нагружения и средовых повреждений; разработка предложений по созданию адаптационно-приспособляемых к аварийным воздействиям конструктивных систем зданий и сооружений с учетом особенностей характера разрушений по наклонным сечениям;

– разработка, исследование, развитие, верификация и апробация методов математического и компьютерного моделирования в основе мониторинга зданий и сооружений;

– разработка методики расчета неоднородных по толщине и по пространственным координатам пологих оболочек на прочность и устойчивость; исследование влияния параметров неоднородности материала;

– развитие механики разрушения, свойств, долговечности волокнистых композитов с применением фрактальных моделей;

– решение новых задач влагоупругости в грунте от разрыва трубопровода без снятия нагрузки на грунт от веса здания; решение задач влагоупругости при нестационарных влажностных режимах;

– экспериментально-теоретические исследования прочности и деформативности новых стыковых соединений арматуры и бетонных элементов;

– разработка методов расчетного анализа состояния слабых глинистых грунтов, усиленных ядрами и элементами из крупнообломочного грунта.

Актуальным также является развитие направлений исследований в области защиты от шума: построение математических моделей реверберационных процессов, определения энергетических характеристик, звукопроницаемости и звукопоглощения ограждающих конструкций; анализ и обобщение теоретических основ, позволяющих оценивать акустические возможности современных материалов и прогнозировать изменение их физико-технических характеристик; определение новых и обобщение существующих экспериментальных данных акустических характеристик, разработка средств, внедрение которых в строительство обеспечит эффективное снижение шума, будет содействовать формированию безопасной и комфортной среды обитания населения.

Дальнейшее развитие получили исследования по строительной светотехнике, включая: определение светопропускания естественного света светопрозрачными конструкциями с новыми типами остекления, характеризующимися повышенными значениями сопротивления теплопередаче; разработка методов расчета и проектирования искусственного освещения на основе энергоэффективных низковольтных источников искусственного освещения – органических светодиодов; совершенствование и развитие методов расчета и проектирования трубчатых световодов естественного света с концентраторами солнечного излучения в климатических условиях России, как со светотехнической, так и с теплофизической точки зрения.

Исследования энергосбережения в зданиях выполняются в направлении развития методов повышения теплозащиты ограждающих конструкций, проектирования энергоэффективных систем вентиляции и кондиционирования воздуха в зданиях при одновременном повышении их долговечности и соответствующей комфортности проживания.

## **ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

### **1. ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ НАУК, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2019 ГОДУ**

(РЕКОМЕНДОВАННЫЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИЕЙ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬНЫХ НАУК)

#### **1.1. Разработка стеклянных композитных колонн для фасадов общественных зданий**

Научный руководитель: академик РААСН, доктор технических наук В.И. Травуш.

В инновационном многофункциональном комплексе «Лахта Центр» в Санкт-Петербурге выполнены уникальные фасадные решения. В нем было задействовано рекордное количество стекла: площадь остекленных оболочек составляет около 130 тысяч квадратных метров, из которых на башне – 72,5 тысячи квадратных метров (это 16,5 тысяч стеклопакетов). Всего же в производстве было использовано более полумиллиона квадратных метров стекла, причем стекло применено не только в качестве светопрозрачной оболочки навесных витражей, но и как несущий структурный материал: рекордной высоты цельностеклянные стойки-импосты (более 17 метров без единого шва) обеспечивают максимальную визуальную легкость и прозрачность планарных витражей на уровне общественных пространств атриума.

Стойки изготовлены из цельного стекла по технологии «триплекс». Они подвешены к несущим конструкциям, на стойки опирается фасад. На зданиях также имеются медиафасад и планарное остекление (Рис. 152).

Результаты опубликованы в ведущих российских и международных журналах.

#### **1.2. Разработка структурных моделей и физико-химических основ конструкционных легких бетонов новых модификаций на базе продуктов переработки химически взаимосочетаемых техногенных образований**

Научный руководитель: почетный член РААСН, кандидат технических наук В.Н. Ярмаковский.

*Сущность и результаты исследований.* Разработана научная концепция и основы технологии изготовления высокопрочных и высокодолговечных конструкционных легких бетонов новых модификаций (ВКЛБМ) при преимущественном использовании в качестве его компонентов соответствующих продуктов переработки техногенных образований металлургии и тепловой энергетики. Определены оптимальные (с критериями оптимальности – минимально возможный расход вяжущих и минимально возможная плотность бетона) расчетные составы ВКЛБМ классов по прочности на сжатие до В60 вкл., марки по морозостойкости до F1000, а по водонепроницаемости – до W12 (в СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения» – максимальные значения соответственно до В40, до F500 и до W12). Определены в результате испытаний на осевое сжатие и растяжение прочностные и деформативные характеристики таких бетонов, а также параметрические уровни областей напряженно-деформированного состояния бетона – границы областей микротрещинообразования бетона в условиях осевого сжатия. Разработаны соответствующие предложения по включению нормируемых параметров прочностных и деформативных характеристик ВКЛБМ в СП 63.13330.2018 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003».

*Новизна исследований.* Впервые создана принципиально новая номенклатура конструкционных легких бетонов новых модификаций КЛБМ, в частности высокопрочных и высокодолговечных,

изготавливаемых на относительно низкоэнергоемких в производстве пористых заполнителях и композиционных вяжущих, изготавливаемых с использованием продуктов переработки техногенных образований (ПТО), определены условия формирования оптимальных структур КЛБМ, разработаны основы технологии изготовления высокопрочных и высокодолговечных легких бетонов (Рис. 153).

*Значимость и прогноз применения.* Применение таких ВКЛБМ в конструктивных системах инженерных сооружений и высотных зданий позволит в сравнении с конструкциями из равнопрочных тяжелых бетонов: сократить расход самого энергоемкого материала в строительстве – стальной арматуры на 15–20% за счет снижения массы зданий и сооружений до 30% и соответственного снижения нагрузок на нижележащие конструкции и фундаменты; сократить возможные расходы на укрепление оснований зданий и сооружений, что особенно важно для сейсмически активных регионов; в целом – снизить стоимость строительства до 30%; увеличить срок межремонтного периода конструктивной системы зданий и сооружений и повысить надежность ее в эксплуатации за счет существенно более высокой долговечности конструкционных легких бетонов новых модификаций (морозостойкость выше в среднем в 2 раза, водонепроницаемость выше минимум на 50%) и тем самым обеспечить нормативные комфортные условия в местах работы и проживания людей; замена в бетонах заполнителей, изготавливаемых на основе природного сырья, на заполнители – продукты ПТО, при сокращении объемов клинкерного фонда за счет замены традиционных цементов на достаточно активные композиционные вяжущие, изготавливаемые при использовании ПТО должна способствовать сокращению энергозатрат на производство конструкционных легких бетонов новых модификаций, сбережению природных ресурсов и решению важной экологической проблемы защиты среды обитания человека.

Результаты опубликованы в ведущих российских и международных журналах.

## **2. ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2019 ГОДУ**

(РЕКОМЕНДОВАННЫЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИЕЙ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬНЫХ НАУК)

### **2.1. Научные основы строительства новых городов в Заполярье**

Авторский коллектив: академик РААСН, доктор архитектуры И.Г. Лежава, академик РААСН, доктор архитектуры М.В. Шубенков, М.Ю. Шубенкова, кандидат архитектуры О.М. Благодетелева, А.В. Пашко.

В работе обосновывается концепция строительства заполярных городов в форме плотных образований с искусственным климатом, наделенных сложной технической инфраструктурой, способной обеспечить комфортные условия проживания (Рис. 154, Рис. 155). Предлагается выделения особых опорных центров в Заполярье, где сосредоточены основные коммуникации, функции, население и узлы управления территориями и производством на них. Следует ориентироваться в планировке и застройке северных городов на использование приемов формирования аэродинамической застройки, криптоклиматических комплексов. Проектирование новых северных городов необходимо строить на основе принципов устойчивого развития, подразумевающих сохранение экологического равновесия между природной средой и обществом. Цель заключается в достижении коэволюции природы и общества в границах урбанизированной территории.

Развитие существующих и строительство новых северных городов предложено основывать на принципах новой градостроительной политики: достижение коэволюции природной и антропогенной сред в сложных физико-географических условиях Севера с целью сохранения экологического равновесия; переориентация приоритетов развития с индустриального на устойчивое развитие на основе ресурсосберегающих и природосберегающих технологий, сбалансированных структурой хозяйствования и развитием культурного потенциала; единство экономического, социального, экологического и технологического пространства; поддержка самостоятельного развития экономических и социальных программ коренного населения; оптимизация развития сложившейся системы

расселения с целью достижения экологического равновесия; компактность и интенсивность развития городов и поселений; технологическое развитие строительного сектора, предусматривающее применение современных строительных подходов; внедрение в практику планирования, проектирования и строительства научно-исследовательских, программно-целевых, информационно-статистических, цифровых методов решения градостроительных задач; развитие специфической методологической базы планирования и проектирования при выстраивании стадийности и состава проектов северных городов; пространственная организация северных городов, предусматривающая решение двудеиной задачи защиты жителей от критических климатических состояний внешней среды и наличия обязательной непосредственной зрительной и физической связи внутренних и внешних пространств. Результаты опубликованы в ведущих российских и международных журналах.

### **3. ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ АРХИТЕКТУРЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2019 ГОДУ**

(РЕКОМЕНДОВАННЫЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИЕЙ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬНЫХ НАУК)

#### **3.1. Актуальные проблемы выявления и сохранения своеобразия и идентичности малого русского города**

Авторский коллектив: член-корреспондент РААСН, доктор архитектуры А.С. Щенков; Н.Е. Антонова; П.Д. Буш; кандидат искусствоведения Т.Н. Вятчина.

Важнейшим результатом стало выявление органической связи архитектурного образа малого исторического русского города с его, так называемым, «нематериальным наследием» – с традициями быта, с коллективной и исторической памятью населения и другими составляющими данного феномена. При этом привлечение материалов социально-антропологических исследований показывает, что указанная связь материального и нематериального присутствует в восприятии города как местными жителями, так и значительной частью контингента туристов. Однако стало очевидно, что «материальное» и «нематериальное» слабо коррелируются. Получившие широкое распространение понятия «нематериальное наследие», «идентичность поселения» лишь иногда и в малой степени связываются с задачами сохранения и поддержания архитектурно-градостроительного наследия исторических городов. В проблемах наследия видят по преимуществу задачи внешнего сохранения формы ценных элементов застройки. Проблемы же идентификации связывают главным образом с проблемами бренда поселения, с задачами коммерциализации исторических городов.

Анализ проектных предложений последних лет показал, что выявленный понятийный разрыв вызывает серьезные негативные последствия. В проектных предложениях по преобразованию малых исторических русских городов получают преобладание идеи сближения их образа с крупными городами-мегаполисами. Это грозит полностью разрушить их исторически сформировавшееся своеобразие, это противоречит сложившемуся бытовому укладу этих городов, разрушает образы, привлекательные для внешних посетителей, в частности – туристов.

Существенный результат проведенного анализа заключается в выявлении значения для поддержания образа исторического города такого компонента, как его благоустройство. Имеются в виду способы мощения, озеленения, освещения улиц и площадей, обустройства озелененных пространств и т.п. Именно эта сторона организации исторических городских пространств поныне не имеет инструментов охранного регулирования. Этого часто не замечают специалисты по охране наследия, и именно в этом пространстве развиваются проектные идеи, опасные, как показывает проведенный анализ, для сохранения ценного наследия малых исторических городов. Практическим результатом исследования следует считать предложения по разработке нормативных или законодательных регламентов преобразования общественных пространств исторических малых русских городов (Рис. 156).

Результаты опубликованы в ведущих российских и международных журналах.

### **3.2. Принципы создания многофункциональных ледовых комплексов (на примере комплекса «Хумо Арена», г. Ташкент, Республика Узбекистан)**

Научный руководитель: академик РААСН Д.В. Буш.

Мультифункциональный ледовый комплекс «Хумо Арена» состоит из основного здания ледовой комплекса, стилобата (обеспечивающего вход зрителей на уровень вестибюлей), вспомогательных помещений (детская зона, ресторан, кассы), многоуровневой парковки для зрителей, входных групп для досмотра зрителей и автотранспортных КПП на въездах на территорию комплекса (Рис. 157).

Основное здание включает в себя две ледовые арены, основную и тренировочную. Длина комплекса составляет 187 метров, ширина 104 метра, высота 40 метров. Комплекс имеет один подземный этаж на отметке -4.350 и шесть надземных этажей.

Основная арена имеет вместимость 12 500 зрительских мест, состоит из двух уровней трибун для зрителей и уровня VIP лож между ними. Тренировочная арена имеет вместимость 180 постоянных зрительских мест и телескопические трибуны (бличеры) вместимостью 255 зрительских мест.

Основное здание функционально разделено на две части и перекрыто общим покрытием сложной формы по металлическому каркасу из колонн и криволинейных балок. В местах разделения функционального зонирования, внутренние стены и перегородки доходят до низа покрытия.

В плане здание имеет неправильную овальную форму, со стороны основной арены оно шире, чем со стороны тренировочной арены. Каждый уровень здания, начиная с отметки  $\pm 0.000$ , симметрично увеличивается в длину и ширину, поэтому фасад имеет отрицательный уклон наружу.

Покрытие над тренировочной ареной ниже чем над основной, оно плавно перетекает вниз, создавая сложную симметричную форму.

Фасад основной ледовой арены состоит из двух частей – теплого и навесного холодного фасада. Теплый фасад представляет собой витражные конструкции с заполнением однокамерными стеклопакетами и стемалитом, расположенные по контуру перекрытий. Холодный фасад – оболочка сложной криволинейной формы на металлическом каркасе. Холодный фасад разделен на две зоны: отделка первой – стальные фальцевые полосы шириной 500 мм; второй – металлические перфорированные кассеты 1000×2000 мм с перфорацией, заполненной светодиодами. Кассеты со светодиодами образуют медиафасад. Общая цветовая гамма фасадов – серебристо-серая.

Для обычных зрителей вход в здание осуществляется на отметке +5.100, для этого предусмотрен стилобат, на который с уровня земли можно подняться по трем лестницам или перейти из здания многоуровневой парковки по пешеходному мосту.

Высота стилобата составляет 5,1 метра, по форме он повторяет контур здания и отстоит от него на 3 метра, для связи с входами в здание предусмотрены мосты, шириной 11 метров с ограждениями высотой 1,5 метра. Для въезда на стилобат пожарной техники предусмотрена рампа с уклоном 10% примыкающая к одной из лестниц. Конструкция будет выполнена из железобетона.

## **4. ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ НАУК**

(РЕКОМЕНДОВАННЫЕ ФЕДЕРАЛЬНЫМ ГОСУДАРСТВЕННЫМ БЮДЖЕТНЫМ УЧРЕЖДЕНИЕМ  
«НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬНОЙ ФИЗИКИ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ  
АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬНЫХ НАУК» (НИИСФ РААСН))

### **4.1. Разработка методов и методологии расчета энергетических характеристик шума для проектирования комфортных условий в производственных зданиях с шумными технологическими процессами**

Научный руководитель: член-корреспондент РААСН, доктор технических наук И.Л. Шубин.

Прогнозирование шумового режима и проектирование средств шумозащиты – необходимые составляющие обеспечения комфортной среды на промышленных предприятиях. Сутью работы

является выбор и обоснование математической модели формирования и распространения звуковой энергии в производственных помещениях, дающей возможность надежно прогнозировать шумовой режим и проектировать комфортную акустическую среду в производственных зданиях. Для решения этих задач предложено использовать комбинированную расчетную модель, разработанную авторами для исследования шумового режима в замкнутых воздушных объемах при зеркально-диффузном отражении звука от ограждения. С использованием компьютерных технологий проанализированы все входящие в расчетную модель составляющие и получены необходимые для выполнения расчетов сведения о коэффициентах звукопоглощения помещений, средней длине свободного пробега звуковых лучей, коэффициенте связи плотности потока и градиента плотности отраженной звуковой энергии, коэффициентах рассеяния звуковой энергии при зеркально-диффузном отражении звука. Проанализированы источники шума в производственных зданиях и предложены формулы для определения прямого звука, излучаемого точечными, линейными, плоскими и объемными источниками. Разработан программный комплекс для реализации расчетной модели и проектирования средств шумозащиты (Рис. 158).

*Новизна работа* заключается в создании и обосновании математической модели звуковых полей производственных помещений, дающей возможность всестороннее и объективно исследовать процессы формирования шумового режима и оценивать влияние на него объемно-планировочных и акустических параметров помещений, а также размещаемого в них технологического оборудования простой и сложной формы. Теоретическая значимость предложенной модели заключается в возможности использования ее при комплексном исследовании процессов формирования шумовых полей в производственных помещениях с учетом геометрических и акустических характеристик замкнутых воздушных объемов и наличия в них рассеивающих звук предметов. Получаемые с использованием реализующих математическую модель методов сведения имеют практическую ценность как инструмент для проектирования комфортной акустической среды помещений. Комбинированная математическая модель и методы ее реализации могут быть использованы как составная часть современной системы автоматизированного проектирования при создании компьютерной (цифровой) модели производственного здания.

Результаты опубликованы в ведущих российских и международных журналах.

#### **4.2. Исследования упругих и диссипативных характеристик смешанно- и замкнуто-пористых вибродемпфирующих материалов при различных условиях эксплуатации, в том числе при прохождении пассажирских поездов**

Научный руководитель: советник РААСН, доктор технических наук И.Е. Цукерников.

*Актуальность исследований* связана с определением ранее неизвестных динамических и эксплуатационных характеристик вибродемпфирующих материалов, выполненных из эластомерных материалов новейших поколений при различных внешних воздействиях с учётом климатических факторов, характерных для районов Российской Федерации.

*Новизна работы:* изучение динамического модуля упругости и коэффициента потерь вибродемпфирующих материалов со смешанными или замкнутыми порами, выполненных из вспененных полиуретанов и этилвинилацетата (ЭВА), во влагонасыщенном, замороженном и оттаянном состояниях с выработкой обобщённых зависимостей изменения динамических характеристик материалов от рассматриваемых внешних воздействий (Рис. 159).

*Выполненные задачи и работы:* проведен анализ накопленного опыта исследований и испытаний динамических характеристик резин и эластомеров; подготовлены испытательные образцы, разработан испытательный стенд и проведены динамические испытания (в частотном диапазоне 1–500 Гц при широкополосном случайном воздействии, либо на частоте 0, 10, 30 Гц при гармоническом воздействии) вибродемпфирующих материалов со смешанными или замкнутыми порами, выполненных из вспененных полиуретанов и ЭВА, на вибростенде НИИСФ РААСН по методике, установленной ГОСТ 16297-80 и ГОСТ Р ИСО 18437; выполнен статистический анализ резуль-

татов испытаний, выявлены закономерности изменения динамических параметров от рассматриваемых внешних воздействий; разработана по результатам исследований комплексная методика испытаний эластомерных вибродемпфирующих материалов, подвергающихся разнообразным внешним воздействиям.

*Инновационные решения:* получение новых данных об изменении динамических и диссипативных характеристик вибродемпфирующих материалов со смешанными или замкнутыми порами, выполненными из материалов нового поколения (вспененных полиуретанов и ЭВА) во влагонасыщенном, замороженном и оттаянном состояниях.

*Внедрение результатов:* разработанная методика комплексных динамических испытаний вибродемпфирующих материалов с учётом воздействия внешних факторов легла в основу ГОСТ «Системы виброизоляции зданий и сооружений. Методы испытаний вибродемпфирующих материалов».

Результаты опубликованы в ведущих российских и международных журналах.

## **5. ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ НАУК, ПОЛУЧЕННЫЕ В 2019 ГОДУ**

(РЕКОМЕНДОВАННЫЕ ФЕДЕРАЛЬНЫМ ГОСУДАРСТВЕННЫМ БЮДЖЕТНЫМ УЧРЕЖДЕНИЕМ  
«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ МИНИСТЕРСТВА  
СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»  
(ФГБУ «ЦНИИП МИНСТРОЯ РОССИИ»))

### **5.1. Научные основы экологически безопасной технологической очистки и утилизации поверхностных сточных вод и осадков**

Научные руководители: доцент, доктор технических наук Е.Л. Войтов; член-корреспондент РААСН, доктор технических наук Ю.Л. Сколубович.

*Актуальность работы.* Одной из основных экологических проблем является сбор, транспортировка и очистка поверхностных сточных вод. Большинство существующих систем отвода и очистки поверхностных сточных вод уже не справляются с увеличивающимся объемом стоков или физически изношены. Основными источниками загрязнения поверхностных сточных вод являются продукты смыва почвенного покрова, разрушения асфальтовых и бетонных поверхностей, истирания автомобильных шин, проливы автомобильного топлива и масел, а также строительные и другие материалы, складированные на открытых площадках хранения. Поверхностные сточные воды загрязняют водоемы взвешенными, поверхностно-активными веществами, нефтепродуктами, органическими примесями, ионами тяжелых металлов и другими загрязнителями. Осадки приводят к загрязнению и заилению русел водотоков, нарушают жизнедеятельность живых организмов, микроорганизмов, обеспечивающих самоочищение водоемов. Необходима разработка технологии очистки ливневых сточных вод промышленных предприятий, которая позволит обеспечить их сброс в открытые водоемы или использование в оборотном техническом водоснабжении предприятий.

*Научная новизна работы.* Разработана технология очистки ливневых вод с территорий промышленных предприятий путем реагентного осветления в отстойниках регуляторах, реакторах-осветлителях, сорбции на фильтрах с гранулированной загрузкой, УФ-обеззараживания. Очищенная сточная вода сбрасывается в открытые водоемы, городские хозяйственно-бытовые системы водоотведения или используется для технического водоснабжения промпредприятий. Осадки сточных вод обезвреживаются и вывозятся на полигон твердых отходов. Главные преимущества разработанной технологии очистки: обеспечение охраны окружающей среды от загрязнения дождевыми и талыми сточными водами; достижение высокого качества очищенной ливневой воды, позволяющего сбрасывать ее в городскую канализацию, открытые водоемы или использовать для технического водоснабжения промышленных предприятий; снижение капитальных и эксплуатационных затрат на предприятиях,

связанных с эффективностью очистки ливневых вод и возможностью их использования на нужды технического водоснабжения.

*Практическая значимость и реализация результатов работы:* исследован состав и свойства поверхностных сточных вод предприятия; разработана технология очистки поверхностных сточных вод предприятий угольной промышленности с применением нового фильтровального сооружения – реактора-осветлителя; проведены опытно-промышленные испытания предложенной технологии очистки ливневых сточных вод, результаты экспериментальных исследований доказали возможность очистки поверхностных сточных вод с промышленных территорий по предлагаемой технологии до качества, позволяющего сбрасывать их в открытые водоемы или повторного использовать в техническом водоснабжении предприятия; разработаны рекомендации по проектированию и эксплуатации сооружений очистки, повторного использования поверхностных сточных вод предприятия; разработана проектно-конструкторская документация предприятия угольной промышленности.

## **6. ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА**

(РЕКОМЕНДОВАННЫЕ ФЕДЕРАЛЬНЫМ ГОСУДАРСТВЕННЫМ БЮДЖЕТНЫМ УЧРЕЖДЕНИЕМ  
«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ МИНИСТЕРСТВА  
СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»  
(ФГБУ «ЦНИИП МИНСТРОЯ РОССИИ»))

### **6.1. Реализация новых принципов устойчивого развития при формировании современных градостроительных систем**

Авторский коллектив: академик РААСН, доктор архитектуры М.В. Шубенков; М.Ю. Шубенкова.

Цель исследования заключается в разработке принципов и подходов в проектировании современных градостроительных систем с учетом требований устойчивого экологического развития, поиске путей решения проблем деградации экологического состояния современных городов, смягчении реальных угроз, уменьшении социальных противоречий, повышении уровня жизни населения, совершенствовании управления градостроительным развитием урбанизированных территорий.

Основной вклад в этой области заключается в разработке представлений о градостроительной системе как комплексной модели развития биотехносферы, предполагающей формирование и развитие искусственной урбанизированной среды общества в гармоничном и сбалансированном взаимодействии с природным окружением. В основе предлагаемой концепции заложена идея формирования особых видов градостроительных систем, обеспечивающих пространственное управление процессами устойчивого социально-экономического развития, увязанного с глобальными законами природы. В работе закладывается концептуальная основа для дальнейшей разработки специальных планировочных стратегий организации градостроительных систем с учетом комплекса социальных, экономических, экологических, архитектурно-пространственных и технологических факторов и условий, обеспечивающих сбалансированное ресурсное взаимодействие урбанизированных и природных территорий.

Основные характеристики современных градостроительных систем: структурная сложность, связанная с многообразием компонентов и их связей друг с другом; изменяемость компонентов градостроительных систем во времени, связанная с изменчивостью экологических, экономических, социальных и других факторов и условий существования сообществ; случайность процессов формирования градостроительных систем, связанная с воздействием внешних факторов; инерционность развития градостроительных систем, обусловленная неравномерностью аккумуляирования и расходования разного вида ресурсов; иерархичность пространственной организации градостроительных систем с целью упорядочивания отношений всех подсистем; уникальность каждой градостроитель-



ной системы, связанная с уникальностью природно-ландшафтного окружения и культурно-этническими особенностями местных сообществ.

Выявлены основные принципы пространственной организации градостроительных систем: принцип эффективности проектирования градостроительных систем, нацеленный на обеспечение сбалансированного взаимодействия с природным окружением; принцип комплексности проектирования градостроительных систем и их природного окружения; принцип минимизации энергетических затрат и рационального потребления материальных ресурсов. (Рис.160).

Результаты опубликованы в ведущих российских и международных журналах.

## **6.2. Современные основы организации малоэтажной экологически безопасной жилой застройки**

Авторский коллектив: советник РААСН, доктор архитектуры З.К. Петрова; В.О. Долгова.

Результаты научных исследований представлены в книге З.К. Петровой и В.О. Долговой «Планировочная организация малоэтажной экологически безопасной жилой застройки» (Москва, Издательство Новая Реальность, 2019. – 250 с.; ISBN 978-5 -905254-45-1), на страницах которой изложен анализ актуальных проблем архитектурно-планировочной организации малоэтажной экологически безопасной жилой застройки. На основе исследования влияния социальных, природно-экологических и экономических факторов на развитие градостроительства, а также изучения зарубежного и отечественного опыта проектирования и строительства малоэтажной жилой застройки разработаны рекомендации по планировочной организации жилых образований и поселений с малоэтажной жизнеобеспечивающей застройкой в условиях умеренного климата России (Рис. 161). Определена новая аргументированная концептуальная установка на целесообразность перехода к субурбанизации и развитию экологического направления на территории России. Это направлено на создание комфортной среды жизнедеятельности и успешное решение жилищной проблемы с доминированием недорогих жилищ экономического класса. Рассмотрены вопросы взаимосвязи поселений с природным и культурным ландшафтами, сохранения историко-культурного наследия малых исторических городов.

Книга предназначена для архитекторов-планировщиков и инженеров градостроительного профиля, архитекторов и других специалистов в области градостроительства и жилищного строительства, аспирантов и студентов архитектурных вузов.

Рецензенты книги: В.В. Алексашина, почетный член РААСН, профессор, доктор архитектуры; С.В. Ильвицкая, советник РААСН, профессор, доктор архитектуры.

## **6.3. Новые тенденции в планировании и застройке городских и сельских поселений**

Авторский коллектив: советник РААСН, кандидат технических наук В.А. Гутников; Н.Ю. Ключин; Г.В. Жегалина; А.С. Заграничная; Л.В. Шилкова; Г.Н. Алешина; Н.П. Синицкая.

Новые тенденции в планировании и застройке городских и сельских поселений нашли отражение в Изменениях № 1, внесенных в свод правил СП 42.13330.2016 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» (утверждено приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 19 сентября 2019 г. № 557/пр; дата введения – 20 марта 2020 года). Актуализация действующих нормативно-правовых документов – один из целевых показателей национального проекта «Жилье и городская среда» и решения задач государственной программы по развитию образования на 2013–2020 годы.

В перечне Изменений № 1 в СП 42.13330.2016:

– внесены изменения с учетом введения в действие положений Федерального закона «О ведении гражданами садоводства и огородничества для собственных нужд и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»;

– внесены изменения с учетом введения изменений в Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ от 23 апреля, 3 августа, 27 декабря 2018 г.;

– уточнена классификация улиц для малых и средних городов – это положение активно обсуждалось профессиональным сообществом;

– уточнены значения допустимого уменьшения площади земельного участка образовательных организаций в условиях сложившейся застройки до 40% против 20% ранее;

– предоставлена большая возможность определения потребности в машино-местах с учетом специфики социально-экономического развития регионов, условий размещения парковочных мест и объектов гаражного строительства;

– уточнены определения терминов (квартал, микрорайон, зоны с особыми условиями использования территорий, парковка, транспортно-пересадочный узел, улица, городское поселение, сельское поселение, распределительный центр).

В результате утверждения изменений в свод правил по градостроительству, планировке и застройке городских и сельских поселений уточнена возможность уменьшения размеров земельных участков в расчете на одного обучающегося в образовательных организациях. В условиях реконструкции и в условиях плотной городской застройки – до 40 процентов (ранее в условиях реконструкции показатель составлял до 20%).

## **7. ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ АРХИТЕКТУРЫ**

(РЕКОМЕНДОВАННЫЕ ФЕДЕРАЛЬНЫМ ГОСУДАРСТВЕННЫМ БЮДЖЕТНЫМ УЧРЕЖДЕНИЕМ  
«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И ПРОЕКТНЫЙ ИНСТИТУТ МИНИСТЕРСТВА  
СТРОИТЕЛЬСТВА И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»  
(ФГБУ «ЦНИИП МИНСТРОЯ РОССИИ»))

### **7.1. Основные направления развития современной мировой архитектуры**

Авторский коллектив: советник РААСН, кандидат искусствоведения Н.А. Коновалова; советник РААСН, кандидат архитектуры Н.В. Касьянов; доцент, кандидат архитектуры И.В. Кукина; член-корреспондент РААСН, доктор архитектуры Г.А. Птичникова; М.Е. Маевская; почетный член РААСН, доктор архитектуры С.Б. Моисеева.

Научное исследование относится к фундаментальным проблемам архитектурной науки. В настоящее время в условиях ускоренного развития технологий, стремительных изменений в экономике, культуре и политике потребуются перманентное осмысление и переосмысление основных направлений развития современной мировой архитектуры. Содержанием данного исследования стало осмысление процессов и творческих поисков в области формообразования, происходящих в современной архитектуре, а также основополагающих принципов работы современных зодчих в условиях глобализации и развития цифровых технологий. Одним из главных исследовательских интересов стало изучение проблемы взаимодействия различных национальных и региональных культур в контексте развития мирового зодчества и глобализации. Задача адекватной оценки профессионального уровня вновь возникающих объектов в контексте общемировых архитектурных и градостроительных процессов и течений представляется непростой и актуальной.

Данная научно-исследовательская работа вводит в научный оборот значительное количество неизвестного материала новейшей истории и теории архитектуры и даже архитектурной футурологии. Ее результатом стало всестороннее профессиональное осмысление произведений новейшей архитектуры и теоретических концепций, влияющих на формирование архитектурной среды в разных странах мира, а также векторов развития архитектуры будущего.

В научный оборот введен значительный массив проанализированной и систематизированной информации в области теории и практики современной мировой архитектуры. Результаты научного исследования могут быть полезны для развития теоретической базы современного архитектуроведения и архитектурного творчества. Они могут быть использованы в качестве научной основы при составлении программ вузовского и послевузовского (дополнительного) образования.

Основные публикации перечислены ниже.

1. Касьянов Н.В. Парк «Зарядье» – новая архитектурно-ландшафтная реальность Москвы. // Современная архитектура мира, 2019, Выпуск 12, с. 227-250.

2. Коновалова Н.А. Развитие идей В.Г. Шухова в современной архитектуре Японии. // Современная архитектура мира, 2019, Выпуск 13 (в печати).

3. Kukina I. Research on the Multidimensionality of the Renovation of the Architectural and Urban Environment in the «Post-carbon» City / Architecture: Heritage, Traditions and Innovations // Proceedings of the International Conference (АНТИ 2019), 2019; режим доступа: <https://www.atlantispress.com/proceedings/ahti-19/125910115>.

## **ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ ОБРАЗОВАНИЯ**

Проект «Россия – Китай: тенденции развития образования в XXI веке» (Сравнительная Педагогика).

Авторы: Балыхин Г.А., Борисенков В.П., Гайдамашко И.В., Гриншкун В.В., Гукаленко О.В., Зинченко Ю.П., Иванова С.В., Левицкий М.Л., Малых С.Б., Подуфалов Н.Д., Реморенко И.М., Розов Н.Х., Рыжаков М.В., Савенков А.И., Сергеев Н.К., Смолин О.Н., Стриханов М.Н., Филиппов В.М., Чистякова С.Н. и др. (ФГБУ «Российская академия образования»)

Проект «Россия – Китай: тенденции развития образования в XXI веке» представляет собой совместное компаративистское исследование российских и китайских специалистов носит лонгитюдный характер и построено на стыке общей и сравнительной педагогики, психологии и инновационной образовательной практики. Исследование проводилось в 2018–2019 годах.

### ***Актуальность исследования***

Образование и наука – определяют будущее современных государств, формируют интеллектуальный потенциал нации. Образование создаёт условия для личностного роста каждого человека и процветания всего общества. Россия и Китай – важные центры современной цивилизации, имеющие огромный опыт сотрудничества в научно-образовательной сфере. Коллективное исследование позволяет осмыслить общие закономерности развития образования в условиях постиндустриального, информационного общества и выстроить дальнейшую перспективу его модернизации.

### ***Сущность компаративистского исследования***

На основе научного анализа важнейших характеристик и специфики образовательных систем обеих стран, выявлены основные проблемы и пути их решения: проведение образовательных реформ в условиях глобализации; психологическое сопровождение развития образования; управление развитием образования; регионализация и интеграция в сфере образования; информатизация как фактор и ресурс развития современного образования; роль воспитания в образовательной политике и практике; развитие негосударственного образования; экспорт образования на современном этапе. В разделах, посвященных сравнительному анализу, раскрыты достижения и имеющиеся трудности в развитии систем образования стран-партнёров и выявлен позитивный опыт в сфере образовательной деятельности, который целесообразно использовать в ходе модернизации образования.

### ***Научная новизна***

В компаративистском исследовании показана роль научного проектирования как фактора модернизации образования в информационную эпоху.

### ***Значимость и прогноз его применения в системе образования***

Компаративистское исследование нацелено на решение задач развития национального проекта «Образование» в части повышения качества образования, а также оно выполняет и отдельные

функции в реализации государственного федерального проекта «Экспорт образования». Коллективная монография содержит результаты лонгитюдного исследования, обладающего прогностической перспективой и открывающего возможности для реализации новых совместных проектов, таких, например, как: «Цифровая дидактика»; «Психолого-педагогическое сопровождение модернизации образования»; «Основные тенденции развития информатизации образования». Исследование охватывает все уровни образования и современные тенденции, такие как «Развитие информационной среды», «Искусственный интеллект», «Робототехника», проведение инструментальных психологических исследований и использование позитивных педагогических практик и технологий.

Публикация:

Россия–Китай: тенденции развития образования в XXI в.: Сравнительный анализ / Отв. ред.: В.П. Борисенков, Мэй Ханьчэн. М. : Наука, 2019. – 662 с. – ISBN 978-5-02-040240-9.

### **Учебный комплект «Личный букварь» (Коррекционная педагогика)**

Авторы: Лаврентьева Н.Б., Либлинг М.М., Кукушкина О.И. (ФГБНУ «Институт коррекционной педагогики Российской академии образования»)

Создание «Личного букваря» – новый метод обучения грамоте, разработанный сотрудниками Института коррекционной педагогики РАО. Метод является результатом обобщения 15-летнего опыта экспериментального обучения детей с аутизмом, который отражен в диссертационном исследовании. На основе данного метода сотрудниками института создан учебный комплект «Личный букварь» (Рис. 162), выпущенный в 2019 году издательством «Национальное образование». «Личный букварь» соответствует ФГОС НОО обучающихся с расстройством аутистического спектра, и является первым в стране учебным пособием, созданным для обучения грамоте детей с аутизмом.

Метод создания «Личного букваря» ориентирован на специфику аутистического расстройства, и позволяет исключить характерную для детей с аутизмом проблему неосмысленного, механического освоения навыков чтения и письма, обеспечивая осознанное использование ребенком этих навыков в собственной жизни. В процессе обучения ребенок из специальных дидактических материалов с помощью взрослых создает собственный рукодельный букварь, который становится его любимой личной книгой, так как процесс обучения и все учебные материалы максимально связаны с его личным жизненным опытом, с жизнью его семьи. При обучении освоение букв сочетается с глобальным чтением слов и фраз, что формирует у ребенка представления о языковых единицах и их функциях: представление о слове как о части предложения, понимание, что слова и предложения являются носителями определенных смыслов. На заключительном этапе обучения происходит переход к чтению по слогам, и, в дальнейшем, ученик с РАС может осмысленно читать те буквари, учебники, книги для чтения, которые предусмотрены школьной программой.

Метод создания «Личного букваря» при обучении грамоте детей с РАС активно используется специалистами, прошедшими повышение квалификации в ИКП РАО. Презентация учебного комплекта «Личный букварь» успешно прошла на III Всероссийском съезде дефектологов, который состоялся в Москве в ноябре 2019 года.

### **Разработка цифровой платформы массовых психологических исследований DigitalPsyTools.ru**

Авторы: Малых С.Б., Никульчев Е.В., Ильин Д.Ю., Колясников П.В., Исмагуллина В.И., Захаров И.М., Пушкин П.Ю. (ФГБУ «Российская академия образования», Лаборатория мониторинга эффективности и качества научных исследований (Дата-центр))

В современной психодиагностике активно используются компьютерные технологии для сбора данных. Развитие веб-технологий кардинально изменили возможности сбора данных. Во-первых, они дают возможность увеличить выборку в отличие от традиционных исследований в психологии, которые зачастую имеют низкую статистическую мощность в силу доступа к ограниченным выборкам. Во-вторых, веб-технологии существенно снижают время сбора данных и стоимость таких исследований. Требования законодательства Российской Федерации к обеспечению безопасности

данных и результатов исследований, а также высокая потребность в проведении масштабных исследований в системе образования определили необходимость создания отечественной цифровой психодиагностической платформы, отвечающей современным технологическим вызовам и направленной на решение отечественных задач цифровизации образования.

Разработанная цифровая психодиагностическая платформа DigitalPsyTools.ru (Рис. 163) имеет большое значение для реализации требований системы образования к учету индивидуально-психологических и возрастных особенностей школьников и, соответственно, для индивидуализации обучения. Без регулярных популяционных исследований невозможна адекватная оценка индивидуально-психологических и возрастных особенностей школьников в разные периоды обучения. Эти исследования важны как для стандартизации психологических методов диагностики, так и для определения современных возрастных норм психического развития ребенка. Большие накопленные массивы данных с помощью цифровой платформы DigitalPsyTools.ru смогут стать основой для механизмов машинного обучения и других подходов, использующих искусственный интеллект. Кроме того, анализ этих данных позволяет оценивать как глобальные, так и локальные системные эффекты. Информационно-технологические решения цифровой психодиагностической платформы позволяют проводить в короткие сроки сбор больших объемов данных, обеспечивая кроссплатформенность интерфейсов опросов (использование наиболее популярных современных типов устройств, операционных систем и интернет-браузеров), гарантируя надежность доставки информации и обеспечивая безопасность сбора и хранения данных. Опыт использования цифровой психодиагностической платформы для оценки системы психологической службы в образовании показал ее высокую эффективность и надежность.

Публикации:

1. Nikulchev E., Ilin D., Kolyasnikov P., Belov V., Zakharov I., Malykh S. Programming technologies for the development of web-based platform for digital psychological tools // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. 2018. Т. 9. № 8. С. 34–45.

2. Никульчев Е.В., Ильин Д.Ю., Колясников П.В., Исмагуллина В.И., Захаров И.М., Малых С.Б. Разработка открытой цифровой платформы масштабных психологических исследований // Вестник РФФИ. 2019. № 4(104) 99–113.

### **Серия пособий «Учителю о детях с ограниченными возможностями здоровья» (Коррекционная педагогика)**

Авторы: Закрепина А.В., Китик Е.Е., Кудрина Т.П., Лазуренко С.Б., Малофеев Н.Н., Павлова Н.Н., Разенкова Ю.А., Стребелева Е.А. (ФГБНУ «Институт коррекционной педагогики Российской академии образования»)

В марте 2019 года в издательстве «Просвещение» вышла серия пособий «Учителю о детях с ограниченными возможностями здоровья» (Рис. 164) для педагогов общеобразовательных организаций. Серия включает семь изданий, шесть из которых подготовлены научными сотрудниками ФГБНУ «Институт коррекционной педагогики РАО» в соавторстве с представителями профильных кафедр вузов и образовательных организаций.

Целью подготовки пособий являлось информирование педагогов общей школы об особенностях детей с ограниченными возможностями здоровья, которых им сегодня приходится обучать и воспитывать в условиях инклюзии. С учетом типичных запросов педагогов, раскрывающих трудности понимания проблем в обучении и поведении таких детей, нечеткость представлений о специфике организации педагогического процесса, о способах продуктивного взаимодействия с детьми и их родителями и иных проблем, сопровождающих практику инклюзивного образования, пособия выстроены в единой логике представления информации, написаны в недирективном, повествовательном стиле, сочетающем доступность языка изложения материалов и научную обоснованность рекомендаций.

Авторами пособий являются специалисты, имеющие многолетний опыт исследовательской и практической работы с различными категориями детей с ограниченными возможностями здоровья. Наряду с описанием и разъяснением причин учебных и поведенческих трудностей этих детей раскрывается содержание их особых образовательных потребностей, которые предполагают, прежде всего, создание специальных условий их обучения и воспитания, способствующих как организации особой образовательной среды в целом, так и максимальной индивидуализации педагогических усилий в работе с особым ребенком. Помимо конкретных методических приемов, рекомендуемых педагогам общей школы, излагаются задачи и смыслы взаимодействия с другими специалистами, сопровождающими такого ребенка в инклюзивной среде, рассматриваются и комментируются нормативно-правовые документы, регламентирующие процесс образования в соответствии с требованиями федеральных образовательных стандартов для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья.

### **Теоретико-методологические основы профессионального развития руководителей системы образования (Управление образованием)**

Авторы: Федорчук Ю.М., Гордашникова О.Ю., Неустроев С.С. (ФГБНУ «Институт управления образованием Российской академии образования»)

**Актуальность** полученных результатов обусловлена возрастающими квалификационными требованиями к результативности и эффективности деятельности руководителя общеобразовательной организации, как важнейшему фактору решения задач, поставленных Указом Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 \*«О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», Национальным проектом «Образование» и федеральным проектом «Учитель будущего» по повышению уровня и обеспечению качества образования и вхождения российской системы образования в десятку лучших школьных систем.

**Сущность** заключается в разработке проекта профессионального стандарта «Руководитель (управление образовательной организацией дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования)» и разработанных на его базе моделях аттестации и формирования кадрового резерва руководителя общеобразовательной организации, в соответствии с задачей 1.1, паспорта федерального проекта «Учитель будущего».

**Новизной** являются обоснованные научные подходы и принципы разработки структуры профессионального стандарта, кодифицирования в описанные трудовые функции реального функционала руководителя в сфере общего образования, основанные на изучении нормативно-правовой базы, регулирующей деятельность образовательной организации и ее руководителя; лучших международных практик стандартизации требований к профессиональным компетенциям руководителей школ; проведенного социологического исследования по фактическому составу работ руководителя общеобразовательной организации в 21 регионе в 8 федеральных округах.

**Значимость** полученных результатов исследования выражается в разработке проекта профессионального стандарта «Руководитель (управление образовательной организацией дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования)» и апробации его на конференциях различного уровня, вебинарах, семинарах и обсуждениях с представителями директорского корпуса и исполнительной власти в сфере образования федерального, регионального и муниципального уровней, научного и экспертного сообществ. Разработанные модели аттестации и формирования кадрового резерва руководителей общеобразовательных организаций основаны на выводах по результатам проведенного мониторинга региональных и муниципальных практик аттестации, назначения и формирования кадрового резерва в 18 субъектах Российской Федерации и 63 муниципалитетах и международных практиках профессионального развития руководителей школ.

**Прогноз** применения в системе образования заключается в том, что изложенные научные подходы, дидактические и методические принципы, используемые при разработке проекта профессионального стандарта руководителя в сфере общего образования и моделей аттестации и формирования кадрового резерва могут использоваться при разработке нормативно-правовой базы в системе профессионального развития руководителей, в ходе отбора и проектирования содержания обучения, разработки дополнительных профессиональных программ, реализовываться при организации и проведении образовательного процесса переподготовки руководителей, актуализировать требования федеральных государственных образовательных стандартов при подготовке педагогических работников.

Публикации:

1. Неустроев С.С., Федорчук Ю.М. Управление в общем образовании: опыт, тенденции, перспективы. – М.: ИУО РАО, 2019. – 380 с. ISBN 978-5-6040389-0-1

2. Yu. Fedorchuk Professional Standard of a School Principal: Russian and International Experience// International Conference on the Development of Education in Eurasia (ICDEE 2019). – 2019 ISBN 978-94-6252-716-4 <https://www.atlantis-press.com/proceedings/icdee-19/125907510>

### **Реализация педагогического потенциала этнокультурных традиций кочевых народов Севера в региональном образовательном пространстве (Этнопедагогика)**

Авторы: Якушкина М.С., Жиркова З.С., Амбурцева Н.И. (ФГБНУ «Институт управления образованием Российской академии образования»)

**Актуальность.** Сегодня становление российского общества во многом определяется возросшим вниманием к этнической принадлежности населяющих ее народов, отражающей идеи возрождения культурно-исторического наследия прошлого, прогрессивных этнокультурных традиций, опыта этнопедагогики в социализации и воспитании подрастающих поколений. Уникальное явление нашей цивилизации – кочевые народы Севера. Вопросы реализации педагогического потенциала этнокультурных традиций арктических народов в становлении и развитии регионального циркумполярного образовательного пространства в педагогике мало изучены.

**Сущность.** Раскрыта этнокультурная составляющая содержания образования и воспитания групповых субъектов циркумполярного образовательного пространства северных кочевых народов, отражающая педагогический потенциал этнокультурных традиций, сопряженный с трансформациями национального сознания и идентификацией российской нации. Определены социально-экономические и организационно-педагогические условия, особенности и ресурсы ее реализации, способы управления развитием регионального циркумполярного образовательного пространства северных кочевых народов.

**Новизна.** Предложена модель регионального циркумполярного образовательного пространства, отображающая конструкт совокупности взаимосвязанных пространств (регионального, образовательной организации, семьи и рода, растущего человека); разработана совокупность моделей разных типов образовательных организаций села, составляющих сеть образовательных организаций республики; методические рекомендации по использованию этнокультурной составляющей образования и воспитания в программах основного, дополнительного, семейного, общинного образования; обоснована стратегия управления развитием регионального пространства на основе событийной сети встреч, мероприятий и тактика ее реализации.

**Значимость.** Разработана и внедрена модель регионального циркумполярного образовательного пространства, учитывающая педагогический потенциал этнокультурных традиций кочевых народов Севера и обеспечивающая требования ФГОС в решении задач социализации молодежи, воспитании личности носителя определенной культуры с высоким уровнем этнического самосознания, знающей и уважающей культуру своего и др. народов.

**Прогноз** его применения в системе образования. Развитие процессов воспитания и социализации ребенка и школьника-северянина в условиях Севера, отражающий мировоззрение кочевых наро-

дов о мировом пространстве, в основе которого лежит межпоколенная передача взрослого ребенку этнокультурных традиции кочевых народов, сопряженных с усилением национального сознания. Развитие школ северных территорий с учетом региональных особенностей будет способствовать возникновению и накоплению уникального опыта проектирования сельских школ, развитию кочевых образовательных структур.

**Описание кратковременных эффектов.** Активное использование этнокультурной составляющей образования и воспитания программ основного, дополнительного, семейного, общинного образования в современной сети образовательных организаций республики Саха (Якутия).

**Описание долговременных эффектов.** Подготовка и включение в циркумполярное образовательное пространство новых субъектов, реально действующих в регионе: индивидуальных (родитель-тьютор, школьник-северянин, представитель родовой общины, проч.) и групповых (родовые сообщества, производственные бригады оленеводов, семейные подряды, проч.). Развитие этого тренда будет способствовать формированию общесетевых ресурсов, непрерывному обмену информацией и опытом, оптимизации деятельности сельских школ в условиях удаленного доступа к образовательным ресурсам, сохранению населения северных территорий.

Публикации:

1. Якушкина М.С., Жиркова З.С., Амбурцева Н.И. Использование этнокультурных традиций при моделировании событийных сетей в структуре образовательного пространства региона // Перспективы науки и образования: международный электронный научный журнал, 2019. – №5 (41). – с. 529–549 (Scopus) <https://pnojournal.wordpress.com/>.

**Проект: «Сообщество молодых и опытных педагогов-наставников – ресурс преодоления профессиональных дефицитов» (Стратегия развития образования)**

Авторы: Куликова С.В., Карпова О.С., Коротков А.М., Опфер Е.А., Рогачева Е.В., Сергеев Н.К., Шиндряев С.О. (Волгоградский научно-образовательный центр РАО).

**Проект** представляет собой комплексное исследование прикладного характера, проводимого в 2019 году совместно работниками Волгоградской государственной академии последипломного образования и Волгоградского государственного социально-педагогического университета.

**Актуальность** исследования обусловлена необходимостью выявления и преодоления профессиональных дефицитов молодых педагогов в условиях поиска новых форматов их профессионально-личностного развития на основе целостного подхода и с учетом горизонтального обучения. Концептуальные основы и практические рекомендации по созданию региональных центров развития личностных и профессиональных компетенций педагогов-наставников в настоящее время востребованы как в дополнительном профессиональном образовании, так и самими молодыми педагогами, нуждающимися в научно-методическом сопровождении и наставничестве.

**Сущность** исследования. Изучение интересов, запросов и профессиональных дефицитов молодых педагогов (со стажем работы до 1 года и 3 лет), педагогов-наставников осуществлялось в образовательных организациях Волгоградской области. В результате исследований у молодых педагогов (до 35 лет, стаж до 3 лет) выявлены ключевые профессиональные затруднения: постановка целей и задач педагогической деятельности с учетом требований ФГОС; мотивация к выстраиванию системы собственного профессионального развития; информационная компетентность; принятие педагогических решений. Педагоги, отобранные в группу наставников, показали высокий уровень сформированности профессиональных и личностных компетенций по критериям: коммуникабельность; ориентация на повышение квалификации стажера; саморазвитие; знание организации. Для молодых педагогов разработана горизонтальная модель сопровождения в рамках взаимодействия сетевых профессиональных сообществ «Совет молодых педагогов» и клуб «Наставник». Система работы с молодыми педагогами включает: индивидуальный план профессионального развития; обучающую программу «Школа молодого педагога», персонифицированные дополнительные профес-



сиональные программы, в т.ч. дистанционные, направленные на развитие мотивации к повышению педагогической компетентности, пакет конкурсов профессионального мастерства, направленный на развитие значимых компетенций.

**Научная новизна.** В условиях целостного подхода к организации взаимодействия сообществ молодых педагогов и педагогов-наставников предложенная в проекте горизонтальная модель позволяет эффективно, точно и в короткие сроки выявлять и преодолевать профессиональные дефициты и риски.

**Значимость и прогноз** применения исследования в системе образования подтверждается соответствием его результатов целевым показателям национального проекта «Учитель будущего» и задачам национальной системы учительского роста. Технология создания муниципальных учительских клубов и ребрендинг конкурсов профессионального мастерства значительно расширяет аудиторию участников и увеличивает охват развиваемых в молодых педагогах и наставниках компетенций. Дистанционные программы «Конкурсы профессионального мастерства как ресурс развития педагога», «Проектное управление в образовании», «Технологии формирования soft-skills у молодых педагогов», «Онлайн технологии организации наставничества» и др. соответствуют современным тенденциям цифровизации образования и требованиям молодых педагогов.

Публикации:

1. Акентьева Е.Н. Разработка и реализация дополнительных профессиональных программ: современная специфика// Учебный год. 2019. – № 5(58).
2. Коротков А.М., Сергеев Н.К. Интеграционные тенденции в современном российском образовании// Известия Волгоградского государственного педагогического университета. 2019. № 8 (141).
3. Шиндряев С.О. Приоритеты оценки качества общего образования по критериям PISA в рамках федерального проекта «Современная школа» // Учебный год. 2019. – № 5(58).

### **Интуитивное чувство числа: две системы оценки количества (когнитивная психология)**

Авторы: С.Б. Малых, В.И. Исмагуллина, И.М. Захаров, Ю.В. Кузьмина, Ю.А. Маракшина (ФГБНУ «Психологический институт Российской академии образования»)

В настоящее время один из основных конструктов, который рассматривается как возможный базовый предиктор математических достижений – это «интуитивное (приблизительное) чувство числа» (Approximate Number Sense), то есть способность оценивать приблизительное количество объектов без их точного подсчета (Dehaene, 1997). В последние годы в когнитивной психологии активно дискутируется вопрос о механизмах, обеспечивающих умение индивидов оценивать приблизительное количество объектов без их точного подсчета. Часть исследователей считают, что существует отдельная способность и отдельная нейрофизиологическая система, обеспечивающая умение индивида оценивать количество объектов (numerosity). Альтернативная точка зрения заключается в том, что человек способен оценить количество объектов только опосредованно, через восприятие иных визуальных свойств объектов, таких как плотность распределения, объем занимаемой площади, размер и т.п. Компромиссная точка зрения, говорит о том, что при оценке количества первоначально происходит оценка визуальных параметров, но параллельно с этим идет и независимая оценка количества.

В ряде исследований показано, что в заданиях на сравнение двух наборов объектов индивиды склонны полагаться на оценку и сравнение визуальных параметров, таких как совокупная и поверхностная площади. Связь оценки количественных и визуальных параметров проявляется в эффекте конгруэнтности: большей точности оценки количества в конгруэнтных условиях (то есть в таких, где визуальные характеристики положительно коррелируют с количественными) по сравнению с неконгруэнтными условиями (в которых визуальные характеристики противоречат количественным).

Основной целью исследования стала оценка эффекта конгруэнтности в разных условиях доступности сравнения визуальных параметров. Для этих целей была специально разработана новая версия методики «blue-yellow dot test», предложенного Дж. Халбердой (Halberda J., et al., 2008). В

данной версии конгруэнтные и неконгруэнтные стимулы были представлены в смешанных и раздельных форматах и при сравнении гомогенных и гетерогенных объектов. В исследовании приняли участие 351 ученик 4–9-х классов (48% девочек).

Результаты анализа (Рис. 165) подтвердили предположение о том, что в ситуации затруднения сравнения визуальных свойств индивид в меньшей степени полагается на оценку визуальных свойств при оценке количества и способен выносить суждения о количестве независимо от оценки визуальных свойств. Это свидетельствует о том, что оценка количества с опорой на визуальные свойства не является единственно возможным способом оценки количества. В случае затруднения сравнения визуальных параметров индивид способен оценивать количество непосредственно, в меньшей степени отвлекаясь на нерелевантные визуальные свойства.

Таким образом, результаты свидетельствуют в пользу существования двух систем приблизительной оценки количества: как с опорой на визуальные параметры, так и без них. Более того, эти системы работают параллельно, а не включаются последовательно.

Публикации:

Кузьмина Ю.В., Захаров И.М, Исматуллина В.И., Лобаскова М.М., Лысенкова И.А., Маракши-на Ю.А., Малых С.Б. Интуитивное чувство числа: две системы оценки количества // Теоретическая и экспериментальная психология, 2019, т. 12, № 2, стр.19–38.

## **Важнейшие научные достижения в области изобразительного искусства**

За отчетный период сотрудниками подразделений и членами Российской академии художеств была продолжена реализация целого ряда научно-исследовательских, научно-образовательных, а также культурно-просветительских программ, которые объединили усилия специалистов России разного профиля в разработке целого ряда актуальных направлений фундаментальных исследований в области искусствоведения, по направлениям, охватывающим широкий спектр изучения всех сфер изобразительного искусства – живописи, графики, скульптуры, декоративного, театрально- и кинодекорационного искусства, архитектуры, дизайна, искусства фотографии, экспериментов в области новых художественных течений.

Выставочные проекты – важная часть деятельности Российской академии художеств. Подобные проекты являются не только формой мониторинга состояния отечественного изобразительного искусства, но и значимой составляющей программы фундаментальных научных исследований Российской академии художеств с учетом ее отраслевой специфики (члены Академии художеств наряду с искусствоведами, архитекторами, дизайнерами, живописцами, скульпторами, графиками, художниками театра, мастерами декоративного искусства), а также материалом для научного осмысления современных культурных процессов.

В свою очередь фундаментальным базисом деятельности Российской академии художеств ее академики считают творческие достижения членов отделений, наиболее значимые художественные произведения и проекты (серии живописных и графических произведений, памятники, произведения декоративного искусства, художественные решения театральных постановок и др., которые представлены в форме монографий), созданные за отчетный период. Подобные результаты творческой деятельности можно отнести к фундаментальному вкладу Академии художеств в развитие современной культуры России, наряду с достижениями фундаментальной науки об искусстве.

Фундаментальные научные исследования в РАХ проводились по девяти основным утвержденным направлениям:

1. Методология и теория исторического процесса развития изобразительного искусства и архитектуры.

2. Анализ актуальных процессов развития современной художественной культуры.

3. Дизайн и технологии: эволюция среды обитания человека.
4. Изобразительное искусство в контексте современного гуманитарного образования.
5. Интеграция научного и творческого знания в процессе сохранения культурного и духовного наследия.
6. Искусство и наука в современном мире.
7. Искусство, наука, религия: пути познания и формы интеграции в пространстве культуры.
8. Особенности развития техник и технологий в изобразительном искусстве, архитектуре, дизайне: история и современность.
9. Гуманистические основы и социальные функции искусства.

Среди актуальных задач направлений фундаментальных исследований Российской академии художеств – расширение представления о национальном своеобразии и творческих общностях в отечественном и мировом искусстве, изучение и осмысление роли российского искусства в мировом процессе художественного развития.

Российская академия художеств рассматривает как одну из наиболее актуальных проблем нашего времени исследование путей взаимодействия различных форм знаний в ареале изобразительного искусства. Данная проблема является, несомненно, одной из основных в системе фундаментальных исследований в области научного потенциала искусства.

За отчетный период результаты научных исследований сотрудников Российской академии художеств, а также академиков и членов-корреспондентов были опубликованы в целом ряде статей и научных изданий, посвященных актуальным проблемам изучения российского и зарубежного искусства разных эпох. Все они имеют практическое применение в сфере образования, культурно-просветительской деятельности.

Среди основных результатов необходимо отметить следующие масштабные исследования, некоторые из которых относятся сразу к нескольким областям исследований (Рис. 166, Рис. 167):

**Позднесоветское искусство России. Проблемы художественного творчества. Коллективная монография/отв. ред. А.Н. Иньшаков.** – М.: БуксМАрт, 2019. 480 с. : ил. ISBN 978-5-6040055-5-2. Тираж 700 экз.

Научное издание. Печатается по решению Ученого совета НИИ теории и истории изобразительных искусств Российской академии художеств. Составитель и ответственный редактор: А.Н. Иньшаков. Редактор: Г.П. Конечна.

Исследование представлено в форме коллективной монографии, созданной на основе исследования и анализа художественной жизни в СССР позднесоветского времени (1960–1991 годов).

В исследовании рассматривается несколько важных и интересных аспектов искусства этого времени: официальная и неофициальная линии в изобразительном искусстве; проблемы художественного творчества; искусство в СССР в контексте мирового художественного процесса; художественное творчество в СССР как объект эстетического анализа; летопись событий.

Издание рассчитано как на специалистов, так и на читателей, интересующихся советским искусством 60–80-х годов. Исследование содержит большое количество цветных и черно-белых иллюстраций, в том числе уникальных фотодокументов и впервые публикуемых репродукций работ позднесоветского периода.

Коллективная монография. **Мировая культура как ресурс устойчивого развития.** Российская академия художеств, Кафедра изобразительного искусства и архитектуры ЮНЕСКО. Том I. По материалам Международного форума; науч.рук. и сост.: Т.А. Кочемасова, М.В. Вяжевич, Н.Н. Мухина, ред. Е.О. Романовой. На русском и английском языках. – Ярославль: Изд-во «Российские справочники», 2019. – 492 с. УДК 008(100) (082) ББК71я43 М64. Тираж 500 экз.

Научные руководители и составители: Т.А. Кочемасова, академик РАХ, М.В. Вяжевич, академик РАХ, Н.Н. Мухина, академик РАХ.

Коллективная научная монография подготовлена по итогам конференций, которые прошли в рамках международных форумов «Мировая культура как ресурс устойчивого развития» в 2015 и 2017 годах, организованных Российской академией художеств. Исследователи знакомят специалистов и широкую аудиторию с результатами научной работы, которая направлена на исследование феномена художественных традиций народов мира, искусства многонациональной России в контексте диалога культур.

Издание адресовано искусствоведам, художникам, историкам, культурологам и всем, кого интересуют проблемы изучения мировой и отечественной художественной культуры.

**Грачева С.М. Современное петербургское академическое изобразительное искусство. Традиции, состояние и тренды развития.** - М.: БуксМАрт, 2019. – 368 с. : ил. ISBN 978-5-907043-28-2. Тираж 700 экз.

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

Масштабное исследование раскрывает роль и значение современного академического искусства как социокультурного и эстетического феномена. Автор воспроизводит объективную картину развития современного искусства академизма, представляющего собой уникальный сплав классическо-стилистического понимания задач искусства, реалистической традиции и постмодернистской эстетики. Структура монографии позволяет охватить основные жанры академического искусства и их развитие со второй половины XX века до наших дней: сюжетную картину, пейзаж, натюрморт, портрет. В этот период созданы крупнейшие архитектурно-художественные ансамбли, многочисленные произведения монументального и станкового искусства, в их числе художественное оформление петербургского метро, живописные, скульптурные и графические работы.

Иллюстрированное издание представляет интерес для специалистов в области теории и истории искусства, культурологов, историков, студентов и аспирантов творческих вузов, а также для интересующихся изобразительным искусством и культурой Санкт-Петербурга.

## **ОБЛАСТЬ ИССЛЕДОВАНИЙ – ЖИВОПИСЬ**

**Монография. Самохин А.В. Мифы пространства. Пейзаж в русской исторической картине второй половины XIX – начала XX века.** – М.: БуксМАрт, 2019. – 280 с. : ил. Тираж 1000 экз.

В основе предлагаемого издания положено исследование, которое посвящено изучению наиболее ярких образцов русской исторической и пейзажной живописи второй половины XIX – начала XX века. В центре внимания – пейзажный образ как составная часть исторической картины или же как ее смысловой эквивалент. Наблюдения над художественными особенностями произведений в сочетании с данными письменных источников позволяют поднять не совсем привычный вопрос: что входило в концепцию природы, общества, истории, времени и пространства у целого ряда крупных мастеров русской живописи 1860–1910-х годов? В книге прослежены различные способы, при помощи которых художнику удавалось превратить пейзаж из простого изображения ландшафта в сцену для эпохальных исторических драм или повседневной жизни людей прошлого. Взаимодействие и взаимоотражение природного и социального создает ту среду, в которой рождается миф. Специфически художественное мифотворчество мастеров эпохи реализма и символизма процветало на стыке проблем исторической и пейзажной живописи, что обогатило оба эти жанра и углубило их эстетическое и нравственное содержание, интерпретациям которого и посвящена настоящая книга. Издание адресовано искусствоведам, музейным работникам и широкому кругу читателей.

**Якимович А.К. Василий Кандинский (серия «Художники русского зарубежья»).** М.: Искусство-XXI век. 2019. – 408 с: ил. ISBN 978-5-98051-197-5. Тираж 1700 экз.

Исследование рассматривает творчество Василия Кандинского в сложном единстве его видов, жанров и стилей – от реалистических пейзажей и портретов до абстрактных полотен зрелого и позднего периодов, от абсурдистских стихов до театральных сцен и сценографических опытов и до философских текстов в области теории искусства. Разнообразное наследие мастера представлено в историческом контексте. Речь идет о так называемом избавлении от реальности (или Большом Отказе от видения реального в искусстве). Этот важнейший перелом в развитии художественной культуры увязывается с кризисом идеократического сознания на рубеже XIX и XX веков с так называемым онтологическим поворотом в разных искусствах – от поэзии до живописи. Кандинский оказался той творческой личностью, которая соприкасалась с ключевыми тенденциями и явлениями в искусстве России и Западной Европы. Он был свидетелем и участником авангардных революций в Германии и России, наблюдал и переживал в своей судьбе тяжкие последствия фатального социально-политического эксперимента Советской власти, был вынужден бежать из нацистской Германии и испытал драматические события немецкой оккупации Франции. Перед нами биография творческой личности, равновеликой сложнейшей и драматичной эпохе рубежа столетий и первой половины XX века. Издание адресовано широкому кругу любителей искусства.

**Альбом-монография. Татьяна Назаренко. В рамках Интернационального арт-проекта. Цюрих** – Москва, 2019 г. На русском и английском языках. ISBN 978-3-442-57341-2. Тираж 300 экз.

Исследование посвящено творчеству одной из наиболее известных российских художниц Татьяны Назаренко. Ее искусство – яркое и необычное явление современного отечественного изобразительного искусства последней трети XX – начала XXI вв., культуры России в целом. В монографию вошли исследования творчества мастера – искусствоведов Марии Чегодаевой, Михаила Сидлина, Антонио Джеуза, Александра Боровского и др. На примере творчества выдающегося живописца рассматриваются проблемы развития современной академической школы и ее интеграции в пространство мирового искусства. Исследуются различные аспекты развития живописи в контексте поиска новых форм визуальной изобразительности.

**Монография. Павлинов П. Евгений Лансере. Кавказ. Искусство и путешествия/Павел Павлинов.** – М.: Слово, 2019. – 432 с. : ил.; 17×23,5 см. ISBN 978-5-387-01566-3. Тираж 1500 экз.

Материалы данного исследования посвящены истории отечественного искусства первой половины XX века, по новому раскрывает яркие страницы жизни и творчества Евгения Евгеньевича Лансере из легендарной художественной династии Бенуа – Лансере, брат Зинаиды Серебряковой, «мирискусник», был не только одаренным живописцем и книжным графиком, он обладал талантом исследователя-этнографа, страстно влюбленного в Кавказ и посвятившего ему почти 17 лет своей жизни. Впервые хронологию событий именно этих годов по дневниковым записям и множеству других материалов из семейного и государственных архивов восстанавливает и описывает автор книги, правнук Лансере, историк искусства Павел Павлинов. В издании, также впервые, публикуются многие картины Евгения Лансере, созданные на Кавказе с 1912 по 1943 год и разошедшиеся по музеям и частным собраниям.

**Кудреватый М.Г. Композиция. Композиционный метод А.А. Мыльникова:** Учебное пособие для студентов по направлению подготовки 54.05.02 «Живопись». СПб.: Артиндекс, 2019. 136 с. : ил. УДК 7.01+75. Тираж 300 экз. © М.Г. Кудреватый, 2019.

Андрей Андреевич Мыльников – знаковая фигура в истории отечественного изобразительного искусства XX века, выдающийся мастер живописи. Он был блестящим педагогом, в течение почти полувека руководившим персональной учебной мастерской монументальной живописи в Санкт-Петербургском государственном академическом институте живописи, скульптуры и архитектуры им. И.Е. Репина при РАХ. Эта мастерская стала школой высокого профессионализма и мастерства для целого поколения выпускников, многие из которых сами продолжают свою преподавательскую де-

тельность, как в нашей стране, так и за рубежом. Особенности таланта художника были в значительной степени реализованы благодаря той роли, которую в его творчестве играла композиция. Совершенное владение этими создающими форму пластическими средствами позволило мастеру выйти на исключительной силы образные результаты. В данном учебном пособии впервые подробно рассматривается весь арсенал этих пластических средств, позволивших мастеру выйти на столь значимые образные результаты.

**Кудреватый М.Г. Композиция. Композиция в живописи В.М. Орешникова:** Учебное пособие для студентов по направлению подготовки 54.05.02 «Живопись». СПб.: 2019. 156 с. : ил. УДК 7.01+75. Тираж 300 экз.

Близость к классической академической традиции, совершенное владение композиционными приемами – характерные черты творчества Виктора Михайловича Орешникова – выдающегося отечественного живописца и педагога, создавшего как масштабные исторические полотна, так и целую галерею блистательных портретов современников. В данном учебном пособии впервые подробно анализируется композиционный метод мастера, проявившийся как в его произведениях различных жанров, так и в работах его многочисленных учеников. Это пособие завершает серию из трех книг, посвященных проблемам композиции в творчестве выдающихся мастеров отечественной академической школы.

## **ОБЛАСТЬ ИССЛЕДОВАНИЙ – СКУЛЬПТУРА**

**Монография. Таруашвили Л.И. Слава и бесславие знаменитых античных статуй: очерки истории восприятия.** М.: БуксМАрт, 2019. – 208 с.: ил. ISBN 978-5-907043-25-1. Тираж 1000 экз.

Книга посвящена истории восприятия античной статуарной пластики в Новое время. Эта история прослеживается в книге на примере пяти античных статуй: Аполлон Бельведерский, Венера Медицейская, Лаокоон и его сыновья, Флора Фарнезе, Геркулес Фарнезе. Они оставались наиболее известными и особенно высоко ценимыми, начиная с эпохи Возрождения, когда были найдены, и до XIX века, когда слава их стала меркнуть под влиянием обновленных представлений об античной классике, обусловленных тогдашними достижениями античной археологии, а также углубленной эстетической рефлексией в области философии. Новизна подхода к материалу состоит, прежде всего, в учете тектонической специфики новоевропейского восприятия античной скульптуры, что позволило автору выявить принципиальную неадекватность этого видения своему предмету, который в воображении зрителя подвергался последовательной дематериализации и спиритуализации. В книге рассматриваются изобразительные интерпретации античных статуй, анализируются разнообразные тексты, написанные как учеными знатоками, так и любителями искусства; многие из этих текстов впервые вводятся в научный оборот. Издание адресовано искусствоведам, историкам, культурологам и всем, кого интересуют судьбы античного художественного наследия в культуре послеантичной Европы.

## **ОБЛАСТЬ ИССЛЕДОВАНИЙ – ГРАФИКА**

**Школа ксилографии Германа Паштова:** Альбом. – Красноярск: ООО «Издательство Поликор», 2019. – 96 с.: ил. Российская академия художеств, Отделение Урал, Сибирь и Дальний Восток РАХ, Министерство культуры Красноярского края. Составитель альбома: Герман Паштов. ISBN 978-5-6041798-4-0. Тираж 300 экз.

Альбом «Школа ксилографии Германа Паштова», посвященный 20-летию Сибирской школы ксилографии в Красноярске представляет исследование многолетней образовательной и творческой деятельности одной из наиболее успешных творческих мастерских РАХ. Наряду с голосами

именитых художников и графиков здесь звучит удивительное многоголосье молодых художников – начинающих и уже признанных, но всех их объединяет то, что они – ученики Мастера, все они прошли через его школу. Вы узнаете, чем ценна школа Германа Паштова, создавшего уникальное в России объединение, именуемое Красноярской школой ксилографии, увидите работы Мастера и его учеников. Издание предназначено для художников и искусствоведов, студентов художественных вузов, учащихся художественных лицеев, детских художественных школ и любителей гравюры на дереве.

**Альбом-каталог. Картины из-под дивана. Мюд Мечев.** Издательство «Острова». ISBN 978-5-98686-102-9/ Тираж 300 экз.

Юбилейная выставка Мюда Мечева в Российской академии художеств под названием «Картины из-под дивана» представляет исследование уникального творческого метода одного из выдающихся мастеров отечественной графики. Выставка-открытие впервые представляет вниманию зрителей работы, которые хранились в семье художника не только «под диваном», но и в домашней экспозиции, в папках в мастерской, в усадьбе на Бараньем Берегу и, прежде никогда и нигде не экспонированы. Именно эти произведения Мюда Мечева оставались недоступными широкой публике, но они словно специально ожидали юбилейной выставки мастера и того дня, когда их увидят гости и посетители залов Российской академии художеств. В этом есть определённый мистический смысл, потому что впервые открытие выставки Мюда Мечева в Академии проходит без присутствия её автора. Действительный член Российской академии художеств, народный художник России, Мюд Мечев ушёл из жизни 27 сентября 2018 года, в праздник Крестовоздвижения. Выставка «Картины из-под дивана» посвящена его девяностолетию.

Творчество Мюда Мечева широко известно и любимо ценителями изобразительного искусства как в России, так и в других странах. Свой след в мировой культуре он оставил как выдающийся мастер книжной графики, работавший над эпическими и монументальными темами – карело-финским эпосом «Калевала», «Повестью временных лет», «Новым заветом», «Деяниями и посланиями апостолов» и «Апокалипсисом». Каждый том с его иллюстрациями является самостоятельным произведением искусства, в котором сочетаются художественный талант, высокая техника и передача духовности источников. Книжной графике была посвящена вся его жизнь, к ней он относился как к подвижническому труду, посветив ей более шестидесяти лет непрерывного творчества.

Исследование графического наследия XX века является одной из важных задач в рамках программы фундаментальных исследований Российской академии художеств.

## **ОБЛАСТЬ ИССЛЕДОВАНИЙ – АРХИТЕКТУРА**

**Коллективная монография. 2018 100 СГХМ. 2019 100 БАУХАУЗ. 2020 100 ВХУТЕМАС и художественные школы эпохи авангарда.** Российская академия художеств, НИИ теории и истории изобразительных искусств РАХ, Московская государственная художественно-промышленная академия им. С.Г. Строганова, Московский Архитектурный институт, Национальная Академия дизайна. По итогам конференции 17–19 апреля 2019 г. Москва, 2019. На русском и английском языках. ISBN 978-5-87627-173-0. Тираж 500 экз.

В исследовании акцентируется универсальный характер творческой и педагогической системы ценностей в искусстве в целом и проектных видах творчества, получивших свое рождение и развитие в Баухаузе и московском ВХУТЕМАСе, ценностей, которые актуальны и по сей день, подчеркивается важность сохранения принципов универсального подхода в системе архитектурного и художественно-промышленного образования. Дается сравнительный анализ формирования Баухауза и ВХУТЕМАСа. Рассматриваются их организационные принципы, педагогические концепции и взаимосвязи между Германией и Советской Россией 1920-х – начала 1930-х годов.

**Костина О.В. Архитектура Московского метро. 1935-1980-е годы. Монография.** М.: БуксМАрт, 2019. – 208 с.: ил. ISBN 978-5-907043-32-9. Тираж 1000 экз.

Рецензенты: Ю.Л. Косенкова, доктор архитектуры, член-корреспондент РААСН Д.В. Кейпен-Вардиц, кандидат искусствоведения.

Исследование посвящено художественному облику Московского метрополитена и является искусствоведческим исследованием, рассматривающим архитектуру и монументальное искусство метростанций в контексте социально-исторического развития России. Московскому метро отводилось одно из самых значимых мест в мифологической картине искусства СССР. Слова Л.М. Кагановича, прозвучавшие в 1935 году с правительственной трибуны на торжественном заседании в честь пуска метрополитена: «Что ни станция, то дворец, что ни дворец, то по-особому оформленный», – стали определяющими и для идеологического руководства строительством метрополитена, и для творческой мысли зодчих. Тем не менее эстетические образы станций формировались в контексте самостоятельных пространственно-стилистических исканий архитекторов.

Центральной темой исследования является историческая эволюция объемно-пространственных и образно-пластических концепций отечественного метростроения, сложение его уникальных традиций. Проходившая в 2016 году в Музее архитектуры им. А.В. Щусева выставка «Московское метро – подземный памятник архитектуры» предоставила возможность по-новому взглянуть на эстетическую проблематику метростроения. Издание включает документы и воспоминания создателей первых очередей метро (часть из них записана автором книги еще в 1980-е годы), иллюстрировано цветными фотографиями и архивными материалами.

## **ОБЛАСТИ ИССЛЕДОВАНИЙ – ДЕКОРАТИВНОЕ ИСКУССТВО, ДИЗАЙН**

**Прикладное, декоративное, дизайн. К проблеме современной терминологии декоративного искусства и дизайна / Коллективная монография по материалам круглого стола.** Москва, 4 октября 2018 г. Автор-составитель И.Ю. Перфильева, М., И.П. Павлов, 2019. – 160 с. ISBN 978-5-9500741-2-7. Тираж 500 экз.

Под редакцией И.Ю. Перфильевой и Н.И. Аникиной.

Исследование, представленное в форме коллективной монографии, представляет вниманию материалы выступлений участников круглого стола «К проблеме современной терминологии декоративного искусства и дизайна», организованного Отделением искусствоведения и художественной критики и НИИ теории и истории изобразительных искусств Российской академии художеств 4 октября 2018 года. Заявленная тема вышла за рамки проблемы современной терминологии декоративного искусства и дизайна, поскольку выяснилось, что нет единства даже в толковании самих понятий «прикладное», «декоративное», «декоративно-прикладное» искусство и «дизайн». Был поднят широкий пласт проблем, связанных с бытованием предметного творчества в контексте актуальных проблем современного искусства в России и за рубежом.

Авторы исследований опираются на широкий спектр методов искусствоведения, филологии, философии и истории. Историки искусства и дизайна, художественные критики и художники предлагают свое видение современных художественных практик в области декоративного искусства и дизайна и анализ ситуации их эволюции от утилитарных предметных форм к уникальным авторским произведениям, апеллирующим к философским проблемам бытия человека. Широкий диапазон представленных точек зрения выявил и обозначил основные творческие проблемы художественного процесса, происходившего в отечественном декоративно-прикладном искусстве второй половины XX – начала XXI века, которые привели к размыванию основного понятийного аппарата, выработанного для анализа классического искусства.

Издание предназначено искусствоведам, историкам и критикам искусства, музейным сотрудникам, преподавателям, студентам и широкому кругу читателей, интересующихся современным декоративным искусством и дизайном, а также их местом в современном искусстве в целом.



## ОБЛАСТЬ ИССЛЕДОВАНИЙ – ИСКУССТВОВЕДЕНИЕ И ХУДОЖЕСТВЕННАЯ КРИТИКА

**Коллективная научная монография «Садово-парковое искусство Востока и Запада. Диалог и формы идентичности».** М., 2019. ISBN 978-5-6041281-2-1. Тираж 300 экз.

Научный руководитель проекта: Д.О. Швидковский – академик РАХ, вице-президент РАХ. Составители: Д.О. Швидковский, Е.О. Романова – член-корреспондент РАХ.

Коллективная научная монография основана на материалах Международной научно-практической конференции «XXIX Алпатовские чтения», посвященной садово-парковому искусству Востока и Запада. Исследователи предлагают результаты своих недавних научных изысканий, выявляя все больше взаимных влияний и проникновений в ландшафтной архитектуре и смысловом наполнении садов и парков в противоположных частях земного шара. Императорские сады Китая и дворцовые сады мусульманской Испании, сады японских интеллектуалов и англо-японские парки в Британии, сады эпохи русского Просвещения и Ботанический сад МГУ «Аптекарский огород», а также многое другое явилось предметом внимания специалистов.

**Монография. Арсланов В.Г. «Третий путь» Андрея Платонова: Поэтика. Философия. Миф.** СПб.: Владимир Даль, 2019. – 558 с. ISBN 987-5-93615-295-4. Тираж 500 экз.

В основе настоящей книги – фабула русской истории XX века, ее «третий путь», выразителем и одним из творцов которой был Андрей Платонов. Эта фабула сегодня либо слабо различима, либо представляется обыкновенным мифом, однако именно «третий путь» породил философию и литературную критику российского «течения» 1930-х годов, поэтику русской культуры, ставшую классикой XX века. В книге впервые публикуются архивные документы – свидетельства реальности «третьего пути» (письма друга Платонова И. А. Саца, раскрывающие положение Платонова в советской литературе 1930-х годов и отношение к нему в среде «течения»; заметки Мих. Лифшица об Андрее Платонове; письма 1940-1960-х годов Мих. Лифшицу от его ученицы – искусствоведа Н.А. Дмитриевой).

**ИЕРОТОПИЯ СВЯТОЙ ГОРЫ В ХРИСТИАНСКОЙ КУЛЬТУРЕ** / Редактор-составитель: А.М. Лидов. – М.: Феория, 2019. – 480 с., 162 ил. На русском и английском языках. Российская академия художеств. Издание осуществлено при поддержке Международного Фонда Содействия ЮНЕСКО. Ответственный редактор: А.М. Лидов. ISBN 978-5-91796-067-8. Тираж 1000 экз.

Монография, впервые в мировой науке, посвящена явлению «Святых гор» как важнейшей теме христианской иеротопии и иконографии, преимущественно в византийско-древнерусской традиции. При этом внимание сосредоточено на сакрально-символических аспектах «святых гор» и на методологии историко-художественных исследований. Книга является продолжением многолетнего инновационного научного направления, получившего название иеротопия – изучение создания сакральных пространств как особого вида духовного и художественного творчества. С 2011 года в рамках большой программы реализуется проект, посвященный иеротопии важнейших элементов мира – Огня, Воды, Земли и Воздуха. Настоящая монография о «Святых горах», рассматривающая тему «Земли», является естественным продолжением этих двух проектов и ориентирована на искусствоведов, историков, этнологов и религиоведов, а также на всех интересующихся проблематикой сакральных пространств.

**Научное издание ВОЗДУХ И НЕБЕСА В ИЕРОТОПИИ И ИКОНОГРАФИИ ХРИСТИАНСКОГО МИРА.** Материалы международного симпозиума / Редактор-составитель: А.М. Лидов. М., Феория, 2019 – 168 с. ISBN 978-5-91796-070-8. Тираж 300 экз. Ответственный редактор: А.М. Лидов.

Симпозиум впервые в мировой науке посвящен «Воздуху и Небесам» как важнейшей теме христианской иеротопии и иконографии, преимущественно в византийско-древнерусской традиции. Внимание участников сосредоточено на сакрально-символических аспектах темы и на методологии

историко-художественных исследований. Симпозиум является продолжением многолетней инновационной научной программы, посвященной иеротопии – изучению создания сакральных пространств как особого вида духовного и художественного творчества. С 2011 г. в рамках большой программы реализуется исследовательский проект иеротопии важнейших элементов мира - Огня, Воды, Земли и Воздуха. Пока вышли три монументальных монографии: «Иеротопия огня и света в культуре византийского мира» (М., 2013), «Святая вода в иеротопии и иконографии христианского мира» (М., 2017) и «Иеротопия Святой горы в христианской культуре» (М., 2019). Симпозиум о «Небесах», рассматривающий тему Воздуха, является естественным завершением трех предшествующих проектов.

**Монография. Дубова О.Б. Художники и ценители. Lap Lambert academic publishing, 2019. – 417 с. ISBN 978-613-9-45898-1. Тираж 300 экз.**

В исследовании выдвигается гипотеза об элитарности раннеренессансного искусства, о том, что расцветало оно в мощном окружении итало-византийского и позднего готического искусства и так называемой интернациональной готики, находящих как традиционное и очень высококачественное искусство себе благодарных зрителей и патронов в самой широкой пополюсской среде. Другое дело – революционное искусство Мазаччо, Донателло или Брунеллески. Его заказчиками выступали верхи общества, нобилитет. Именно это искусство и было в тот период элитарным. Но перед тем как живопись, музыка и словесность могли быть рассмотрены в одном ряду, должно было пройти много времени и измениться общественный статус художника. Особое место отведено анализу эстетических размышлений мыслителей XVIII–XIX веков о судьбе художественного творчества в условиях современного ему общества. Проблема превращения критики в мощное средство создания организованного успеха первоначально возникла в тех сферах художественной жизни, которые наиболее непосредственно связаны с коммерцией. И теперь уже не «ценители», а «оценщики» влияют на всю художественную ситуацию.

**Бусева-Давыдова И.Л. Русская иконопись от Оружейной палаты до модерна: поиски сакрального образа. – М: БуксМарт, 2019. – 476 с.: ил. ISBN 978-5-907043-54-1. Тираж 500 экз.**

В исследовании И.Л. Бусевой-Давыдовой на основе изучения нормативных церковных актов (от постановлений Вселенских соборов до указов Св. Синода начала XX века.) впервые подробно рассмотрена каноническая позиция Русской православной церкви в отношении церковного изобразительного искусства. Доказывается, что художественная форма никогда канонически не регламентировалась, а регулировалась только традицией (что было определяющим для старообрядцев) и представлениями о достоинстве сакрального образа. Проведенный анализ развития иконописи и церковной живописи второй половины XIX – начала XX века, а также восприятия церковного искусства обществом позволил показать напряженные поиски истинного сакрального образа, отвечающего мироощущению и духовным запросам русского человека Нового времени. Дана широкая картина практически всех течений и направлений в церковном изобразительном искусстве указанного периода – от работ ведущих представителей Российской академии художеств до народной иконы.

Представленные в форме книги исследования доступны не только специалистам, но и широкому кругу читателей, интересующихся русским церковным изобразительным искусством.

## **ОБЛАСТЬ ИССЛЕДОВАНИЙ – ТЕАТРАЛЬНО- И КИНОДЕКОРАЦИОННОЕ ИСКУССТВО**

**Альбом. Сергей Бархин. Старое. Аккуратное. По результатам выставки в выставочных залах «Открытый клуб». Текст: А. Саленков. 2019. Тираж 300 экз.**

Данный исследовательский и выставочный проект представляет новые страницы жизни и творчества одного из выдающихся мастеров изобразительного искусства последней трети XX – начала

XXI века. Сергей Михайлович Бархин на выставке «Старое. Аккуратное» средствами книжной иллюстрации раскрывает еще одну свою сторону – амплуа собирателя, собственной книжной культуры, которая имела прямое отношение к чрезвычайно противоречивой истории книгопечатания в СССР.

## **ОБЛАСТЬ ИССЛЕДОВАНИЙ – ФОТОИСКУССТВО И МУЛЬТИМЕДИЙНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

**Альбом. СНЕГ. NIX.SNOW. Проект Экспериментальной творческой мастерской Поволжского отделения Российской академии художеств и Творческого союза художников России.** Организаторы: Российская академия художеств, Поволжское отделение Российской академии художеств. М. 2019, 256 с., ил. ISBN 978-5-6041281-7-6. Тираж 300 экз.

Выставочный проект является частью научно-исследовательской работы в области изучения фотоискусства и мультимедийных технологий. Искусство фотографии в XXI веке вышло на новый уровень осмысления и передачи окружающего нас мира. Технические возможности современной цифровой техники позволили сосредоточить внимание фотохудожников на поисках гармонии во взаимоотношениях природы и человека, раскрытии философии природных и техногенных процессов и выявлении новых смыслов, лежащих в понятии «красота». Именно этим целям служат авторские серии фотографий, демонстрирующие многоаспектность современного прочтения знакомого нам явления природы – Снега. Впечатляющая панорама образов, развернутая в проекте, в котором приняли участие 23 автора, позволяет говорить об их успешной творческой работе.

### **Альбом. Зураб Церетели за работой.**

Editor Paola Gribaudo. Art Director Marcello Francone. Design Luigi Fiore. Editorial Coordination Vincenza Russo. Editing Emily Ligniti. Layout

Faycal Zaouali. First published in Italy in 2019 by Skira Editore S.p.A. Palazzo Casati Stampa via Torino 61. 20123 Milano, Italy. www.skira.net. © 2019 Zurab Tsereteli for the works © 2019 James Hill for the photographs and the texts © 2019 Skira editore, Milano. ISBN: 978-88-572-4040-4. Тираж 1000 экз.

Distributed in USA, Canada, Central & South America by ARTBOOK | D.A.P. 75, Broad Street Suite 630, New York, NY 10004, USA. Distributed elsewhere in the world by Thames and Hudson Ltd., 181A High Holborn, London WC1V 7QX, United Kingdom.

Данное издание является результатом творческой коллаборации двух творцов, чьи работы обрели на сегодня мировую известность – художника Зураба Церетели и фотографа Джеймса Хилла. В течение года Хилл наблюдал за работой художника в Париже, Нью-Йорке, Москве, Тбилиси. Кроме творческого диалога двух художников издание знакомит нас с примером трансформации концептуального и пластического решения произведений, которые создает художник, будучи в разных географических точках. В данном творческом исследовании выразительно раскрываются грани таких художественных явлений, как феномен «гения места» и концепция географии искусства.

## **ОБЛАСТЬ ИССЛЕДОВАНИЙ – НОВЕЙШИЕ ХУДОЖЕСТВЕННЫЕ ТЕЧЕНИЯ**

**Альбом Архитектура. Время и география. Экспериментальные творческие мастерские Поволжского отделения РАХ и Творческого союза художников России.** К.В. Худяков – руководитель творческих мастерских РАХ и ТСХР, С.А. Кузнецова – куратор. Москва – Саратов, 2019. 136 стр. ISBN 978-5-6041281-5-2. Тираж 500 экз.

Данное исследование посвящено актуальным вопросам развития архитектуры – новым экспериментальным подходам в освоении наследия и академической школы и поискам новых творческих концепций. Современная архитектура, ее необарочный и неоконструктивистский мир предлагает особую форму совместного существования искусства и реальности в образе нового целостного организма. В его границах естественные слои человеческого обитания превращаются в идеальное, а

само идеальное возвращается в непосредственно человеческое измерение, наделяя его бескорыстием искусства. Встречаясь с художественной образностью, эти две традиционно разведенные поляриности создают взаимное согласие, свободно перетекая друг в друга и предлагая новый генетический код художественного творчества. Его принципы торжествуют в проекте «Архитектура. Время. География» как идея нерасчлененного единства, как зерно будущего растения новой фазы цивилизации, не разделяя в своих истоках первичный смысл жизни, его божественную материю и ее раскрывающиеся формы.

Выставочный проект «ММОМА:99/19». Тематическая экспозиция на основе коллекции Московского музея современного искусства к 20-летию музея. **Кураторы выставки:** Диана Джангвеладзе, Мария Доронина.

Московский музей современного искусства представляет юбилейную выставку, приуроченную к своему 20-летию. Экспозиция представляет собой широкомасштабное исследование актуального искусства, а также произведений второй половины XX века, демонстрирующих основные направления авангардных течений в отечественном искусстве в контексте мирового художественного процесса. Проект «ММОМА:99/19» имеет междисциплинарный характер и объединил 20 профессионалов из разных областей науки и культуры – от режиссеров и музыкантов до врачей, ученых и рестораторов. Под руководством кураторской группы «ММОМА:99/19» они предложили особый взгляд на обширное музейное собрание отечественного искусства в разрезе своей профессиональной деятельности. Приглашенными кураторами юбилейного проекта стали Михаил Алшибая (медицина), Алена Долецкая (медиа), Андрей Малахов (телевидение), Владимир Мухин (гастрономия), Ольга Трейвас (архитектура), Диана Вишнева (танец), Алиса Хазанова (кино), Федор Конюхов (мореплавание), Илья Лагутенко (музыка), Андрей Артемов (мода), Олег Воскобойников (история), Фредерик Маль (парфюмерное искусство), Кирилл Серебренников (театр), Кети Чухров (философия), Владимир Сорокин (литература), Федор Смолов (спорт) и голосовой помощник Marusia (информационные технологии). В выставке также приняли участие директор Центра им. Ж. Помпиду Бернар Блистен, британский художник Мартин Крид, президент Российской Академии художеств Зураб Церетели, ответственные за направление «искусство».

## **ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ, ПОЛУЧЕННЫЕ В ВУЗОВСКОМ СЕКТОРЕ НАУКИ**

Российской академией наук, в соответствии с Федеральным законом от 27 сентября 2013 года № ФЗ-253, были запрошены у 43-х ведущих вузов страны сведения о выполненных в 2019 году фундаментальных исследованиях. Как показал анализ, проведенный в отделениях РАН по областям и направлениям науки, значительное число научных результатов вузов соответствует мировому уровню. Ниже приводится некоторая часть из них.

### **Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова**

#### **1. Подтверждение возможности слияния белых карликов без термоядерного взрыва**

Ученые МГУ в сотрудничестве с исследователями из других российских организаций нашли подтверждение тому, что слияние массивных белых карликов не всегда сопровождается термоядерным взрывом, а может привести к образованию нейтронной звезды.

Слияние двух звезд возможно благодаря их гравитационному взаимодействию: объекты вращаются друг вокруг друга и постепенно сближаются из-за излучения гравитационных волн. Когда они оказываются достаточно близко, то могут слиться в одно целое. В процессе слияния могут участвовать белые карлики – компактные звезды, которые истощили запасы «топлива» (гелия и

водорода). При этом суммарная масса слившихся белых карликов может превысить предел Чандрасекара. Так называется максимально возможная масса белого карлика (равная примерно полутора солнечным массам), при которой он остается самим собой, а не превращается в объект другого рода. Считается, что в таком случае может произойти термоядерный взрыв, а звезда полностью разрушится.

Однако существует ряд моделей, согласно которым слияние массивных белых карликов может не приводить к термоядерному взрыву. Слившись, они превращаются на несколько тысяч лет в «холодную» звезду, чья температура равна нескольким тысячам градусов. Вещество, которое она потеряет за это время, образует вокруг звезды туманность. Затем в течение примерно 10 000 лет звезда сжимается, при этом ее температура возрастает до сотен тысяч градусов. Также увеличиваются скорость ее вращения и величина магнитного поля. Сжатие завершается взрывом, после чего остается нейтронная звезда. Этот процесс происходит за очень короткое по космическим меркам время, поэтому раньше никому не удавалось обнаружить образовавшийся таким образом объект. Российские ученые нашли его и в серии наблюдений подтвердили, что объект действительно представляет собой результат слияния двух белых карликов, чья общая масса превышает предел Чандрасекара.

Таким образом, впервые получено подтверждение возможности слияния двух белых карликов без моментального термоядерного взрыва. Также исследователи получили свидетельства того, что слияние звезд приводит к появлению сильного магнитного поля.

Публикация:

Работа опубликована в журнале Nature. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1216-1>.

## **2. Разработка наиболее полной на сегодняшний день истории геологического развития Арктического региона**

Российские геологи в сотрудничестве с учеными из других стран участвуют в государственной программе по обоснованию внешних границ шельфа России в Арктике. Одной из фундаментальных проблем данной программы является научное обоснование непрерывности геологической структуры и истории Северного Ледовитого океана, в соответствии с терминами статьи 76 Конвенции ООН по морскому праву.

Геологи МГУ в тесном сотрудничестве с геологами ВСЕГЕИ и ВНИИОкеангеология провели критический анализ всех полученных за последнее десятилетие новых данных по геологии Арктики и разработали наиболее полную на сегодняшний день историю геологического развития Арктического региона. Показано, что Арктический океан формировался в ходе четырех основных этапов: (1) 190–133 млн лет назад – эпоха континентального рифтинга в районе современного Канадского бассейна; (2) 133–125 млн лет назад – эпоха формирования Канадского бассейна с сильным утонением континентальной коры и локальным спредингом океанической коры; (3) 125–80 млн лет назад – формирование поднятия Альфа-Менделеева за счет растяжения континентальной коры и крупномасштабного магматизма; (4) 80–0 млн лет назад – континентальный рифтинг и раскрытие Евразийского бассейна. Для всех этапов истории представлены новые палеогеографические и палеотектонические карты. Обосновано, что поднятие Альфа-Менделеева формировалось как вулканическая континентальная окраина Евразийского континента. Показано, что хребт Ломоносова, поднятие Менделеева, бассейны Подводников и Толля имеют континентальную кору палеозойского и неопротерозойского возраста. Научно обосновано, что основные морфологические элементы морского дна Северного Ледовитого океана имеют одну геологическую природу и неразрывно как геологически, так и морфологически связаны с континентальной окраиной Российской Федерации.

Публикация:

Работа опубликована в журнале Earth-Science Reviews <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2019.103034>.

### **3. Новые материалы, обладающие рекордными магнитными характеристиками**

Материаловеды из Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова установили абсолютный рекорд «магнитотвердости» ферритовых магнитов, превзойдя предыдущее рекордное значение сразу на 25%. Материал был создан на основе гексаферрита стронция.

Магнитотвердость, или коэрцитивная сила, возникает из-за того, что у магнитного атома в кристаллической решетке есть «удобные» направления спина – легкие оси или плоскости. «Удобство» во многом определяется ближайшими соседями атома по кристаллической решетке. Ключом к созданию рекордного материала стала новая методика замещения части атомов железа в структуре на атомы алюминия. Аккуратная модификация материала на атомарном уровне позволила получить новый результат.

Новый материал поглощает излучение с частотой 250 Ггерц. Это позволит создать устройства для беспроводных сетей, работающих на частотах в десятки раз больших, чем современные роутеры, и на порядок увеличить скорость передачи информации. На частотах от 30 до 300 Ггерц будет работать новый стандарт связи 5G. Можно ожидать появления 6G и 7G.

Публикация:

Работа опубликована в журнале Materials Today. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1369702119300124>

## **Санкт-Петербургский государственный университет**

### **1. Решение проблемы Боусфилда**

Исследование посвящено решению важной проблемы алгебраической топологии, сформулированной А. К. Боусфилдом в 1977 году и остававшейся открытой вплоть до последнего времени, несмотря на усилия целого ряда выдающихся математиков. Классическая рациональная теория гомотопий работает с пространствами, в которых все петли стягиваются. Проблема Боусфилда касалась вопроса о том, можно ли обобщить методы классической рациональной теории гомотопий на все конечные пространства (то есть склеенные из конечного числа шаров разной размерности). Учеными доказано, что для букета двух окружностей эти методы неприменимы, букет двух окружностей является Q-плохим пространством.

Еще в 1977 году А.К. Боусфилд построил теорию, в которой показал, как можно обобщить рациональную теорию гомотопий на случай произвольных пространств. Для этого по каждой группе при помощи некоторого трансфинитного (то есть пронумерованного порядковыми числами, выходящими за пределы обычных конечных чисел) процесса строится новая группа, которая называется HQ-локализацией исходной группы. Этот процесс заканчивается на шаге с порядковым номером, который зависит только от исходного пространства. Это порядковое число мы называем HQ-длиной. Результат может быть сформулирован следующим образом: для букета окружностей HQ-длина строго больше бесконечности (первого бесконечного порядкового числа  $\omega$ ).

Таким образом, было показано, что для изучения конечных пространств с точностью до рациональной эквивалентности необходимо выходить за пределы первого бесконечного порядкового числа и использовать “трансфинитные инварианты”. В дальнейшем результаты могут быть применены для развития рациональной теории гомотопий, в которой будут исследоваться трансфинитные инварианты пространств.

Публикация:

S.O. Ivanov, R. Mikhailov, A finite Q-bad space, Geometry and Topology 23(3), 1237–1249 (2019). DOI: 10.2140/gt.2019.23.1237.

### **2. Концепция и проект модельного закона СНГ «О нормативных правовых актах»**

Разработано содержание и подготовлен текст проекта модельного закона СНГ «О нормативных правовых актах».

Были обобщены и проанализированы содержания законов о нормативных правовых актах в разных государствах СНГ, и поставлена цель – подготовить проект закона, который одновременно был бы лишен недостатков действующих законов (в частности, излишней детализации и регулирования технических вопросов) и в то же время содержал бы положения, которые в действующих законах отсутствуют. Для достижения поставленной цели потребовалось обобщить практику издания и оспаривания нормативных актов, а также теоретические представления о разных видах правовых актов, условиях их издания и применения.

Проведенное исследование позволило сформулировать ряд положений, которые прежде либо носили исключительно доктринальный характер (например, запрет на воспроизведение в нормативном акте меньшей юридической силы содержания нормативных актов большей юридической силы, правила толкования нормативных актов), либо вообще никогда раньше не были сформулированы (например, требования к языку нормативных правовых актов, условия делегирования нормотворческих полномочий, правила территориальной нормотворческой юрисдикции государства).

При разработке был использован опыт зарубежных стран (обозначение выделенной в немецком праве категории общих административных актов, которые отличаются и от нормативных и от индивидуальных правовых актов; выработанное судебной практикой США действие законодательства для граждан государства в независимости от места их нахождения). Этот опыт не только не был ранее отражен в нормативном регулировании в странах СНГ, но даже не обсуждался широко в научной литературе, а был известен лишь специалистам.

Проведенное исследование намечает перспективы развития законодательства и судебной практики как в России, так и во всех странах СНГ по вопросам, имеющим универсальный характер и значение для всей правовой системы, за пределами отдельных отраслей права.

Результаты исследования могут быть востребованы в нормотворческой деятельности (на международном уровне – в виде модельного закона СНГ; на уровне отдельных государств – участников СНГ, в том числе в Российской Федерации; на уровне регионов, имеющих нормотворческие полномочия – таких, как субъекты Российской Федерации). Кроме того, они важны для преподавания права, поскольку обозначают целый ряд проблем, значимых для теории и практики издания, применения и оспаривания нормативных правовых актов.

Результат: Разработанный модельный закон СНГ был принят на юбилейной 50-ой сессии Межпарламентской ассамблеи государств – участников СНГ 22 ноября 2019 года. Разработчик: к.ю.н., декан юридического факультета СПбГУ С.А. Белов.

### **3. Современные взгляды на филогенетические связи в новой, «эталонной» системе организмов**

Система эукариотных организмов в последнее время переживает этап кардинального пересмотра. Обоснование новых макрогрупп – эволюционных доменов, заставило полностью изменить представление о путях их эволюции. Это касается и многоклеточных животных (ныне вошедших в группу Holozoa), которые, вместе с родственной макрогруппой грибов (Holomusea) ныне представляют эволюционное направление (таксономический домен) Obazoa. В условиях таких глобальных изменений особую важность приобретают «эталонные» взгляды, то есть официальные представления о макросистеме, которые становятся на ближайшие годы руководящими для всех исследователей, работающих с биологическими объектами. Поэтому с частотой раз в 5–7 лет ведущие мировые эксперты – специалисты по основным группам эукариотных организмов – публикуют результат совместной работы. Это фундаментальный анализ современных данных по отдельным группам, на основе которого строится последний, «эталонный» для всех исследователей вариант макросистемы, классификации, номенклатуры организмов. Именно он считается актуальным до выхода следующей аналогичной сводки. Новейший пример такой работы – вышедшая в 2019 году в журнале *Journal of Eukaryotic Microbiology* (66, 4–119) сводка *Revisions to the Classification, Nomenclature, and Diversity of Eukaryotes*.

Коллектив авторов из 47 человек включает ведущих мировых экспертов по основным группам эукариотных организмов и наиболее известные лаборатории мира. В указанном коллективе наибольшее представительство у СПбГУ. Это указывает на значимое место специалистов СПбГУ в исследовании проблем анализа становления эволюционного разнообразия эукариот.

Публикация:

Adl, S. M., Bass, D., Lane, C. E., Lukeš, J., Schoch, C. L., Smirnov, A., ... & Cárdenas, P. (2019). Revisions to the classification, nomenclature, and diversity of eukaryotes. *Journal of Eukaryotic Microbiology*, 66(1), 4–119.

#### **4. Открытие новых минералов на фумаролах вулкана Толбачик на Камчатке**

В результате изучения минералообразования на фумаролах вулкана Толбачик (Камчатка) открыты 9 новых уникальных минералов: докучаевит, алеутит, майзланит, корякит, феррисанидин, полиарсит, нишанбаевит, юргенсонит и евсеевит. Два из открытых новых минералов относятся к классу ванадатов, два – сульфатов и четыре – к арсенатам. Химический состав и кристаллическая структура всех четырех минералов являются уникальными и не имеют подобия среди известных на сегодня более чем 5500 минеральных видов. Докучаевит назван в честь В.В. Докучаева, профессора минералогии и кристаллографии СПбГУ (1884–1897 гг.). Все открытые минералы обладают технологически полезными свойствами (оптическим, магнитным и др.). Получение синтетических аналогов представляет собой ближайшую задачу лабораторных исследований.

Публикации:

1. Siidra O.I., Nazarchuk E.V., Zaitsev A.N., Polekhovsky Yu.S., Wenzel T., Spratt J. Dokuchaevite,  $\text{Cu}_8\text{O}_2(\text{VO}_4)_3\text{Cl}_3$ , a new mineral with remarkably diverse  $\text{Cu}^{2+}$  mixed-ligand coordination environments. *Mineralogical Magazine*, (2019), 83, 749–755. DOI 10.1180/mgm.2019.41.

2. Siidra O.I., Nazarchuk E.V., Agakhanov A.A., Polekhovsky Yu.S. Aleutite  $[\text{Cu}_5\text{O}_2](\text{AsO}_4)(\text{VO}_4) \cdot (\text{Cu}_{0.5} \square_{0.5})\text{Cl}$ , a new complex salt-inclusion mineral with  $\text{Cu}^{2+}$  substructure derived from Kagome-net. *Mineralogical Magazine*, (2019), DOI 10.1180/mgm.2019.42.

3. Siidra O.I., Nazarchuk E.V., Zaitsev A.N., Vlasenko N.S. Koryakite,  $\text{NaKMg}_2\text{Al}_2(\text{SO}_4)_6$ , a new NASICON-related anhydrous sulphate mineral from Tolbachik volcano. *Mineralogical Magazine*, (2019), DOI 10.1180/mgm.2019.69.

4. Shchipalkina, N.V., Pekov, I.V., Britvin, S.N., Koshlyakova, N.N., Vigasina, M.F. and Sidorov, E.G. (2019) A new mineral ferrisanidine,  $\text{K}[\text{Fe}_3+\text{Si}_3\text{O}_8]$ , the first natural feldspar with species-defining iron. *Minerals*, 9(12), paper 770. <https://doi.org/10.3390/min9120770>

5. Pekov, I.V., Zubkova, N.V., Agakhanov, A.A., Yapaskurt, V.O., Belakovskiy, D.I., Vigasina, M.F., Britvin, S.N., Turchkova, A.G., Sidorov, E.G. and Pushcharovsky, D.Y. (2019) Yurgensonite, IMA 2019-059. *CNMNC Newsletter No. 52*; *Mineralogical Magazine*, 83, <https://doi.org/10.1180/mgm.2019.73>

5. Siidra O.I., Nazarchuk E.V., Zaitsev A.N., Shilovskikh V.V. Majzlanite,  $\text{K}_2\text{Na}(\text{ZnNa})\text{Ca}(\text{SO}_4)_4$ , a new anhydrous sulphate mineral with complex cation substitutions from Tolbachik volcano. *Mineralogical Magazine*, (2019), DOI 10.1180/mgm.2019.68.

### **Сибирский федеральный университет**

**1. Методология анализа факторов роста производительности труда в ресурсных регионах Российской Федерации в условиях перехода на новый путь технологического развития и реализации национального проекта «Производительность труда и поддержка занятости» (на примере Красноярского края)**

В рамках проекта разработана авторская методика классификации регионов на ресурсные и нересурсные на основе коэффициента локализации. Эконометрически доказаны основные паттерны экономического развития ресурсных регионов: 1) бюджетная зависимость; 2) подавление сырьевым



сектором конкурентоспособности других секторов; 3) относительная автономность ресурсных отраслей; 4) ослабление рыночных институтов.

Проведен динамический, корреляционный и факторный анализ агрегированной и индивидуальной производительности труда в группах ресурсных и нересурсных регионов. Выявлено существенное превышение уровня агрегированной производительности труда в ресурсных регионах по сравнению с нересурсными, обусловленное моноотраслевой нефтегазодобывающей специализацией первых. Обнаружены различия в ведущих факторах, определяющих рост производительности труда в группах регионов: в ресурсных регионах – это материальные факторы (инвестиции, фондовооруженность), в нересурсных – также значимо влияние отраслевой дифференциации и инноваций. Влияние качества человеческого капитала на уровень территориальной производительности труда в российской экономике малозначимо и не зависит от специализации региона.

Динамический и факторный анализ производительности труда на примере Красноярского края показал положительное влияние факторов роста производительности труда и структуры занятости работников на подушевой ВРП и отрицательное влияние демографической структуры населения.

Проведена авторская адаптация модели экономического роста Level Accounting к анализу производительности труда регионального уровня в разрезе отраслей.

## **2. Разработка физико-химических основ твердофазных реакций для соединения нанообъектов различной природы**

Авторы: д.ф.-м.н. Жарков С.М., к.ф.-м.н. Алтунин Р.Р., к.ф.-м.н. Моисеенко Е.Т.

Методами *in situ* просвечивающей электронной микроскопии и дифракции электронов, энергодисперсионной спектроскопии, дифференциальной сканирующей калориметрии проведены исследования фазовых переходов и теплофизических характеристик, протекающих при твердофазной реакции в многослойных наносистемах: Cu/Au, Cu/Al, Al/Ag. Исследовано влияние толщины индивидуальных нанослоев на температуру инициирования твердофазной реакции, установлены механизмы структурообразования в процессе реакции. Показано, что твердофазная реакция между нанослоями алюминия и серебра начинается при 70°C, а между нанослоями алюминия и меди – при 88°C. Твердофазные реакции между нанослоями металлов могут быть использованы для соединения нанообъектов различной природы.

Результаты представляют интерес с точки зрения прогноза деградации приборных структур за счет неконтролируемых твердофазных реакций в многослойных системах металлизации в диапазоне рабочих температур микроэлектроники.

Публикации:

Zharkov S.M., Moiseenko E.T., Altunin R.R. «L10 ordered phase formation at solid state reactions in Cu/Au and Fe/Pd thin films» // *Journal of Solid State Chemistry*, 2019, Vol. 269, Pp.36–42.

Moiseenko E.T., Altunin R.R., Zharkov S.M. «In situ electron diffraction and resistivity characterization of solid state reaction process in Cu/Al bilayer thin films» // *Metallurgical and Materials Transactions A: Physical Metallurgy and Materials Science*, 2020, Vol. 51, (in press).

Алтунин Р.Р., Моисеенко Е.Т., Жарков С.М. «Влияние структурных свойств на электросопротивление тонких пленок Al/Ag в процессе твердофазной реакции» // *Физика Твердого Тела*, Том 62.

## **Дальневосточный федеральный университет**

### **Теория информации: новый взгляд на онкогенные сигнальные пути**

Развитие и выживание организмов связано со способностью их клеток правильно получать сигналы из окружающей среды и правильно реагировать на эти сигналы. Для достижения этой цели клетки коммуницируют с помощью химических сигнальных систем, называемых сигнальными путями, которые регулируют и координируют различные аспекты клеточной активности. Однако

нарушения в обработке информации клетками могут приводить к ошибкам в восприятии клетками их окружения, к неконтролируемому поведению клеток и раковому перерождению. Для лучшего понимания того, как нарушения в передаче информации влияют на патологические изменения в клетках, нами использован подход, выходящий за рамки традиционной биологии и медицины. Этот подход основан на применении к изучению клеточной коммуникации теории информации, области математики, обычно применяемой в программировании и телекоммуникациях. Наша работа, опубликованная в престижных журналах *Nature Communications* и *Trends in Cell Biology*, предоставляет радикально новый подход к онкологии.

В конце 1940-х годов, американский математик Клод Шэннон разработал вероятностную теорию для измерения количества информации, передаваемой через каналы коммуникации, сопряженные с некоторым неизбежным уровнем шума. Эта теория легла в основу современных коммуникативных и вычислительных систем. Она также нашла многочисленные применения в областях компрессии и передачи больших данных, криптографии и искусственного интеллекта. Однако теория Шэннона до сих пор не находила широкого применения в клеточной коммуникации.

В приложении к клеточной коммуникации теория информации позволяет изучать, как клетки получают и интерпретируют информацию из окружающей среды. Теория информации позволяет измерить, сколько именно информации способны достоверно передавать клеточные сигнальные пути, в норме и при патологии. До недавних пор считалось, что индивидуальная клетка способна адекватно воспринимать не более, чем один бит информации, то есть в ответ на различные уровни сигнала, приходящего извне, индивидуальная клетка способна дать ответ только в режиме «все или ничего». Наша работа заложила основу, которой теперь следуют и другие исследователи, для измерения информационно-емкости путей передачи сигнала в индивидуальных клетках и впервые количественно продемонстрировала, что здоровая клетка способна к передаче значительно большего количества информации, достоверно отличая не менее четырех уровней приходящего сигнала и отвечая на них достоверно различным образом.

Эта работа также делает возможным точное измерение уменьшения информационно-емкости клеточных сигнальных путей при патологиях, в частности при раковом перерождении. Более того, мы предлагаем революционно новый подход к разработке новых лекарств. Новый подход, который мы разрабатываем на основе теории информации в приложении к онкологии, нацелен, напротив, не на полное выключение, но на тонкую перенастройку сигнальных путей внутри клеток, которая призвана вернуть информационную емкость сигнальных путей на нормальный высокий уровень, отменяя злокачественные свойства раковых клеток и минимально влияя на здоровые клетки.

Публикации:

Amiran Keshelava, Gonzalo P. Solis, Micha Hersch, Alexey Koval, Mikhail Kryuchkov, Sven Bergmann & Vladimir L. Katanaev, *Nature Communications*, V. 9, Article number: 876 (2018)

Information Theory: New Look at Oncogenic Signaling Pathways Zielińska, K.A., Katanaev, V.L. *Trends in Cell Biology* Volume 29, Issue 11, November 2019, Pages 862–875

## **Казанский (Приволжский) федеральный университет**

### **Система скрининга нейропротекторов при фокальной ишемии коры головного мозга**

Автор: Хазипов Р.Н.

Ишемия головного мозга является одной из наиболее значимых проблем современной медицины. Несмотря на значительный прогресс в исследовании патогенетических механизмов ишемического поражения мозга, успех в лечении этого заболевания в значительной степени ограничивается восстановлением кровотока в очаге ишемии посредством удаления тромба. Параллельно ведется исследовательская работа по разработке нейропротекторов – лекарственных веществ, которые могли бы предотвратить, либо существенно уменьшить повреждение нейронов, а также разработка

методов эффективной доставки этих веществ в зону ишемии. Целью проекта является разработка оригинальной экспериментальной модели фокальной ишемии коры головного мозга, которая позволила бы эффективное тестирование потенциальных нейропротекторных лекарств непосредственно в зоне ишемии. Основой модели является разработанный нами ранее препарат «суперфузируемой коры», изначально изготовленный для гиппокампа и впоследствии модифицированный для неокортекса. Модель позволяет комбинированное использование методов функционального онлайн мониторинга активности мозга, включая многоканальную внеклеточную регистрацию электрической активности в виде локальных полевых потенциалов и потенциалов действия нейронов (Рис. 168А), степень гистологического поражения в ишемическом очаге (Рис. 169Б), а также позволяет провести функциональный имаджинг внутренних оптических сигналов в зонах некроза и пенумбры. Существенным преимуществом модели является то, что она позволяет довольно быстро оценить нейропротекторный потенциал молекулы независимо от ее проницаемости через ГЭБ, эффективность потенциального нейропротектора непосредственно в зоне ишемии (куда доступ вещества при системном введении ограничен), а также возможность использования вещества в значительно большем диапазоне концентраций, чем при системном введении. Примеры нейропротекторных эффектов локальной гипотермии и н-ацетилцистеина в этой модели проиллюстрированы на Рис. 168Б и Рис. 168С. При эпипиальной аппликации вещества проникают в ткань головного мозга путем простой диффузии, независимо от проницаемости через гематоэнцефалический барьер. Также эпипиальная аппликация позволяет воздействовать на ткань, находящуюся в непосредственной зоне ишемического поражения, и в концентрациях намного выше, чем при системном применении. Данный проект позволит получить новые данные о патофизиологических механизмах ишемического поражения коры головного мозга, а также станет платформой для скрининга нейропротекторов при ишемии.

Публикации:

1. Lebedeva J, Zakharov A, Burkhanova G, Chernova K, Khazipov R. 2019. The Effects of NMDA Receptor Blockade on Sensory-Evoked Responses in Superficial Layers of the Rat Barrel Cortex. *Front Cell Neurosci.* 13:259.
2. Zakharov AV, Chernova KA, Burkhanova GF, Khazipov R., Segregation of seizures and spreading depolarization across cortical layers. *Epilepsia.* 2019 Nov 21. doi: 10.1111/epi.16390.

## **Северо-Кавказский федеральный университет**

### **1. Разработка программно-аппаратного комплекса системы управления на основе решения обратной задачи динамики и кинематики**

Авторы: Тебуева Ф.Б., Петренко В.И., Мезенцева О.С., Гурчинский М.М., Антонов В.О., Рябцев С.С., Павлов А.С., Сычков В.Б., Свистунов Н.Ю., Стручков И.В.

Программно-аппаратный комплекс системы управления антропоморфным манипулятором на основе использования экзоскелета может применяться для замены человека при выполнении работ, сопряженных с рисками причинения вреда здоровью: в условиях повышенной радиации, под водой, в чрезвычайных ситуациях, для взаимодействия с объектами повышенной опасности (взрывчатые, химические вещества), при выполнении космических миссий. Разработка относится к базовым и критическим военным и промышленным технологиям для создания перспективных видов вооружения, военной и специальной техники согласно перечню критических технологий Российской Федерации.

Инновационными аспектами в предлагаемой технологии программно-аппаратного комплекса системы управления антропоморфными манипуляторами являются усовершенствованные методы решения обратной задачи кинематики, учитывающие конструктивные особенности задающего устройства, а также использование методов прогнозирования движений оператора.

Основными результатами проекта являются:

1. Методики регистрации обобщенных координат руки оператора на основе значений углов поворота задающего устройства, определения взаимоположения плечевого (локтевого, лучезапястного) сустава оператора и аналогичных вращательных пар задающего устройства копирующего типа в реальном масштабе времени, решения обратной задачи динамики на основе прогнозной оценки движения руки оператора, формализованного описания объектов внешней среды для антропоморфного манипулятора.

2. Программно-технические решения по реализации методик расчета углов поворота руки оператора на основе обобщенных координат задающего устройства копирующего типа в реальном масштабе времени и решения обратной задачи динамики на основе прогнозной оценки движения руки оператора.

3. Конструкторские решения в области создания аппаратных составных частей регистрации углов относительного поворота звеньев экзоскелетного комплекса и создания контроллеров для управления электроприводами манипулятора, обеспечивающие движение с ускорениями, идентичными ускорениям частей руки человека.

По результатам проекта защищены 2 кандидатские диссертации, опубликовано 12 статей в журналах, индексируемых базами Scopus и Web of Science, разработано 20 программ для ЭВМ и изобретений.

Основные публикации:

1. Петренко В.И., Тебужева Ф.Б., Гурчинский М.М., Антонов В.О., Павлов А.С. Прогнозная оценка траектории руки оператора для решения обратной задачи динамики при копирующем управлении // Труды СПИИРАН, Изд-во Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации РАН, Вып. 18(1), 2019. – С. 123–147.

2. Petrenko V.I., Tebueva F.B., Antonov V.O., Gurchinsky M.M., Ryabtsev S.S., Shutova Y.A. Analysis of the effectiveness path planning methods and algorithm for the anthropomorphic robot manipulator, 2019 International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2019 – Proceedings. Stukach, O. (ред.), 5 18739748. doi: 10.1109/SIBCON.2019.8729657.

## **2. Создание высокотехнологичного производства лактозы для фармацевтической и пищевой отраслей промышленности**

Авторы: Анисимов Г.С., Храпцов А.Г., Евдокимов И.А., Ахмедова В.Р., Кравцов В.А., Метель В.С., Артамонов И.Б., Кабалова А.Г.

Разработана новая технология получения лактозы, обеспечивающая глубокое фракционирование и эффективное извлечение компонентов молочного сырья, вовлекая в структуру переработки предприятия значительную часть вторичных ресурсов. Созданное производство соответствует современным трендам мировой молочной отрасли и позволяет вывести предприятие на новый уровень – на мировой рынок ингредиентов и функциональных продуктов. Технология и производство лактозы являются основой для дальнейших разработок и промышленных внедрений производных лактозы и белков, в первую очередь, пребиотиков лактулозы, олигосахаридов женского молока, сывороточных протеинов, функциональных пептидных комплексов для продуктов детского, спортивного и геродиетического питания.

Пищевая лактоза используется в производстве детского питания, кондитерских изделий, мясных продуктов и продуктов быстрого приготовления, также при производстве кормовых добавок. Основным сырьевым источником для получения лактозы служит молочная сыворотка, образующаяся при производстве сыров и творога. В проекте реализована каскадная технология мембранной очистки вторичного молочного сырья от примесей с внедрением уникальных опытно-промышленных образцов отечественных электродиализной и нанофильтрационной установок. Эти установки созданы в

консорциуме с Воронежским государственным университетом и ООО «Инновационным предприятием «Щекиноазот» (Тульская область) и обеспечивают стабильное качество готового продукта. После распада СССР все производства лактозы высокой категории качества остались за пределами Российской Федерации, что привело к полной импортозависимости страны. Например, в 2018 г. Российская Федерация импортировала более 18 тыс. т лактозы. До недавнего времени более 50% вторичных молочных ресурсов Российской Федерации сбрасывалось в канализацию, создавая экологическую угрозу окружающей среде и существенно повышая нагрузку на очистные сооружения населенных пунктов. В 2019 г. на АО «Молочный комбинат «Ставропольский» была открыта первая очередь проекта, обеспечивающая получение ежемесячно более 60 т лактозы пищевой. Отечественная лактоза соответствует импортным образцам по показателям качества, чистоты и безопасности, но при этом по эффективности переработки вторичного сырья и энергоэффективности технологических решений превосходит зарубежные аналоги. В 2020 г. планируется реализация фармакопейной лактозы и увеличение объемов производства до 5–10 т в сутки, что позволит достигнуть 10–20% уровня импортозамещения.

В 2017–2019 гг. СКФУ по договору с АО «Молочный комбинат «Ставропольский» реализован комплексный проект «Создание высокотехнологичного производства лактозы для фармацевтической и пищевой отраслей промышленности» при поддержке Минобрнауки России, в рамках постановления Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 г. № 218. В рамках проекта получены 4 патента Российской Федерации, поданы 2 заявки на изобретения. Опубликовано 4 статьи в журналах, входящих в наукометрические базы Web of Sciece, более 10 статей, входящих в РИНЦ.

Публикация:

Anisimov, G. Effect of electrodialysis on dairy by-products microbiological indicators / G. Anisimov, S. Ryabtseva, I. Evdokimov, M. Kosenko, V. Kravtsov // Journal of Hygienic Engineering and Design – 2019. – V. 27. – P. 49–57.

## **Южный федеральный университет**

### **1. Разработка физических основ создания запоминающих устройств с использованием управляемых деформаций в вертикально ориентированных углеродных нанотрубках**

Авторы: чл.-корр. РАН Агеев О.А., к.т.н. Ильина М.В., к.т.н. Блинов Ю.Ф., к.т.н. Ильин О.И.

Доказано, что у ориентированных углеродных нанотрубок (УНТ) возможно проявление флексо- и пьезоэлектрических свойств при формировании в них неравномерной упругой деформации. Разработана теоретическая модель и предложен механизм эффекта переключения сопротивления в неравномерно деформированной УНТ, основанные на влиянии процессов перераспределения деформации и пьезоэлектрического заряда под действием внешнего электрического поля.

Экспериментально подтвержден эффект переключения сопротивления в неравномерно деформированной УНТ под действием внешнего электрического поля.

Полученные результаты позволяют перейти к созданию принципиально новых способов разработки устройств нанoeлектроники, наносистемной техники и нанопьезотроники, таких как запоминающие устройства, нанoeлектромеханические переключатели и пьезоэлектрические наногенераторы.

По результатам работы опубликовано: 1 монография и 25 статей в ведущих научных изданиях, из которых 15 индексируются в базах данных Web of Science и/или Scopus.

Публикация:

Il'ina M.V., Il'in O.I., Blinov Y.F., Konshin A.A., Konoplev B.G., Ageev O.A. // Materials, 11, 638, 2018.

Il'ina M.V., Il'in O.I., Guryanov A.V., Osotova O.I., Ageev O.A. // Fullerenes, Nanotubes and Carbon Nanostructures, 2019. DOI: 10.1080/1536383X.2019.1671370

## **2. Разработка и создание бессвинцовых высокотемпературных пьезоэлектрических керамических материалов на основе метаниобата лития**

Авторы: д.ф.-м.н. Резниченко Л.А., д.ф.-м.н. Вербенко И.А., к.ф.-м.н. Андриюшин К.П., к.ф.-м.н. Андриюшина И.Н., Дудкина С.И., Глазунова Е.В..

Разработаны и созданы бессвинцовые высокотемпературные пьезоэлектрические керамические материалы на основе метаниобата лития, новизна которых заключается в модификации базовой композиции путём введения добавок:

- оксида титана (Решение о выдаче патента на изобретение от 28.11.2019 г. по заявке № 2019124151 от 24.07.2019 г. (приоритет));

- оксидов элементов из группы  $Zn^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $La^{3+}$ ,  $Sc^{3+}$ ,  $Sn^{4+}$ ,  $Zr^{4+}$  (Уведомление о положительном результате формальной экспертизы и рассмотрении ходатайства о проведении экспертизы по существу по заявке № 2019124149 от 24.07.2019 г. (приоритет));

- соединений  $A2+TiO_3$ , где  $A2+$  – Cu, Ni, Co (Решение о выдаче патента на изобретение от 28.11.2019 г. по заявке № 2019124147 от 24.07.2019 г. (приоритет));

- обеспечивающих стабильность пьезохарактеристик в диапазоне температур  $(300\div 1200)K$  и давлений  $(1,8\div 150)Mпа$ ; повышение удельного объёмного электрического сопротивления и механической прочности при сохранении сверхнизких значений диэлектрической проницаемости ( $\epsilon_{33T}/\epsilon_0 < 50$ ) и диэлектрических потерь;

- способ изготовления керамических материалов на основе сложных оксидов перовскитового семейства, в том числе, сегнетоэлектриков, мультиферроиков, высокотемпературных сверхпроводников (Уведомление о положительном результате формальной экспертизы и рассмотрении ходатайства о проведении экспертизы по существу по заявке № 2019128263 от 09.09.2019 г. (приоритет)).

Разработанные материалы и способ их получения могут быть использованы для создания высокочастотных пьезопреобразователей, эксплуатируемых в широком интервале температур  $(300\div 1200)K$  и механических нагрузок (до  $150Mпа$ ), применяемых, в том числе, в устройствах дефектоскопического контроля оборудования атомных реакторов; для измерения характеристик теплонагруженных конструкций, подвергающихся динамическим воздействиям.

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

### **1. Описание поверхностей в трёхмерном пространстве таких, что через каждую точку поверхности проходит по две окружности**

Автор: к.ф.-м.н. Скопенков М.Б.

В работе М.Б.Скопенкова и профессора университета Вильнюса Р. Красаускаса решается задача, которая была поставлена ещё в XIX веке великим французским математиком Ж.Г. Дарбу. Задача состоит в описании всех поверхностей в трёхмерном вещественном пространстве, которые обладают следующим свойством: через каждую точку поверхности можно провести по две окружности, целиком лежащие в этой поверхности. Эта задача является не только очень естественной с геометрической точки зрения, но и имеет важные приложения в архитектуре. В частности, найденные авторами поверхности могут служить формами для стен и крыш различного рода строений. В работе получена полная классификация поверхностей с описанными выше свойствами. Точнее, исследователям удалось доказать, что если поверхность содержит семейство пар окружностей, проходящих через каждую точку поверхности и аналитически от неё зависящих, то такую поверхность можно естественными преобразованиями отождествить с одной из трёх классических поверхностей: Евклида, Клиффорда или Дарбу.

По результатам работы авторы опубликовали статью в одном из ведущих международных журналов *Mathematische Annalen*, который был основан в 1868 году и публикует лучшие работы по всем областям математики.

Публикация:

M. Skopenkov, R. Krasauskas, Surfaces containing two circles through each point, *Mathematische Annalen* (2019), 373, 1299–1327

## **2. Методы локального исправления моделей процессов в соответствии с поведением информационных систем, представленным в журналах событий**

Авторы: д.ф.-м.н. Ломазова И.А., Мицюк А.А.

Процессы в различных прикладных областях (информационные технологии, банковское дело, здравоохранение, промышленное производство и другие) выполняются при поддержке процессно-ориентированных информационных систем, которые хранят и обрабатывают данные, относящиеся к этим процессам.

При проектировании архитектуры системы сначала строится математическая модель системы, затем эта модель анализируется и верифицируется, а далее уже реализуется в программном коде. Однако процессы подвержены эволюции и эрозии на протяжении жизненного цикла системы: и структура, и поведение реальной системы, как правило, отличаются от её проектной модели. Информация о текущем реальном поведении современных программных систем, как правило, фиксируется в журналах событий.

В работе представлены методы и алгоритмы, которые позволяют исправить имеющуюся модель процесса в соответствии с реальным поведением информационной системы, записанным в журнале событий. Отличительной особенностью предложенного подхода является то, что он основан на декомпозиции модели процесса, а также соответствующего журнала событий. Разработанный подход позволяет изменять только небольшие по размеру фрагменты исходной модели. Структура модели при этом в основном сохраняется, что облегчает дальнейшую работу с ней на практике. Разработанные методы являются новыми. Проведенные эксперименты показали их эффективность в случае небольших локальных изменений в организации процессов.

Разработанные алгоритмы могут быть основой для реализации инструментов, применяемых инженерами-практиками при проектировании процессно-ориентированных информационных систем, а также для реализации инструментов анализа и совершенствования бизнес-процессов.

Публикация:

Tikhonov S. E., Mitsyuk A. A. A Method to Improve Workflow Net Decomposition for Process Model Repair, in: *Analysis of Images, Social Networks and Texts. 8th International Conference AIST 2019*. Springer, 2019. (работа получила награду «Best Paper» на конференции AIST 2019)

## **3. Создание системы статистики цифровой экономики в Российской Федерации и Евразийском экономическом союзе**

В рамках реализации мероприятий федерального проекта «Цифровое государственное управление» национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» и Основных направлений реализации цифровой повестки Евразийского экономического союза до 2025 года (ЕАЭС) впервые был осуществлен комплекс взаимоувязанных работ по созданию системы статистического измерения параметров развития цифровой экономики:

1. Сформирована система понятий и определений цифровой экономики, разработана классификация направлений цифровых технологий и классификация продуктов и услуг, связанных с цифровыми технологиями, каталог показателей статистики цифровой экономики, разработаны методики расчета целевых показателей национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» и федеральных проектов; проведено исследование по оценке эффектов цифровой трансформации

отраслей экономики и социальной сферы. Сформулированы концептуальные основы использования больших данных в статистике цифровой экономики, а также предложения по созданию системы бизнес-аналитики (BI). В ходе выполнения работ были также получены практические результаты – осуществлен расчет значений ключевых показателей цифровой экономики по Российской Федерации за 2018 г., разработаны предложения по продвижению позиций России в международных рейтингах сферы ИКТ.

2. Разработаны: методология статистического наблюдения цифровой экономики государств – членов ЕАЭС, включающая систему согласованных статистических показателей цифровой экономики ЕАЭС для включения в Справочник ЕЭК по перечню статистических показателей; организационная схема сбора данных для расчета показателей на пространстве Союза; а также рекомендации и научно-обоснованные предложения по унификации методологических подходов к формированию показателей развития цифровой экономики в государствах – членах ЕАЭС в соответствии с международными статистическими стандартами. На основе разработанных научных подходов были проведены экспериментальные расчеты по пилотным показателям цифровой экономики в государствах – членах ЕАЭС, а также по показателям интеграционной цифровой повестки; сформированы предложения по формированию статистического сборника по цифровой повестке ЕАЭС; предложения по актуализации.

Новизна проекта состоит в комплексном подходе к гармонизации стандартов, подходов и понятийного аппарата в рамках цифровой повестки ЕАЭС (руководитель проекта д.э.н. Гохберг Л.М. (Институт статистических исследований и экономики знаний. НИУ «ВШЭ»)).

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

### **1. Разработка алгоритмов синтеза субоптимального в среднем управления пучками траекторий переключаемых систем при наличии дискретных неточных измерений**

Авторы: д.ф.-м.н. Бортакровский А.С., д.ф.-м.н. Пантелеев А.В.

Разработаны алгоритмы синтеза субоптимального в среднем управления пучками траекторий переключаемых систем при наличии дискретных неточных измерений. Разработано алгоритмическое и программное обеспечение метаэвристических методов поиска глобального условного экстремума функций многих переменных, в том числе методов «роевого интеллекта», меметических алгоритмов, биоинспирированных методов, итерационного метода Лууса с последовательной редукцией множества допустимых решений, метода «серых волков», гибридного интерполяционного метода. Алгоритмы применения эволюционных методов условной глобальной оптимизации к задачам поиска оптимального программного управления нелинейными дискретными и непрерывными детерминированными динамическими системами, в том числе системами с запаздыванием по выходным переменным, а также к задачам управления пучками траекторий с неполной обратной связью по вектору состояния и задачам управления по выходу.

Разработаны алгоритмы оптимальной нелинейной фильтрации, сглаживания и прогнозирования методом статистических испытаний для систем диффузионного и диффузионно-скачкообразного типов по типу фильтров частиц, а также с применением метода синтеза конечномерного фильтра оптимальной структуры.

Полученные результаты предназначены для синтеза оптимальных систем управления подвижными объектами, в частности – летательными аппаратами и позволяют выполнить оценивание состояний динамических систем в условиях помех.

Публикации:

Бортакровский А.С., Немыченков Г.И. Оптимальное в среднем управление детерминированными переключаемыми системами при наличии дискретных неточных измерений // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2019, № 1. – С. 52–77.



Бортаковский А.С., Урюпин И.В. Минимизация количества переключений оптимальных непрерывно-дискретных управляемых процессов // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2019, № 4. – С. 29–46.

Давтян Л.Г., Пантелеев А.В. Метод параметрической оптимизации нелинейных непрерывных систем совместного оценивания и управления // Известия РАН. Теория и системы управления. – 2019, № 3. – С. 34–47.

Пантелеев А.В. Применение методов «роевого» интеллекта в задачах оптимального в среднем управления нелинейными динамическими системами // Известия Института инженерной физики. – 2019, № 3 (53). – С. 89–93.

## **2. Методики проектирования низкоэнергетических перелетов в окрестность треугольных точек либрации системы Земля-Луна**

Разработаны методики проектирования низкоэнергетических перелетов в окрестность треугольных точек либрации системы Земля-Луна. Рассмотрены две основные схемы перелета – двух- и трехимпульсная. Для обеих рассматриваемых схем приведены методики расчета траекторий перелета с низкой круговой околоземной орбиты к заданной треугольной точке либрации, приводящие к выведению космического аппарата на квазипериодические орбиты у этих точек. Для быстрых двухимпульсных (длительностью 3–7 суток) схем построены изолинии требуемых импульсов скорости на плоскости «дата старта – длительность перелета» для годовых интервалов изменения дат старта в 2025 и в 2034 годах, соответствующих максимальному и минимальному наклонению плоскости орбиты Луны к плоскости геоэкватора. Показано существование ежемесячных окон пуска к треугольным точкам либрации по быстрым траекториям с требуемым суммарным импульсом скорости около 4000 м/с.

Разработана методика вычисления трехимпульсных низкоэнергетических траекторий, использование которых позволяет еще больше уменьшить требуемую характеристическую скорость рассматриваемого маневра.

Разработанная методика и полученные численные оценки характеристических скоростей рассматриваемых маневров могут использоваться для разработки программы освоения космического пространства.

Разработаны теоретические основы, методы и программное обеспечение для автоматизированной оптимизации межпланетных и межорбитальных траекторий космических аппаратов (КА) с электроракетными двигательными установками (ЭРДУ).

Существующие методы оптимизации траекторий КА с ЭРДУ, в силу ряда особенностей механики космического полета с малой тягой, недостаточно устойчивы и требуют высокой квалификации пользователя в области механики космического полета, теории оптимального управления и численных методов, что затрудняет их внедрение в практику проектно-конструкторских и научно-исследовательских организаций. Была решена задача повышения вычислительной устойчивости численных методов оптимизации траекторий КА с ЭРДУ с диагностикой существования решения и не требующая задания какого-либо начального приближения для оптимального управления.

Использование полученных результатов в практической деятельности предприятий-разработчиков космических аппаратов позволит существенно повысить качество проектных работ за счет возможности проведения анализа влияния различных факторов на основные целевые показатели проектируемой космической миссии. В конечном итоге, появляется возможность реализации инновационных космических проектов с более высоким качеством и с меньшими трудозатратами.

Публикации:

Petukhov V.G., Ivanyukhin A.V., Wook W.S. Joint Optimization of Control and Main Trajectory and Design Parameters of an Interplanetary Spacecraft with an Electric Propulsion System // Cosmic Research, 2019, Vol. 57, No. 3, pp. 188–203.

## **Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана**

### **1. Микрофлюидные элементы для портативных медицинских устройств**

Стремительное развитие технологий микрообработки привело к созданию микрофлюидных медицинских устройств нового поколения, обладающих рядом преимуществ над традиционным лабораторным оборудованием. Сегодня усилия ведущих научных групп в области бионанотехнологий направлены на создание микрофлюидных лабораторий на чипе – микросистем полного анализа, позволяющих проводить одну или несколько многостадийных (био)химических реакций на компактном микрофлюидном чипе и оперирующих микро- или наноскопическим количеством жидкостей. Для реализации лаборатории на чипе необходима элементная база в виде интегрируемых в микрофлюидный чип микросенсоров, а также технологии изготовления гидродинамической части.

При создании функционально сложных лабораторий на чипе фундаментальной является проблема точного контроля потоков жидкостей и температуры в микроканалах, так как для получения достоверных результатов анализа обычно необходимо выполнить ряд прецизионных операций манипуляций с жидкими или газообразными пробами. Такой контроль может быть обеспечен только посредством интегрированных в каналы микрофлюидных чипов сенсоров потока. В нашей работе реализован и апробирован ряд технологий по созданию микрофлюидных чипов из различных материалов (стекло, кремний, полимер, кварц) для решения широкого спектра задач.

В 2019 году в рамках создания элементной базы для портативных медицинских устройств разработаны биосовместимые микросенсоры потока, интегрированные в каналы микрофлюидных чипов. В результате экспериментальной апробации разработанных сенсоров достигнута чувствительность 12 мВ/(мкл/мин) и точность измерений более 4 мкл/мин в диапазоне 0–80 мкл/мин. Данные параметры не уступают лучшим мировым аналогам от компаний Dolomite (Англия) и Elveflow (Швейцария). Кроме того, созданный сенсор занимает на подложке площадь менее 2 мм<sup>2</sup>, что позволяет использовать разработку в широком спектре лабораторий на чипе при ширине каналов менее 100 мкм, сохраняя оптическую прозрачность чипа в области анализа. Сенсоры потока оснащены системой температурной компенсации, благодаря которой измерения потока в микроканале не восприимчивы к изменениям температуры окружающей среды.

На этапе проектирования важнейшая задача состояла в быстром экспериментальном определении характеристик сенсоров с различными топологиями для оптимизации по критериям чувствительности и динамического диапазона. Для решения поставленной задачи разработан уникальный программно-аппаратный комплекс экспресс характеристики сенсоров потока, поддерживающий одновременное подключение до 16 сенсоров и снизивший время изучения характеристик каждого сенсора с нескольких часов до 15 минут.

На базе разработанных сенсоров потока создан ряд микрофлюидных элементов: проточные ячейки, чипы смешения и разведения в заданном соотношении, дискретные сенсоры потока для использования в качестве отдельных устройств исследовательских микрофлюидных систем. В ходе исследований создано более 40 уникальных инженерных решений, 6 собственных технологий изготовления микрофлюидных чипов из полимеров и жёстких материалов, а также подложек для лабораторий на чипе с интегрированными сенсорами потока. Основное преимущество всех представленных разработок заключается в совместимости со стандартными технологиями микроэлектроники, что позволяет формировать на одном чипе как микроразмерные функциональные элементы (2–5000 мкм) методами оптической литографии, так и наноразмерные (10–2000 нм) с помощью электронно-лучевой литографии. Это особенно важно с точки зрения обеспечения возможности изготовления и интеграции на чип различных видов оптических и электрохимических биосенсоров.

Авторы: Зверев А.В., Рыжков В.В., Ечеистов В.В., Родионов И.А.

Работа выполнена совместно с ФГУП «ВНИИА» (госкорпорация Росатом).

Основные публикации:

Baburin, A.S., Gritchenko, A.S., Orlikovsky, N.A., Dobronosova, A.A., Rodionov, I.A., Balykin, V.I., & Melentiev, P.N. (2019). State-of-the-art plasmonic crystals for molecules fluorescence detection. *Optical Materials Express*, 9(3), 1173–1179.

Melentiev, P., Kalmykov, A., Gritchenko, A., Afanasiev, A., Balykin, V., Baburin, A., ... & Dorofeenko, A. (2019, June). Intracavity Spectroscopy and Sensorics with Plasmonic Nanolaser. In *European Quantum Electronics Conference* (p. eh\_p\_5). Optical Society of America.

Boginskaya, I., Sedova, M., Baburin, A., Afanas'ev, K., Zverev, A., Echeistov, V., ... & Lagarkov, A. (2019). SERS-Active Substrates Nanoengineering Based on e-Beam Evaporated Self-Assembled Silver Films. *Applied Sciences*, 9(19), 3988.

Рыжков, В.В., Зверев, А.В., Андроник, Родионов, И.А. и др. (2019). Безмембранный интегрированный в микрофлюидный чип датчик потока с температурной компенсацией. In *Биотехнология: состояние и перспективы развития* (pp. 394–396).

## **2. Технология интегральных линейно-оптических схем**

Авторы: Родионов И.А., Бабурин А.С., Сергеев Е.В., Баклыков Д.А.

Технологии устройств интегральной нанофотоники с предельно низкими потерями являются одним из ключевых барьеров на пути создания масштабируемых квантовых оптических вычислительных устройств, элементов систем квантовой криптографии, схем для реализации нейрокомпьютеров и систем искусственного интеллекта. В 2019 году платформа линейно-оптических квантовых вычислений определена одной из четырех приоритетных физических реализаций квантового компьютера в РФ, которую принято решение развивать в рамках национальных проектов и программы «Цифровая экономика». Ключевой элементной компонентной базой линейно-оптических квантовых процессоров являются: источники одиночных фотонов, интегральные линейно-оптические схемы с предельно низкими потерями и детекторы одиночных фотонов. По всем трем направлениям в мире ведутся активные исследования и разработки, направленные на реализацию интегрального исполнения этих устройств на чипе с достижением требуемых предельных функциональных параметров. Несмотря на существенное продвижение в мире и создание макетов устройств, по состоянию на 2019 год апробированной реализации и работоспособного решения не существует.

В работе реализован ряд уникальных технологий изготовления элементов оптических квантовых процессоров и сформирован технологический задел для развития этого направления в Российской Федерации. На основе проведенного анализа мировых технологий создания интегральных линейно-оптических схем разработаны пять прототипов маршрутных технологических процессов их изготовления. Для их реализации спроектированы ключевые единицы специального технологического оборудования. На базе созданного технологического комплекса разработаны уникальные технологии создания атомарно гладких эпитаксиальных материалов с рекордно низкими оптическими потерями, процессы прецизионной электронно-лучевой литографии и плазмохимического травления функциональных микро- и наноструктур.

Совместно с учеными Университета Пардю (США) разработан самый яркий в мире источник одиночных фотонов размером порядка 100 нм, работающий при комнатной температуре. Использование разработанной нашей командой SCULL-технологии монокристаллических пленок металлов позволило увеличить скорость излучения фотонов более чем в 10 раз. Также разработана технология формирования ультратонких пленок NbN толщиной до 5 нм для сверхпроводниковых интегральных однофотонных детекторов на чипе. Достигнута высокая степень стехиометрии ультратонких пленок и критическая температура не хуже 14 К, близкая к свойствам объемного материала (16 К).

В рамках проекта Фонда перспективных исследований (шифр «Прибой») разработана технология изготовления линейно-оптических схем со сверхнизкими потерями на основе нитрида кремния. Полученные результаты по изготовлению делителей и модуляторов, а также достигнутые удельные потери менее 1,5 дБ/см для широкого диапазона длин волн 800–1550 нм сравнимы с результатами ведущих мировых групп (Gent, IMEC, Chalmers, UCSB). Разработана технология формирования ввода излучения из оптического волокна в торец нитридных волноводов фотонных схем с потерями не более 5 дБ, а также ввода излучения сверху в планарную микрорешетку с потерями не более 7 дБ. Таким образом, сформирована технологическая база активных и пассивных элементов интегральных фотонных схем, которая позволит успешно реализовать российские квантовые оптические процессоры на чипе.

Основные публикации:

Rodionov, I.A., Baburin, A.S., Gabidullin, A.R., Maklakov, S.S., Peters, S., Ryzhikov, I.A. and Andriyash, A.V. (2019). Quantum Engineering of Atomically Smooth Single-Crystalline Silver Films. Scientific reports, 9(1), 1-9.

Makarova, O.A., Bogdanov, S., Xu, X., Shah, D., Baburin, A.S., Ryzhikov, I.A, et al. (2019, May). Controlled Assembly of an Ultrafast Single-Photon Source. In CLEO: QELS\_Fundamental Science (pp. FM1M-5). Optical Society of America.

Bogdanov, S., Makarova, O.A., Lagutchev, A.S., Shah, D., Chiang, C.C., Baburin, A.S., et al. (2019, May). Spin Coherence in Single NV Centers Coupled to Controllably Assembled Nanopatch Antennas. In CLEO: QELS\_Fundamental Science (pp. FM1M-6). Optical Society of America.

Bogdanov, S.I., Makarova, O.A., Lagutchev, A.S., Shah, D., Chiang, C.C., Saha, S., et al. (2019). Deterministic integration of single nitrogen-vacancy centers into nanopatch antennas. arXiv preprint arXiv:1902.05996.

Baburin, A.S., Merzlikin, A.M., Baryshev, A.V., Ryzhikov, I.A., Panfilov, Y.V. and Rodionov, I.A. (2019). Silver-based plasmonics: golden material platform and application challenges. Optical Materials Express, 9(2), 611–642.

## **Московский физико-технический институт (государственный университет)**

### **Разработка технологии для автоматического дешифрования видовой аэрокосмической информации**

Руководитель работы: к.т.н. Гаврилов Д.А.

Описание:

Целью работы является разработка технологии автоматического дешифрования видовой аэрокосмической информации в видимом, инфракрасном и радиолокационном диапазонах длин волн с качеством, максимально приближенным к качеству человека-оператора.

Аэрокосмическая съемка является важным источником информации при разведке и контроле территорий. Анализ данной информации состоит в обнаружении объектов, представляющих интерес, локализации и классификации. Колоссальные объемы видовой аэрокосмической информации требуют автоматизации процесса ее дешифрирования.

В результате проекта разработаны автоматизированные программно-аппаратные комплексы дешифрирования видовой аэрокосмической информации, комбинирующие современные нейросетевые алгоритмы обнаружения и локализации объектов с алгоритмами, основанными на непрерывных морфологических моделях формы объектов.

Разработаны следующие программно-аппаратные комплексы:

- ПАК «Панорама-АС», предназначенный для обработки аэрокосмических изображений местности с целью обнаружения, локализации и классификации до типа авиационной и сухопутной техники;

- ПАК «Панорама-Д», предназначенный для обработки аэрофотоснимков видимого и инфракрасного диапазонов с целью обнаружения, локализации и классификации строений вне населенных пунктов;
- ПК «Панорама-М», предназначенный для обработки аэрокосмических изображений видимого диапазона с целью обнаружения и локализация автомобильной техники, а также радиолокационных изображений с целью обнаружения и локализации морской техники.

Результаты испытаний представлены в таблицах 1–3:

**Таблица 1.** Обнаружение, локализация и классификация до типа авиационной и сухопутной техники на аэрокосмических изображениях в видимом диапазоне длин волн

Категория	Текущее значение	Требуемое по ТЗ
Качество обнаружения и локализации авиационной техники .....	0,89 .....	0,80, не менее
Качество классификации авиационной техники .....	0,9 (top3)* .....	0,80 (top3), не менее
Метрика обнаружения и локализации сухопутной техники .....	0,80 .....	0,50, не менее
Метрика классификации сухопутной техники .....	0,74 (top1) 0,82 (top3) 0,93 (top5)	0,50 (top5), не менее

\*ошибка topN (например: top3, top5) алгоритма классификации объектов – доля объектов, для которых отсутствует истинный класс в первых N классах списка классов с вероятностями принадлежности, отсортированном по убыванию вероятностей.

**Таблица 2.** Обнаружение, локализация и классификация строений вне населенных пунктов на аэрофотоснимках в инфракрасном диапазоне длин волн

Категория	Текущее значение	Требуемое по ТЗ
Метрика обнаружения отдельно стоящих зданий .....	ИК 0,83 Видимый 0,60	0,80, не менее
Метрика классификации зданий .....	0,93 .....	0,80, не менее

**Таблица 3.** Обнаружение и локализация морской техники на радиолокационных изображениях

Категория	Текущее значение	Требуемое по ТЗ для 2 этапа
Метрика обнаружения и локализации морской техники.....	ВО: 0,94** ВЛТ: 0,03	ВО: 0,90, не менее ВЛТ: 0,10, не более

\*\* ВО – вероятность обнаружения.

ВЛТ – вероятность ложной тревоги.

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

**1. Адаптивные параллельные алгоритмы для задач многокритериальной оптимизации**

Авторы: Гергель В.П., Гришагин В.А., Козинев Е., Горячих А., Исрафилов Р.

Разработаны алгоритмы решения задач скалярной и многокритериальной оптимизации с многоэкстремальными критериями и ограничениями, характеризующиеся рекордной скоростью сходимости к глобально-оптимальным решениям. Поскольку задачи этого уровня сложности могут быть решены только при использовании суперкомпьютерных вычислительных систем, повышение скорости сходимости достигается как за счёт нового численного метода поиска глобального экстремума с использованием численной оценки производных минимизирующей функции и нового алгоритма построения множества Парето с использованием информации о решенных скалярных задачах, так и за счёт эффективной схемы параллельных вычислений в адаптивных алгоритмах рекурсии размерности, обладающей высокой степенью параллелизма и безызбыточности.

Разработанные параллельные алгоритмы отличаются высоким уровнем масштабируемости (до 200 тыс. вычислительных ядер), обеспечивая рекордные показатели сверхлинейного ускорения.

Публикации:

Gergel V., Goryachih A. Multidimensional global optimization using numerical estimations of minimized function derivatives. Optimization Methods & Software. Published online: 08 Jul 2019. doi 10.1080/10556788.2019.1630624.

Gergel V., Grishagin V., Israfilov R. Parallel Dimensionality Reduction for Multiextremal Optimization Problems. Lecture Notes in Computer Science. 11657. 166–178 (2019).

Gergel V., Kozinov E. Comparative Analysis of Parallel Computational Schemes for Solving Time-Consuming Decision-Making Problems. Communications in Computer and Information Science. 1063, 107–121 (2019).

**2. Факторы дифференциации оплаты труда в современной России**

Выявлен вклад различных факторов в дифференциацию уровня оплаты труда российских граждан, относящихся к разным доходным группам, на основе данных социологических опросов НИУ ВШЭ за 2004 г. (N = 2895) и 2017 г. (N = 3860). Обработка данных производилась средствами линейного регрессионного анализа по алгоритму наименьших квадратов с использованием методов квантильной декомпозиции. Выделены две группы эффектов, влияющих на дифференциацию: эффект состава характеристик рабочей силы (накопленный человеческий потенциал) и эффект рыночной оценки отдельных характеристик работников (дискриминация работников на рынке труда). Статистически достоверно показано, что эффект рыночной оценки оказался определяющим в снижении неравенства в оплате труда россиян, тогда как эффект состава способствовал лишь незначительному росту дифференциации. Эти процессы были неоднородными на шкале распределения доходов, как показано на Рис. 169.

На временном интервале 2004–2017 гг. выявлены следующие эффекты:

- выравнивание заработков жителей городов и сел;
- подтягивание зарплаты бюджетного и аграрного секторов экономики к средним уровням в стране;
- снижение «премии» к заработной плате для носителей диплома о высшем образовании (кроме высокооплачиваемых работников);
- увеличение «штрафа» за принадлежность к неформальному сектору экономики, хотя количество таких работников практически не изменилось.

Полученные результаты могут быть полезными при проведении социальной политики, направленной на снижение доходного неравенства граждан России.

### **3. Иммуногенная фотодинамическая терапия нейроонкологических заболеваний**

Авторы: Мищенко Т.А., Митрошина Е.В., Турубанова В.Д., Альзеибак Р., Пескова Н.Н., Балалаева И.В., Ведунова М.В., Крысько Д.В.

Глиома является наиболее агрессивным видом опухолей головного мозга. Высокая частота диагностируемых случаев, риски образования метастазов, низкая эффективность традиционной терапии и неутешительные прогнозы для пациентов диктуют необходимость поиска новых подходов к лечению данной патологии. Фотодинамическая терапия (ФДТ) как метод весьма перспективна. Однако эффективность ФДТ зависит от того, какой именно тип клеточной гибели индуцирует фотодинамический агент (фотосенсибилизатор). Нами изучены возможности фотодинамического индуцирования механизма иммуногенной клеточной смерти в клетках глиомы. Гибель опухолевых клеток по иммуногенному пути сопровождается активацией специфического противоопухолевого иммунного ответа, что значительно повышает эффективность ФДТ и позволяет достигнуть тотального уничтожения онкотрансформированных клеток и регрессии неоплазии.

Тестирование коммерческих фотосенсибилизаторов (фотосенс, фотодитазин, гиперичин), используемых в настоящее время в клинической практике, а также соединений собственной разработки из группы тетра(арил)тетрацианопорфиразинов позволило выявить возможности активации гибели клеток глиомы по иммуногенному пути. Тип клеточной смерти, индуцируемый при фотодинамическом воздействии с тем или иным фотосенсибилизатором устанавливался методом ингибиторного анализа. При этом оценивались токсические эффекты фотосенсибилизаторов на здоровые клетки нервной системы и клетки глиомы, поскольку наличие выраженной токсичности фотодинамического агента для нормальных нервных клеток ограничит его практическое использование.

Публикации:

Mishchenko T.A., Turubanova V.D., Mitroshina E.V., Alzeibak R., Peskova N.N., Lermontova S.A., Klapshina L.G., Balalaeva I.V., Vedunova M.V., Krysko D.V. Effect of novel porphyrazine photosensitizers on normal and tumor brain cells. *J Biophotonics*. e201960077 (2019).

Turubanova V.D., Balalaeva I., Mishchenko T., Catanzaro E., Alzeibak R., Peskova Nina, Efimova I., Bachert C., Mitroshina E., Krysko O., Vedunova M., Krysko D.V. Immunogenic cell death induced by a new photodynamic therapy based on photosens and photodithazine. *J. Immunother. Cancer*. [in print].

## **Новосибирский национальный исследовательский государственный университет**

### **1. Новый материал с электроуправляемыми свойствами для вариации параметров генерации волоконного лазера и волоконные лазеры нового поколения**

Отдел лазерной физики и инновационных технологий НГУ совместно с Лабораторией Наноматериалов Сколтеха разработали технологию электрохимического управления нелинейными оптическими свойствами углеродных нанотрубок и успешно применили новый материал с электроуправляемыми свойствами для вариации параметров генерации волоконного лазера. Разработанный волоконный насыщающийся поглотитель с возможностью обратимого электронного управления его характеристиками открывает перспективы создания короткоимпульсных электроуправляемых волоконных лазеров нового поколения.

Публикация:

Статья: Y.Gladush et al. Ionic liquid gated carbon nanotube saturable absorber for switchable pulse generation. *Nano Letters* (IF = 12.279), v. 19 (9), 5836–5843 (2019).

### **2. Компактный волоконный лазера нового поколения с плавной перестройкой спектра излучения сверхкоротких импульсов в ультрашироком диапазоне от 1524 до 1602 нм.**

Отдел лазерной физики и инновационных технологий НГУ совместно с исследователями из Института лазерной физики СО РАН разработали компактный волоконный лазер нового поколения с

плавной перестройкой спектра излучения сверхкоротких импульсов в рекордно широком диапазоне длин волн от 1524 до 1602 нм. Разработанное решение позволяет также изменять частоту следования фемтосекундных импульсов, что важно для метрологических применений лазеров этого типа. Результаты работы были представлены на престижной мировой конференции по фотонике Photonics West в США.

Публикация:

Статья: В. Nyushkov, S. Kobtsev, A. Antropov, D. Kolker, V. Pivtsov. Femtosecond 78-nm tunable Er:fibre laser based on drop-shaped resonator topology. Journal of Lightwave Technology (IF= 4.162), v. 37, No. 5, 1359–1363 (2019).

### **Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева**

#### **Субволновый аксикон для поляризационного преобразования излучения терагерцового диапазона**

Авторы: С.Н. Хонина, К.Н. Тукмаков, С.А. Дегтярев, А.С. Решетников, В.С. Павельев, Б.А. Князев, Ю.Ю. Чопорова

Информация о результате:

Впервые рассчитан, изготовлен и исследован методами численного моделирования и оптического эксперимента дифракционный оптический элемент терагерцового диапазона с субволновым микрорельефом (субволновый аксикон терагерцового диапазона). Элемент представляет из себя пластину из высокоомного кремния оптического качества диаметром 50 мм с радиально-симметричным бинарным дифракционным субволновым микрорельефом высотой 50 мкм и периодом 60 мкм, реализованный методом плазмохимического травления (Бош-процесс) на одной стороне пластины.

Методами численного моделирования и оптического эксперимента показано, что изготовленный элемент позволяет формировать пучок с цилиндрической поляризацией и распределением интенсивности, близким к распределению интенсивности бесселева пучка, из линейно-поляризованного освещающего гауссова пучка терагерцового лазера. Элемент был изготовлен в НОЦ нанотехнологий Самарского университета. Распределение интенсивности в сечении пучка, формируемого изготовленным элементом, и поляризационное состояние сформированного пучка исследованы методами оптического эксперимента на рабочей станции Уникальной научной установки (УНУ) Новосибирский лазер на свободных электронах – НЛСЭ (ИЯФ СО РАН, г. Новосибирск), длина волны освещающего пучка – 128,7 микрон. Результаты демонстрируют возможность создания элементов терагерцового диапазона, позволяющих формировать пучки (в том числе мощные, так как кремний обладает высокой лучевой стойкостью) с заданным поперечно-модовым составом и поляризационным состоянием, что важно для решения задачи возбуждения плазмонных волноводов, а также для решения лидарных и телекоммуникационных задач в терагерцовом диапазоне.

Публикация:

Расчёт, изготовление и исследование субволнового аксикона для поляризационного преобразования излучения терагерцового диапазона / С.Н. Хонина, К.Н. Тукмаков, С.А. Дегтярев, А.С. Решетников, В.С. Павельев, Б.А. Князев, Ю.Ю. Чопорова // Компьютерная оптика. – 2019. – Т. 43, No 5. – С. 756–764.

### **Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» (НИЯУ МИФИ)**

#### **1. Синтез и применение кремниевых наночастиц, меченых изотопом Re-188, для диагностики и терапии рака**

Авторы: д.б.н. В.М. Петриев, В.К. Тищенко, А.А. Попов, И. Зелепукин, С.М. Деев, А.Д. Каприн, С. Иванов, В.Ю. Тимошенко, П.Н. Прасад, И.Н. Завестовская, А.В. Кабашин.



Впервые разработан метод синтеза кремниевых наночастиц, меченных изотопом Re-188(188Re-КНЧ) и исследовано удержание препарата раковой опухолью.

Изучено биологическое распределение меченых наночастиц в организме лабораторных животных с экспериментальной моделью злокачественной опухоли как при внутривенном, так и внутриопухолевом введении. Наибольшая эффективность продемонстрирована при внутриопухолевом введении. Накопление препарата 188Re-КНЧ в опухолевой ткани при этом оказывается высокими достигает 25–30% в течение трех часов с момента инъекции. Показано также, что через сутки его содержание в опухоли снижается до 15%.

Полученные результаты по удержанию препарата 188Re-КНЧ являются основой для разработки технологии получения инновационного радиофармпрепарата для лечения солидных злокачественных опухолей.

Публикации:

Petrieve V.M. et al, Nuclear nanomedicine using Si nanoparticles as safe and effective carriers of 188Re radionuclide for cancer therapy, Scientific Reports. – 2019. – V. 9. – 2017. P. 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-38474-7>

## **2. Детонационная форсажная камера сгорания (ДФКС), работающая на новых физических принципах**

В ФИЦ ХФ РАН при участии сотрудников кафедры «Химическая физика» НИЯУ МИФИ впервые в стране разработана, изготовлена и испытана детонационная форсажная камера сгорания (ДФКС), работающая на новых физических принципах – на непрерывно-детонационном горении авиационного керосина ТС1. В испытаниях зарегистрированы устойчивые режимы непрерывно-детонационного горения авиационного керосина – околопредельный режим продольно-пульсирующей детонации (ППД) и режим спиновой детонации (СД) с одной детонационной волной. По сравнению с обычной форсажной камерой сгорания реактивного двигателя при том же уровне внутрикамерного давления удельный расход топлива в ДФКС оказался на 30% ниже, а удельная тяга и коэффициент форсирования тяги – на 30% выше. Показано, что при работе в режиме ППД средний тепловой поток в стенки ДФКС составляет около 0,5 МВт/м<sup>2</sup>, а в режиме СД – 0,86 МВт/м<sup>2</sup>. Эти показатели свидетельствуют о высоких потенциальных возможностях ДФКС применительно к перспективным воздушно-реактивным двигателям.

На основе моделирования спроектирована, создана, испытана и подтверждена работоспособность летающей модели БПЛА с импульсным детонационным двигателем с тягой до 200 Н.

Публикации:

Frolov, S.M., Aksenov, V.S., Ivanov, V.S., Shamshin, I.O., & Zangiev, A.E. (2019). Air-breathing pulsed detonation thrust module: Numerical simulations and firing tests. *Aerospace Science and Technology*, 89, 275–287. doi: 10.1016/j.ast. 2019.04.005

Frolov, S.M., Smetanyuk, V.A., Gusev, P.A., Koval, A.S., & Nabatnikov, S.A. (2019). How to utilize the kinetic energy of pulsed detonation products? *Applied Thermal Engineering*, 728–734. doi: 10.1016/j.applthermal eng. 2018.10.102

С.М. Фролов, В.С. Иванов, И.О. Шамшин, В.С. Аксенов; Непрерывно-детонационная форсажная камера сгорания // Доклады академии наук (статья принята в печать).

## **3. Радиофотонный модулятор на подложке фосфида индия**

Авторы: Н.И. Каргин, И.С. Васильевский.

Радиофотонный модулятор на подложке фосфида индия диапазона длин волн 1530–1610 нм, рассчитанный на диапазон частот СВЧ более 10 ГГц представляет собой двухплечевой интерферометр Маха-Цандера. Планарная конструкция такого модулятора состоит из системы ввод-вывода излучения, волновода, тейпера, разделителя и сумматора. Волноводная часть модулируется СВЧ сигналом диапазона частот более 10 ГГц.

Схематический профиль модулятора и топология СВЧ тракта, представляющая собой микрополосок, согласованный на импеданс 50 Ом, представлены на Рис. 170.

СВЧ сигнал изменяет показатель преломления материала волноводов. Интерференция между волнами, распространяющимися в плечах модулятора приводит к модуляции амплитуды интенсивности излучения.

Назначение устройства:

Использование в сверхзащищенных системах связи, радиолокационных и телекоммуникационных системах, включая:

- стационарные и передвижные радиолокационные комплексы для наземных, морских и авиационных гражданских и военных систем;
- системы высокопроизводительной оптической связи по оптоволокну и в свободном пространстве.

Научная новизна:

Разработанная модель устройства ввода-вывода света посредством дифракционной решетки волноводной структуры на основе фосфида индия позволяет повысить эффективность данного процесса более чем в 5 раз.

Публикации:

1. Заявка на получение патента Российской Федерации на полезную модель № 2018144076: Полупроводниковая гетероструктура для интегрального оптического модулятора рефрактивного типа на подложке InP.

2. Заявка на получение патента Российской Федерации на полезную модель № 2019131841: Калибровочная двухпериодная сверхрешетка InAlAs/InGaAs на подложке InP.

## **Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»**

Новые композиционные термопластичные материалы, армированные углеродными волокнами.

Рынок полимерных композиционных материалов, армированных углеродными волокнами (углепластики), неуклонно растет. Благодаря своим высоким механическим характеристикам, данный класс материалов особенно востребован в аэрокосмической и автомобилестроительной сферах машиностроения. Однако большая часть углепластиков, используемых в наше дни, изготавливаются на основе эпоксидных смол, что влечет за собой такие проблемы, как затраты на хранение и транспортировку препрегов, сложности в переработке и ремонте изделий, длительное время формовки изделия, а также низкая температура эксплуатации. Композиционные материалы на основе термопластичных связующих, например, полисульфона или полиэфирсульфона не имеют таких недостатков, однако получение таких материалов осложнено высокими значениями вязкости и температуры переработки таких полимеров.

Известно, что уровень как физико-механических, так и других эксплуатационных характеристик полимерматричных композиционных материалов, главным образом, определяется состоянием внутренних границ раздела, то есть характером взаимодействия между материалом матрицы и волокнами. При низком уровне межфазного взаимодействия на границе раздела не будет обеспечиваться эффективная передача нагрузки на волокна, что будет отрицательно сказываться на физико-механических характеристиках композитов. Поэтому цель работы, заключающаяся в разработке подходов и способов формирования прочных химических связей на межфазных границах таких композитов, является весьма актуальной задачей. Получение композиционных материалов на основе полиэфирсульфона осуществлялось с использованием растворной технологии, что обеспечивает равномерное и однородное пропитывание углеродных волокон, чего не удастся добиться расплавной технологией из-за очень высоких значений вязкости используемых полимеров.

Установлено, что поверхностная модификация углеродных волокон методом термического окисления позволяет значительно улучшить адгезионное взаимодействие между углеродным волокном и полимерной матрицей, и как следствие, механические и теплофизические характеристики композиционного материала. Предел прочности композитов, армированных волокнами после термообработки при 500°C увеличивается более чем на 50%, а сдвиговая прочность, которая напрямую зависит от взаимодействия на границе раздела, более чем в 2 раза. Кроме того, удалось повысить температуру эффективной эксплуатации композитов до ~210°C. Полученные материалы обладают высоким уровнем физико-механических свойств, сравнимыми с применяемыми на сегодняшний день эпоксипластиками, при этом обладают преимуществами с точки зрения теплофизических характеристик, технологичности и скорости процесса получения, что делает их конкурентоспособными на рынке конструкционных материалов.

Публикации:

1) Chukov D. et al. Structure, mechanical and thermal properties of polyphenylene sulfide and polysulfone impregnated carbon fiber composites //Polymers. – 2019. – Т. 11. – №. 4. – С. 684.

2) Chukov D. et al. Effect of carbon fiber surface modification on their interfacial interaction with polysulfone //Results in Physics. – 2019. – Т. 15. – С. 102634.

## **Белгородский государственный национальный исследовательский университет**

### **1. Опытный образец цифрового модуля связи на основе ультрафиолетовых каналов передачи данных для построения беспроводных самоорганизующихся сетей специального назначения**

Авторы: Константинов И.С., Васильев Г.С., Кузичкин О.Р., Лазарев С.А., Маслаков Ю.Н., Польщиков К.А.

Сущность полученного результата, его новизна:

Проведены испытания прототипа цифрового модуля связи на основе ультрафиолетовых каналов передачи данных в ходе которых подтверждено достижение скорости канала от 1 Кбит/с до 10 Мбит/с в зависимости от условий работы (прямая видимость/ переотражение) и дальности (от 100 до 2000 м). Создан опытный образец цифрового модуля связи для беспроводных самоорганизующихся сетей специального назначения, функционирующий на основе ультрафиолетовых каналов передачи данных. Каналы ультрафиолетового спектра являются «невидимыми» для традиционной радиоприемной аппаратуры, их применение позволяет осуществлять скрытие передачи информации на физическом уровне. Это даст возможность более эффективно предотвращать несанкционированный доступ к передаваемым данным, обеспечивать их целостность и достоверность.

Результат проекта соответствует Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации в части противодействия техногенным угрозам, терроризму, киберугрозам и иным источникам опасности для общества, экономики и государства. В частности, в зонах техногенных катастроф и подвергшихся террористическим атакам требуется наличие специальных средств связи для координации и управления специальных служб, занимающихся ликвидацией последних. Традиционные сети связи при этом могут быть повреждены, недоступны или заблокированы. Также средства мобильной и стационарной связи могут стать объектами кибератак и не функционировать в течение определенного времени. Беспроводные самоорганизующиеся сети специального назначения являются автономной структурой и позволяют решить данные проблемы, где необходима передача данных различного характера на значительные расстояния в условиях сложного рельефа.

Прогноз применения полученного результата:

Перспективным продуктом для выхода на рынок средств связи являются мобильные передвижные комплексы для построения БССН<sup>11</sup>, работающие как в радиочастотном так и ультрафиолетовом

---

<sup>11</sup> БССН – безопасная сеть специального назначения.

диапазоне на базе ОС Линукс, что обеспечит преимущества с точки зрения скорости и надежности передачи информации.

Получены охранные документы на РИД: Программа расчета и построения профиля отражателя оптического передатчика цифрового модуля ультрафиолетовой связи; Свидетельство о регистрации программы ЭВМ № 2019661406 от 28.08.2019 г.; Программа пространственного мультиплексирования каналов цифровой системы ультрафиолетовой связи. Свидетельство о регистрации программы ЭВМ № 2019661993 от 12.09.2019 г.

Публикации:

Konstantinov I.S. Development Of Uv Communication Channels Characteristics Modeling Algorithm In A Mobile Ad-Hoc / Igor S. Konstantinov, G. S. Vasyliiev, Oleg R. Kuzichkin, D. I. Surzhik, I. A. Kurilov, Sergey A. Lazarev // Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems – 2019. – Vol 11 (08). – P. 1920–1928;

Konstantinov I.S. AUV LinkMobile Ad-Hoc Network Examination / Igor S. Konstantinov, G.S. Vasyliiev, Oleg R. Kuzichkin, D.I. Surzhik, I.A. Kurilov, Sergey A. Lazarev // International Journal of Engineering and Advanced Technology – 2019. – Vol. 8(5S). – P. 512–517;

Konstantinov I.S. Modeling and Analyzing of UVChannels Characteristics in Various Configuration of Transmitters and Receivers for Building Manet / Igor S. Konstantinov, G. S. Vasyliiev, Oleg R. Kuzichkin, D. I. Surzhik, I. A. Kurilov, Sergey A. Lazarev // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering – 2019. – Vol. 8(6S3). – P. 576–581.

## **2. Пространственно-временные закономерности в развитии растительного покрова ландшафтов лесостепной зоны на основе спутниковых и наземных данных**

Выполнен анализ изменений в состоянии лесных экосистем лесостепной зоны и изучены тенденции их развития на основе материалов разновременной аэрокосмической съемки и средств геоинформационного анализа. Предложен новый подход к распознаванию лесных экосистем с нарушениями лесного полога, основанный на применении дискриминантного анализа для оценки величины изменений коэффициентов спектральной яркости в различных спектральных зонах. Предложен геоинформационный алгоритм, позволяющий в автоматизированном режиме с точностью до 90% выявлять участки нарушенных лесов. На основе алгоритма подготовлены картограммы лесных экосистем лесостепной зоны Центрального Черноземья, древостой которых был нарушен в период 2000–2018 гг. С использованием полученных картограмм впервые оценена доля нарушенных лесов в регионе в начале XXI века в целом и в разных типах лесных насаждений: лиственных, хвойных, смешанных.

На основе данных с более 3000 лесных массивов установлено, что площадь лесных экосистем с нарушениями древостоя за анализируемый период 2000–2018 гг. была значительно меньше общей площади лесов. Она составила 6,0% от общей площади покрытых лесом земель. При этом нарушенность древостоя хвойных лесных экосистем в регионе значительно выше нарушенности лиственных лесов.

Новизна полученных результатов заключается в разработке нового метода автоматизированного выявления нарушенных лесных экосистем на основе их спектрально-отражательных свойств, получении новых данных об пространственных особенностях нарушенных лесных экосистем лесостепной зоны Центрального Черноземья. Подготовленная картограмма территориального изменения нарушенности лесов впервые дает объективные представления о распространении нарушенных лесных участков в регионе в начале XXI века.

Значимость полученных результатов состоит в том, что они способствуют получению объективных представлений о состоянии лесов как компонента растительного покрова в лесостепной зоне, развитию методов количественного анализа спектрального отклика лесных экосистем для их картографирования и оценки состояния.

Новый подход к автоматизированному картографированию нарушенных лесных участков, основанный на величине разности коэффициентов отражения в разных зонах спектра может быть применен для создания карт нарушенности лесов в ретроспективе и в будущем. Полученные результаты в дальнейшем могут быть использованы для анализа временных изменений в нарушенности лесов, оценки многолетних изменений в площадях нарушенных лесных экосистем.

## **Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

### **Акустическая модель ядерного реактора**

Автор: Проскуряков К.Н.

Создана акустическая модель ядерного реактора (АМЯР). Применен междисциплинарный подход. Установлено, что ядерный реактор является автоколебательной системой с отрицательной диссипацией, способной генерировать акустические стоячие волны с параметрами, не зависящими от начальных условий и определяемыми только свойствами самой системы. АМЯР состоит из акустических элементов контура теплоносителя, число и комбинации которых определены конструкцией, пример показан на Рис. 171, а акустические свойства аналогичны радиотехническому генератору автоколебаний, представленному на Рис. 172.

Сущность: АМЯР не имеет аналогов и относится к категории прорывных инноваций и технологий, предназначена для прогнозирования, диагностирования и предотвращения возникновения нежелательных автоколебаний теплоносителя и резонансов с ними вибраций ядерного топлива и оборудования в эксплуатационных и аварийных режимах.

Новизна: Установлено неизвестное ранее свойство реактора с присоединенными трубопроводами генерировать одновременно несколько акустических стоячих волн.

Значимость: Влияние конструкции реактора и трассировки трубопроводов на вибрации, эффективность эксплуатации, срок службы, безопасность, сейсмостойкость оборудования.

Прогноз применения: Проектирование энергетических установок с реакторами большой, средней и малой мощности, увеличение эффективности эксплуатации, срока службы, безопасности и сейсмостойкости.

Публикации:

1) Проскуряков К.Н. Создание и верификация акустической модели ядерного реактора. Научно-технические технологии № 4 – 2019 DOI 10.18127/j19998465-201904-07;

2) Проскуряков К.Н. Аникеев А.В. Белова С.К. «Верификация на Нововоронежской АЭС акустической модели реактора ВВЭР. МНТК «55 лет безопасной эксплуатации АЭС с ВВЭР в России и за рубежом» 2019. г. Нововоронеж;

3) Компьютерное моделирование акустических стоячих волн в теплоносителе атомных электростанций. Journal of Physics: Conference Series. 2019.9;

4) Разработка методики расчета частот акустических стоячих волн генерируемых реакторами АЭС с ВВЭР. Глобальная ядерная безопасность. 2019-3(32) стр. 80–88.

## **Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова**

### **Получение моноклонального антитела для направленной иммунотерапии аутоиммунного анкилозирующего спондилита**

На основе самых современных биоинформатических и генноинженерных технологий получено моноклональное антитело, специфичное к консенсусному Т-клеточному рецептору, для направленной иммунотерапии анкилозирующего спондилита (болезни Бехтерева) – уникальный, не имеющий аналогов в мире, препарат. Новый отечественный препарат обладает рядом серьезных преимуществ

перед используемыми сегодня антицитокиновыми моноклональными антителами. Он обеспечивает не только облегчение системной воспалительной реакции, но и устраняет первопричину заболевания на длительный срок. Препарат адресно действует только на патологический клон клеток иммунной системы, в который входят клетки, являющиеся причиной аутоиммунного поражения, при этом, значимо не угнетая общий иммунный фон. Важно, что отсутствует привыкание к препарату и не снижается его эффективность в процессе использования. Ожидаемая частота применения нового препарата – раз в 3–5 лет (существующие препараты требуется применять еженедельно или ежемесячно). Проведены доклинические исследования, показана высокая эффективность и безопасность препарата на модели лабораторных мелких животных и на приматах (обезьянах). Запланированы клинические испытания лекарственного препарата.

Основные публикации:

CD8+ T cells with characteristic T cell receptor beta motif are detected in blood and expanded in synovial fluid of ankylosing spondylitis patients / Komech E.A., Egorov E.S., Britanova O.V., Rebrikov D.V., Shugay M., Lukyanov S., Mamedov I.Z., Lebedev Y.B., Chudakov D.M., Zvyagin I.V., Pogorelly M.V., Bochkova A.G., Shmidt E.I., Shostak N.A. // *Rheumatology (Oxford, England)* – 2018. – Т. 57. – №6. – С. 1097–1104.

A study of the repertoire of activated T-cell clones obtained from a patient with ankylosing spondylitis / Komech E.A., Lebedev Y.B., Koshenkova A.V., Syrko D.S., Musatkina E.A., Lukyanov S.A., Chudakov D., Zvyagin I.V. // *Bulletin of Russian State Medical University* – 2018 – №1 – P. 60–67.

VDJdb: a curated database of t-cell receptor sequences with known antigen specificity / Shugay, Mikhail, Bagaev Dmitriy V., Zvyagin Ivan V., Vroomans Renske M., Crawford Jeremy Chas, Dolton Garr, Komech, Ekaterina A., Sycheva Anastasiya L., Koneva Anna E., Egorov Evgeniy S., Eliseev Alexey V., Van Dyk Ewald., Dash Pradyot, Attaf Meriem, Rius Cristina, Ladell Kristin, McLaren James E., Matthews Katherine K., Clemens E. Bridie, Douek Daniel C., Luciani Fabio, van Baarle Debbie, Kedzierska Katherine, Kesmir Can, Thomas Paul G., Price David A., Sewell Andrew K., Chudakov Dmitriy M. // *Nucleic Acids Research* – 2018 – V 46. – № D1. – P. D419–D427.

Comparative analysis of murine T-cell receptor repertoires / Izraelson Mark., Nakonechnaya Tatiana O., Moltedo Bruno., Egorov Evgeniy S., Kasatskaya Sofya A., Putintseva Ekaterina V., Mamedov Ilgar Z., Staroverov Dmitriy B., Shemiakina Irina I., Zakharova Maria Y., Davydov Alexey N., Bolotin Dmitriy A., Shugay Mikhail, Chudakov Dmitriy M., Rudensky Alexander Y., Britanova Olga V. // *Immunology* – 2018 – V. 153. – № 2. – P. 133–144.

The human V delta 2(+) T-cell compartment comprises distinct innate-like V gamma 9(+) and adaptive V gamma 9(-) subsets / Davey Martin S., Willcox Carrie R., Hunter Stuart, Kasatskaya Sofya A., Remmerswaal Ester B.M., Salim Mahboob, Mohammed Fiyaz, Bemelman Frederike J., Chudakov Dmitriy M., Oo Ye H., Willcox Benjamin E. // *Nature Communications* – 2018 – V. 9.

## **Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина**

### **1. Наноматериалы на основе природного сырья, новые функциональные материалы для спектроскопии, ультрафильтрации и сепарации жидкости из потока газа**

Авторы: Винокуров В.А., Иванов Е.В., Гушин П.А., Новиков А.А., Семенов А.П., Котелев М.С., Копицын Д.С., Горбачевский М.В., Кучиерская А.А., Аникушин Б.М., Быченко М.А.

Основные результаты: Разработаны методы модификации поверхности для создания супергидрофобных насадок для газовых сепараторов, проведены опытно-промышленные испытания насадок. Созданы высокоактивные подложки для спектроскопии гигантского комбинационного рассеяния путем самосборки наночастиц золота. Разработан метод производства нанофибриллярной целлюлозы с высоким выходом из технической небеленой целлюлозы. Получены ультрафильтрационные и

ионообменные мембраны, модифицированные наноматериалами. Созданы гели для водоизоляции, армированные нанотрубками галлузита и волокнами нанофибриллярной целлюлозы.

Патенты:

1. Патент РФ № 2692349 «Способ получения целлюлозосодержащего геля», Дата приоритета: 07.09.2018.

2. Патент РФ № 2691716 «Способ получения композиции для ликвидации нефтеразливов», Дата приоритета: 28.12.2018.

3. Патент РФ № 2689595 «Способ получения мембран для ультрафильтрации водных сред», Дата приоритета: 26.12.2018.

4. Заявка на патент РФ № 2019125113 «Устройство (варианты) для отделения жидкости из потока газа, сепарационный элемент (варианты) для отделения жидкости из потока газа и способ отделения жидкости из потока газа», дата приоритета: 06.08.2019.

Публикации:

1. M.V. Gorbachevskii et al., Amplification of surface-enhanced Raman scattering by oxidation of capping agent on gold nanoparticles // RSC Advances 2018, 8, 19051–19057 (IF WoS=3.049, Q1).

2. B. Micó-Vicent et al., Stabilized Dye-Pigment Formulations with Platy and Tubular Nanoclays // Advanced Functional Materials 2018, 28, 1703553 (IF WoS=15.621, Q1).

3. V.A. Vinokurov et al., Cellulose Nanofibrils and Tubular Halloysite as Enhanced Strength Gelation Agents // Polymers 2019, 11, 919 (IF WoS=3.164, Q1).

4. A.A. Novikov et al., Generic nature of interfacial phenomena in solutions of nonionic hydrotropes // Langmuir 2019, 35, 13480–13487 (IF WoS=3.683, Q1).

2. Новые иерархические материалы и катализаторы на их основе для процессов изомеризации и окисления ароматического сырья в полупродукты для производства мономеров.

Авторы: Винокуров В.А., Глотов А.П., Гуцин П.А., Иванов Е.В., Ставицкая А.В., Смирнова Е.М., Демихова Н.Р., Артемова М.И.

Разработаны способы получения новых иерархических материалов ZSM-5/Halloysite и ZSM-5/MCM-41, характеризующихся высокой удельной площадью поверхности (420 и 480 м<sup>2</sup>/г), стабильностью в интервале температур 50–620°C и фазовой чистотой более 99%.

Разработаны способы получения новых материалов MCM-41/Halloysite и SBA-15/G2-Dendrimer с высокой удельной площадью поверхности (620 и 410 м<sup>2</sup>/г), стабильностью в интервале температур 50–420°C.

Изготовлены образцы катализаторов для процесса окисления пара-ксилола в терефталевую кислоту.

Показано, что разработанный экспериментальный образец гетерогенного катализатора MnCo/MCM-41/Halloysite позволяет проводить процесс окисления п-ксилола со степенью превращения 100% и селективностью по целевой терефталевой кислоте 99,8%, что сравнимо с показателями для промышленного гомогенного процесса (АМОСО-процесс).

Публикации:

1. A Study of Platinum Catalysts Based on Ordered Al–MCM-41 Aluminosilicate and Natural Halloysite Nanotubes in Xylene Isomerization. Petrol. Chem. 2019, 59 (11), pp. 1226–1234.

2. Nanostructured Ruthenium Catalysts in Hydrogenation of Aromatic Compounds. Petrol. Chem. 2018, 58 (14), pp. 1221–1226.

3. Study of the Oxidation Products of Light Oil Aromatic Compounds Using Ultrahigh Resolution Mass Spectrometry. Chem. Tech. Fuels Oil. 2018, 54 (1), pp. 122.

4. Isomerization of Xylenes in the Presence of Pt-Containing Catalysts Based on Halloysite Aluminosilicate Nanotubes. Russian Journal of Applied Chemistry. 2018, 91 (8), pp. 1353–1362.

5. Oxidation of p-Xylene (Review). Russian Journal of Applied Chemistry. 2018, 91 (5), pp. 707–727.

**1. Комплексная математическая модель и метод оптимизации передаточной функции вестибулярного импланта на основе функционального анализа вестибулярных рефлексов человека**

В настоящее время для 30 млн людей в мире, потерявших вестибулярную функцию, не существует эффективного лечения. Это расстройство так же, как и слепота или глухота, значительно влияет на качество жизни и способность работать. Более 70% этих пациентов теряют свою работу, а их качество жизни оценивается на 40% ниже, чем до появления болезни. Одним из способов восстановления вестибулярной функции является замена вестибулярного органа искусственным аппаратом – вестибулярным имплантом – искусственной сенсорной системой, отвечающей за передачу информации головному мозгу о положении тела в пространстве и его движении.

Имеющиеся сегодня образцы вестибулярных имплантов пока еще далеки от совершенства. Для разработки нового вестибулярного импланта с высокой передаточной функцией необходимы фундаментальные знания об электрической проводимости биологических тканей, электрофизиологии периферического вестибулярного лабиринта и вестибулярных нервов.

Над решением этой задачи работал международный научный коллектив Национального исследовательского Томского государственного университета и университета Маастрихта (Нидерланды) на базе научно-исследовательской лаборатории моделирования физических процессов в биологии и медицине ТГУ и медицинского центра университета Маастрихта.

Основными результатами, полученными в ходе исследований, являются:

- проверенная модель электрической проводимости вестибулярного лабиринта, основанная на анатомической структуре вестибулярного лабиринта, полученной из МРТ и КТ-снимков высокого разрешения и физической модели распространения электрического тока в гетерогенных биологических тканях;

- комплексная математическая модель, описывающая передаточную функцию между детекторами движения и откликом (вестибуло-окулярный рефлекс, динамическая острота зрения, восприятие движения);

- проверенный метод оптимизации передаточной функции вестибулярного импланта, основанный на функциональном анализе рефлексов вестибулярного аппарата человека с применением комплексной математической модели передаточной функции.

На основании проведенных исследований доказано, что вестибулярный имплант является перспективным клиническим устройством, открывающим широкий спектр новых возможностей для изучения центральной вестибулярной системы, что раньше не представлялось возможным. Благодаря этим исследованиям, поддержанным фондом РФФИ, впервые в истории человечества доказано, что вестибулярный имплант может восстанавливать функцию у пациентов с тяжелой двусторонней вестибулярной потерей путем восстановления вестибуло-окулярного рефлекса, динамической остроты зрения, восстановления восприятия движения, оптимизации походки и баланса.

Публикации:

Основные публикации представлены в журналах: *Frontiers in Neurology*, *Audiol Neurotol*, *Issues of Reconstructive and Plastic Surgery*, *Известия высших учебных заведений. Физика*. Общее количество публикаций по результатам работ 2017–2019 гг. составило 17 статей. Сделано свыше 30 докладов на международных конференциях, саммитах, симпозиумах, подготовлена монография – *Вестибулярный имплант: от идеи к практике* / Х. Кингма, В.П. Демкин, М.О. Плешков, Д.Н. Старков, Р. ван де Берг, С.В. Мельничук, М.В. Светлик, Т.В. Руденко, П.П. Щетинин, Е.В. Удут, О.В. Демкин, М.Д. Акинина, А.Т. Суюндукова. – Томск: Издательский Дом Томского государственного университета, 2019. – 160 с.



## **2. Разработка системы автономного интеллектуального функционирования беспилотным летательным аппаратом на базе реконфигурируемых алгоритмов управления, навигации и обработки информации и создание на ее основе аппаратно-программного комплекса защиты от малогабаритных летательных аппаратов**

В настоящее время в условиях стремительного технологического развития во всем мире происходит глобальная роботизация во всех отраслях науки и промышленности. Согласно Дорожной карте направления «Аэронет» Национальной технологической инициативы (ДКИ), которая в настоящее время задает вектор приоритетов в развитии распределенных систем беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в Российской Федерации, разработка и производство беспилотных воздушных судов и авиационных систем различного назначения являются наиболее динамичным сегментом мировой авиационной отрасли и стабильно обеспечивают совокупный среднегодовой темп роста не менее 10%, а к 2035 году над территорией Российской Федерации постоянно могут находиться не менее 100 000 БПЛА и космических аппаратов, обслуживающих единый рынок работ и услуг для удовлетворения различных, постоянно возрастающих, потребностей экономики. Отсюда возникает актуальная потребность активного развития российского рынка БПЛА путем внедрения собственных конкурентоспособных разработок.

Огромный потенциал и несомненные преимущества использования БПЛА мультикоптерного типа для гражданских применений обуславливает высокий интерес в их развитии и продвижении. Однако на данный момент российский рынок насыщен зарубежными массовыми разработками, а подавляющее большинство компаний-участников данной отрасли занимаются адаптацией этих разработок для решения различных задач.

Представленный проект направлен на решение нескольких проблем в рассматриваемой области:

1. Обеспечение автономности БПЛА. Несмотря на высокие достижения в области разработки различных типов БПЛА, на сегодняшний день до сих пор не решена проблема достижения полной автономности работы БПЛА при выполнении тех или иных задач. В первую очередь это связано с ограничениями располагаемых на борту БПЛА вычислительных ресурсов. Поэтому исследования, направленные на разработку специализированных аппаратно-программных комплексов (АПК), обеспечивающих полную автономность БПЛА, представляются несомненно актуальными.

2. Обеспечение защиты частных территорий от БПЛА. С одной стороны, согласно ДКИ, развитие рынка БПЛА приведет к созданию глобальной распределенной сети, позволяющей выйти на качественно новый уровень предоставления сервисов и услуг, с другой стороны, резко снижается уровень безопасности частных территорий, доступных для проникновения БПЛА. Это говорит об актуальности разработок качественно новых систем защиты, доступных для гражданского применения, в частности создание АПК защиты частных территорий от несанкционированных полетов БПЛА.

Основным результатом проекта выступает экспериментальный образец АПК защиты частных территорий от БПЛА, включающий: БПЛА мультикоптерного типа с функцией физического захвата цели, систему автономного управления БПЛА и передвижную роботизированную наземную станцию.

Результаты работы представлены:

1. Свидетельство на программу для ЭВМ № 2019664759 «Программа детектирования беспилотных летательных аппаратов» от 13.11.2019 / Пешкичев Р.Ю., Шихман М.В., Шашев Д.В., Шидловский С.В., Пославский С.И., Окунский М.В., Таганов А.А.

2. Свидетельство на программу для ЭВМ № 2019664690 «Программа навигации и слежения за объектом интереса по визуальному стереоканалу» от 13.11.2019 / Бондарчук А.С., Шихман М.В., Шашев Д.В., Шидловский С.В., Пославский С.И., Окунский М.В., Таганов А.А.

3. Свидетельство на программу ЭВМ № 2019664877 «Программный модуль системы автоматического управления БПЛА по заданной траектории» от 15.11.2019 / Шашев Д.В., Шидловский С.В., Окунский М.В., Таганов А.А., Пославский С.И., Мондал М.

4. Заявка на изобретение № 2019125995 «Устройство распределенного управления интеллектуальными роботами для борьбы с малогабаритными летательными аппаратами».

Публикации:

1. M.V. Shikhman, S.V. Shidlovskiy. Developing operation algorithms for vision subsystems in autonomous mobile robots // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018. – V. 363. – P. 1–5. – DOI: 10.1088/1757-899X/363/1/012019.

2. Trang Hoang Thuy Nguyen, S.V. Shidlovskiy. Tunable computing Slam navigation environments // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019. – V. 516. – P. 1–8. – DOI: 10.1088/1757-899X/516/1/012053.

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

### **Быстродействующие микролазеры с квантовыми точками**

Авторы: Э.И. Моисеев, к.ф.-м.н. Ф.И. Zubov, д.ф.-м.н. Н.В. Крыжановская, д.ф.-м.н. М.В. Максимов, член-корреспондент РАН А.Е. Жуков.

Выполнен комплекс исследований, направленных на реализацию температурно-стабильных быстродействующих микролазеров для локальных систем оптической передачи информации и других перспективных применений. Разработаны работающие при инжекционной накачке микродисковые лазеры с активной областью на основе сверхплотных многослойных массивов квантовых точек InGaAs. Максимальная температура генерации в непрерывном режиме составила 110°C, что является на сегодня наибольшим сообщенным значением. Достигнута максимальная скорость прямой модуляции – свыше 6 ГГц, впервые в мире с использованием микролазера на квантовых точках, работающего без принудительного охлаждения, продемонстрирована безошибочная передача данных со скоростью 5–12,5 Гбит/с. Потребление энергии составило около 1,5 пДж/бит, что является рекордно низким для микродисковых лазеров значением.

Сочетание высокой рабочей температуры, низкой температурной чувствительности, малого энергопотребления, высокой скорости модуляции и малых размеров делает разработанные микролазеры перспективными для реализации оптических межсоединений на кристалле и использования в оптоэлектронных интегральных схемах, а также для оптических сенсоров.

Публикации:

F. Zubov, M. Maximov, N. Kryzhanovskaya, et al., High speed data transmission using directly modulated microdisk lasers based on InGaAs/GaAs quantum well-dots, Opt. Lett. 44(22), 5442-5445 (2019). <https://doi.org/10.1364/OL.44.005442>

N.V. Kryzhanovskaya, E.I. Moiseev, F.I. Zubov, et al., Evaluation of energy-to-data ratio of quantum-dot microdisk lasers under direct modulation, J. Appl. Phys. 126, 063107 (2019); <https://doi.org/10.1063/1.5108556>

N.V. Kryzhanovskaya, E.I. Moiseev, F.I. Zubov, et al., Direct modulation characteristics of microdisk lasers with InGaAs/GaAs quantum well-dots, Photonics Research 7(6), 664-668 (2019). <https://doi.org/10.1364/PRJ.7.000664>

## **Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина) (СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)**

### **Разработка комплекса пассивного обнаружения, идентификации и подавления беспилотных летательных аппаратов с целью противодействия террористическим угрозам**

Цели и задачи:

Совершенствование физической защищенности критически важных и потенциально опасных объектов в соответствии с Планом повышения защищенности критически важных объектов от угроз техногенного и природного характера и террористических проявлений.

Повышение качества полетно-информационного обслуживания воздушного движения, выявление нарушений порядка использования воздушного пространства.

Функциональное назначение:

Обнаружение с помощью пассивного когерентного лоатора и станции мониторинга, идентификация с помощью станции радиомониторинга и оптической системы, создание помех каналам управления, трансляции и средствам навигации беспилотных летательных аппаратов, нарушающих порядок использования воздушного пространства или представляющих угрозу для охраняемого объекта или территории.

Превосходство и уникальность:

В одном комплексе объединены радиолокационная, радиомониторинговая и оптическая системы, а также система постановки помех.

Комплекс может обнаруживать и подавлять в том числе радиомолчащие БПЛА (с выключенным передатчиком).

Комплекс может использоваться для противодействия радиомолчащим БПЛА там, где нельзя использовать активные радиолокационные станции.

Новизна:

Создание комплекса в составе пассивного когерентного лоатора, камеры видеонаблюдения и/или тепловизионной камеры, станции радиомониторинга и подавления БПЛА, реализующего ряд взаимодополняющих методик обнаружения и идентификации БПЛА.

Степень завершенности проекта:

Изготовлен экспериментальный образец комплекса, проводятся исследовательские испытания.

Параметры, характеристики:

– Дальность обнаружения квадрокоптера DJI Phantom с помощью пассивного когерентного лоатора: не менее 3 км.

– Дальность идентификации: не менее 1,5 км.

– Дальность подавления: не менее 500 м.

– Максимальная высота подавляемых БПЛА: не менее 500 м.

– Максимальное количество одновременно сопровождаемых целей: не менее 50.

## **Фундаментальные исследования в государственных научных центрах и корпорациях**

РАН, в соответствии с Федеральным законом № 253-ФЗ от 27.09.2013 г. «О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», были запрошены сведения о выполненных в 2019 году в государственных корпорациях Роскосмос, Ростех, Росатом и в 42 государственных научных центрах Российской Федерации фундаментальных исследованиях.

Материалы представили госкорпорации Роскосмос, Ростех, Росатом и 30 государственных научных центров Российской Федерации.

Большая часть результатов, представленных госкорпорациями и государственными научными центрами, носит прикладной характер. Некоторые результаты фундаментально ориентированных научных исследований, выполненных в государственных научных центрах, приводятся ниже.

### **Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный аэрогидродинамический институт имени профессора Н.Е. Жуковского» (ЦАГИ)**

**Экспериментальные исследования модельной высокоскоростной камеры сгорания для валидации технологий численного моделирования**

Авторы: В.В. Власенко, О.В. Волощенко, С.А. Зосимов, М.А. Иванькин, А.Н. Морозов, А.А. Николаев, Г.П. Носков, В.А. Сабельников, В.А. Талызин, А.Ф. Чевагин.

При поддержке Минобрнауки России («мегагрант», Договор № 14.G39.31.0001 от 13.02.2017) в ЦАГИ создана Лаборатория физического и численного моделирования течений с горением. В рамках проекта организованы «огневые» аэродинамические эксперименты на уникальном высокоэнтальпийном стенде ЦАГИ Т 131, ориентированные на валидацию физических моделей и программ, которые разрабатываются в Лаборатории. Спроектирована и изготовлена модельная высокоскоростная камера сгорания с четырьмя парами оптических окон для визуализации структуры течения. В ходе экспериментов проводилась высокоскоростная теневая видеосъемка; визуализация излучения активных частиц в районе пламени; измерение температуры стенки термопарами; регистрация осредненных по времени распределений статического давления вдоль стенок, а также измерения пульсаций давления. Создана новая отечественная база экспериментальных данных по течениям в высокоскоростных камерах сгорания для валидации моделей и программ, используемых в цикле аэродинамического проектирования летательных аппаратов.

Публикации:

Ivankin, M., Nikolaev, A., Sabelnikov, V., Shiryaeva, A., Talyzin, V., & Vlasenko, V. *Acta Astronautica*, Vol.158, 2019, pp.425-437. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2018.11.046>

Vlasenko, V., Matyash, E., Molev, S., Sabelnikov, V., Talyzin, V. *AIP Conference Proceedings*, Vol.2027, p. 030076. <https://doi.org/10.1063/1.5065170>

### **Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов»**

#### **Разработка и исследования физико-химического строения и свойств армированных композиционных материалов на основе льда, перспективных для применения в Арктике и спортивных ледовых сооружениях**

Научный руководитель: академик РАН Бузник В.М.

Основными типами ледовых сооружений в Арктике являются переправы, дороги, площадки для разгрузки морских судов на припайный лед, взлетно-посадочные полосы на полях дрейфующего льда, ледовые причалы и искусственные ледяные острова. Наиболее актуальной проблемой этих сооружений является повышение их прочности и надежности, наряду с необходимостью мониторинга их деформации во время эксплуатации. В случае спортивных ледовых сооружений дополнительно требуется регулирование функциональных свойств ледовых поверхностей.

Повышение прочности возможно за счет использования композитных материалов с ледяной матрицей (КМЛ). Введение в лед упрочняющих объектов эпизодически применялось при освоении Арктики, но это были инженерные поиски, а публикации по системным фундаментальным исследованиям природы упрочнения отсутствуют. Изготовлены образцы КМЛ с различными наполнителями: по происхождению (растительные, минеральные, полимерные), морфологии (дисперсные, волокнистые, сеточные и трехмерные конструкции), химическому составу и характеру взаимодействия с ледовой матрицей. На практике необходимы знания по прочности КМЛ на изгиб и сжатие, поэтому проведены исследования при изгибе (характерном для ледовых переправ, площадок разгрузки на припай) и при сжатии (характерном для площадок стоянки техники и грузов, взлетно-посадочной полосы). При изготовлении всех типов КМЛ применялась послойная заливка, которая позволяет снизить дефектность образцов и повысить достоверность получаемых параметров.

На Рис. 173 приведены экспериментальные значения прочности на изгиб и деформации КМЛ с различными наполнителями.

Наибольшее значение прочности на изгиб наблюдалось в КМЛ, равномерно армированном 9 слоями базальтовых волокон, что в 6,8 раза повышает прочность по сравнению с неармированным льдом. Что касается деформации (прогиба испытываемой ледовой пластины без разрушения), то она на порядок возрастает при армировании волокнами (Рис. 173). Исследования позволили установить,

что при армировании волокнами целесообразно использовать нижнюю часть ледовой матрицы, наиболее нагружаемую на растяжение, что обеспечивает прирост прочности (в 3,2 раза) при минимальном количестве армирующего наполнителя. Прочность при изгибе образцов КМЛ с растительными наполнителями как дисперсными (стружка), так и волокнистыми (льноволокно) увеличивает прочность в 2,4 раза в сравнении с пресноводным льдом.

Необходимо отметить, что разрушение КМЛ происходит не одномоментно, как у неармированного льда (Рис. 174а), а постепенно. И даже при образовании значительных трещин в ледовой матрице композит сохраняет несущую способность (Рис. 174б), что позволяет избежать катастрофических разломов в ледовых объектах. Удельная энергия разрушения ледовых образцов неармированного льда – 0,2 кДж/м<sup>3</sup>, тогда как армированных КМЛ – 120–300 кДж/м<sup>3</sup>.

В случае сжатия образцов КМЛ максимальная прочность (8,3 МПа) была достигнута при армировании комбинированным наполнителем, мелкодисперсными опилками и геотекстильными сетками. Высокие результаты показал КМЛ, армированный кусочками бумаги. Отмеченные наполнители позволяют увеличить прочность в 3,3 раза по сравнению с «чистым льдом», при этом характер разрушения образцов становится более вязким и присущая льду хрупкость исчезает. Если у льда наблюдается разрушение (Рис. 174в), то армирование обеспечивает целостность образца с изменением его формы (Рис. 174г). Очевидно, что в отличие от «чистого» льда КМЛ могут менять форму. Иными словами, они обрабатываются при механическом воздействии – гнутся и прессуются.

Были проведены испытания КМЛ на удар падающим грузом с различными армирующими и модифицирующими наполнителями. Слои армирующего наполнителя, расположенные близко к ударяемой поверхности, вносят меньший вклад в сопротивление удару, чем слои в толще КМЛ. Определено, что введение базальтовых жгутов, равномерно расположенных по толщине образца, препятствует распространению радиальных трещин по образцу, предотвращает его разрушение и увеличивает энергию, требуемую для его разрушения в 4 раза.

Другим способом повышения механических и трибологических характеристик является модифицирование льда, добавлением малых количеств высокомолекулярных веществ в замораживаемый водный раствор, которые не армируют лед, но влияют на зернистость его структуры. Этот подход активно применяется в ледовых спортивных сооружениях. Введение модификаторов увеличивает прочность на изгиб в 1,3–1,6 раза, а на сжатие в 1,5 раза. По результатам исследований выявлены оптимальные составы и концентрации модификаторов, разработаны технологии получения качественных ледовых покрытий, что уже используется рядом отечественных хоккейных арен. Установлена эффективность одновременного использования армирования и модифицирования льда.

Для мониторинга ледовых объектов были проведены испытания образцов льда с интегрированными в него волоконными брэгговскими решетками (ВБР) на трехточечный изгиб при циклическом нагружении, что имитирует эксплуатационное воздействие на ледовое полотно дороги или разгрузочной площадки. Изучались как лед, так и КМЛ с базальтовой арматурой. Предлагаемый способ мониторинга показал, что циклическое нагружение приводит к накоплению необратимой деформации, которая интегрально оценивает количество различных дефектов и характеризует предельное состояние ледовой конструкции. Необходимо отметить высокую чувствительность ВБР к изменению нагрузки и температуры образца льда и КМЛ. Метод опробован на образцах разных габаритов и перспективен для практического применения в натурных условиях.

Лед «капризен» в силу чрезвычайной чувствительности его свойств к технологии наморозки, химическому составу воды, «истории» льда и потому актуально глубокое понимание строения льда, что требует огромного экспериментального труда. Облегчить ситуацию могут математические модели льда и КМЛ, которые позволят проводить оценочные расчеты их прочностных свойств. Полученные экспериментальные данные создают базу для разработки математических моделей и их валидации.

Предполагается дальнейшее проведение работ в рамках данного проекта.

Основные публикации:

1. Нужный Г.А., Гриневич Д.В., Бузник В.М., Разомасов Н.Д., Гончарова Г.Ю. Влияние расположения и содержания базальтового наполнителя на механические характеристики композиционных материалов на основе ледяной матрицы // Материаловедение. 2019. № 11.
2. Гриневич Д.В., Нужный Г.А., Бузник В.М., Яковлев Н.О., Гончарова Г.Ю., Разомасов Н.Д. Разрушение армированных ледовых композиционных материалов при изгибном механическом нагружении // Материаловедение. 2020. № 1. С. 18–23.
3. V.M. Buznik, G. Yu. Goncharova, G.A. Nuzhnyi, N.D. Razomasov, R.N. Cherepanin. Influence of Reinforcing Plant Fillers on the Strength Properties of Composite Materials with an Ice Matrix // Inorganic Materials: Applied Research. 2019. Volume 10. Number 4. Page 786.
4. V.M. Buznik and R.N. Cherepanin. Computer Database of Russian Arctic Materials // Journal: Inorganic Materials: Applied Research. 2019. Volume 10. Number 4. Page 879.
5. S. Golushko, V. Buznik and G. Nuzhny. Mathematical modeling and numerical analysis of reinforced composite beams // Journal of Physics: Conference Series. 2019. Volume 1268. Page 012018.

**Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Государственный научно-исследовательский институт генетики и селекции  
промышленных микроорганизмов Национального исследовательского центра  
«Курчатовский институт»**

**Создание микробных биофабрик на основе редактирования геномов промышленных микроорганизмов, обеспечивающих высокотехнологичное производство кормовых добавок для достижения продовольственной безопасности страны**

Цель: разработка высокопродуктивного рекомбинантного продуцента незаменимой кормовой аминокислоты L-треонина, а также промышленной технологии ферментации и получения товарной формы кормовой добавки на основе L-треонина.

Актуальность: аминокислоты - продукты с высоким рыночным потенциалом, востребованные в сельском хозяйстве как кормовые добавки.

Описание исследований:

В ходе выполнения настоящей работы были проведены исследования ключевых этапов метаболизма L-треонина в клетках *Escherichia coli*. Было показано, что наибольшее влияние на способность культуры продуцировать L-треонин оказывают модификации фермента аспартаткиназы I-гомосериндегидрогеназы I, в частности введение в него мутаций, снимающих ретроингибирование L-треонином. Были проанализированы несколько мутаций, обладающих таким свойством, и наилучшая из них была введена в геном продуцента. Ген, кодирующий устойчивый к ретроингибированию фермент, был помещён под контроль сильного конститутивного промотора, благодаря чему была снята регуляция синтеза аспартаткиназы I-гомосериндегидрогеназы I на уровне транскрипции. Помимо этого, проведённые исследования показали положительное влияние модификации процессов деградации L-треонина и его транспорта сквозь цитоплазматическую мембрану на свойства штамма. В продуценте были инактивированы известные пути деградации L-треонина и был увеличен уровень экспрессии белка, транспортирующего аминокислоту из клетки в культуральную жидкость. Кроме того, на накопление L-треонина было показано значительное влияние ферментов, участвующих в контроле системного ответа клетки на аминокислотное голодание. Дополнительно, в ходе выполнения проекта были разработаны и усовершенствованы инструменты геномного редактирования на основе системы гомологичной рекомбинации  $\lambda$ Red, которые позволяют эффективно и направленно вводить целевые мутации в хромосому штамма-продуцента.

Достиженные технологические показатели штамма-продуцента L-треонина позволяют начать в России рентабельное и конкурентоспособное производство. В ходе конструирования штамма-продуцента были усовершенствованы методы геномного редактирования, получены новые научные

сведения о биосинтезе L-треонина, а также создана научно-методическая база для дальнейшего совершенствования продуцентов L-треонина, необходимая для поддержания конкурентоспособности его производства и создания продуцентов других востребованных на рынке кормовых аминокислот.

Важнейшие результаты:

Создан высокопродуктивный рекомбинантный микробный продуцент L-треонина. Разработана технология ферментации с использованием глюкозной патоки, получаемой в ходе глубокой переработки зерна. Сравнение предлагаемого способа получения L-треонина с использованием сконструированного штамма с известными способами показало, что достигнутые результаты соответствуют современному научно-техническому уровню.

Публикации:

Выборная Т.В., Юзбашев Т.В., Федоров А.С., Бубнов Д.М. и др. Использование альтернативного пути синтеза изолейцина в штаммах *Escherichia coli*-продуцентах треонина //Биотехнология. – 2019. – Т. 35. – №. 4. – С. 42–54.

Bubnov D.M., Yuzbashev T.V., Vybornaya T.V., Netrusov A.I., Sineoky S.P. Development of new versatile plasmid-based systems for  $\lambda$ Red-mediated *Escherichia coli* genome engineering. *J Microbiol Methods*. 2018 Aug;151:48-56.

Bubnov D.M., Yuzbashev T.V., Vybornaya T.V., Netrusov A.I., Sineoky S.P. Excision of selectable markers from the *Escherichia coli* genome without counterselection using an optimized  $\lambda$ Red recombineering procedure. *J Microbiol Methods*. 2019 Mar;158:86-92.

Выборная Т.В., Юзбашев Т.В., Федоров А.С., Бубнов Д.М., Мокрова С.С. Бактерия вида *Escherichia coli* – продуцент L-треонина, способ микробиологического синтеза L-треонина с ее использованием. Патент RU2697499. Рег. 14.08.2019.

Тарутин М.Г., Юзбашев Т.В., Гвилава И.Т., Выборная Т.В., Гвилава Н.Е., Мокрова С.С., Бубнов Д.М., Федоров А.С., Бондаренко Ф.В. Рекомбинантный штамм бактерии *Escherichia coli* – продуцент L-треонина. Патент RU2697219 Рег. 13.08.2019.

## **Федеральное государственное бюджетное учреждение «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»**

### **Поиски и исследования древнейшего льда Антарктиды**

Российские авторы: В.Я. Липенков, А.Н. Саламатин, А.А. Екайкин.

Тремя независимыми методами произведено датирование нижней части колонки ледяного керна, поднятого на российской антарктической станции Восток. Установлено, что возраст атмосферного льда, залегающего в районе станции в интервале глубин 3500–3538 м, достигает 1,2 млн лет [Lipenkov et al., 2019]. Эта находка стала первым прямым свидетельством сохранности древнего льда в основании восточно-антарктического ледникового щита, подтвердившим обоснованность усилий международного научного сообщества, направленных на получение в этом районе Антарктиды ледяных кернов, возраст которых достаточен для исследования среднеплейстоценового перехода. С целью изучения причин перестройки климатической системы Земли, которая произошла около 1 млн лет назад, начаты измерения концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосферном воздухе, экстрагированном из древнейшего льда планеты. Работы выполняются в ААНИИ при поддержке Российского научного фонда.

Публикации:

Lipenkov V. Ya., Salamatin A.N., Jiang W., Ritterbusch F., Bender M.L., Orsi A., Landais A., Uchida T., Ekaykin A.A., Raynaud D., Yang G.-M., Lu Z.-T., Chappellaz J. New ice dating tools reveal 1.2 Ma old meteoric ice near the base of the Vostok ice core. Vol. 21, EGU2019-8505.

Акционерное общество «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор»

Гидроакустические станции обнаружения подводных диверсионных сил и средств

Авторы: В.И. Скрипак, Н.В. Меркачев.

Сущность:

Созданы и испытаны образцы акваторной и мобильной гидроакустических станций (ГАС) нового поколения для освещения ближней подводной обстановки и обнаружения подводных диверсионных сил и средств (ПДСС).

Новизна:

В отличие от серийных образцов, станции нового поколения позволяют обнаруживать и вести автоматическое сопровождение подводных пловцов на ластах на дистанциях в 1,5 – 2 раза больших. Такой результат получен благодаря разработке и внедрению запатентованного метода выделения слабых сигналов на фоне сильных помех, который позволил увеличить отношение сигнал/помеха более чем в 5 раз.

Значимость и прогноз применения:

Использование новой технологии выделения полезного сигнала от цели на фоне помех позволило не только увеличить дальность действия станций обнаружения малоразмерных объектов, но и обеспечить возможность их работы в автоматическом режиме без участия операторов. Новые акваторные станции обнаружения ПДСС по заказам ФСБ и ФСО смонтированы и сданы Заказчикам на охраняемых объектах Черноморского побережья. Мобильная модификация станции проходит в настоящее время испытания на новом корабле пограничной службы. В перспективе возможно применение станции в Арктическом регионе, в комплексах защиты нижней полусферы объектов от диверсионных средств.

Публикация:

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

Акционерное общество «Концерн «Центральный научно-исследовательский институт «Электроприбор»

### **Создание нового метода выработки навигационных определений с использованием гравиметра и карты локальных неоднородностей гравитационного поля**

Авторы: чл.-кор. РАН О.А. Степанов, А.С. Носов, к.ф.-м.н. В.А. Васильев; к.т.н. А.А. Краснов; к.т.н. А.В. Соколов; к.т.н. А.В. Моторин.

Выполнены теоретические и экспериментальные исследования в интересах развития подводной навигации, обеспечивающие навигационные определения по локальным неоднородностям гравитационного поля. На основе последних достижений теории обработки информации построена новая алгоритмическая база, обеспечивающая необходимую точность навигационных определений на слаборасчлененном гравитационном поле, ранее считавшемся непригодным для целей навигации.

В основе метода лежит известный принцип решения задачи навигации, основанный на сопоставлении измеренных и вычисленных с помощью карты значений некоторого геофизического поля. Характерной особенностью морских гравиметрических измерений является высокий уровень методических погрешностей. Для проведения сопоставления измеренных и вычисленных значений существующие методы требовали предварительного выделения полезного сигнала на фоне погрешностей и последующего прореживания измерений. Выполнение этих процедур сопряжено, в том числе, с искажением полезного сигнала, что привносит дополнительную погрешность в навигационное решение. Разработанный метод позволил отказаться от предварительного выделения полезного сигнала и прореживания, что исключило связанные с этими процедурами недостатки.

Новизна предложенного метода состоит в том, что он учитывает методические погрешности гравиметрических измерений непосредственно в алгоритме решения задачи навигации. Это позволяет исключить необходимость предварительной обработки и прореживания измерений. Благодаря это-



му метод позволяет вырабатывать навигационные определения на слаборасчлененном гравитационном поле, ранее считавшемся малоприменимым для целей навигации.

Применение разработанного метода позволяет выполнять навигационные определения автономных и обитаемых подводных аппаратов на большей площади акватории Мирового океана с заданной точностью без всплытия на поверхность. Кроме того, предложенный метод обеспечивает выработку навигационных определений для высокоскоростных объектов, что ранее представлялось труднодостижимым.

Применение разработанного метода перспективно на автономных и обитаемых подводных аппаратах различного класса и назначения. Он может быть востребован для планирования маршрута подводных аппаратов при проведении обсерваций по гравитационному полю. Также метод может найти применение при выработке технических требований к перспективным подводным аппаратам, использующим средства коррекции навигационных систем по локальным неоднородностям гравитационного поля.

На Рис. 175 показан пример уточнения координат морского объекта с использованием разработанного метода, полученный в ходе натурного эксперимента. В приведенном случае на слаборасчлененном гравитационном поле удалось уменьшить область неопределенности координат с  $3,4 \text{ км} \times 3,4 \text{ км}$  до  $0,48 \text{ км} \times 0,28 \text{ км}$ .

Результаты исследования доложены на V Симпозиуме международной ассоциации по геодезии (IAG) «Наземная, морская и аэрогравиметрия: измерения на неподвижных и подвижных основаниях», и II Научно-технической конференции «Навигация по гравитационному и магнитному полям Земли. Новые технологии». Основные открытые публикации, посвященные полученному результату, запланированы на 2020 год.

АО «Государственный ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений» (ГНЦ РФ АО «ГНИИХТЭОС»)

### **Кремнийорганическая смазка для глубокого вакуума**

Авторы: академик РАН Стороженко П.А., к.х.н. Левенто И.Ю., Коваленко С.И., Гусев М.В..

В АО «ГНИИХТЭОС» разработана кремнийорганическая смазка для глубокого вакуума на основе полидиметилсилоксановой жидкости в качестве дисперсионной среды и модифицированного диоксида кремния в качестве дисперсной фазы, работающая в интервале температур от минус  $40^\circ\text{C}$  до плюс  $200^\circ\text{C}$ , отличающаяся тем, что в качестве дисперсионной среды используют смесь полидиметилсилоксановых жидкостей линейного строения с вязкостью 8000 до 12000 мм<sup>2</sup>/с при температуре  $20^\circ\text{C}$  и разветвленного строения с вязкостью от 7000 до 15000 мм<sup>2</sup>/с при температуре  $20^\circ\text{C}$ , взятых в количестве 80–90 и 2–8 масс.% соответственно, а в качестве дисперсной среды используют модифицированный диоксид кремния АМ-1-300 в количестве 8–15 масс.%, при этом пенетрация смазки составляет 160–260 единиц.

Смазка обеспечивает герметичность разъемных соединений для получения вакуума до 10–7 мм рт. ст.

Смазка применяется для соединения, уплотнения и герметизации стеклянных и металлических элементов различного технологического и лабораторного оборудования, работающего в условиях глубокого вакуума и в контакте с агрессивными средами.

Получен патент на изобретение № 2702663 от 09.10.2019 г.

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

#### **1. Совершенствование средств метрологического обеспечения координатно-временных и навигационных систем**

Авторы: С.И. Донченко, А.Н. Щипунов, О.В. Денисенко, В.Н. Федотов, И.С. Сильвестров, В.Ф. Фатеев.

Сущность результата. В 2019 году завершён очередной этап работ, направленных на развитие средств метрологического обеспечения координатно-временных и навигационных систем. В рамках выполненных мероприятий разработаны и изготовлены опытные образцы первой очереди средств модернизированных комплексов метрологического обеспечения системы ГЛОНАСС в части радиотехнических измерений.

В рамках выполнения работ созданы:

- комплекс аппаратуры для измерения параметров антенно-фидерных устройств модернизированной; аппаратура контроля характеристик оптического излучения и структуры сигнала модернизированная; модернизированный универсальный измерительный комплекс; модернизированная система одно- и двухсторонних сравнений шкал времени; комплекс калибровки антенных систем в дальней зоне.

Одновременно разработаны и изготовлены составные части комплекса средств метрологического обеспечения средств измерений координат, комплекса средств метрологического обеспечения средств измерений азимута.

Кроме того, проведены работы, направленные на расширение сфер и областей применения ГЛОНАСС в сложных условиях навигации, определение облика перспективной глобальной системы мониторинга геодезических параметров Земли и решения задач метрологического обеспечения при использовании перспективных средств навигационных измерений. В рамках проведённых работ:

- разработаны предложения по определению облика перспективной глобальной системы мониторинга геодезических параметров Земли (ГСМГПЗ), в том числе – по инструментальному составу космической и наземной составляющей перспективной ГСМГПЗ и направлениям ее формирования;
- проведено имитационное моделирование в обеспечение отработки предложений по методам использования геофизических полей в интересах навигационного обеспечения лунных миссий;
- разработана конструкторская документация на макет аппаратуры потребителя для навигации по геофизическим полям;
- разработаны предложения по созданию отечественной лазерной космической гравитационно-волновой антенны на основе использования технологий ГЛОНАСС.

Новизна результата. В Российской Федерации результаты получены впервые и находятся на уровне зарубежных аналогов.

Значимость результата. Полученные результаты направлены на повышение точности решения задач оценки и контроля метрологических и функциональных характеристик координатно-временных и навигационных систем, а также – непосредственно на повышение их точности за счёт использования полученных результатов метрологических работ (например – результатов калибровки). При этом координатно-временные и навигационные средства измерений, для метрологического обеспечения которых предназначены создаваемые средства, лежат в основе успешного внедрения перспективных отечественных навигационных измерительных технологий как в Российской Федерации, так и за рубежом, а также – в основе решения задач обеспечения национальной безопасности и социально-экономического развития страны во многих областях применения.

Прогноз применения результата. Полученные результаты будут использованы при решении задач метрологического обеспечения координатно-временных и навигационных средств измерений в период 2021–2030 годов, будут основой для создания перспективной глобальной системы мониторинга геодезических параметров Земли, а также национальной космической гравитационно-волновой антенны.

Публикации (2019 г.) по результатам выполненных работ:

14 статей, в т.ч.: В.Ф. Фатеев, Р.А. Давлатов «Космические детекторы гравитационных волн: отработка прорывных технологий для перспективных космических гравитационных градиентометров»/Астрономический журнал 2019, т. 96, № 8, с. 1–12. DOI: 10.1134/S0004629919080012; 24 доклада на международных и национальных конференциях, в т.ч. «Действующие макеты квантового нивелира и результаты их экспериментальных исследований» на 27th International Union of Geodesy and

Geophysics (IUGG) General Assembly», Канада, Монреаль, 8–17 июля 2019 и на 13th Annual Baška GNSS Conference», Хорватия, Башка, 12–15 мая 2019 г.

## **2. Разработка высокоточного комплекса квантовых эталонов времени и частоты для перспективных навигационных, геодезических и цифровых технологий**

Авторы: Донченко С.И., Блинов И.Ю., Денисенко О.В., Домнин Ю.С., Щипунов А.Н., Слюсарев С.Н., Пальчиков В.Г., Барышев В.Н.

Сущность результата: Разработка эталонных средств воспроизведения и хранения единиц времени и частоты на основе использования технологии охлаждения атомов в радиотехническом диапазоне частот и оптическом диапазоне частот, а также совершенствования квантовых стандартов частоты водородного типа для достижения предельно достижимых точностных характеристик государственного первичного эталона единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ1-2018.

Краткое содержание работы: Создание технических средств фундаментального обеспечения системы ГЛОНАСС:

- оптического репера частоты на основе использования технологии получения холодных атомов – постановка и выполнение ОКР «Оптика» «Развитие технических средств комплекса фундаментального обеспечения ГНС ГЛОНАСС в части создания оптического репера частоты наземного базирования на холодных атомах стронция с погрешностью воспроизведения единицы частоты и времени не более  $1 \cdot 10^{-16}$ ».

- нового поколения хранителей единиц времени и частоты на основе «фонтана» атомов рубидия – постановка и выполнение ОКР «Маховик» «Развитие технических средств комплекса фундаментального обеспечения системы ГЛОНАСС в части создания нового поколения хранителей единиц времени и частоты на основе «фонтана» атомов рубидия, имеющих нестабильность частоты не более  $(1-2) \cdot 10^{-16}$ , для оснащения эталонов единиц времени и частоты и последующей передачи более точной время-частотной информации прецизионным наземным и бортовым средствам и системам ГЛОНАСС».

- опытного образца комплекса хранения национальной шкалы времени Российской Федерации на основе водородных хранителей нового поколения – постановка и выполнение ОКР «Шкалы» «Развитие технических средств фундаментального обеспечения системы ГЛОНАСС в части создания эталонного комплекса для формирования и хранения шкалы в режиме реального времени с пределами допускаемой погрешности сравнения шкалы времени комплекса и национальной шкалы времени России UTC(SU) в пределах  $\pm (1-2)$  нс».

Значимость результата: Созданные технические средства позволили улучшить метрологические характеристики Государственного первичного эталона единиц времени и частоты РФ ГЭТ1-2018 в части хранения национальной шкалы времени Российской Федерации, а также обеспечения целевых показателей ГНС ГЛОНАСС:

ОКР «Оптика» – разработанный и изготовленный оптический репер частоты наземного базирования на холодных атомах стронция обеспечивает независимое воспроизведение единицы частоты в оптическом диапазоне с длиной волны 698 нм на запрещённом переходе  $1S_0 - 3P_0$  фермионного изотопа  $87\text{Sr}$  и используется в Государственном первичном эталоне времени и частоты России ГЭТ1-2018, возглавляющим поверочную схему обеспечения единства измерений времени и частоты в России. Разработанный и изготовленный оптический синтезатор частоты обеспечивает передачу единицы частоты из оптического диапазона в радиодиапазон для обеспечения сличений с водородными хранителями единиц времени и частоты Государственного эталона единиц времени, частоты и национальной шкалы времени UTC(SU) ГЭТ1-2018.

ОКР «Маховик» – хранитель единиц времени и частоты на основе «фонтана» атомов рубидия обеспечивает воспроизведение высокостабильных спектрально чистых сигналов частоты для повышения стабильности формирования шкалы времени Государственного первичного эталона единиц времени, частоты и национальной шкалы времени ГЭТ 1-2018, вторичных эталонов Росстандарта в

рамках работ по содержанию Государственной службы времени и частоты (ГСВЧ), а также рекомендованы к использованию в эталонах Министерства обороны Российской Федерации.

ОКР «Шкалы» – эталонный комплекс времени и частоты обеспечивает формирование и хранение шкалы времени, приближенной с заданной точностью к национальной шкале времени России, в реальном масштабе времени. Комплекс времени и частоты предназначен для обеспечения заданных характеристик системы ГЛОНАСС по согласованию национальной шкалы времени UTC(SU) со шкалой всемирного координированного времени UTC. На этапе опытной эксплуатации комплекса в 2016–2017 гг. были получены уникальные характеристики, которые соответствуют современному мировому уровню, а по некоторым – не имеют аналогов.

Достигнутый экономический и/или социальный эффект от внедрения: Освоение созданных технологий позволило обеспечить развитие средств фундаментального обеспечения системы ГЛОНАСС и достичь безусловного выполнения целевых индикаторов и показателей федеральной программы ГЛОНАСС, закреплённых за Росстандартом. Экономический эффект от разработанной и внедрённой технологии в части последующей модернизации вторичных и рабочих эталонов составляет 1 660,0 млн руб. Экономия средств федерального бюджета составит в объёме более 2 000,00 млн руб.

Прогноз применения результата: Оптический репер частоты на холодных атомах стронция как высокоточное средство измерений найдёт широкое применение в самых различных областях науки и техники, требующих прецизионной синхронизации процессов. Охлаждённые атомы стронция  $^{87}\text{Sr}$  являются одними из наиболее вероятных «кандидатов» на переопределение секунды СИ. Полученные результаты будут использованы при развитии и эксплуатации системы ГЛОНАСС, в первую очередь – в части средств её фундаментального сегмента – для согласования национальной шкалы времени UTC(SU) со шкалой всемирного координированного времени UTC в 2020 году на уровне  $\pm 3$  нс.

Публикации:

1. Aleinikov M.S., Blinov I.Y. Parameters of double selection of atoms in an H-maser and the use of its signal in a fountain-type frequency standard /Measurement Techniques. 2015. T. 58. № 8. С. 892–897.

2. Blinov I.Yu., Boiko A.I., Domnin Yu.S., Kostromin V.P., Kupalova O.V., Kupalov D.S. Budget of uncertainties in the cesium frequency frame of fountain type/ Measurement Techniques. 2017. T. 60. № 1. С. 30–36.

3. Pavlenko K.Yu., Pavlenko Yu.K., Belyaev A.A., Blinov I.Yu., Khromov M.N., Bize S., Lorini L. Creation of the first russian time and frequency standard on a fountain of ultracold rubidium atoms / Quantum Electronics. 2018. T. 48. № 10. С. 967–972.

4. Taichenachev A.V., Yudin V.I., Bagayev S.N. Ultraprecise optical frequency standards based on ultracold atoms: state of the art and prospects// Physics-Uspekhi. – 2016. – V.59, N 2. – P. 184–195.]

3. Высокостабильный компактный рубидиевый атомный стандарт частоты.

Авторы: Блинов И.Ю., Пальчиков В.Г., Самохвалов Ю.С., Парёхин Д.А., Зотов Е.А., Малах М.П., Сангалов Д.А., Нукраев А.Н.

Сущность результата: В настоящее время значительное внимание ведущих стран мира уделяется разработке малогабаритных стандартов частоты, имеющих объём до нескольких десятков кубических сантиметров, с точностными характеристиками, сравнимыми с уже существующими цезиевыми, водородными и рубидиевыми стандартами частоты. Задачи и цели этих разработок направлены на повышение эффективности автономного навигационного обеспечения перспективных морских, наземных, воздушных и космических объектов. Создание малогабаритного высокостабильного квантового стандарта частоты позволит реализовать в большем объёме в прецизионной аппаратуре потребителей ГЛОНАСС потенциальные точности этой системы. Использование эффекта когерентного пленения населенностей (КПН) позволяет отказаться от использований СВЧ резонатора, что позволяет кардинально уменьшить размеры стандарта при сохранении высоких метрологических характеристик. Целью настоящей работы является разработка сверхминиатюрного высокостабильного квантового стандарта частоты на основе эффекта когерентного пленения населенностей для прецизионной аппаратуры потребителей ГЛОНАСС.

Новизна результата: Разработанный сверхминиатюрный стандарт частоты времени и частоты на основе эффекта когерентного пленения населенностей является первым реализованным стандартом подобного типа в России. Впервые в России создана и освоена технология изготовления сверхминиатюрных рубидиевых ячеек, а также технология производства лазеров в миниатюрном (на уровне нескольких кубических миллиметров) исполнении. Продемонстрирована долговременная непрерывная автономная работа (более нескольких месяцев) стандарта, а также достижение высокой долговременной нестабильности частоты (порядка нескольких единиц 10(-12)) на суточном интервале измерений, что соответствует передовому мировому уровню.

Значимость результата:

Спутниковые глобальные навигационные системы, такие как ГЛОНАСС или GPS, получают существенное развитие вместе с развитием технологии компактных высокостабильных часов. Усовершенствование часов, как ключевого элемента различных системы навигации, позволит детектировать объекты с точностью до десятков и даже единиц сантиметров, что на один-два порядка лучше, чем это возможно сейчас.

Прогноз применения результата: Разработанный стандарт частоты предназначен к использованию в качестве элемента навигационно-временных устройств для изделий высокоточного применения, обеспечивая их прогнозируемой временной информацией с требуемой точностью при потере сигналов ГНСС.

По результатам выполнения работы подано: 1 заявка на изобретение, 2 заявки на полезную модель и 3 заявки на программы.

Работа докладывалась на 6 российских и международных конференциях: S.Kobtsev, S.Donchenko, S.Khripunov, D.Radnatarov, I.Blinov, V.Palchikov. CPT atomic clock with cold-technology-based vapour cell. // Opt. Laser Technol. – 2019. – Vol. 119, – PP.105634.

## **Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии имени И.П. Бардина**

### **Высокодемпфирующая сталь с регламентированным уровнем демпфирующих свойств**

Авторы: Углов В.А., Чудаков И.Б., Александрова Н.М., Макушев С.Ю.

Сущность:

Для применения демпфирующей стали в промышленности является важным, чтобы материал обладал высоким уровнем демпфирующей способности в обоих диапазонах амплитуд колебаний (как в области низких, так и в области промежуточных амплитуд упругой деформации материала). Снижение демпфирующей способности хотя бы в одном из этих диапазонов приведет к сужению спектра возможных практических применений демпфирующей стали.

Другим важным требованием к высокодемпфирующим сталям, как и к любым другим конструкционным материалам, является уровень их технологических свойств, включая уровень ударной вязкости и относительное удлинение материала.

Для большого числа промышленных приложений, в которых демпфирующая сталь используется в качестве несущих элементов конструкции, важнейшей характеристикой сплава высокого демпфирования или высокодемпфирующей стали является уровень удельной демпфирующей способности в области малых амплитуд упругих колебаний, ограниченной величинами знакопеременной упругой деформации.

Новизна:

Высокодемпфирующая сталь, содержащая углерод, кремний, марганец, алюминий, титан, кобальт, хром, никель, медь, молибден, серу, фосфор, азот, железо и неизбежные примеси, отличающаяся тем, что она содержит компоненты в новой определенной зависимости между собой.

Прогноз применения:

Разработанные материалы и технологии планируется применять в следующих образцах ВВСТ: внутренние судовые конструкции, тонкостенные (до 25 мм) судовые фундаменты (и их элементы,

в т.ч. вибропоглощающие накладные элементы), палубные настилы и лестничные пролеты, кронштейны крепления трубопроводов и паропроводов, элементы подвески виброактивного оборудования и др.

**Акционерное общество «Ордена Ленина Научно-исследовательский  
и конструкторский институт энерготехники имени Н.А. Доллежала»  
(АО НИКИЭТ) (предприятие госкорпорации Росатом)**

В 2019 году завершен комплекс испытаний элементов для ядерной реакторной установки на быстрых нейтронах со свинцовым теплоносителем.

Для управления цепной реакцией деления и обеспечения безопасности разработан и успешно сдан исполнительный механизм системы управления и защиты. В отличие от аналогичных разработок при срабатывании по требованию перемещение рабочего органа осуществляется под действием силы Архимеда.

Подтвержден ресурс натурной пары трения главного циркуляционного насосного агрегата, перекачивающего свинцовый теплоноситель. Решены задачи обеспечения работоспособности в условиях температур до 450°C и в среде свинцового теплоносителя.

Завершен комплекс испытаний полномасштабных макетов изделий активной зоны. По результатам механических, гидравлических, вибрационных испытаний подтверждена работоспособность бесчехловых макетов тепловыделяющих сборок, не имеющих аналогов в реакторных установках на быстрых нейтронах.

Поставлена на производство теплообменная труба для парогенератора, работающего в среде свинцового теплоносителя. По условиям эксплуатации труба выполнена цельнотянутой, длиной 33 м, и обеспечивает работу в среде свинцового теплоносителя, воды и перегретого пара.

Все элементы должны обеспечить работу инновационной опытно-демонстрационной реакторной установки, создаваемой как прототип промышленных установок для АЭС естественной безопасности.

Основные публикации:

Статья «Исследование выхода и миграции продуктов деления топлива в системе «топливо – тяжёлый жидкометаллический теплоноситель – газ», авторы: Барыбин А.В., Рычков В.С., Шушлебин В.В. (АО «ИРМ», г. Заречный); Дубенков Н.Е., Моркин М.С., Хачересов Г.А. (АО «НИКИЭТ», г. Москва) опубликована в журнале «Вопросы атомной науки и техники. Серия: материаловедение и новые материалы» 2019, вып. 2(98), с. 110–118.

Статья «Общие закономерности и влияние разных факторов на механизм и кинетику внутреннего окисления в легированных сталях», автор: А.Б. Коростелев, д-р техн. наук, проф. опубликована в журнале «Электromеталлургия» № 6 за 2019 г.

Статья «Оценка надёжности металлической облицовки применительно к корпусу реактора БРЕСТ-ОД-300 с позиций хрупкой прочности и течи», авторы: Солонин В.И., Терехин А.Н., Шиверский Е.А. Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия Машиностроение. 2019. № 5 (128). С. 119–134.

Статья «Разработка и испытания прототипа программного обеспечения управления пробоотборником для системы контроля герметичности оболочек реактора БРЕСТ», авторы: А.В. Колмогорцев, А.В. Михайлов, М.С. Моркин, О.Я. Ярмоленко опубликована в сборнике докладов конференции молодых специалистов «Инновации в атомной энергетике» 1–3 октября 2019 г. с. 520–530.

Доклад на «Восьмом совместном техническом семинаре-совещании МАГАТЭ-МФП (IAEA-GIF) по безопасности быстрых реакторов с жидкометаллическим теплоносителем» 20–22 марта 2019 г. «Современное состояние разработки и обоснования реактора на быстрых нейтронах со свинцовым теплоносителем БРЕСТ-ОД-300», авторы: Лемехов В.В., Моисеев А.В., Бажанов А.А., Саркулов М.К., Смирнов В.С., Ярмоленко О.А., Лемехов Ю.В., Черепнин Ю.С., Васюхно В.П., Жир-

нов А.П., Афремов Д.А. (АО «НИКИЭТ», Москва, Россия) опубликован в сборнике трудов семинара-совещания МАГАТЭ.

**Акционерное общество «Государственный научно-исследовательский  
и проектный институт редкометаллической промышленности «Гиредмет»  
(предприятие госкорпорации Росатом)**

**Анализ особенностей разрушения труб давления ядерных реакторов канального типа по механизму замедленного гидридного растрескивания**

Трубы давления (ТД) ядерных энергетических реакторов канального типа (канадские реакторы CANDU, индийские реакторы IPHWR и российские реакторы РБМК-1000) изготавливают из сплава Zr-2,5%Nb. В реакторных ТД размещены тепловыделяющие сборки и циркулирует охлаждающий их теплоноситель – H<sub>2</sub>O или D<sub>2</sub>O. Взаимодействуя с теплоносителем, ТД окисляются и поглощают часть высвобождаемого водорода, что создает угрозу их разрушения по механизму замедленного гидридного растрескивания (ЗГР). Механизм ЗГР является наиболее опасным механизмом деградации реакторных ТД, способным привести к аварийной ситуации – сквозному повреждению изделий и появлению течи теплоносителя.

В 2019 году российско-индийским коллективом исследователей, имеющих более чем 20-летний опыт работы в области атомной энергетики и реакторного материаловедения, системно проанализированы и обобщены теоретические и экспериментальные данные (включая собственные) о закономерностях протекания процесса ЗГР в ТД реакторов CANDU, IPHWR и РБМК-1000. Было рассмотрено влияние всех наиболее значимых факторов (температура, облучение, наличие термических циклов, кристаллографическая текстура и прочностные характеристики изделий) на основные параметры процесса ЗГР (пороговые значения коэффициентов интенсивности напряжений и скорость стабильного разрушения), в результате чего сформулированы обоснованные рекомендации по минимизации вероятности и снижению скорости протекания ЗГР в современных и перспективных реакторных ТД из сплава Zr-2,5%Nb.

Полученные результаты будут использованы для прогнозирования поведения циркониевых компонентов активных зон водоохлаждаемых реакторов, оценки допустимых размеров технологических и эксплуатационных дефектов (в том числе дебризных повреждений) в ТД реакторов CANDU, IPHWR и РБМК-1000, а также при обосновании эксплуатационного ресурса реакторных ТД из сплава Zr-2,5%Nb.

Авторы: д.ф.-м.н. А.А. Шмаков (АО «Гиредмет», Россия); Dr. R.N. Singh (Bhabha Atomic Research Centre, India); д.т.н. Ю.Г. Матвиенко (ИМАШ РАН, Россия); д.т.н., чл.-к. РАН А.Г. Колмаков (ИМЕТ РАН, Россия).

Публикации:

Shmakov A.A., Singh R.N., Matvienko Yu.G., Kolmakov A.G. A review on delayed hydride cracking of the pressure tubes used in channel nuclear reactors // В сб.: Материалы VIII Межд. конф. «Деформация и разрушение материалов и наноматериалов» (DFMN-2019). М.: ИМЕТ РАН, 2019, с. 218–219.

Шмаков А.А., Синх Р.Н., Матвиенко Ю.Г., Колмаков А.Г. О замедленном гидридном растрескивании труб давления в ядерных реакторах канального типа // Деформация и разрушение материалов, 2020, № 1, с. 22–28.

**Федеральное государственное унитарное предприятие «НИИ НПО «Луч»  
(предприятие госкорпорации Росатом)**

**Разработка системы контроля процесса нанесения многослойных интерференционных покрытий оптических элементов мощных лазерных установок**

Авторы: Жупанов В.Г., Новиков П.А., Павлышин Д.Р., Федосеев В.Н.

**Значимость:** Для изготовления оптических элементов мощных лазерных установок, например установки лазерного термоядерного синтеза или установок по «закрытой» тематике, необходимо обеспечивать высокую точность контроля толщины слоев наносимого на оптический элемент многослойного интерференционного покрытия. Задача по достижению требуемой точности контроля усложняется из-за того, что оптические элементы являются крупногабаритными, а высокая однородность покрытия достигается за счет использования в вакуумных установках планетарного механизма вращения, что создает дополнительные проблемы с размещением системы контроля.

**Новизна:** Предварительный поиск по базам данных публикаций и патентов выявил отсутствие на мировом рынке системы контроля, обеспечивающей необходимую точность нанесения многослойных интерференционных покрытий на крупногабаритные оптические элементы при их вращении в вакуумной установке механизмом с планетарной передачей. Поэтому указанная задача была решена путем разработки собственной системы контроля.

**Сущность:** Разработанная система контроля является комбинированной и включает в себя как прямой оптический контроль, так и косвенный, объединяя преимущества каждого из них. Оба контроля являются широкополосными и происходят в режиме реального времени. Благодаря реализации прямого оптического контроля стало возможным производить измерения спектральных характеристик оптических элементов еще в процессе нанесения на них покрытия. Методика контроля заключается в том, что при нанесении начальных слоев оптического покрытия контроль толщины слоев осуществляется непосредственно по оптическим элементам, а после критического слоя происходит переключение на контроль оставшихся слоев по специальным образцам-свидетелям.

**Применение:** Разработанная система контроля успешно внедрена в производство оптических элементов с различными типами многослойных покрытий. Использование разработанной системы контроля позволило производить ранее недоступные для изготовления сложнейшие оптические элементы, что расширило портфель заказов предприятия. Также разработанная система контроля была успешно внедрена в производство остальных типов оптических элементов, существенно повысив их качество.

Благодаря данной разработке отечественное предприятие стало обладателем уникальных компетенций в области оптических покрытий на мировом рынке.

Получен патент на изобретение № 2690232 от 31 мая 2019 г.

Публикации:

Опубликован цикл статей, ключевая из них:

«Broad band optical monitoring of large area coatings produced using planetary rotation».

**Акционерное общество «Научно-исследовательский институт  
конструкционных материалов на основе графита «НИИГрафит»  
(предприятие госкорпорации Росатом)**

**Углеродные волокна из новых видов сырья**

Авторы: д.т.н. Н.Ю. Бейлина, к.т.н. Д.Н. Черненко, д.т.н. Н.М. Черненко

В 2019 году в АО «НИИГрафит» совместно с ИНХС РАН были проведены в инициативном порядке исследования по поиску альтернативного источника сырья взамен отсутствующего сегодня в Российской Федерации вискозного волокна для получения углеродных волокон и ткани важнейшего стратегического назначения.

В рамках развития данного направления альтернативным вискозному способу переработки гидратцеллюлозного сырья, видится твёрдорастворный способ растворения целлюлозы в полярном органическом растворителе с последующим получением лиоцелльных волокон.

На лабораторной экспериментальной установке АО «НИИГрафит» из лиоцелльных волокон корейского производства получены углеродные волокна, по прочностным характеристикам мо-



нофиламентов не уступающие или на 20–25% превосходящие прочность углеродных волокон из вискозного волокна.

Углеродные волокна из лиоцельного сырья, полученного в ИНХС РАН из твердофазных растворов целлюлозы в N-метилморфин-N-оксиде с прочностью до 600 МПа на монофиламентах и содержанием углерода 99,7% по свойствам на 25–30% ниже углеродных волокон из вискозного сырья. Работы в направлении повышения прочностных характеристик отечественных лиоцельных волокон и их тестированию продолжаются.

В качестве альтернативы вискозному сырью при переработке в углеродные волокна в «НИИ-графит» были опробованы волокна из очищенного льняного сырья отечественного производства (образцы предоставил также ИНХС РАН).

В результате работ получены углеродные волокна с прочностью в среднем до 480 МПа на монофиламентах (на лучших образцах до 780 МПа).

Для повышения прочностных характеристик углеродных волокон на основе льняного сырья планируется разработка совместной программы работ с ИНХС РАН и постановка системной научно-исследовательской работы.

Патенты, полученные в 2019 году:

№ 2684538 «Углеродкерамический волокнисто-армированный композиционный материал и способ его получения»; № 2698744 «Способ получения активированной углеродной ткани»; № 2705971 «Способ получения углеродных графитированных волокнистых материалов»; № 2706107 «Способ получения комплексного углеродного волокнистого материала».

Акционерное общество «Воронежский научно-исследовательский институт «Вега» (предприятие госкорпорации «Ростех»)

Влияние характеристик многоканального энергетического приемника на качество радиомониторинга.

Важнейший результат, полученный в 2019 году, относится к области «нанотехнологии и информационные технологии». Он опубликован в рецензируемом научно-техническом журнале «Теория и техника радиосвязи» №3 (2019), стр. 5–10 под названием «Влияние характеристик многоканального энергетического приемника на качество радиомониторинга», авторы Е.С. Абрамова, М.А. Белицкий, В. Н. Поветко и Д.А. Червень.

Сущность результата состоит в следующем. В настоящее время и в обозримой перспективе имеет место дефицит радиочастотного спектра. Для повышения эффективности его использования известен способ, заключающийся в контроле занятости полос частот и разрешении их использовать в случае отсутствия в них источников радиоизлучений (когнитивное радио в узком смысле этого термина). Для его реализации необходимы средства радиомониторинга. Однако известные средства радиомониторинга обладают рядом недостатков, не позволяющих их эффективно использовать для задач когнитивного радио. Поэтому в ранее опубликованной работе (2018 г.) предложена природоподобная технология оценки рабочей частоты и спектра радиосигналов методом сжатых измерений, потенциально позволяющая существенно снизить требования к элементной базе для технической реализации средств радио мониторинга. Для внедрения технологии было обосновано число каналов многоканального энергетического приемника (ЭП), амплитудно-частотные характеристики спектрозональных фильтров (СЗФ) и время накопления сигналов, обеспечивающих требуемое качество радиомониторинга.

В работе 2019 года представлены математическая модель и первые результаты исследования влияния характеристик многоканального ЭП на качество радиомониторинга.

В результате решения указанной задачи и задачи разработки алгоритма определения числа и параметров сигналов (радиоизлучений) прогнозируется разработка малогабаритных средств радиомониторинга, обладающих низкими энергопотреблением и стоимостью для многих приложений (не только для когнитивного радио) в интересах различных заказчиков (МО РФ, МЧС, ГК «Росатом»).

**Акционерное общество «Концерн «Созвездие»  
(организация госкорпорации «Ростех»)**

**Оценка помехозащищенности каналов радиосвязи в условиях действия помех от средств радиоэлектронной борьбы**

Авторы: Борисов В.И., Беккиев А.Ю.

Сущность: Построена вероятностно-временная модель оценки помехозащищенности систем радиосвязи в условиях радиоэлектронной борьбы.

Новизна. На основе модели полученная замкнутая система уравнений, позволяет оценить помехозащищенность каналов радиосвязи, а также предельные возможности станции ответных помех при подавлении систем радиосвязи с псевдослучайной перестройкой рабочей частоты (ППРЧ).

Значимость. Приведенные численные расчеты зависимости скорости переключения частоты сигнала с ППРЧ от вероятности ошибки после подавления позволяют оценить потенциальные возможности систем радиосвязи в условиях радиоэлектронной борьбы.

Прогноз применения. Перспективные средства и комплексы радиосвязи для помехозащищенных систем.

Публикация:

Оценка помехозащищенности каналов радиосвязи в условиях действия помех от средств радиоэлектронной борьбы/Беккиев А.Ю., Борисов В.И./Радиотехника и электроника, 2019. Т. 64 № 9. С. 891–902.

Акционерное общество «Научно-исследовательский институт технического стекла им. В.Ф. Солинова» (предприятие госкорпорации «Ростех»)

Создание облегченной прозрачной брони для остекления летательных аппаратов.

Для создания новых вертолетов и самолетов военного назначения большое значение имеет понижение веса материалов, необходимых для их изготовления. Одной из наиболее важных задач является создание легкого высокопрочного остекления стойкого к бронебойно-зажигательным пулям и осколкам.

Участниками исследования разработаны облегченная прозрачная многослойная броня на основе силикатного стекла с уменьшенной толщиной, улучшенными оптическими параметрами и сохранением заданного уровня стойкости к бронебойно-зажигательным пулям и осколкам, а также технология изготовления брони. Броня предназначена для остекления самолетов и вертолетов.

В разработанной технологии применены новые схемно-технические решения за счет оптимального сочетания тяжелых стеклянных и легких склеивающих слоев. Термохимическое упрочнение и последующее травление позволяют, кроме того, устранить оптические дефекты и уменьшить количество технологических операций.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Представленные в Докладе обзор состояния фундаментальной науки в Российской Федерации и важнейшие научные достижения российских ученых, полученные в 2019 году, свидетельствуют о том, что отечественная фундаментальная наука продолжает сохранять широкий фронт исследований и отчетливые представления о путях дальнейшего развития в общей перспективе мировой науки.

## ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

<b>ОМН РАН</b>	Отделение математических наук РАН
<b>ОФН РАН</b>	Отделение физических наук РАН
<b>ОНИТ РАН</b>	Отделение нанотехнологий и информационных технологий РАН
<b>ОЭММПУ РАН</b>	Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН
<b>ОХНМ РАН</b>	Отделение химии и наук о материалах РАН
<b>ОБН РАН</b>	Отделение биологических наук РАН
<b>ОФизиолН РАН</b>	Отделение физиологических наук РАН
<b>ОНЗ РАН</b>	Отделение наук о Земле РАН
<b>ООН РАН</b>	Отделение общественных наук РАН
<b>ОГПМО РАН</b>	Отделение глобальных проблем и международных отношений РАН
<b>ОИФН РАН</b>	Отделение историко-филологических наук РАН
<b>ОМедН РАН</b>	Отделение медицинских наук РАН
<b>ОСХН РАН</b>	Отделение сельскохозяйственных наук РАН
<b>ДВО РАН</b>	Дальневосточное отделение РАН
<b>СО РАН</b>	Сибирское отделение РАН
<b>УрО РАН</b>	Уральское отделение РАН
<b>ВНЦ РАН и РСО-А</b>	Владикавказский научный центр РАН и Правительства Республики Северная Осетия – Алания
<b>ДНЦ РАН</b>	Дагестанский научный центр РАН
<b>КБНЦ РАН</b>	Кабардино-Балкарский научный центр РАН
<b>КазНЦ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»
<b>КарНЦ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Карельский научный центр Российской академии наук»
<b>КНЦ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Кольский научный центр Российской академии наук»
<b>НЦЧ РАН</b>	Научный центр РАН в Черноголовке
<b>СамНЦ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Самарский научный центр Российской академии наук
<b>СПбНЦ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургский научный центр Российской академии наук

<b>СНЦ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Саратовский научный центр Российской академии наук
<b>ТНЦ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение Троицкий научный центр Российской академии наук
<b>УНЦ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук
<b>ЮНЦ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр Российской академии наук»
<b>ААНИИ</b>	Государственный научный центр Российской Федерации Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт
<b>АНЦ «Донской»</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Аграрный научный центр «Донской»
<b>АРАН</b>	Архив РАН
<b>БИН РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук
<b>БФУ имени И.Канта</b>	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта»
<b>ВИАМ</b>	Федеральное государственное унитарное предприятие "Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов"
<b>ВИЛАР</b>	ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лекарственных и ароматических растений»
<b>ВНИВИП – филиал ФНЦ ВНИТИПРАН</b>	«Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт птицеводства» – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения Федерального научного центра «Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства»
<b>ВНИВИПФит</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский ветеринарный институт патологии, фармакологии и терапии
<b>ВНИИ кукурузы</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт кукурузы»
<b>ВНИИБЗР</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»
<b>ВНИИГРЖ</b>	Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных, филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»
<b>ВНИИЗБР</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений»

<b>ВНИИК – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН</b>	Всероссийский научно-исследовательский институт крахмалопродуктов – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
<b>ВНИИМЗ</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель»
<b>ВНИИМС – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН</b>	Всероссийский научно-исследовательский институт маслоделия и сыроделия – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
<b>ВНИИНМ</b>	Акционерное общество «Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А.А. Бочвара»
<b>ВНИИОкеангеология</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана имени академика И.С. Грамберга»
<b>ВНИИПБТ – филиал ФГБНУ «ФИЦ питания, биотехнологии и безопасности пищи»</b>	Всероссийский научно-исследовательский институт пищевой биотехнологии – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра питания, биотехнологии и безопасности пищи
<b>ВНИИПД – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН</b>	Всероссийский научно-исследовательский институт пищевых добавок – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН
<b>ВНИИСБ</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии»
<b>ВНИИСПК</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт селекции плодовых культур
<b>ВНИИСС им. А.Л. Мазлумова</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова»
<b>ВННИИВиВ «Магarach» РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магarach» РАН»
<b>ВСЕГЕИ</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского
<b>ВСТИСП</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства»
<b>ВЦ РАН</b>	Вычислительный центр им. А.А. Дородницына Российской академии наук Федерального исследовательского центра «Информатика и управление» Российской академии наук
<b>ГАИШ</b>	Государственный астрономический институт им. П.К. Штернберга

<b>ГБУЗ НИКИО им. Л.И. Свержевского ДЗМ</b>	Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-исследовательский клинический институт оториноларингологии им. Л.И. Свержевского» Департамента здравоохранения города Москвы
<b>ГЕОХИ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Ленина и Ордена Октябрьской Революции Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского Российской академии наук
<b>ГИН РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Геологический институт Российской академии наук
<b>ДВФУ</b>	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный федеральный университет»
<b>ИА РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт археологии Российской академии наук
<b>ИАК РАН, Институт археологии Крыма РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт археологии Крыма РАН»
<b>ИАП РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт автоматизации проектирования Российской академии наук
<b>ИАПУ ДВО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт автоматизации и процессов управления Дальневосточного отделения Российской академии наук
<b>ИАфр РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Африки Российской академии наук
<b>ИАЭТ СО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт археологии и этнографии Сибирского отделения Российской академии наук
<b>ИБВВ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук
<b>ИБГ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии гена Российской академии наук
<b>ИБК РАН</b>	Институт биофизики клетки Российской академии наук – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Пушкинский научный центр биологических исследований Российской академии наук»
<b>ИБМХ</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт биомедицинской химии имени В.Н. Ореховича»
<b>ИБПС ДВО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологических проблем Севера Дальневосточного отделения Российской академии наук
<b>ИБР РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН
<b>ИБРАЭ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем безопасного развития атомной энергетики Российской академии наук

<b>ИБХ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук
<b>ИБХФ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля Российской академии наук
<b>ИБ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт востоковедения Российской академии наук
<b>ИВИ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт всеобщей истории Российской академии наук
<b>ИВиС ДВО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вулканологии и сейсмологии Дальневосточного отделения Российской академии наук
<b>ИВМ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вычислительной математики им. Г.И. Марчука Российской академии наук
<b>ИВМ СО РАН</b>	Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН
<b>ИВМиМГ СО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вычислительной математики и математической геофизики Сибирского отделения Российской академии наук
<b>ИВНД и НФ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии Российской академии наук
<b>ИВП РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт водных проблем Российской академии наук
<b>ИВР РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт восточных рукописей Российской академии наук
<b>ИВТ СО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт вычислительных технологий Сибирского отделения Российской академии наук
<b>ИГТД РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и геохронологии докембрия Российской академии наук
<b>ИГД ДВО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт горного дела Дальневосточного отделения Российской академии наук
<b>ИГЕМ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук
<b>ИГИ КБНЦ РАН</b>	Институт гуманитарных исследований – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр «Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук»
<b>ИГИиПМНС СО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт гуманитарных исследований и проблем малочисленных народов Севера Сибирского отделения Российской академии наук

<b>ИГиЛ СО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева Сибирского отделения Российской академии наук
<b>ИГМ СО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук
<b>ИГП РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт государства и права Российской академии наук
<b>ИГЭ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева Российской академии наук
<b>ИДВ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Дальнего Востока Российской академии наук
<b>ИДГ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт динамики геосфер Российской академии наук
<b>ИЕ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Европы Российской академии наук
<b>ИЗМИРАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова Российской академии наук
<b>ИИ СО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт истории Сибирского отделения Российской академии наук
<b>ИИАЭ ДВО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт истории, археологии и этнографии народов Дальнего Востока Дальневосточного отделения Российской академии наук
<b>ИИАЭ ДФИЦ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт истории, археологии и этнографии Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук
<b>ИИА УрО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт истории и археологии Уральского отделения Российской академии наук
<b>ИИМК РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт истории материальной культуры Российской академии наук
<b>ИИММ КНЦ РАН</b>	Институт информатики и математического моделирования – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук»
<b>ИИЯЛ УФИЦ РАН</b>	Ордена Знак Почета Институт истории, языка и литературы – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук
<b>ИКВС УрО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза Уральского отделения Российской академии наук



<b>ИКЗ ТюмНЦ СО РАН</b>	Институт криосферы Земли Тюменского научного центра Сибирского отделения РАН
<b>ИКИ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт космических исследований Российской академии наук
<b>ИЛА РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Латинской Америки Российской академии наук
<b>ИЛИ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт лингвистических исследований Российской академии наук
<b>ИМ СО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт математики им. С.Л. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук
<b>ИМАШ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт машиноведения им. А.А. Благонравова Российской академии наук
<b>ИМБ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта Российской академии наук
<b>ИМБП РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем Российской академии наук
<b>ИМГ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт молекулярной генетики Российской академии наук
<b>ИМЕТ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова Российской академии наук
<b>ИМЗ СО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова Сибирского отделения Российской академии наук
<b>ИМЛИ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт мировой литературы им. А.М. Горького Российской академии наук
<b>ИММ УрО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского Уральского отделения Российской академии наук
<b>ИМСС УрО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии наук – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Пермского федерального исследовательского центра Уральского отделения Российской академии наук
<b>ИМХ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт металлоорганической химии им. Г.А. Разуваева Российской академии наук
<b>ИМЧ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой Российской академии наук
<b>ИМЭМО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Национальный исследовательский институт мировой экономики и международных отношений имени Е.М. Примакова Российской академии наук»

<b>ИНГГ СО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения Российской академии наук
<b>ИНП РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт народнохозяйственного прогнозирования Российской академии наук
<b>Институт иммунологии ФМБА России</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр «Институт иммунологии» Федерального медико-биологического агентства
<b>Институт философии РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт философии Российской академии наук
<b>ИНХС РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Трудового Красного Знамени Институт нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева Российской академии наук
<b>ИНЭОС</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова Российской академии наук
<b>ИО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук
<b>ИОНХ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова Российской академии наук
<b>ИОФ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук
<b>ИОФХ ФИЦ КазНЦ РАН</b>	Институт органической и физической химии имени А.Е. Арбузова – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»
<b>ИОХ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского Российской академии наук
<b>ИП РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт психологии Российской академии наук
<b>ИПКОН РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В. Мельникова Российской академии наук
<b>ИПЛИТ РАН, ФНИЦ КФ ИПЛИТ РАН</b>	Институт проблем лазерных и информационных технологий РАН – филиал Федерального государственного учреждения «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук»
<b>ИПМ им. М.В. Келдыша РАН</b>	Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской академии наук»
<b>ИПМех РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского Российской академии наук

<b>ИПНГ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем нефти и газа Российской академии наук
<b>ИППИ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича Российской академии наук
<b>ИППМ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем проектирования в микроэлектронике Российской академии наук
<b>ИПРИМ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт прикладной механики Российской академии наук
<b>ИПРЭ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем региональной экономики Российской академии наук
<b>ИПС им. А.К. Айламазяна РАН, ИПС РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт программных систем имени А.К. Айламазяна Российской академии наук
<b>ИПТМ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем технологии микроэлектроники и особочистых материалов Российской академии наук
<b>ИПУ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук
<b>ИПФ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики Российской академии наук»
<b>ИПЭЭ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова Российской академии наук
<b>ИРИ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт российской истории Российской академии наук
<b>ИрИХ СО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского Сибирского отделения Российской академии наук
<b>ИРЛИ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт русской литературы (Пушкинский Дом) Российской академии наук
<b>ИРЯ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт русского языка им. В.В. Виноградова Российской академии наук
<b>ИСАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт спектроскопии Российской академии наук
<b>ИСЗФ СО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт солнечно-земной физики Сибирского отделения Российской академии наук
<b>ИСК РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт Соединенных Штатов Америки и Канады Российской академии наук
<b>ИСл РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт славяноведения Российской академии наук
<b>ИСОИ РАН, ФНИЦ КФ ИСОИ РАН</b>	Институт систем обработки изображений РАН – филиал федерального государственного учреждения «Федеральный научно-исследовательский центр «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук»

<b>ИСП РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт системного программирования им. В.П. Иванникова Российской академии наук
<b>ИСПИ РАН</b>	Институт социально-политических исследований Федерального научно-исследовательского социологического центра Российской академии наук
<b>ИСХ КБНЦ РАН</b>	Институт сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр «Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук»
<b>ИСЭ СО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт сильноточной электроники Сибирского отделения Российской академии наук
<b>ИСЭИ УФИЦ РАН</b>	Институт социально-экономических исследований – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук.
<b>ИСЭМ СО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения Российской академии наук
<b>ИТ СО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе Сибирского отделения Российской академии наук
<b>ИТПМ СО РАН</b>	Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения РАН
<b>ИТПЭ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт теоретической и прикладной электродинамики Российской академии наук
<b>ИУО РАО</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Институт управления образованием Российской академии образования»
<b>ИФ Коми НЦ УрО РАН</b>	Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук
<b>ИФ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физиологии им. И.П. Павлова Российской академии наук
<b>ИФА РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова Российской академии наук
<b>ИФВД РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики высоких давлений им. Л.Ф. Верещагина Российской академии наук
<b>ИФЗ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта Российской академии наук
<b>ИФиП УрО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт философии и права Уральского отделения Российской академии наук
<b>ИФЛ СО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт филологии Сибирского отделения Российской академии наук

<b>ИФП СО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук
<b>ИФТ РАН, ИФТ ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН</b>	Институт фотонных технологий Федерального научно-исследовательского центра «Кристаллография и фотоника» Российской академии наук
<b>ИФТТ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики твердого тела Российской академии наук
<b>ИХТТ УрО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт химии твердого тела Уральского отделения Российской академии наук
<b>ИЭ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экономики Российской академии наук
<b>ИЭА РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Ордена Дружбы народов Институт этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая Российской академии наук
<b>ИЭИ ДВО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экономических исследований Дальневосточного отделения Российской академии наук
<b>ИЭМ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экспериментальной минералогии имени академика Д.С. Коржинского Российской академии наук
<b>ИЭОПП СО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения Российской академии наук
<b>ИЭП КНЦ РАН</b>	Обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина.
<b>ИЭФБ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова Российской академии наук
<b>ИЯз РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт языкознания Российской академии наук
<b>ИЯИ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерных исследований Российской академии наук
<b>ИЯЛИ ДНЦ РАН, ИЯЛИ ДФИЦ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт языка, литературы и искусства им. Г. Цадасы Дагестанского научного центра Российской академии наук
<b>ИЯЛИ КарНЦ РАН</b>	Институт языка, литературы и истории КарНЦ РАН – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Карельский научный центр Российской академии наук»

<b>ИЯЛИ Коми НЦ УрО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт языка, литературы и истории Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук
<b>ИЯФ СО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения Российской академии наук
<b>Калмыцкий НИИСХ – филиал ФГБНУ «ПАФНЦ РАН»</b>	Калмыцкий научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Б. Нармаева – филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения «Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук»
<b>Калмыцкий НЦ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Калмыцкий научный центр Российской академии наук»
<b>КНИТУ-КАИ</b>	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
<b>КраО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Крымская астрофизическая обсерватория Российской академии наук
<b>КТИ НП СО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Конструкторско-технологический институт научного приборостроения Сибирского отделения Российской академии наук
<b>КФ ФИЦ ЕГС РАН</b>	Камчатский филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федеральный исследовательский центр «Единая геофизическая служба Российской академии наук»
<b>ЛРЦ</b>	Федеральное государственное автономное учреждение Лечебно-реабилитационный центр Минздрава России
<b>МАЭ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) Российской академии наук
<b>МГИ, МГИ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Морской гидрофизический институт РАН»
<b>МГТУ им. Н.Э. Баумана</b>	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана»
<b>МГУ (МГУ имени М.В. Ломоносова)</b>	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова»
<b>МИАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Математический институт им. В.А. Стеклова Российской академии наук
<b>ММБИ КНЦ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра Российской академии наук
<b>МНИОИ им. П.А. Герцена</b>	Московский научно-исследовательский онкологический институт имени П.А. Герцена – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России

<b>МРНЦ им. А.Ф. Цыба – филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» Минздрава России</b>	Медицинский радиологический научный центр им. А.Ф. Цыба – филиал федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации
<b>МТЦ СО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт «Международный томографический центр» Сибирского отделения Российской академии наук
<b>МФТИ</b>	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»
<b>МЧС России</b>	Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий
<b>НГУ</b>	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
<b>НИИ акушерства, гинекологии и репродуктологии им. Д.О. Отта</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт акушерства, гинекологии и репродуктологии имени Д.О. Отта»
<b>НИИ фармакологии</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт фармакологии имени В.В. Закусова»
<b>НИИНА</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт по изысканию новых антибиотиков имени Г.Ф. Гаузе»
<b>НИИОПП</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии»
<b>НИИПЗК</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт пушного звероводства и кролиководства имени В.А. Афанасьева»
<b>НИИПЭ</b>	Научно-исследовательский институт проблем экологии
<b>НИИСХ ЮВ</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока»
<b>НИИФКИ</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт фундаментальной и клинической иммунологии»
<b>НИТУ МИСиС</b>	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет "МИСиС"»
<b>НИУ ВШЭ</b>	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет "Высшая школа экономики"»
<b>НИЦ «Кристаллография и фотоника»</b>	Федеральное государственное учреждение «Федеральный научно-исследовательский центр "Кристаллография и фотоника" Российской академии наук»

<b>НИЦ «Курчатовский институт»</b>	Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»
<b>НИЦ «Курчатовский институт» – ИФВЭ</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение «институт физики высоких энергий имени А.А. Логунова Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
<b>НИЦ «Курчатовский институт» – ПИЯФ</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Петербургский институт ядерной физики им. Б. П. Константинова» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»
<b>НИЯУ МИФИ</b>	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский ядерный университет "МИФИ"»
<b>НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр онкологии имени Н.Н. Блохина» Министерства здравоохранения Российской Федерации
<b>НМИЦ радиологии</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр радиологии» Минздрава России.
<b>ННЦМБ ДВО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского» Дальневосточного отделения Российской академии наук
<b>НТЦ микроэлектроники РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научно-технологический центр микроэлектроники и субмикронных гетероструктур Российской академии наук
<b>НТЦ УП РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Научно-технологический центр уникального приборостроения Российской академии наук
<b>НЦЗ им. П.П. Лукьяненко</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко»
<b>НЦПЗ</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научный центр психического здоровья»
<b>ОИВТ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Объединенный институт высоких температур Российской академии наук
<b>ОИЯИ</b>	Объединенный институт ядерных исследований
<b>ПОМИ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургское отделение Математического института им. В.А. Стеклова Российской академии наук
<b>Психологический институт РАО</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Психологический институт Российской академии образования»
<b>РААСН</b>	Российская академия архитектуры и строительных наук
<b>РАХ</b>	Российская академия художеств
<b>РГУ нефти и газа имени И.М.Губкина</b>	Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина
<b>РИНЦ</b>	Российский индекс научного цитирования



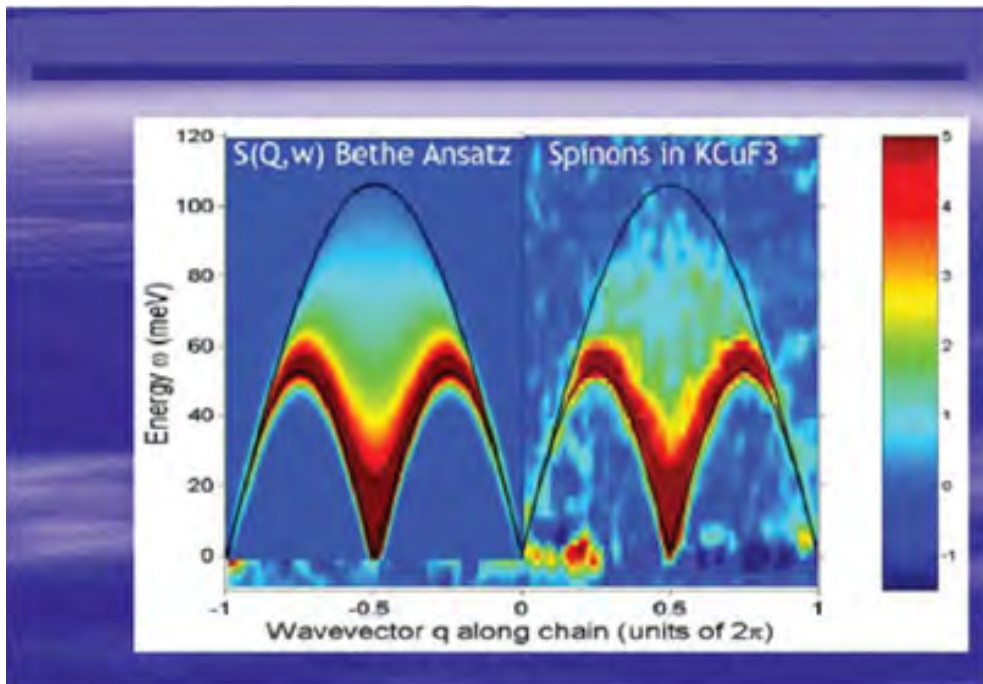
<b>РНЦХ им. акад. Б.В. Петровского</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Российский научный центр хирургии имени академика Б.В. Петровского»
<b>Роспотребнадзор</b>	Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
<b>РФЯЦ – ВНИИТФ</b>	Российский Федеральный Ядерный Центр – Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики имени академика Е.И. Забабахина
<b>РФЯЦ – ВНИИЭФ</b>	Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики
<b>САО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук
<b>СибНИИП – филиал ФГБНУ «Омский АНЦ»</b>	Сибирский научно-исследовательский институт птицеводства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Омский аграрный научный центр»
<b>СибНИИРС – филиал ФГБНУ ИЦиГ СО РАН</b>	Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук»
<b>СКФНЦСВВ</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»
<b>СКФУ</b>	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Северо-Кавказский федеральный университет»
<b>СОИГСИ ВНЦ РАН</b>	Северо-Осетинский институт гуманитарных и социальных исследований им. В.И. Абаева – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального научного центра Владикавказский научный центр РАН
<b>СПбАУ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение высшего образования и науки «Санкт-Петербургский национальный исследовательский Академический университет Российской академии наук»
<b>СПбГУ</b>	Санкт-Петербургский государственный университет
<b>СПБНИИ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургский институт истории Российской академии наук
<b>СПИИРАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук
<b>СФУ</b>	Сибирский федеральный университет
<b>ТГУ</b>	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»
<b>ТОИ ДВО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения Российской академии наук

<b>УИИЯЛ УдмФИЦ УрО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Удмуртский институт истории, языка и литературы Уральского отделения Российской академии наук
<b>Университет ИТМО</b>	Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики
<b>УрФУ</b>	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»
<b>ФБУН ЦНИИЭ, ФБУН ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора</b>	Федеральное бюджетное учреждение науки «Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
<b>ФГАНУ ВНИМИ</b>	Федеральное государственное автономное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт молочной промышленности»
<b>ФГАНУ НИИХП</b>	Федеральное государственное автономное научное учреждение «Научно-исследовательский институт хлебопекарной промышленности»
<b>ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова»
<b>ФГБНУ ВНИИМЗ</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт мелиорированных земель»
<b>ФГБНУ ВНИИРАЭ</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии»
<b>ФГБНУ ВНИИСХ РАЭ</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии»
<b>ФГБНУ Курский ФАНЦ</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Курский федеральный аграрный научный центр»
<b>ФГБНУ НИИЭО АПК ЦЧР</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса Центрально-Черноземного района Российской Федерации»
<b>ФГБНУ НЦН</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научный центр неврологии»
<b>ФГБНУ ПНИИЭО</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Поволжский научно-исследовательский институт экономики и организации агропромышленного комплекса»
<b>ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства»
<b>ФГБНУ ФРАНЦ</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный ростовский аграрный научный центр»
<b>ФГБОУ ВО МГМСУ им. А.И. Евдокимова Минздрава России</b>	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

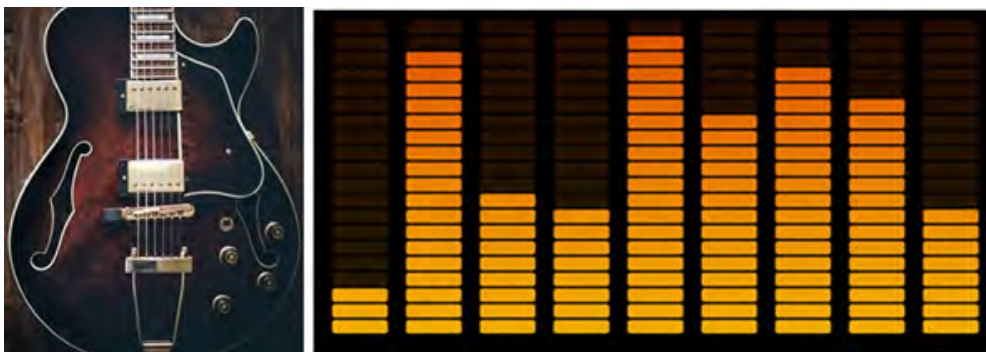
<b>ФГБУН ННЦ – НБС</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»
<b>ФГУП «ВНИИА»</b>	Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт автоматики им. Н.Л. Духова»
<b>ФГУП «ЦНИИчермет им. И.П. Бардина»</b>	Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии имени И.П. Бардина»
<b>ФИАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физический институт им. П.Н. Лебедева Российской академии наук
<b>ФИЦ «Немчиновка»</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр «Казанский научный центр Российской академии наук»
<b>ФИЦ Биотехнологии РАН</b>	Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр "Фундаментальные основы биотехнологии" Российской академии наук»
<b>ФИЦ ВИР</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова»
<b>ФИЦ ЕГС РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Единая геофизическая служба Российской академии наук»
<b>ФИЦ ИУ РАН</b>	Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" Российской академии наук»
<b>ФИЦ КазНЦ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр "Немчиновка"»
<b>ФИЦ КНЦ СО РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»
<b>ФИЦ ФТМ</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины»
<b>ФИЦ ХФ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук
<b>ФИЦВиМ</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный исследовательский центр вирусологии и микробиологии»
<b>ФНАЦ ВИМ</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»
<b>ФНИСЦ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный научно-исследовательский социологический центр Российской академии наук
<b>ФНКЦ РР</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научно-клинический центр реаниматологии и реабилитологии»

<b>ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр животноводства - ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»
<b>ФНЦ ВНИИ экспериментальной ветеринарии им. К.И. Скрябина и Я.Р. Коваленко РАН</b>	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»
<b>ФНЦ им. И.В. Мичурина</b>	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина»
<b>ФНЦ НИИСИ РАН</b>	Федеральное государственное учреждение «Федеральный научный центр Научно-исследовательский институт системных исследований Российской академии наук»
<b>ФТИ им. А.Ф.Иоффе РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе Российской академии наук
<b>ФТИАН РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Физико-технологический институт Российской академии наук
<b>ЦИАМ им. П.И. Баранова</b>	Федеральное государственное унитарное предприятие «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова»
<b>ЦИТП РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр информационных технологий в проектировании Российской академии наук
<b>ЦТП ФХФ РАН</b>	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Центр теоретических проблем физико-химической фармакологии Российской академии наук

## **РИСУНКИ И ИЛЛЮСТРАЦИИ**



**Рисунок 1** – Сечение неупругого рассеяния нейтронов в кристалле KCuF3, как функция импульса и энергии. Значение функции показано цветом. На правом рисунке приведены экспериментальные данные, на левом – теоретические результаты, полученные с помощью формфакторного разложения корреляционной функции третьих компонент спинов и с использованием детерминантных формул для скалярных произведений



**Рисунок 2** – Струна полностью определяется набором частот, возникающих при ее колебании

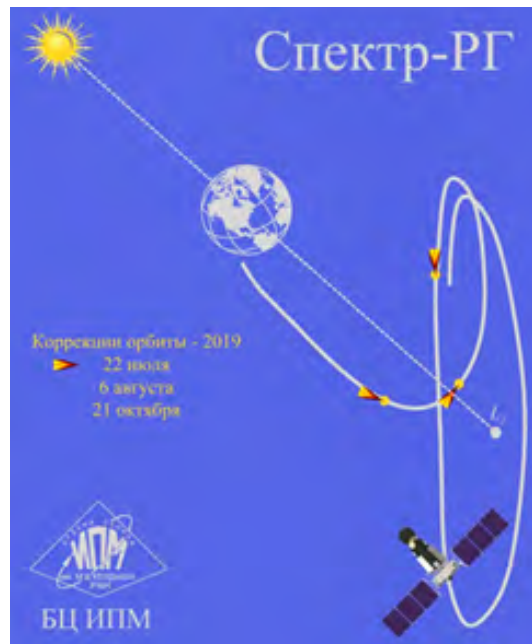


Рисунок 3 – Полёт космического аппарата «Спектр-РГ» на квазипериодическую орбиту

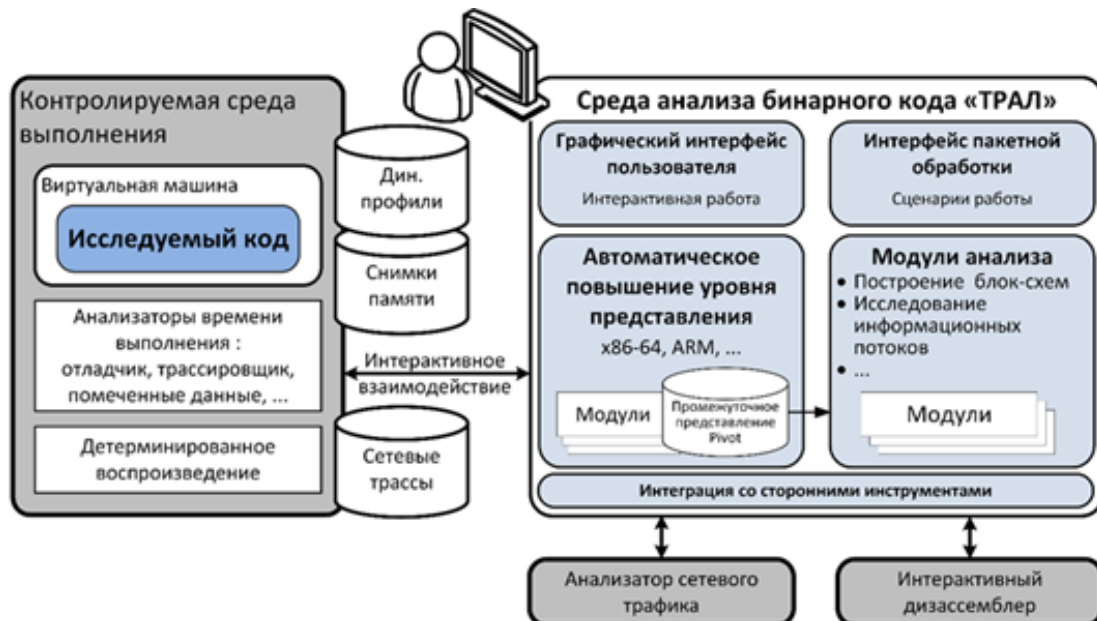
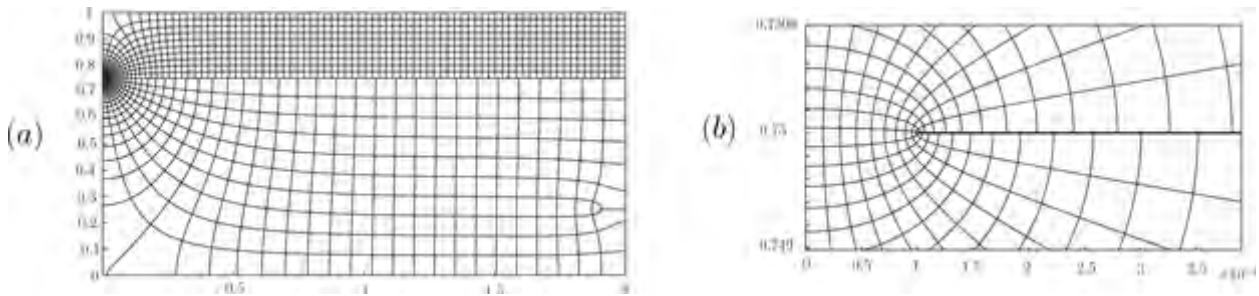


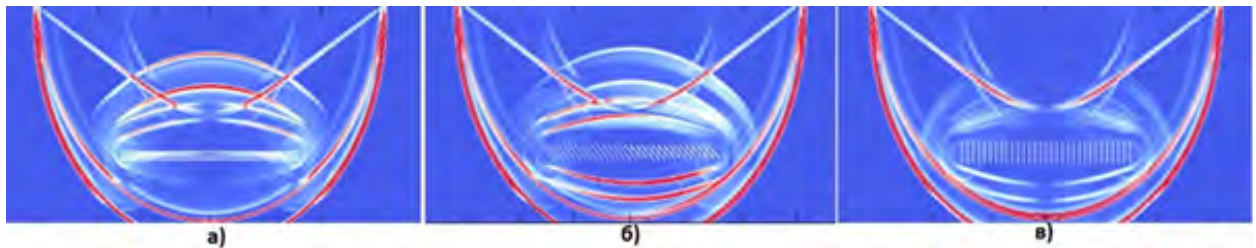
Рисунок 4 – Комплекс инструментальных средств – среда анализа бинарного кода ТРАЛ



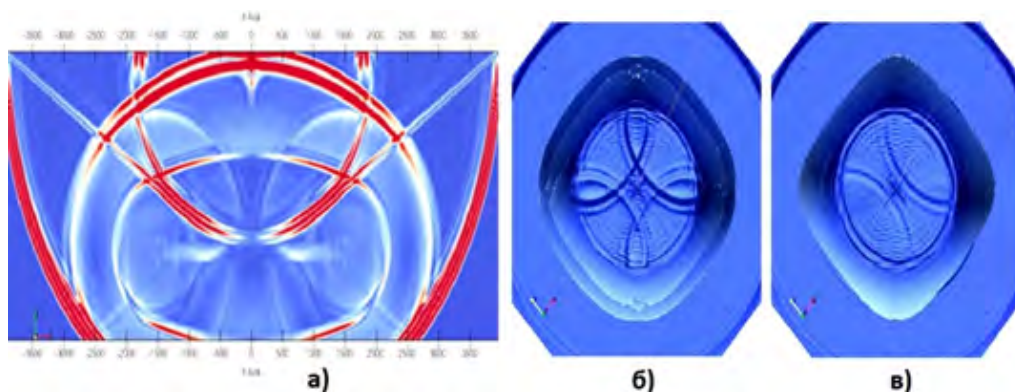




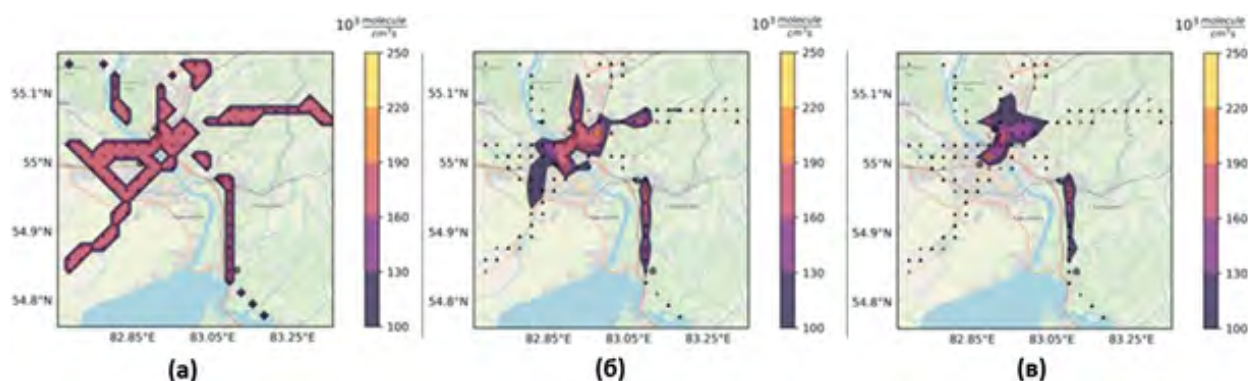
**Рисунок 7** – Пример решения проблемы «кроудинга» в области с узким перешейком: (а) конформная сетка во всей области, (б) сетка вблизи узкого перешейка



**Рисунок 8** – Волновая картина при рассеянии упругих волн от поверхностного источника на заглубленной слоистой структуре; а) – горизонтально ориентированный слоистый кластер, б) – слоистый кластер, ориентированный под углом 450, в) - вертикально ориентированный слоистый кластер



**Рисунок 9** – Анализ различия сейсмических откликов от блочного и слоистого кластеров. Приход на поверхность первого отражения от объекта – а), модуль скорости среды на поверхности для блочного – б) и слоистого кластера – в)



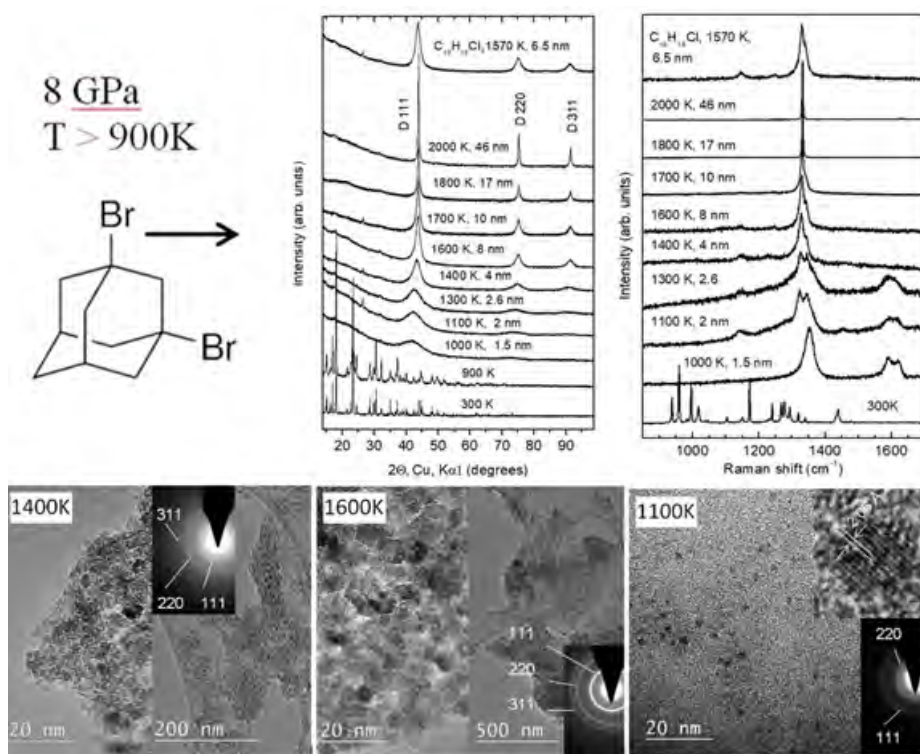
**Рисунок 10** – Идентификация стационарных источников NO (а) по временным рядам концентрации O<sub>3</sub> на 5 постах мониторинга; проекция «точного» решения на дополнение ядра оператора чувствительности (оценка «видимого» источника) (б) и результат решения задачи идентификации источника (с). Сценарный расчет на примере г. Новосибирска



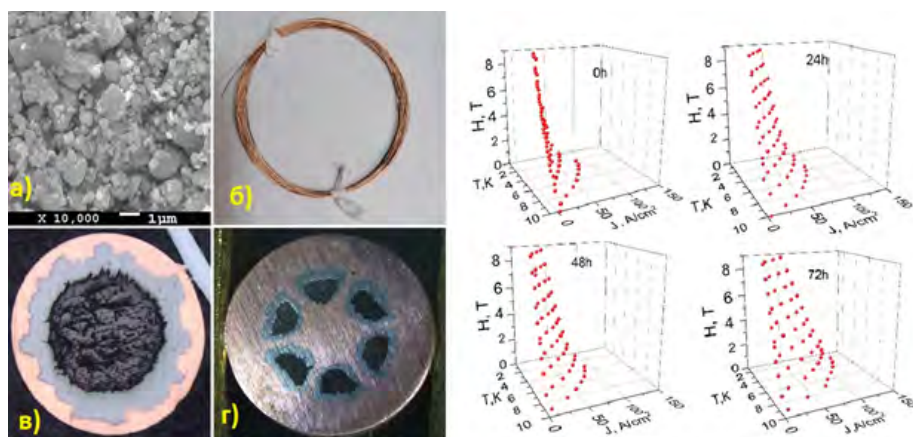
**Рисунок 11** – Обложка книги «Математическая составляющая»



**Рисунок 12** – Иллюстрации к статье «Колёсные пары железнодорожных составов»

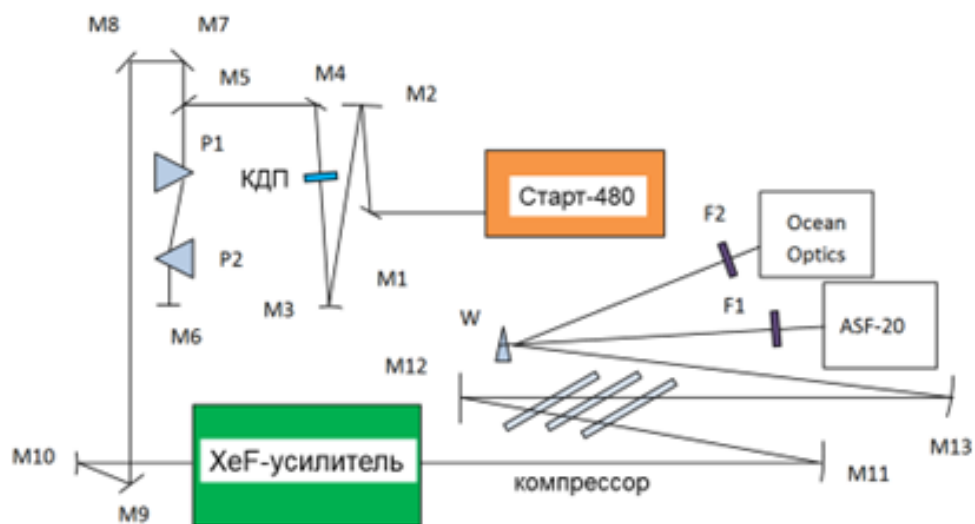


**Рисунок 13** – Синтез наноалмазов из бромированного адамантана  $C_{10}H_{14}Br_2$  при 8 ГПа, время синтеза 120 с. Эксперименты показывают, что хлорированный адамантан также является великолепным прекурсором для синтеза наноалмазов при давлениях доступных для массового производства

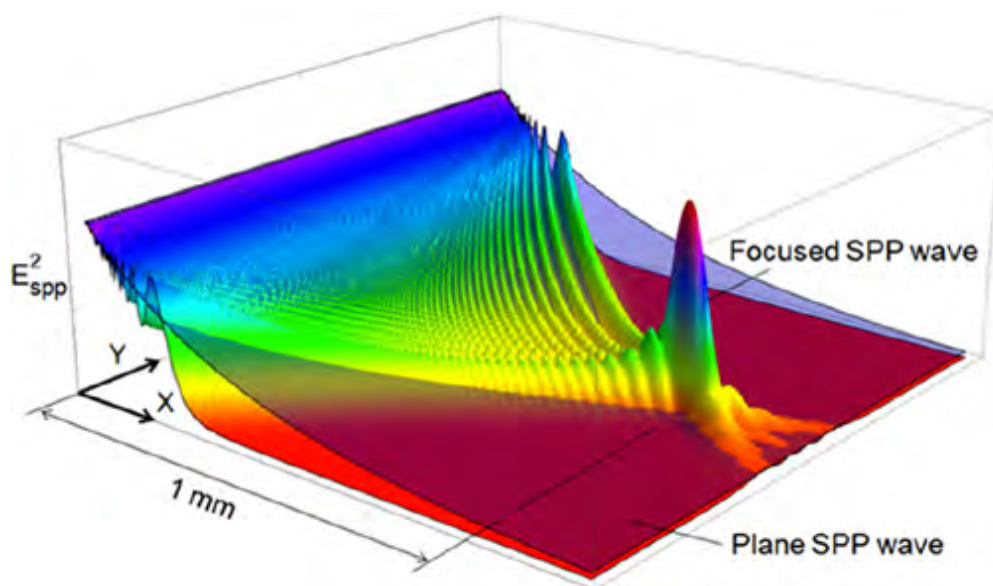


**Рисунок 14** – а) СЭМ-изображение порошка  $FeSe$ ; б) образец провода длиной более 100 метров; в, г) сечение одножильного и многожильного проводов на основе  $FeSe$ ; д) H-T диаграмма сверхпроводящего состояния в зависимости от времени отжига провода

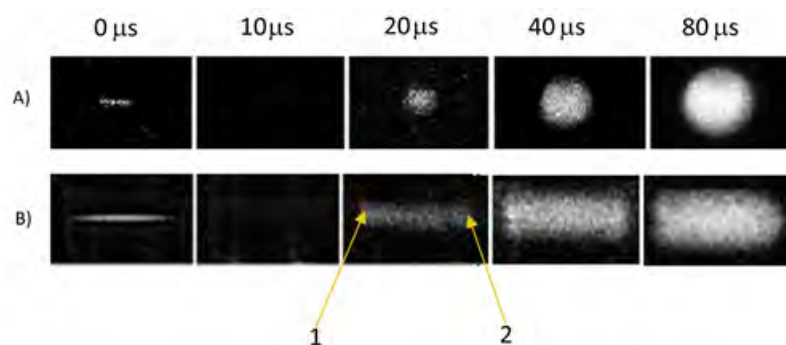




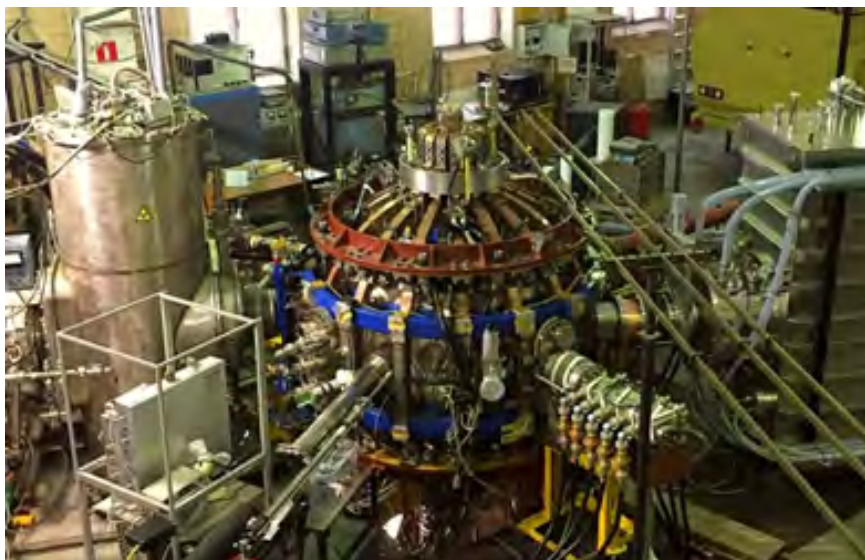
**Рисунок 15** – Оптическая схема лазерной системы. M1–M9, M12 – поворотные зеркала; P1 и P2 – призмы стретчера; M10 – выпуклое зеркало с  $R = -23$  м, M11 – вогнутое зеркало с  $R = 15$  м; M13 – фокусирующее зеркало с  $F=12.2$  м; W – клин; F1 и F2 – ослабители



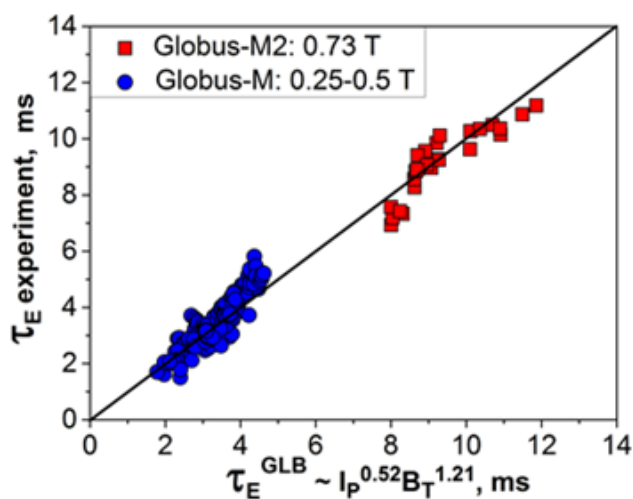
**Рисунок 16** – Эффективная длина распространения SPP в волноводе и его полоса пропускания



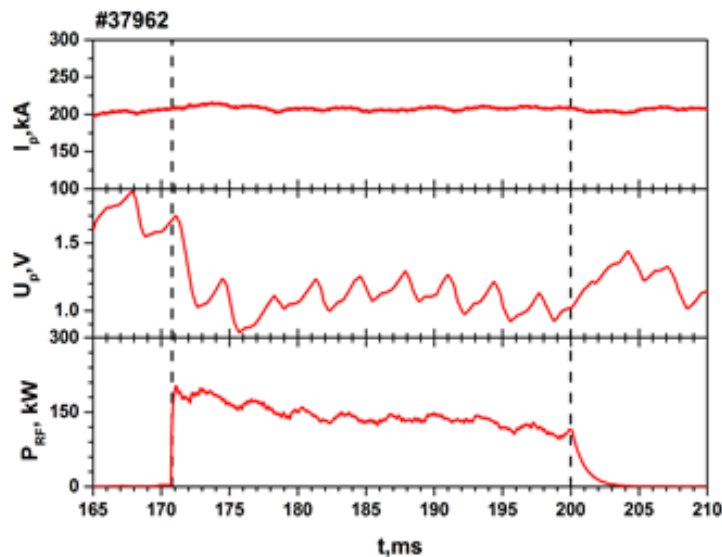
**Рисунок 17** – Последовательность изображений свечения из зоны разгорания, полученных с различной задержкой относительно наносекундного импульса лазерного излучения при "точечном" поджиге А), и поджиге лазерным излучением в протяженном объеме В)



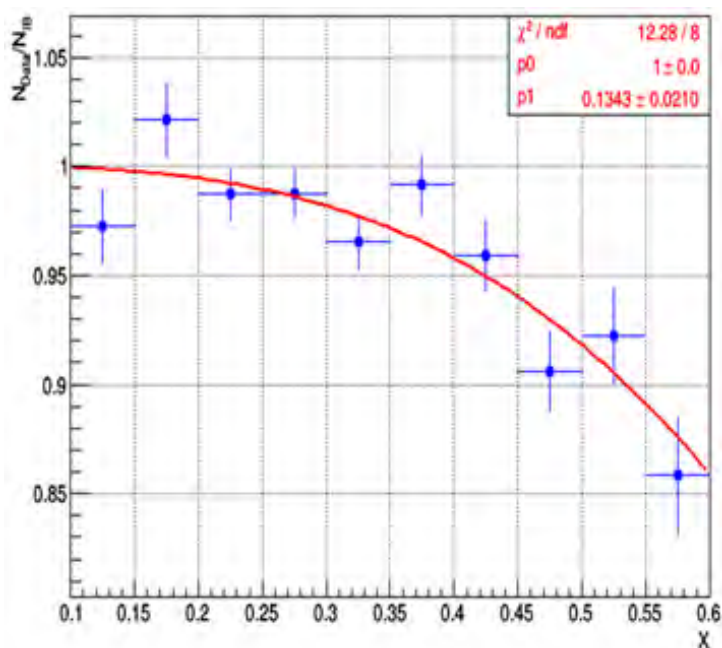
**Рисунок 18** – Внешний вид токамака Глобус-М2



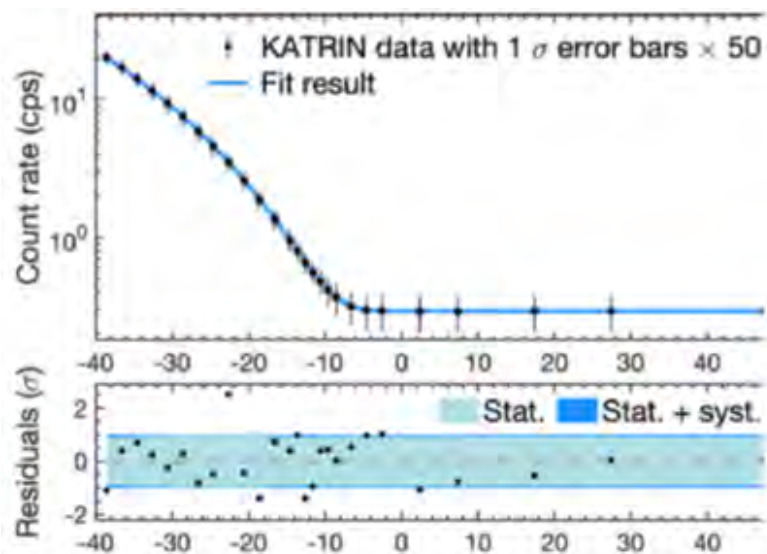
**Рисунок 19** – Сравнение времени удержания энергии при низких и высоких магнитных полях



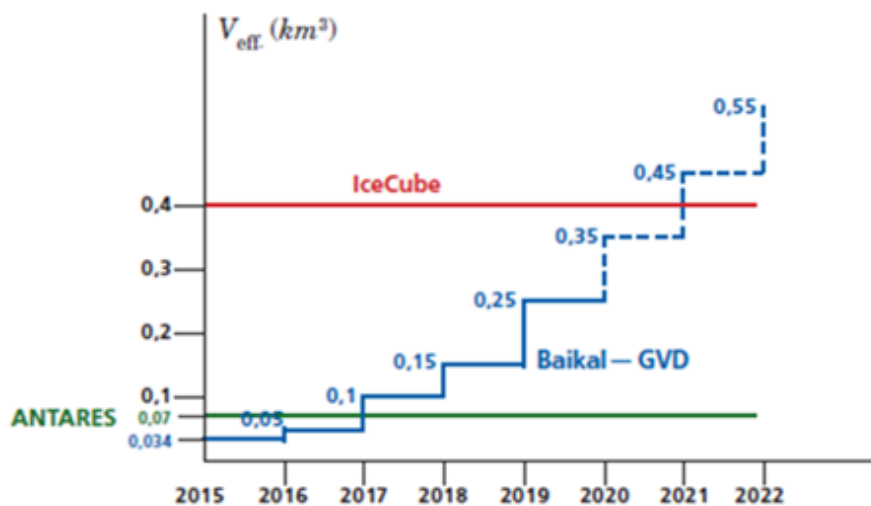
**Рисунок 20** – Эффект замещения индукционного тока током увлечения, наблюдаемый по характерному снижению напряжения на обходе плазменного шнура  $U_p$  при неизменном полном токе плазмы  $I_p$



**Рисунок 21** – Отношение наблюдаемого числа событий распада  $K^+ \rightarrow \mu^+ \nu \gamma$  к ожидаемому для чистого тормозного излучения в зависимости от  $x = 2 E^* \gamma / mK$  (синие точки с ошибками). Красная кривая – фит с учетом деструктивной интерференции тормозного и структурного излучения. Результатом фитирования является измерение разности векторной и аксиальной констант  $F_V - F_A = 0,134 \pm 0,021 \pm 0,027$



**Рисунок 22** – Спектр электронов распада трития вблизи граничной точки, измеренный в первом сеансе КАТРИН. Вверху: абсолютные единицы; внизу: отклонения от теоретического спектра, деленные на экспериментальные ошибки



**Рисунок 23** – Эффективный объём детекторов для регистрации ливневых событийот нейтрино в области энергий 100 TeV – 10 PeV

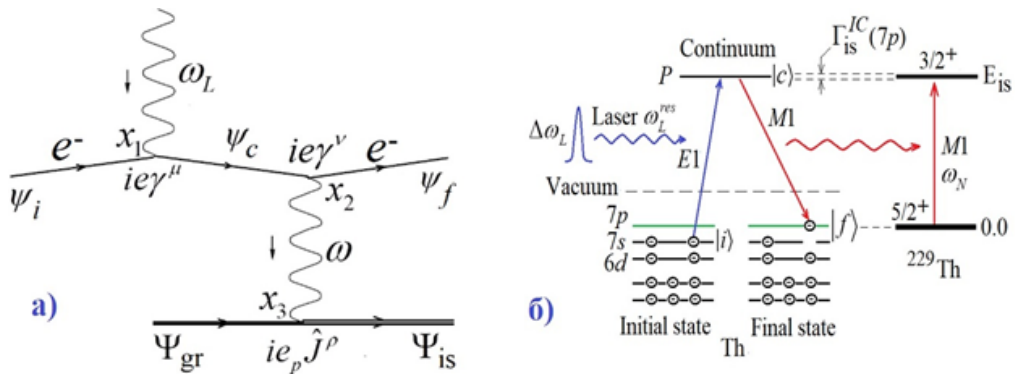


**Рисунок 24** – Работы по монтажу гирлянды

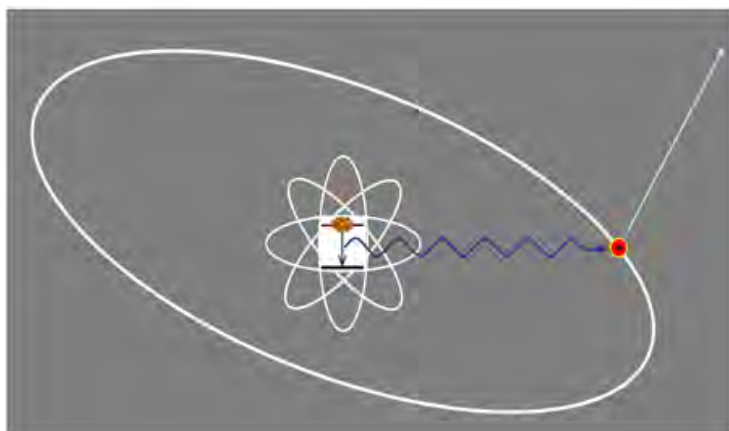


**Рисунок 25** – а) Корпус фабрики СТЭ; б) Ускоритель ДЦ-280

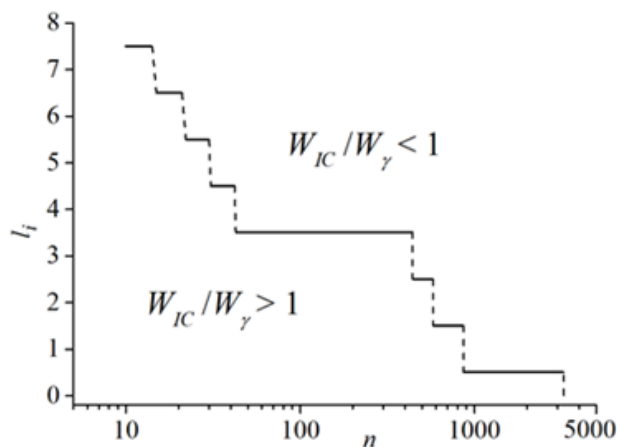




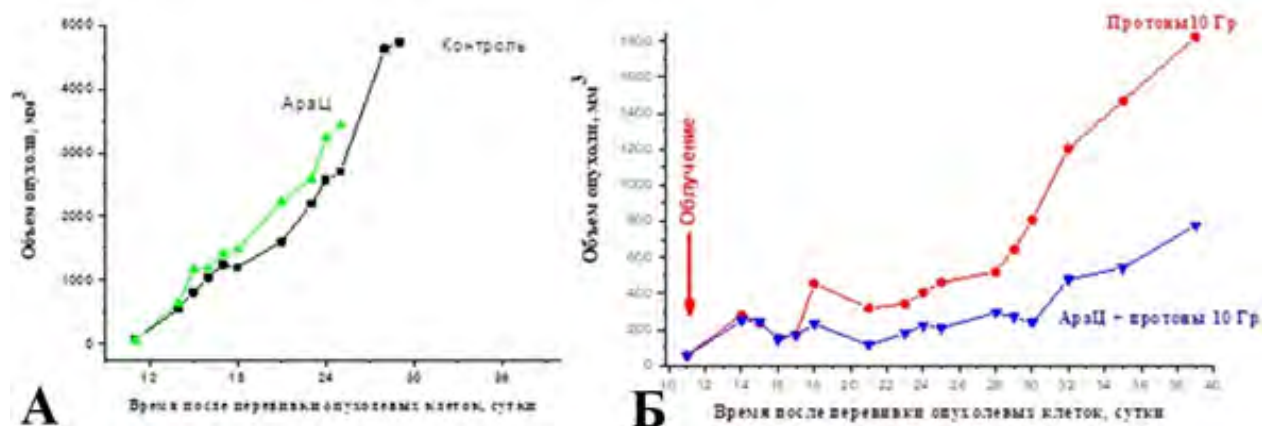
**Рисунок 26** – Процесс возбуждения низколежащего изомерного состояния  $3/2^+(8.3 \text{ эВ})$  в ядре  $^{229}\text{Th}$  фотонами по механизму электронного моста через атомную оболочку с промежуточными состояниями в непрерывном спектре



**Рисунок 27** – Распад изомера  $^{229\text{m}}\text{Th}$  ( $3/2^+$ , 8.3 эВ) по каналу внутренней конверсии



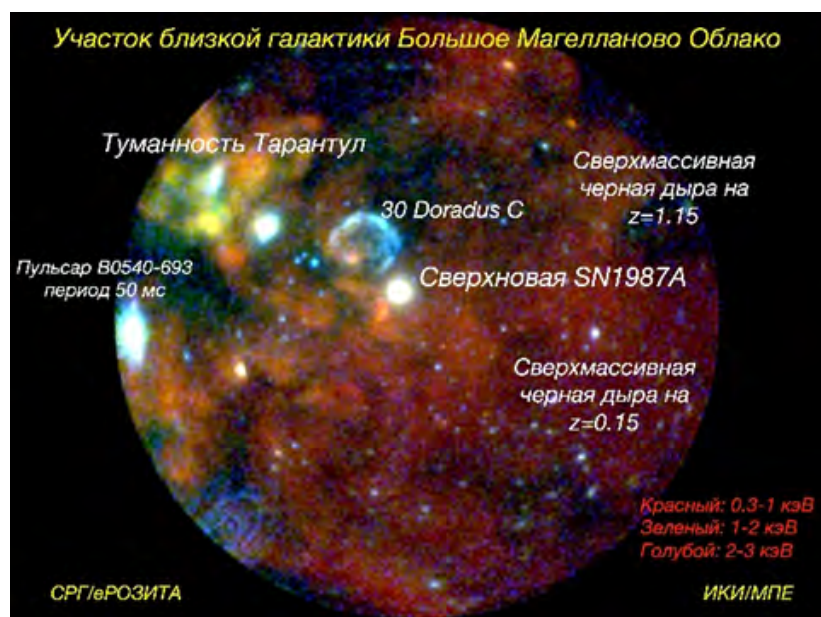
**Рисунок 28** – Отношение квантового числа и орбитального момента ридберговского состояния вероятности конверсии WIC к вероятности  $\gamma$ -излучения  $W_\gamma$



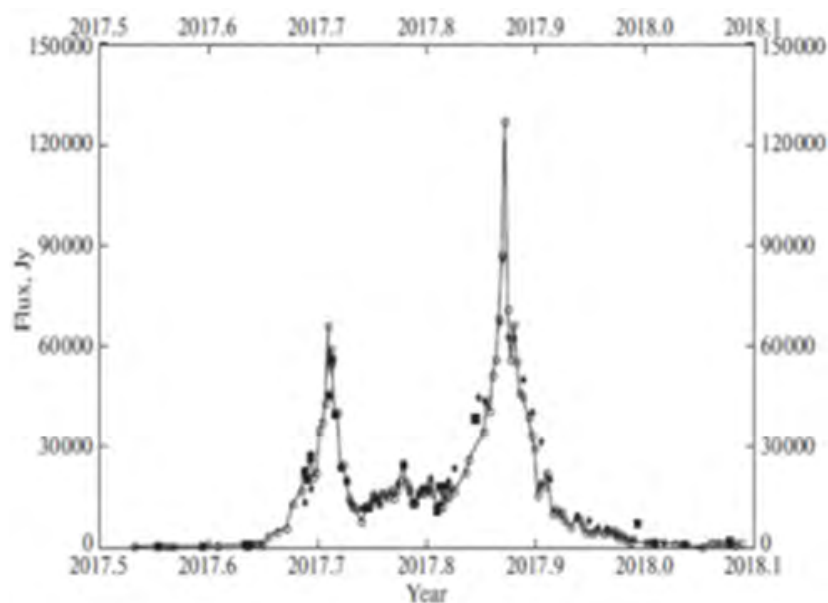
**Рисунок 29** – Кинетика роста опухоли меланомы у мышей: А – необлученный контроль, Б – облучение протонами в пике Брэгга в дозе 10 Гр.



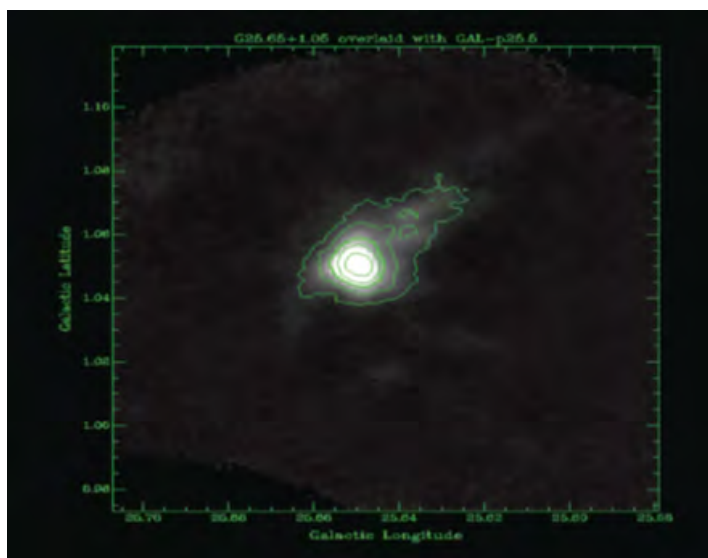
**Рисунок 30** – Пуск ракеты «Протон» со спутником «Спектр-РГ» с космодрома Байконур



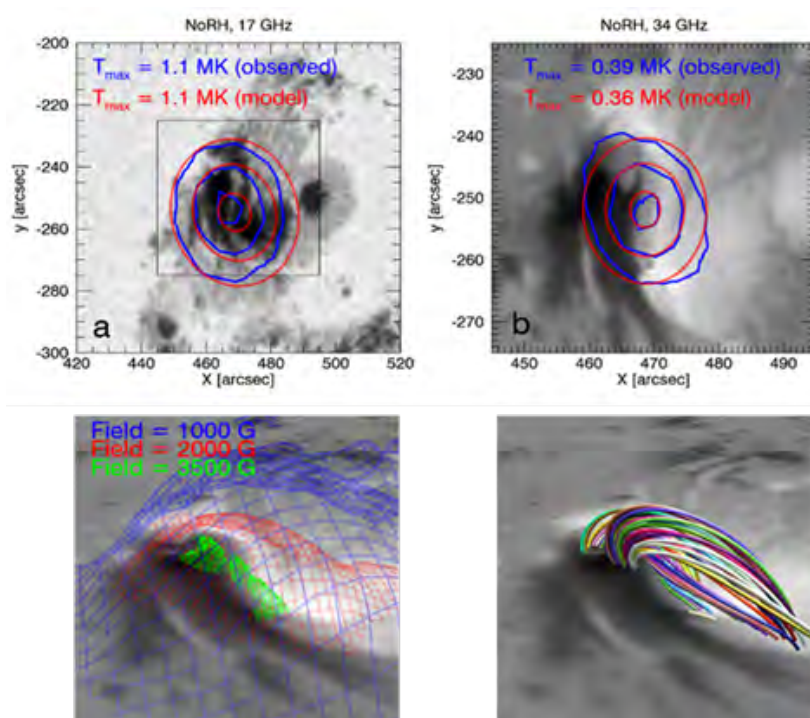
**Рисунок 31** – Рентгеновское изображение фрагмента близкой галактики Большое Магелланово Облако, полученное телескопом eROSITA. Отмечены несколько объектов разной природы, расположенных в этой галактике, и две далекие галактики с активными ядрами, оказавшиеся в этом же поле



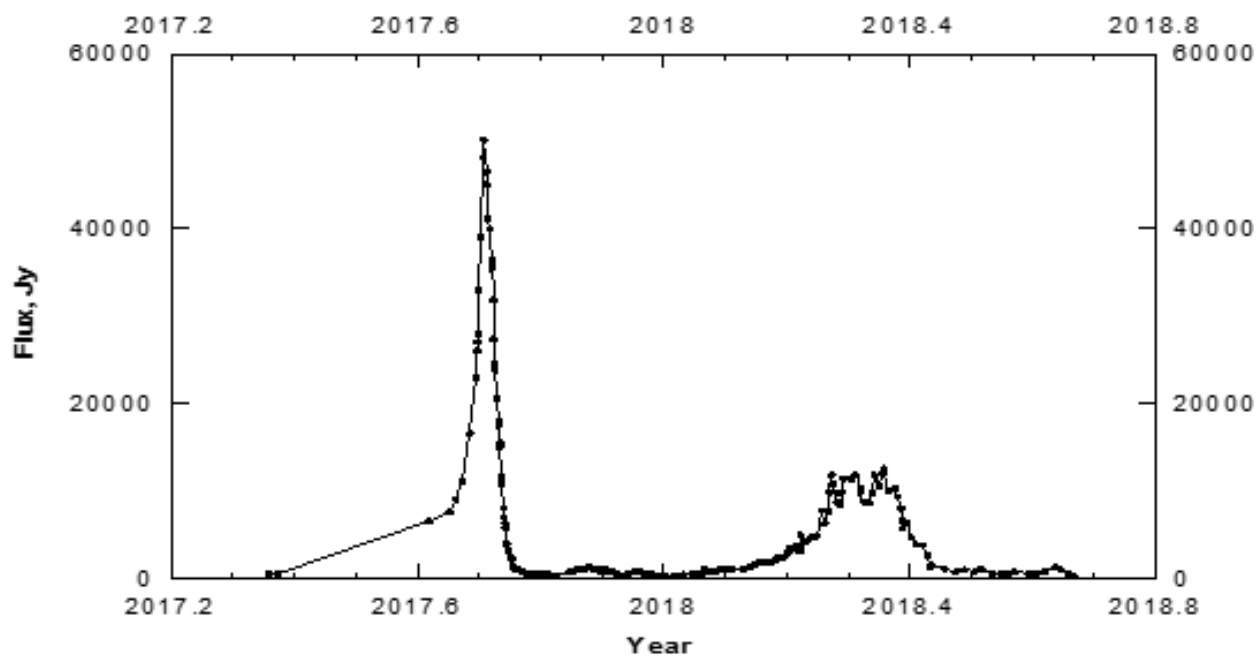
**Рисунок 32** – Кривая плотности потока излучения во время вспышки



**Рисунок 33** – Изображение на длине волны 870 м большой болометрической камеры «АРЕХ»

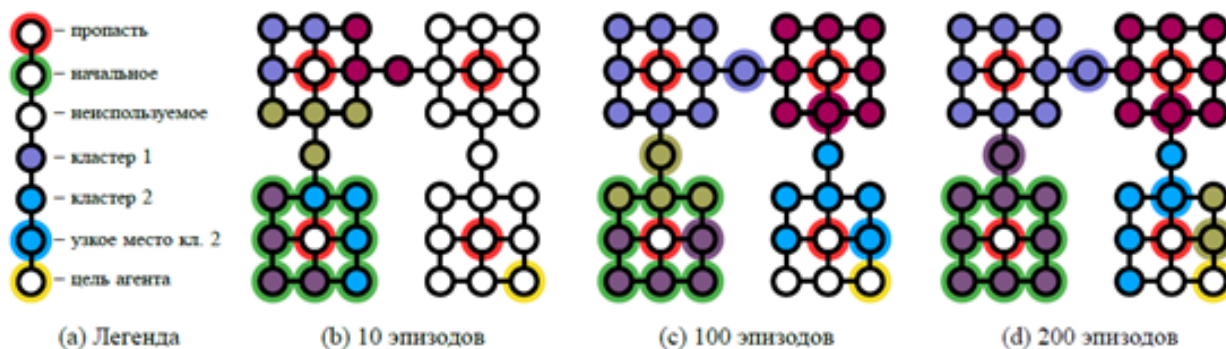


**Рисунок 34** – Вверху: Радиоизображения активной области АО 12673 (синие контуры), наблюдаемые радиогелогографом NoRH на частотах 17 ГГц (слева) и 34 ГГц (справа) с соответствующими модельными радиокартами (красные контуры). Фоном показаны изображение данной активной области в белом свете и карта продольной компоненты магнитного поля (слева и справа, соответственно). Внизу показана трёхмерная структура коронального поля в виде поверхностей равного магнитного поля (слева) и силовых линий (справа)

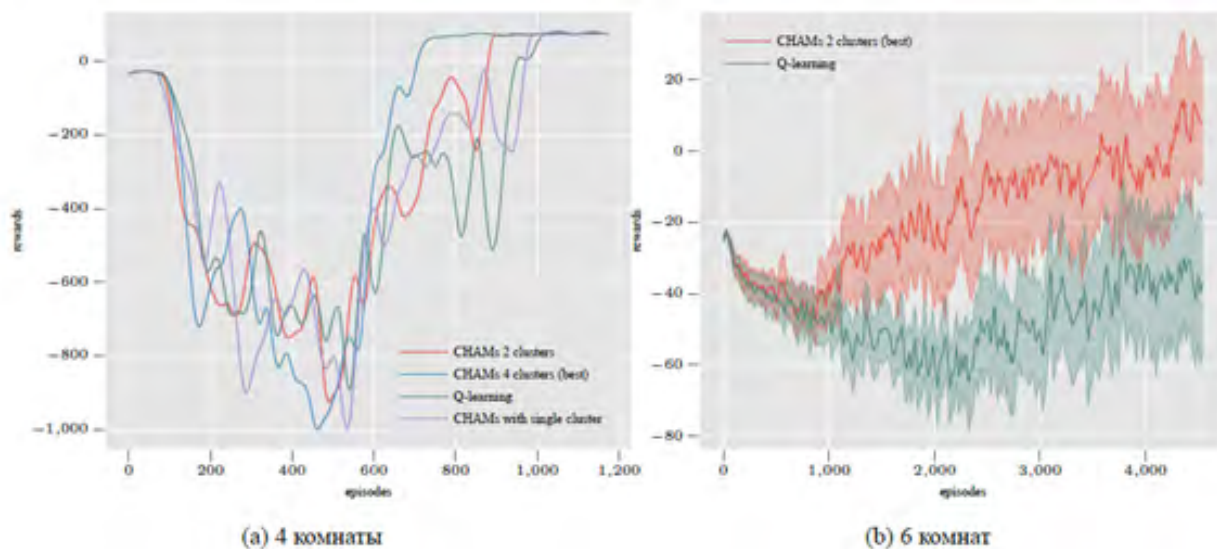


**Рисунок 35** – Гигантская двойная вспышка мазера H<sub>2</sub>O в W49N в линии – 81 км/сек.

## НАНОТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ



**Рисунок 36** – Схематичный пример выделения подцелей с одновременной кластеризацией состояний среды в задаче поиска пути в лабиринте с 4 комнатами и опасными участками. Цветами обозначены выделяемые агентом кластеры состояний (цветные заполненные кружки) и соответствующие им подцели после (цветные заполненные кружки с окаймлением) определенного количества эпизодов взаимодействия со средой (10, 100 и 200 эпизодов). Выделяемые подцели соответствуют проходам между комнатами, которые необходимо пометить, чтобы достичь цели



**Рисунок 37** – Результаты сравнительных экспериментов в задаче поиска пути в лабиринте с 4 комнатами (слева) и с 6 (справа) в виде графиков полученных агентом вознаграждений в зависимости от количества эпизодов взаимодействия со средой



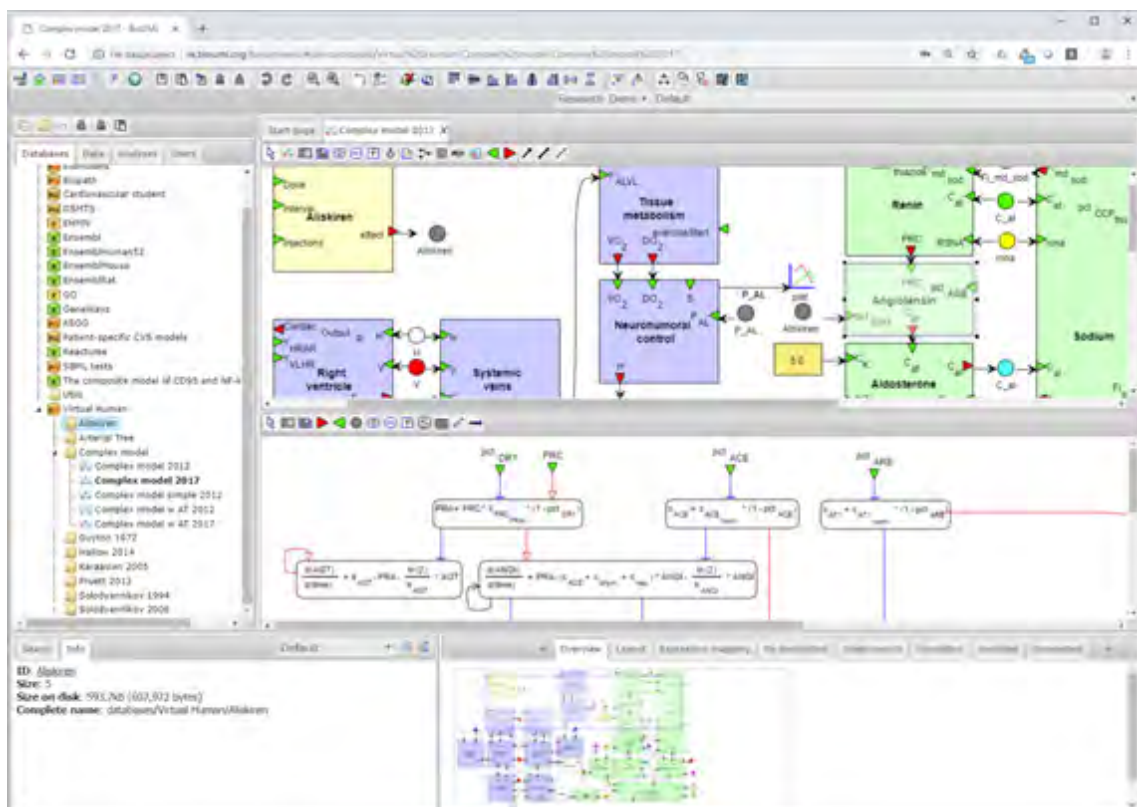


Рисунок 38 – Пользовательский интерфейс платформы BioUML

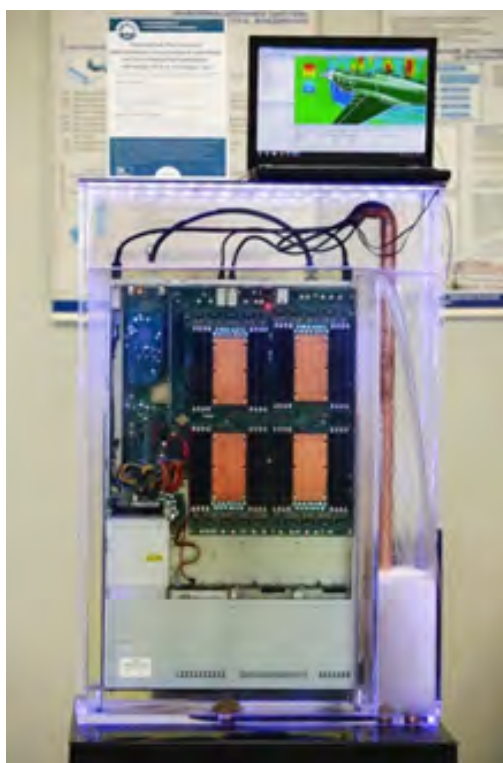
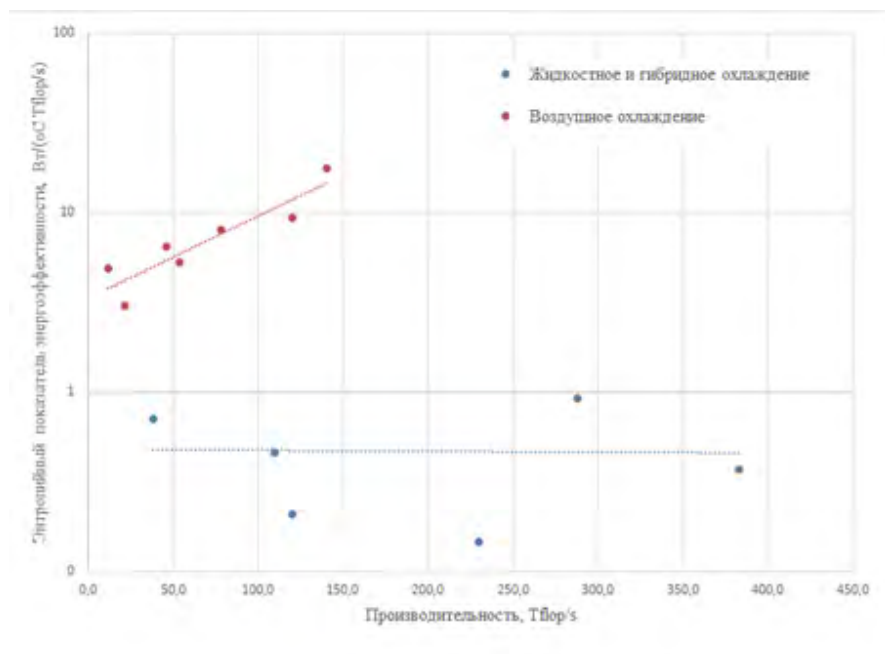
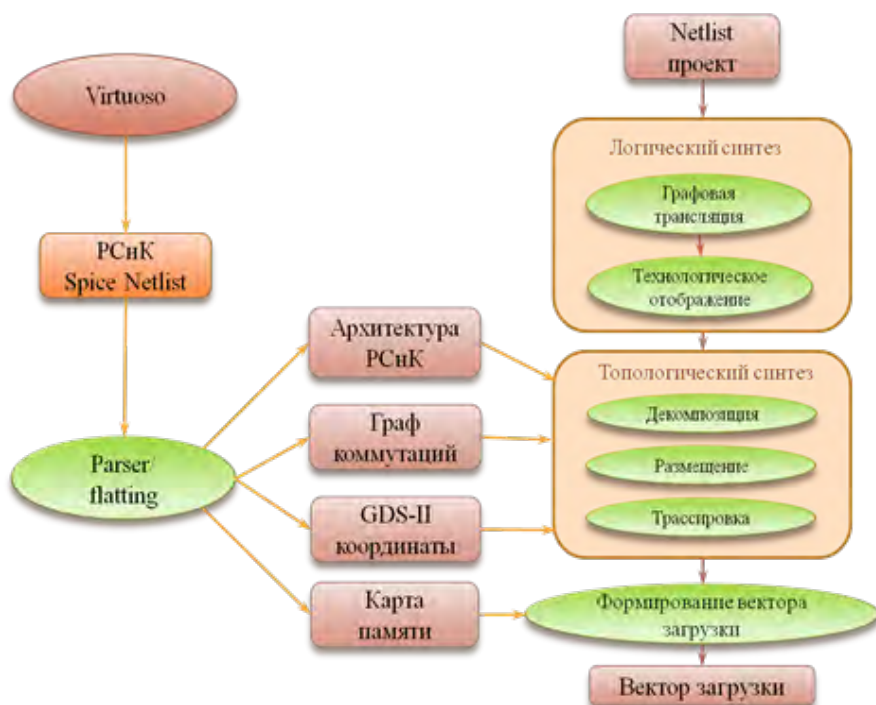


Рисунок 39 – Демонстрационный образец иммерсионной системы (при 20°C окружающего воздуха показатели энергоэффективности: PUE = 1,04, энтропийный критерий QTR = 0,3 Вт/(°C × Тфлопс))

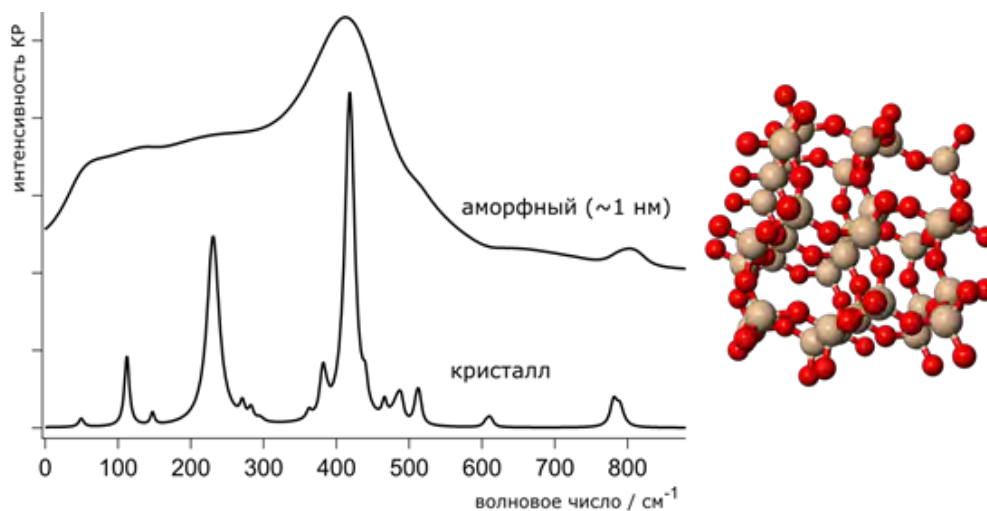


**Рисунок 40** – Энтропийный показатель энергоэф-фективности для суперкомпьютеров списка Тор-50 России

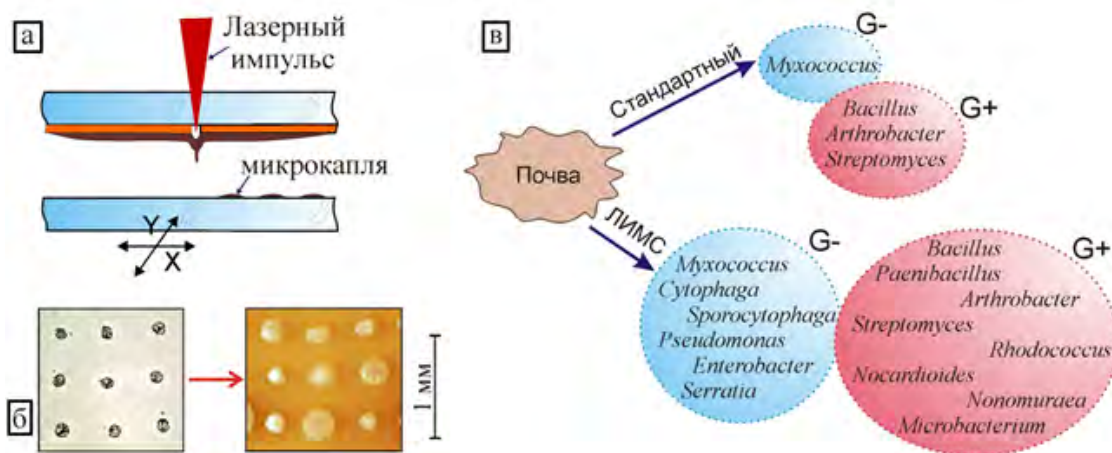


**Рисунок 41** – Блок-схема маршрута проектирования полукастных схем на базе PCnK

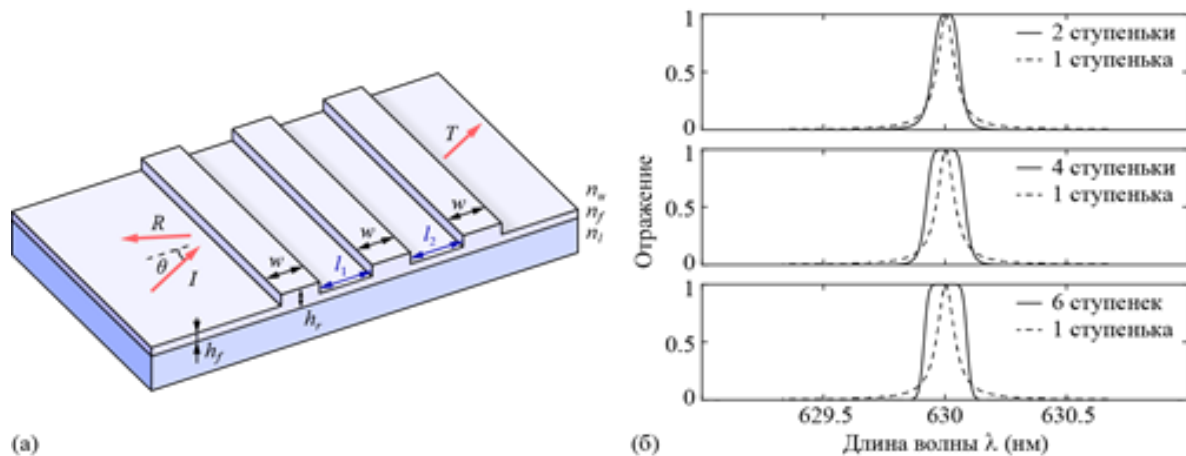




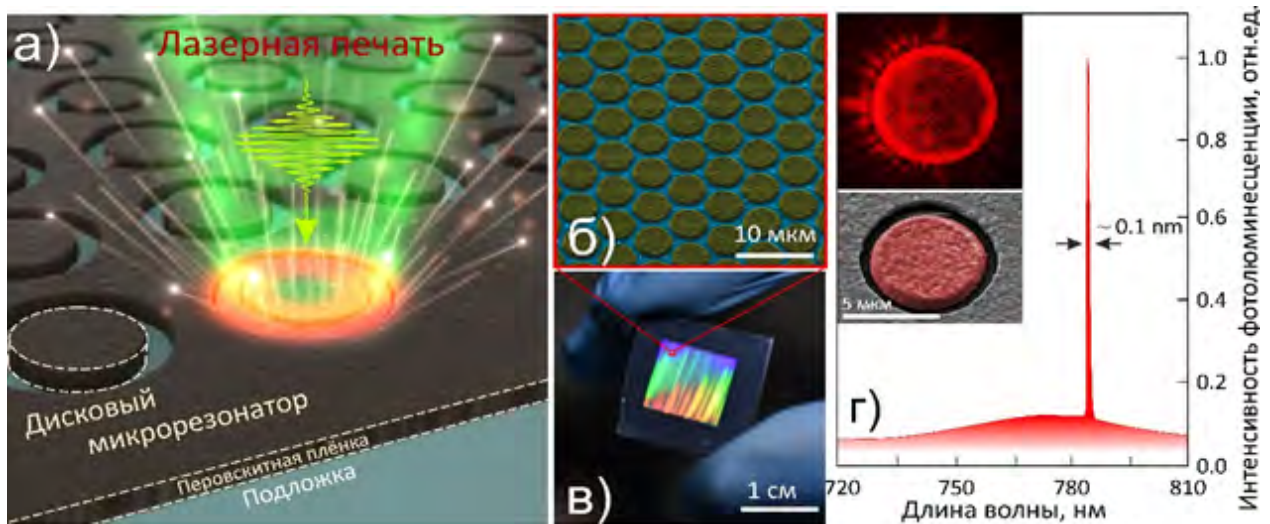
**Рисунок 42** – Слева: расчётные спектры аморфного и кристаллического SiO<sub>2</sub>.  
Справа: Характерный размер локально-упорядоченной структуры показан



**Рисунок 43а** – Схема печати микрокаплями с живыми микробиологическими организмами;  
**43б** – Микрокапли и образованные колонии микроорганизмов; **43в** – Пример совокупности микроорганизмов различных видов (названия приведены на рисунке), выделенных из образца почвы стандартным и разработанным (ЛИМС) способами



**Рисунок 44** – (а) Геометрия спектрального фильтра, состоящего из нескольких ступенек на поверхности плоскопараллельного волновода. (б) Спектры отражения фильтров, состоящих из двух, четырех и шести ступенек субволнового размера ( $w=360$  нм)



**Рисунок 45** – Высокоскоростная лазерная печать дисковых микролазеров в плёнке перовскита  $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$  с использованием структурированного кольцеобразного пучка. а) схематическое представление печати дискового микролазера за один лазерный импульс в форме кольца. б) и в) увеличенное СЭМ изображение и фотография упорядоченного массива  $1 \times 1$  см<sup>2</sup> напечатанных микродисков. г) одномодовый спектр лазерной генерации единичного микродиска при оптической наносекундной накачке. На врезках представлено увеличенное СЭМ изображение дискового микролазера (снизу) и его фотолюминесцентное изображение, сделанное в процессе лазерной генерации (сверху)

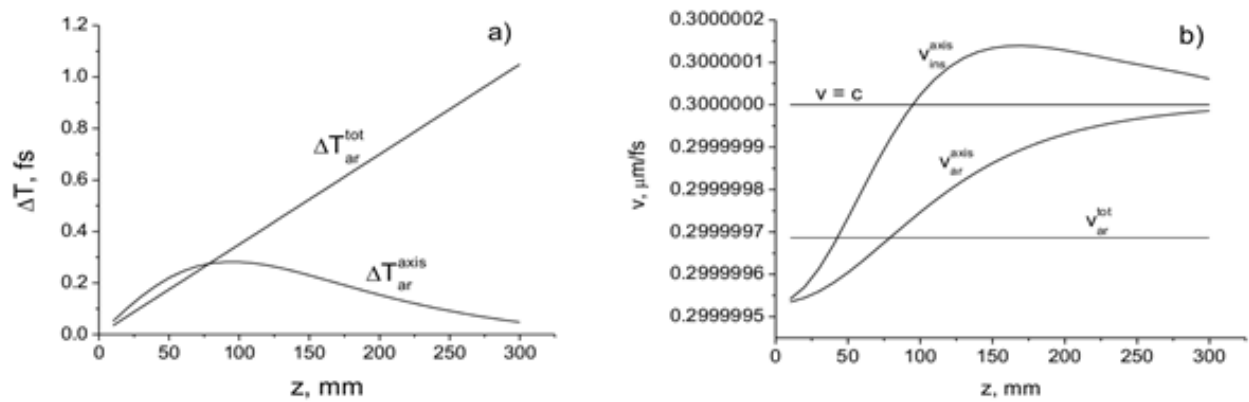
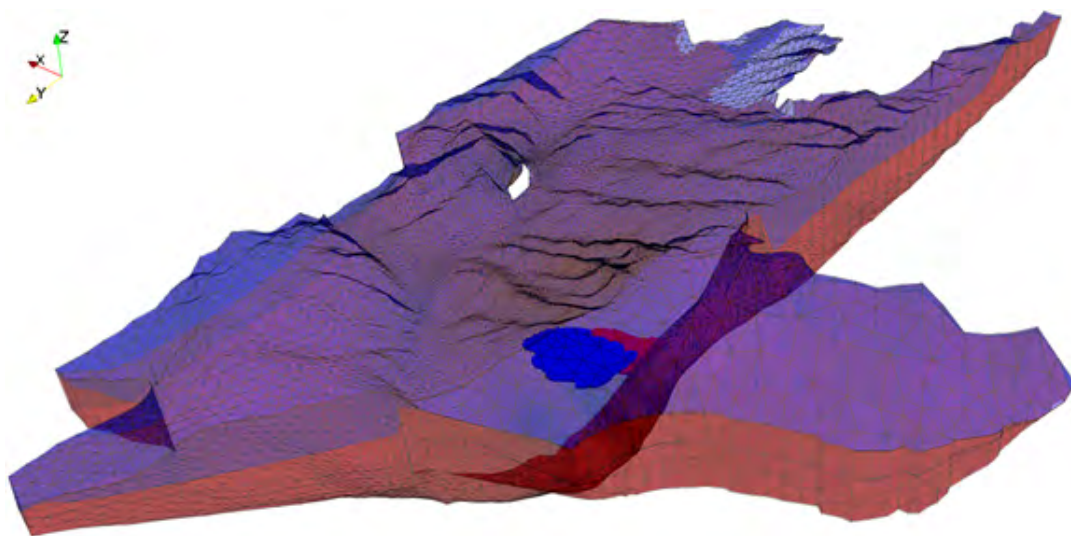


Рисунок 46 – Задержка импульса  $\Delta T$  (a) и изменение скорости  $v$  (b) как функция от расстояния  $z$

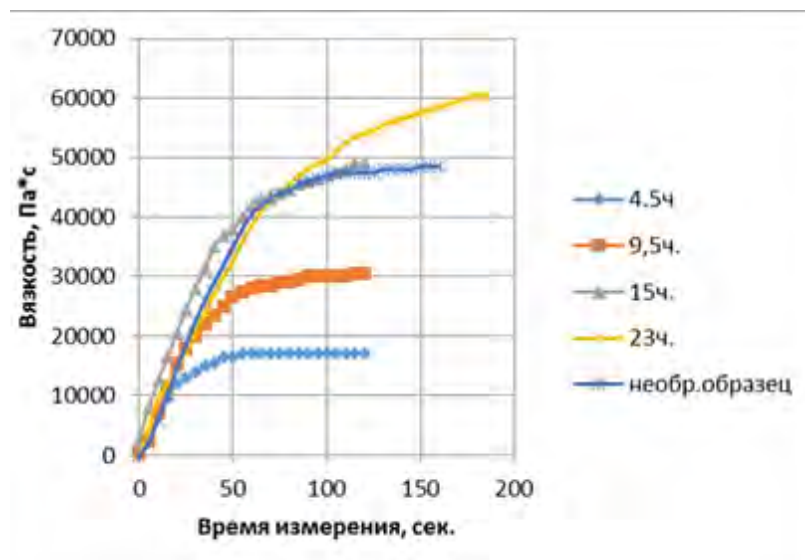
## ЭНЕРГЕТИКА, МАШИНОСТРОЕНИЕ, МЕХАНИКА И ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ



**Рисунок 47** – Общий вид трехмерной модели полигона «Северный» с ореолами загрязнителей в двух эксплуатационных горизонтах



**Рисунок 48** – Новый подход к расчету волн цунами (длинных волн)

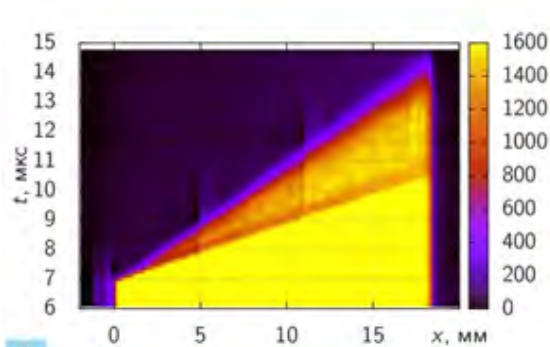


**Рисунок 49** – Зависимости прироста вязкости модельной среды при волновой обработке



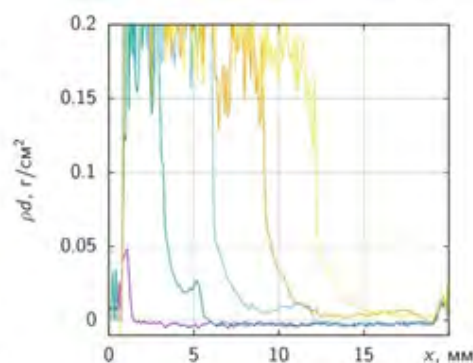
**Рисунок 50** – Волновой модернизированный смеситель



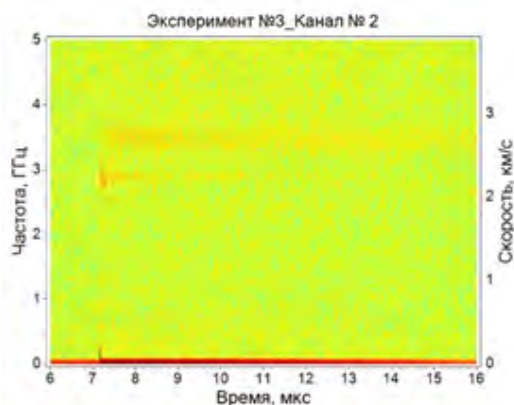


а)

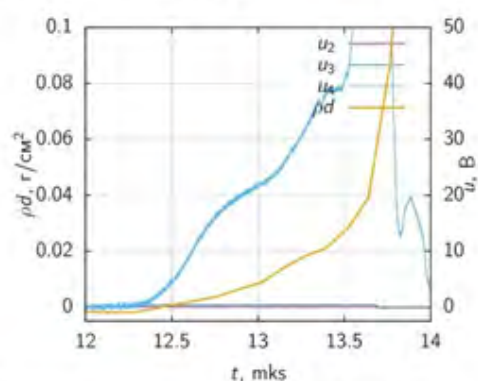
Динамика относительной интенсивности СИ



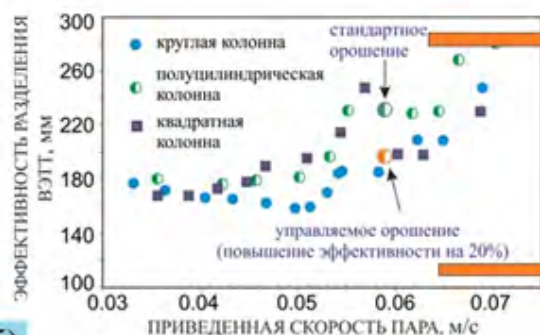
Динамика распределений массы пыли. Показан каждый десятый кадр (через 1.24 мкс.)



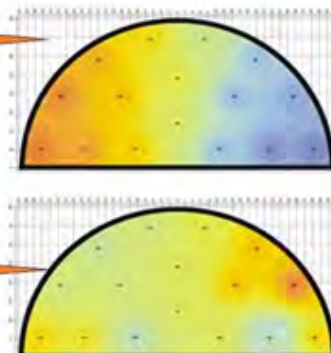
Динамика скорости пылевого облака (PDV, Rz 5)



Сравнение данных пьезодатчика с плотностью пылевого потока в области датчика



б)



**Рисунок 51** – а) Влияние формы поперечного сечения секций колонн и метода орошения жидкостью насадки на эффективность разделения смесей; б) выравнивание поля концентрации летучего компонента в смеси по сечению полцилиндрической структурированной насадки при управляемом орошении

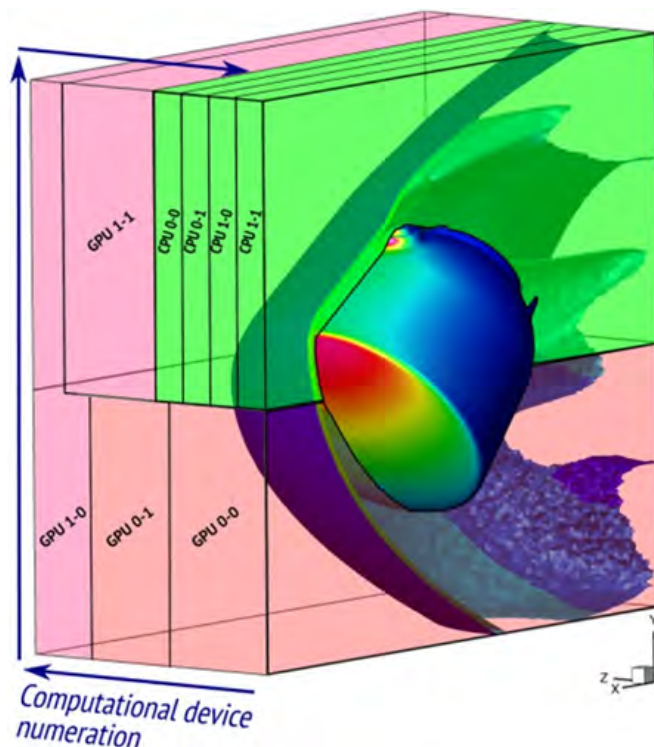
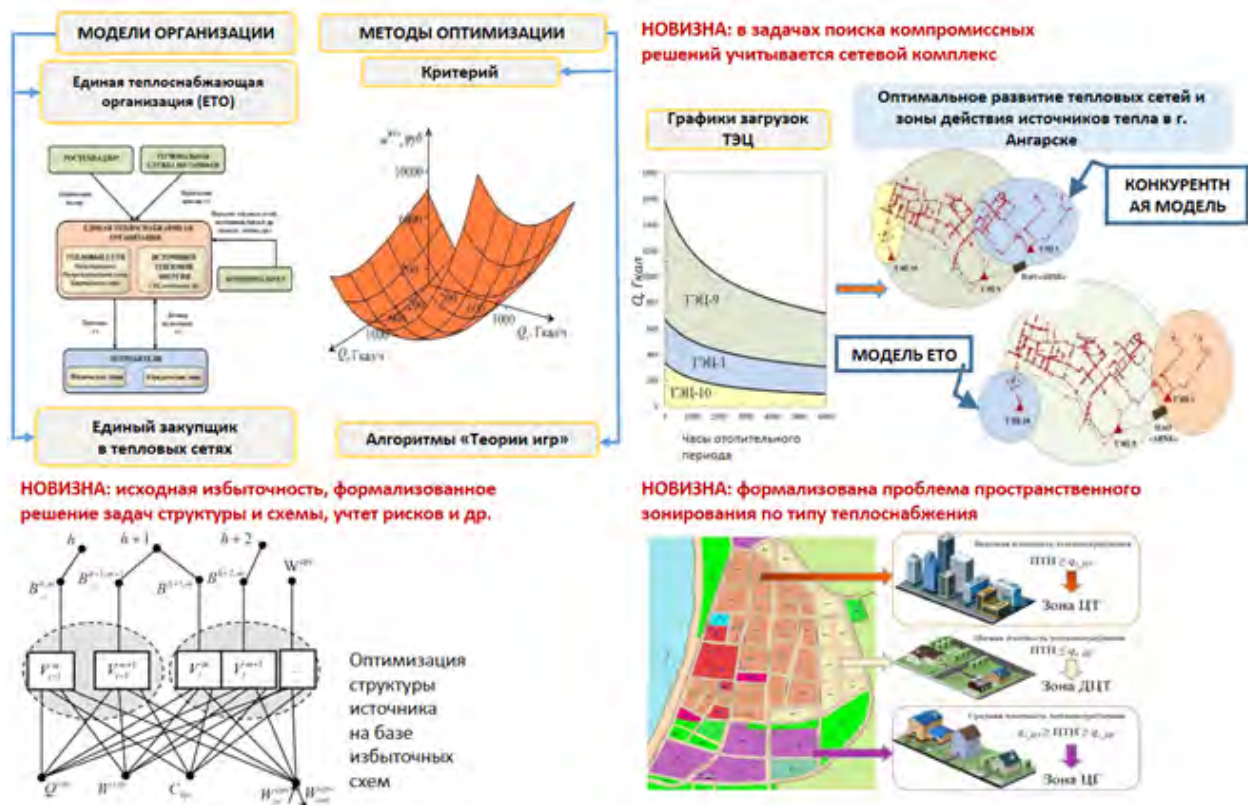


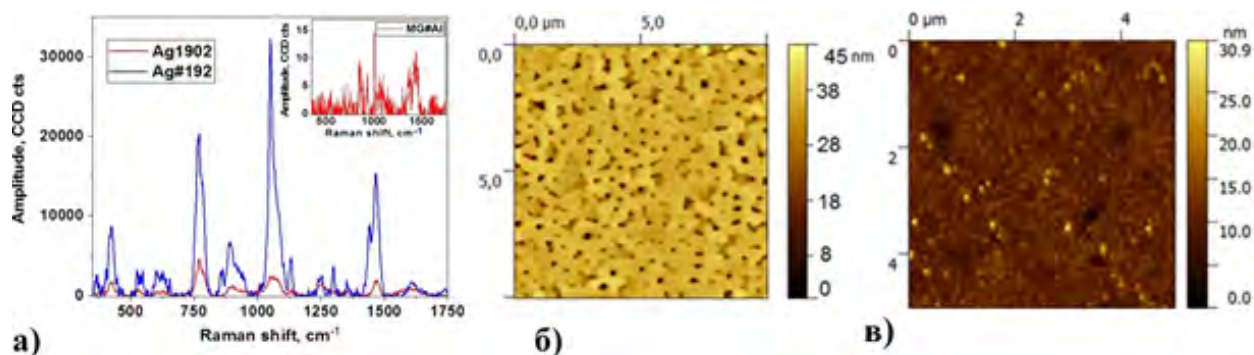
Рисунок 52 – Течение вокруг спускаемого аппарата «Союз» и разбиение расчетной области



Рисунок 53 – Одностадийный способ полной утилизации отходов целлюлозно-бумажной промышленности с добавкой  $\text{Na}_2\text{CO}_3$



**Рисунок 54** – Основные компоненты научно-методического обеспечения по оптимальному управлению развитием теплоснабжающих систем

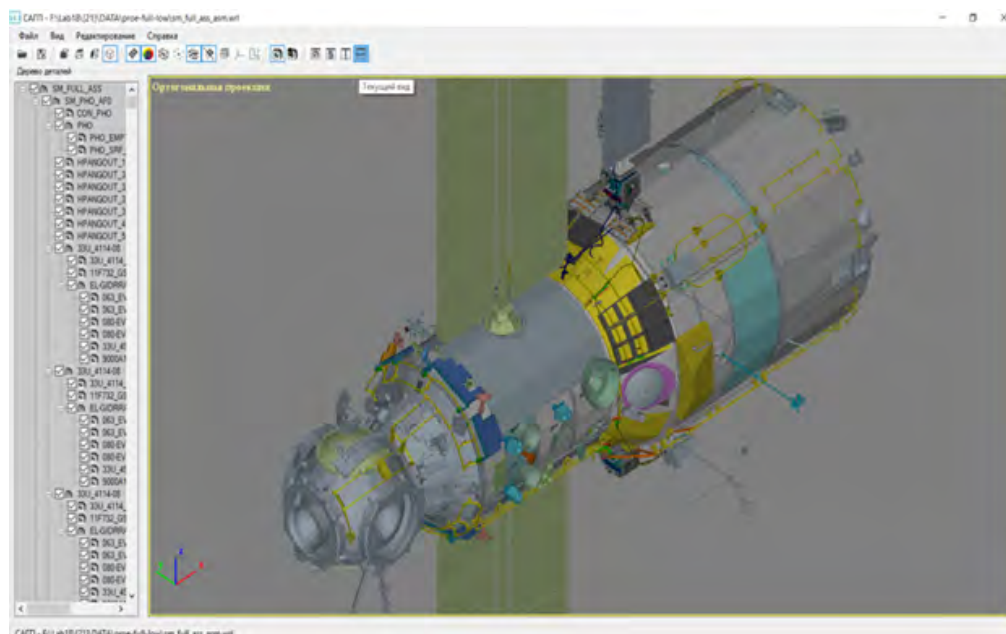


**Рисунок 55** – а) высокоамплитудный спектр миоглобина на ГКР-подложке (образец Ag#192) по сравнению со спектрами, полученными на гладкой монокристаллической пленкой Ag на кремнии (образец Ag1902) и на контрольном образце (MG#A1); б) монокристаллическая пленка Ag с ростовыми дефектами на слюде (образец Ag#192); в) шероховатая пленка Ag на стекле (образец Ag\_h100#G+dp)





**Рисунок 56 – Стенд «Испаритель»**

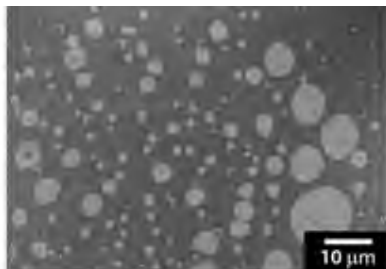


**Рисунок 57 – Системы адаптации графического пакета данных**

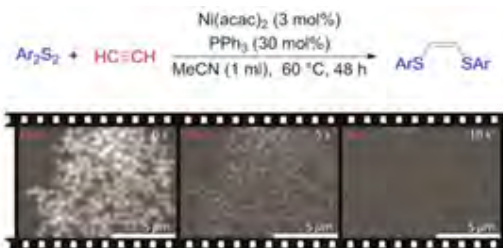
## ХИМИЯ И НАУКИ О МАТЕРИАЛАХ



Рисунок 58 – Синтез стабильного кристаллического пероксогерманата аммония



Образование микро-доменов в растворе (Egorova K.S. et al., J. Mol. Liq., 2019, ASAP)



Эволюция никелевого катализатора (Degtyareva E.S. et al., Appl. Catal. A Gen., 2019, 571, 170)

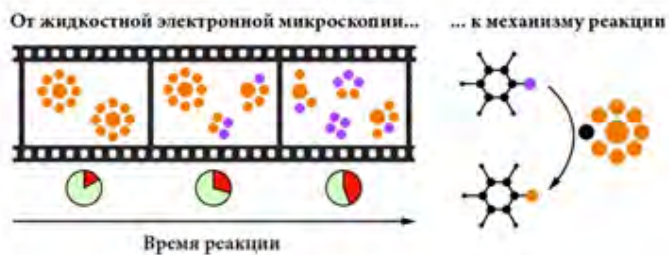


Рисунок 59 – Исследование жидкофазных химических систем при помощи электронной микроскопии

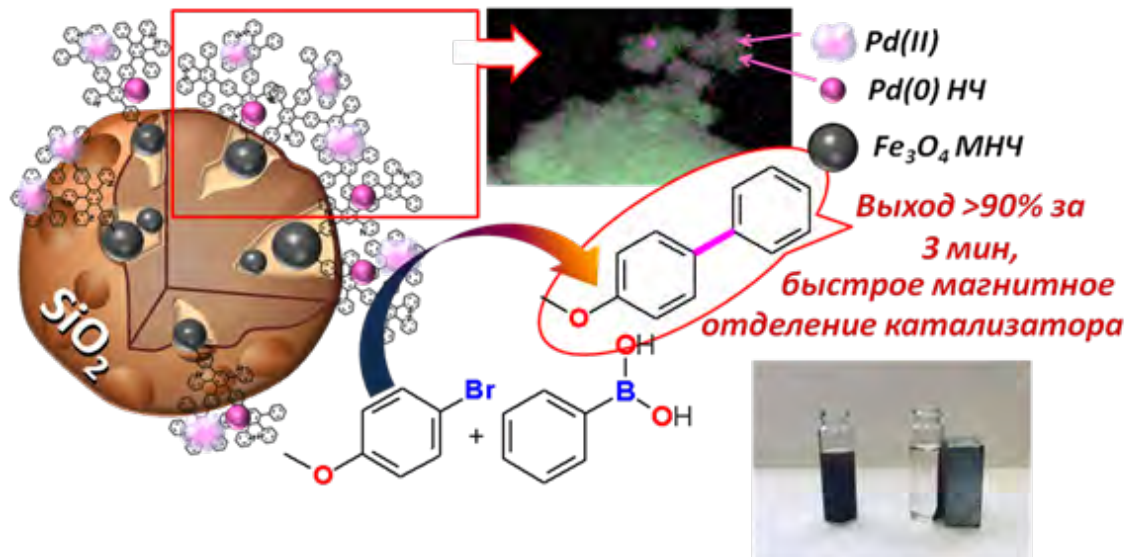


Рисунок 60 – Модельная реакция Сузуки между броманизолом и фенилбороновой кислотой в присутствии синтезированных катализаторов

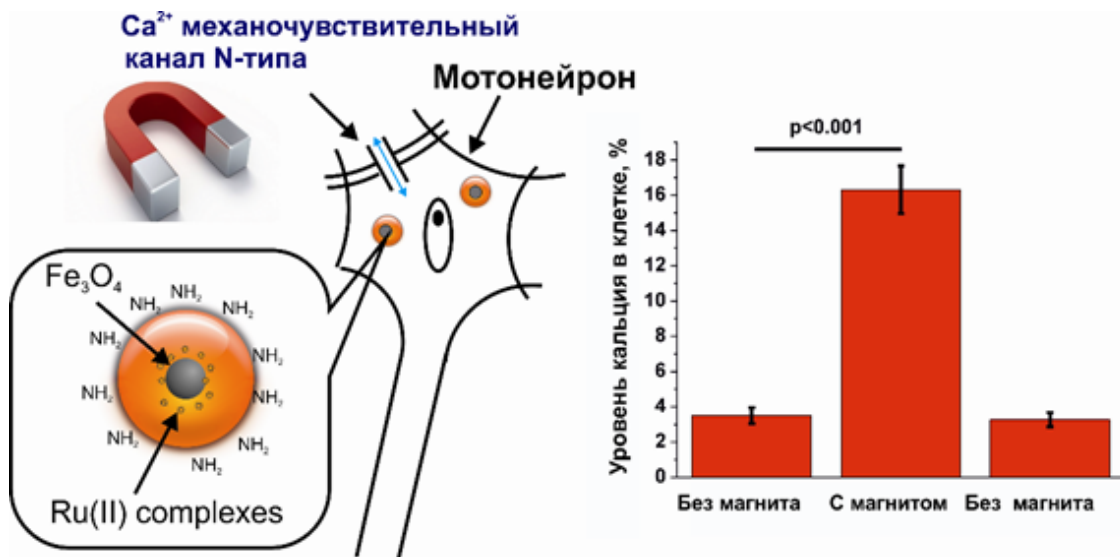
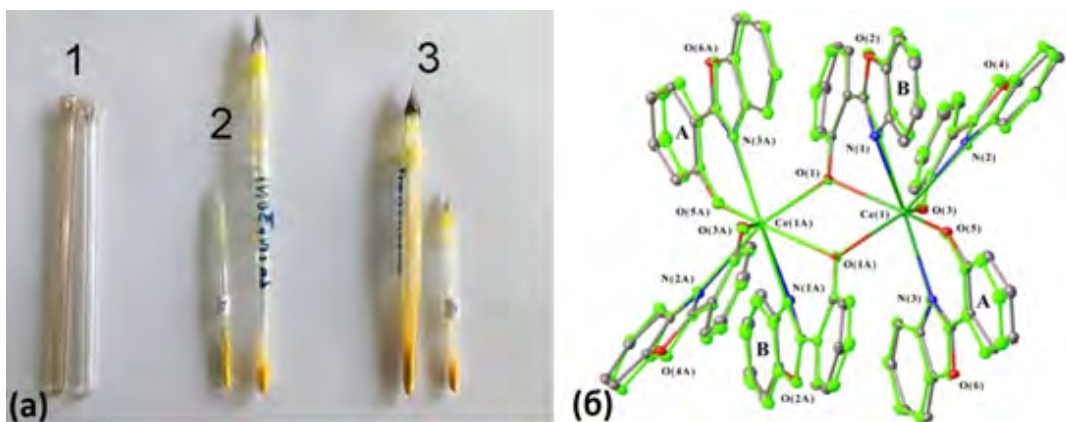
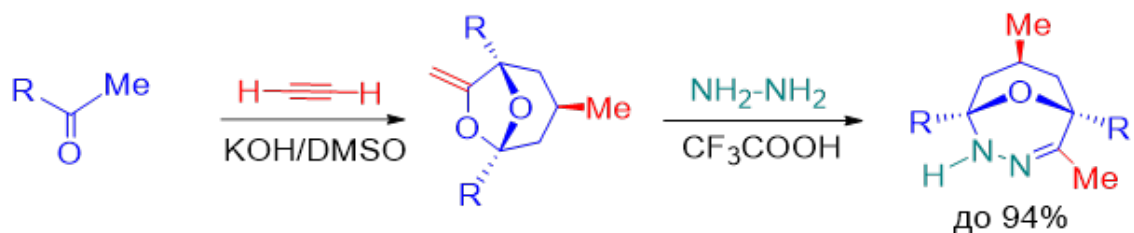


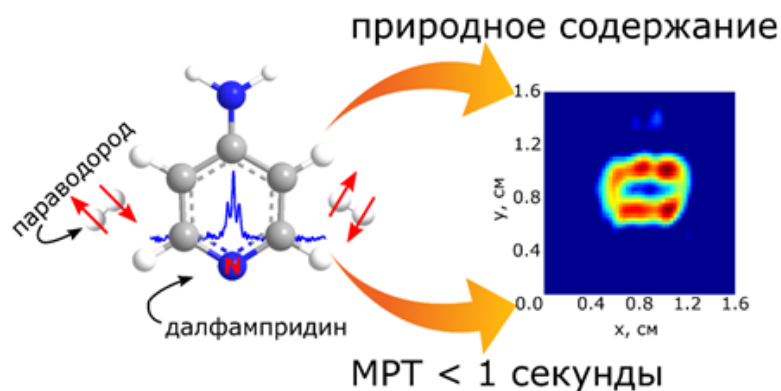
Рисунок 61 – Локализация двойных магнитно-люминесцентных силикатных наночастиц в цитоплазме мотонейронов и их движение под воздействием постоянного магнитного поля



**Рисунок 62** – (а) Фотография стеклянного контейнера (1) и образцов комплексов лантана (2) и самария (3) до (справа) и после (слева) облучения; (б) молекула облученного цериевого комплекса (зеленый) и необлученного комплекса (серый)



**Рисунок 63** – Каскадная сборка фармакологически ориентированных молекулярных структур – мостиковых дигидрооксадиазин на платформе ацетилена с использованием кетонов и гидразина через стадию образования продукта конденсации двух молекул ацетилена и двух молекул кетона под действием супероснования KOH/DMSO



**Рисунок 64** – Получение MPT изображений по ядрам  $^{15}\text{N}$  далфампридина



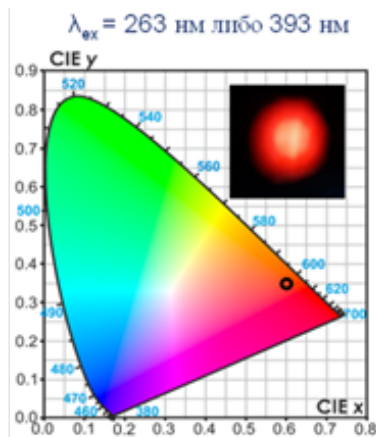
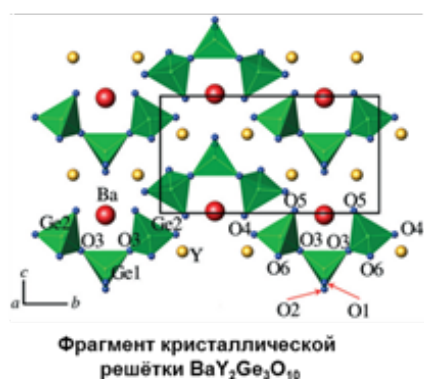
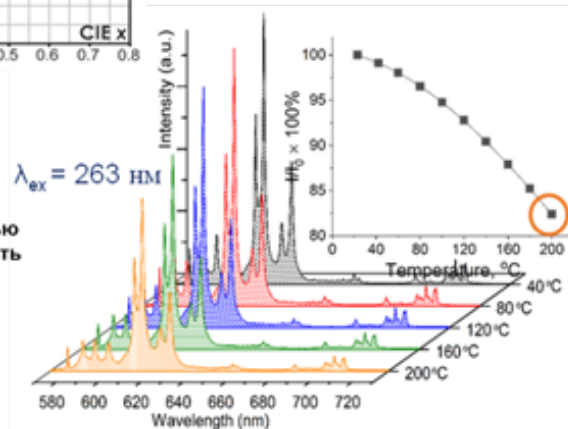


Диаграмма цветности образца  $\text{BaY}_{1.4}\text{Eu}_{0.6}\text{Ge}_3\text{O}_{10}$ . Координаты цветности ( $x = 0.60, y = 0.33$ ), чистота цвета = 78 %

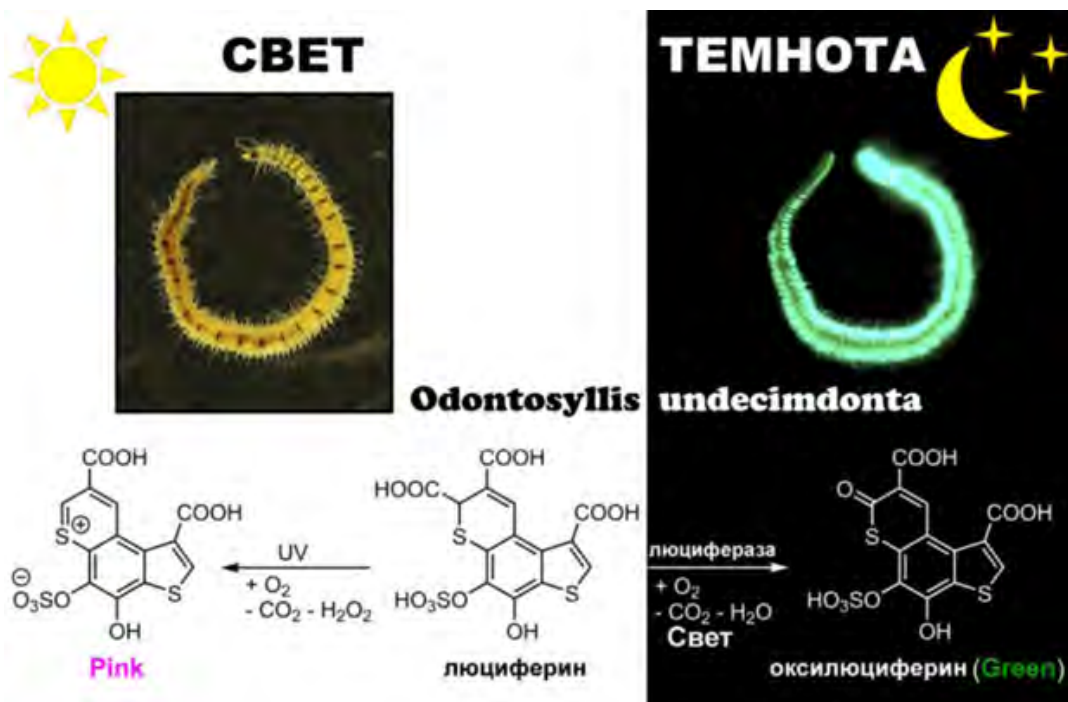
Приведена реальная фотография свечения образца с оптимальным содержанием европия.

Полученные образцы обладают высокой стабильностью люминесценции, нагрев до  $200^\circ\text{C}$  снижает интенсивность всего на 18% относительно комнатной температуры

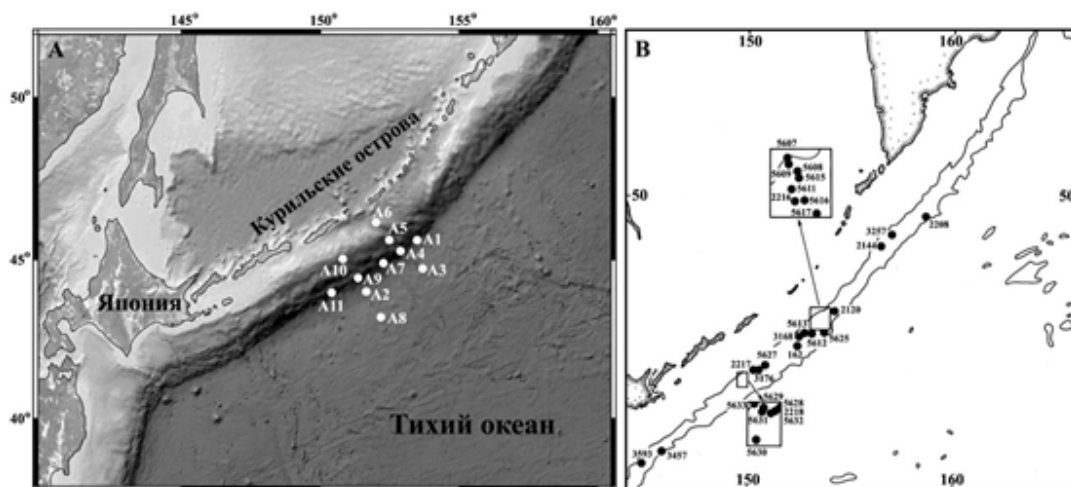


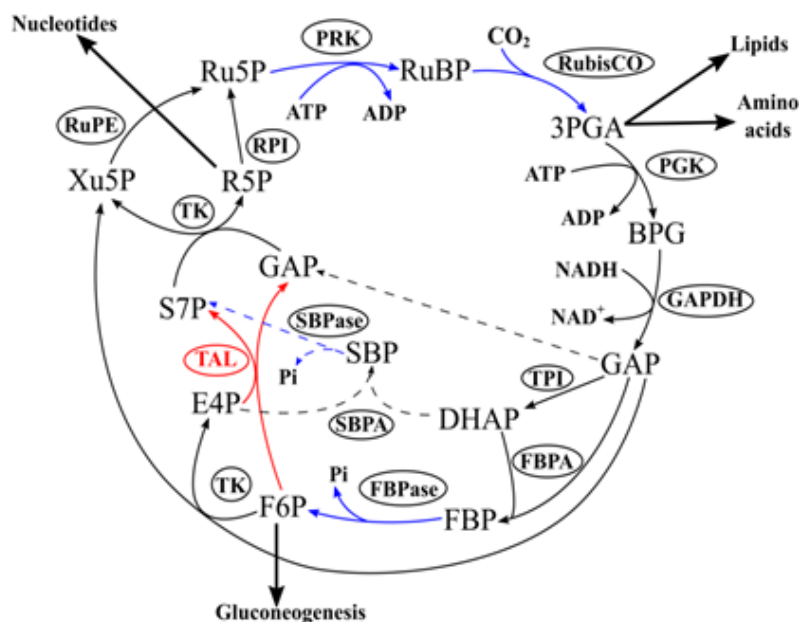
**Рисунок 65** – Сотрудниками ИХТТ УрО РАН синтезирован представительный набор триортогерманатов бария и РЗЭ, изучена их кристаллохимия и оптические свойства. Особенностью решётки этих германатов является наличие уникального подковообразного аниона  $\text{Ge}_3\text{O}_{10}$ , обладающего плоскостью симметрии. При возбуждении ультрафиолетовым излучением (263 нм либо 393 нм) соединения люминесцируют в оранжево-красной области спектра

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ



**Рисунок 66** – Молекулярный механизм билюминесценции у морских полихет *Odontosyllis undecimdata*





**Рисунок 68** – Трансальдозный вариант цикла Кальвина у *Thermodesulfobium acidophilum*. Черные стрелки указывают на обратимые реакции, синие – на необратимые. Красные стрелки указывают на обратимую трансальдозную реакцию, отсутствующую в каноническом цикле СВВ. Пунктирными стрелками показаны недостающие шаги канонического варианта цикла СВВ



**Рисунок 69** – История заселения Сибири и Америки человеком современного типа, начиная с верхнего палеолита

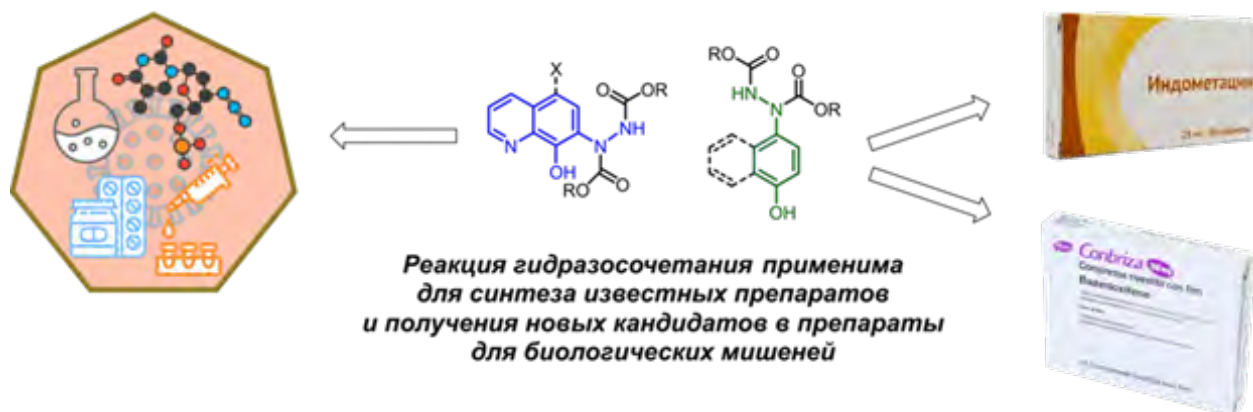


Рисунок 70 – Реакция гидразосочетания в синтезе фармакологических препаратов

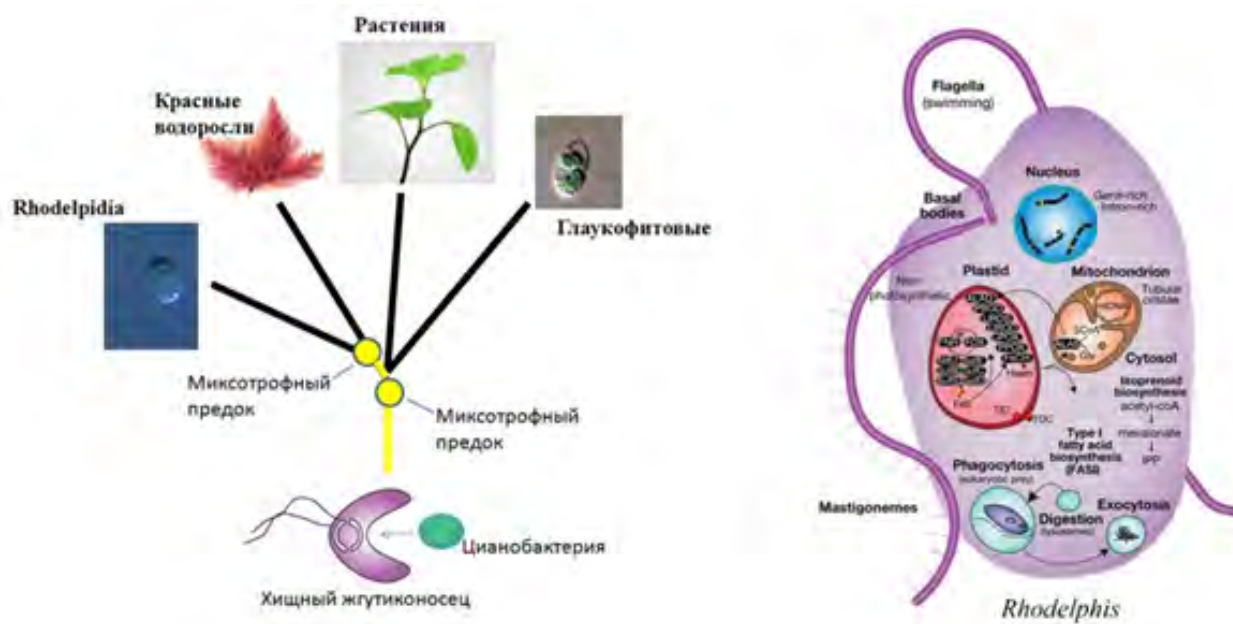
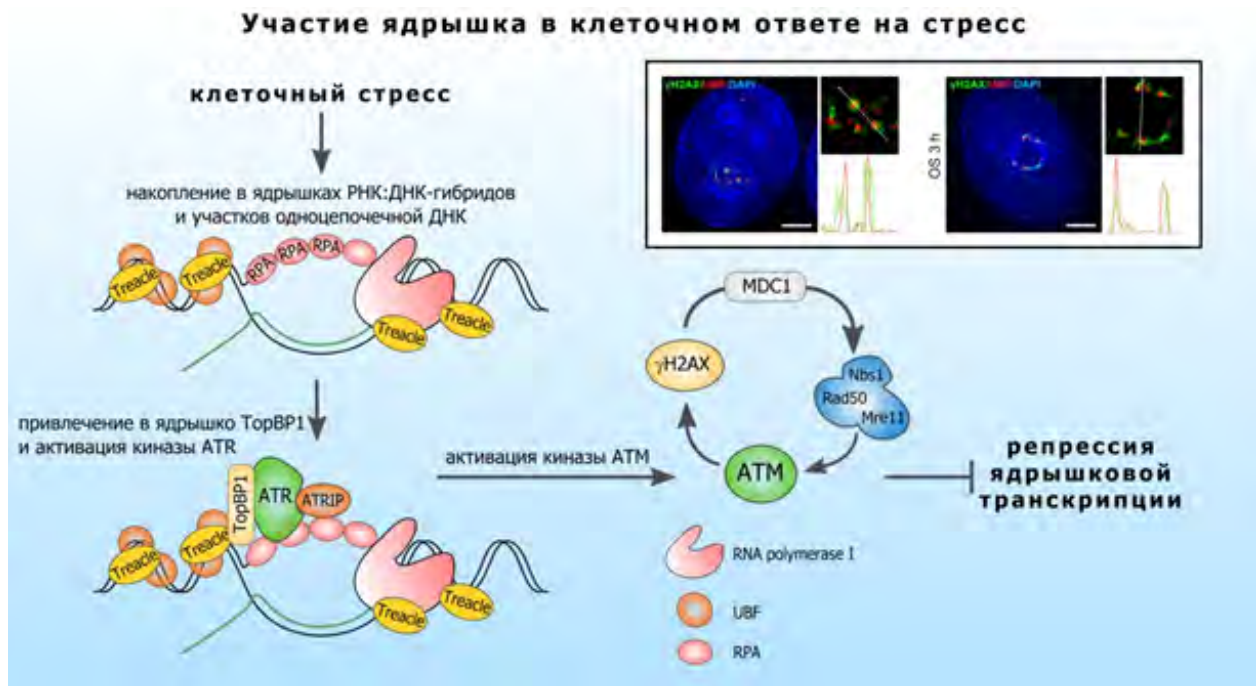


Рисунок 71 – Новый таксономический тип Rhodelphidia





**Рисунок 72** – Участие ядрышка в клеточном ответе на стресс



**Рисунок 73** – Атлас экосистем Монголии



Белки-Аргонавты найдены у всех групп организмов.

Аргонавты эукариот расщепляют мРНК в процессе РНК-интерференции.

Исследованные Аргонавты мезофильных бактерий являются нуклеазами, которые можно программировать на расщепление требуемых участков ДНК с помощью коротких ДНК-гидов.

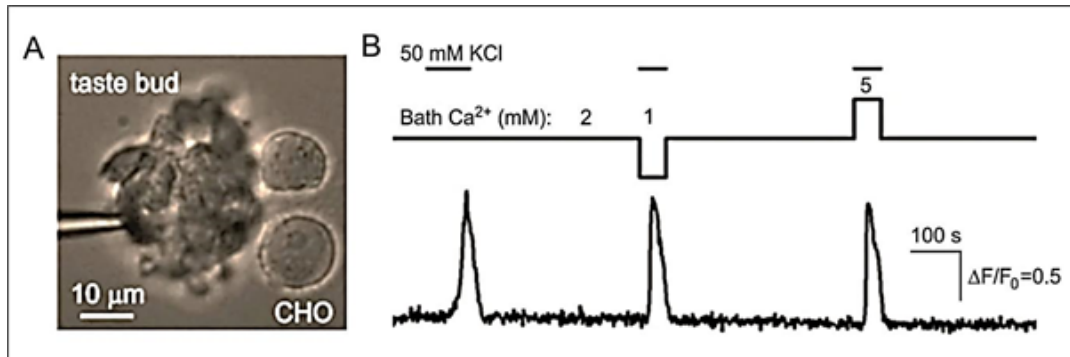
Аргонавты бактерий могут быть использованы как инструмент в генетической инженерии

**Рисунок 74** – Свойства белков-Аргонавтов бактерий

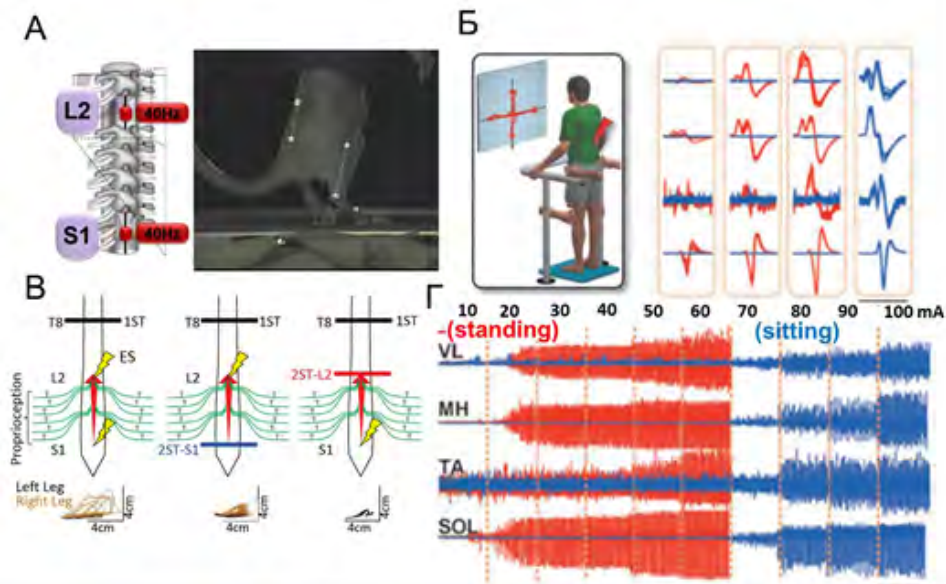


**Рисунок 75** – Монография «Злаки России»

## ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ



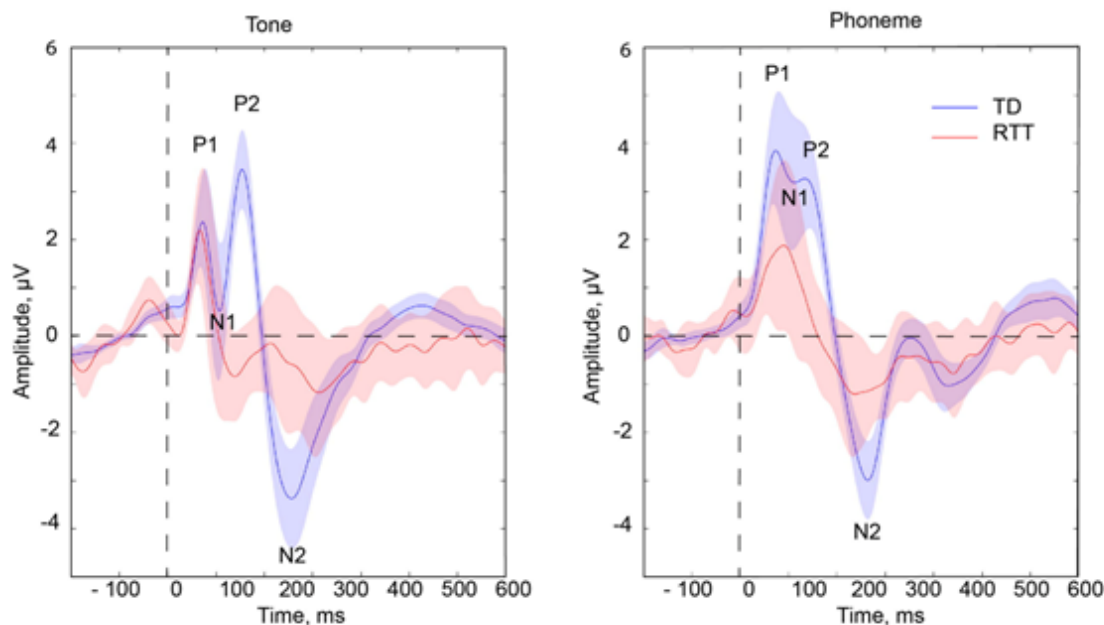
**Рисунок 76** – Анализ секреции серотонина методом биосенсора. А. Микрофотография относительного расположения вкусовой почки и клеток CHO – сенсоров серотонина. В. Репрезентативная регистрация  $\text{Ca}^{2+}$ -ответов клеточного сенсора серотонина в ответ на высвобождение серотонина из вкусовой почки (нижняя панель). Клетки вкусовой почки деполяризовались аппликацией раствора, содержащего 50 mM KCl (верхняя панель), при различных концентрациях наружного  $\text{Ca}^{2+}$  (средняя панель)



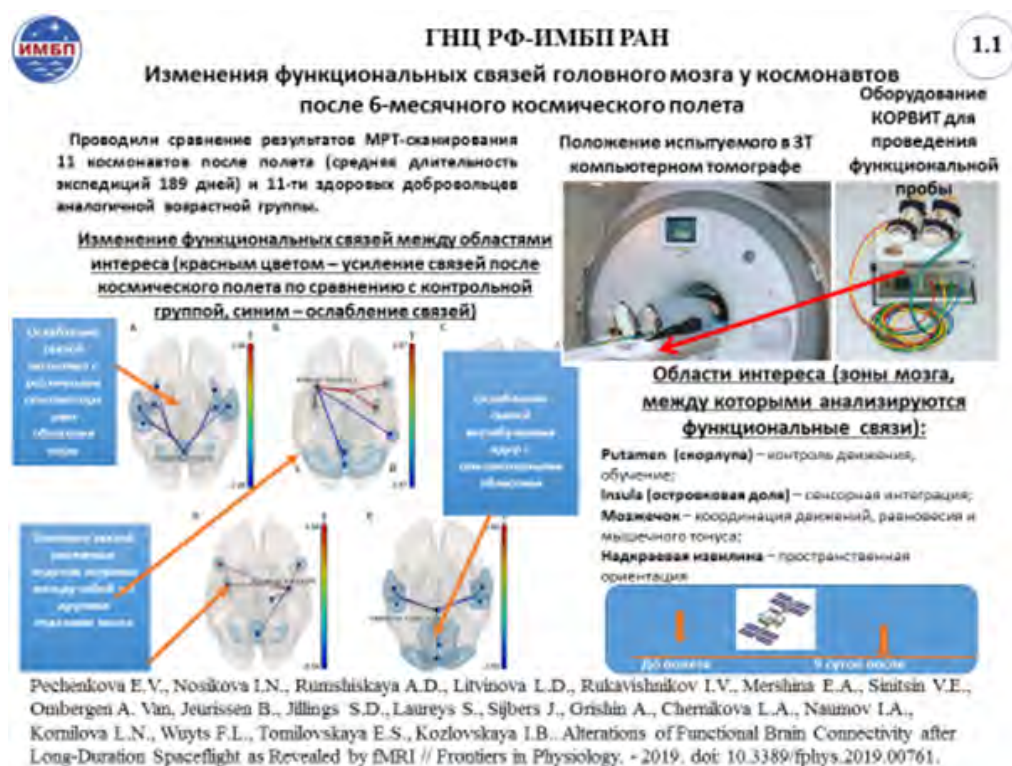
**Рисунок 77** – (А, В) Экспериментальная парадигма стимуляции спинного мозга у спинализованной крысы, и концептуальная схема регуляции локомоции после перезки спинного мозга на уровне L2 и S1.

(Б, Г) Эффект чрескожной неинвазивной стимуляции спинного мозга у парализованного пациента. Показано изменение порогов вызванных моторных потенциалов в мышцах ног при стимуляции в положении стоя и в положении сидя. В положении стоя мультисегментарная стимуляция имитирует «ходьбу на месте»





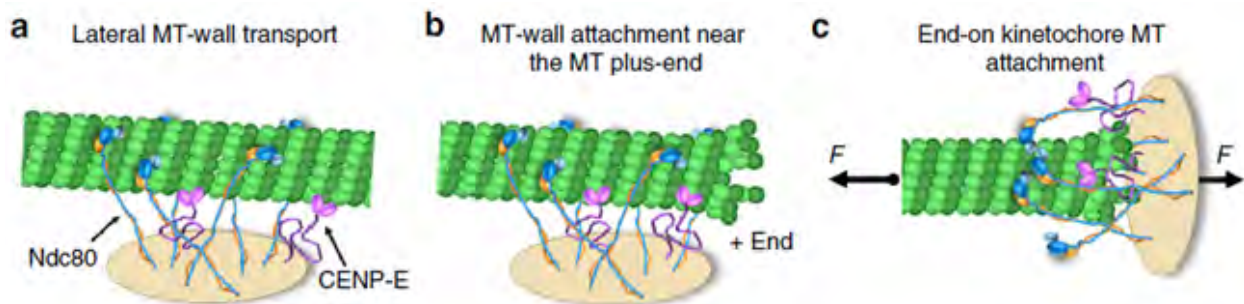
**Рисунок 78** – Слуховой вызванный потенциал на тоны (Tone) и фонемы (Phoneme) у пациентов с синдромом Ретта (RTT) и здоровых испытуемых (TD)



**Рисунок 79** – Исследования изменения функциональных связей головного мозга у космонавтов



**Рисунок 80** – Биотехнологические приемы создания, контроля качества, оценки безопасности костных имплантатов и имплантационных препаратов



**Рисунок 81** – Основные фазы движения и закрепления кинетохора на конце микротрубочки

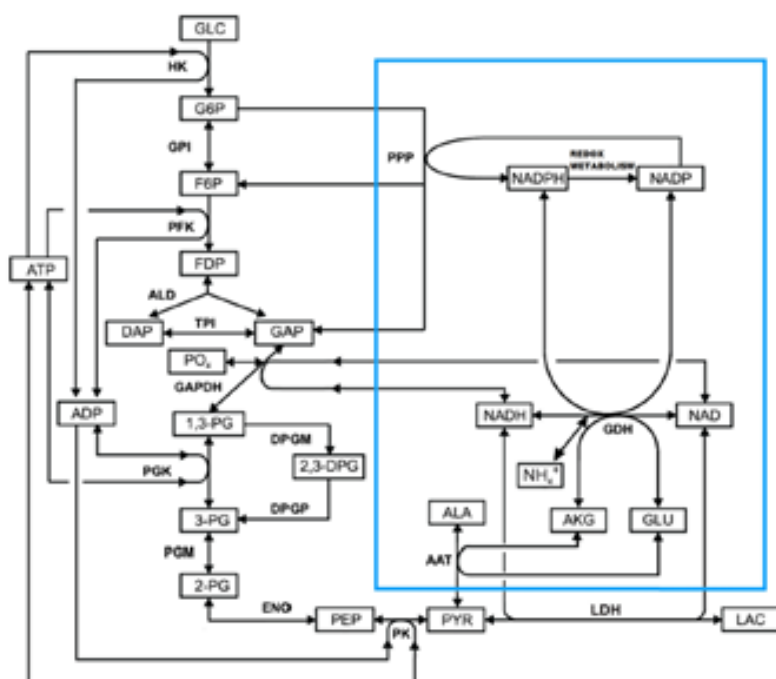


Рисунок 82 – Реакции гликолиза и реакции включенных ферментов (GDH + AAT) в эритроците-биореакторе

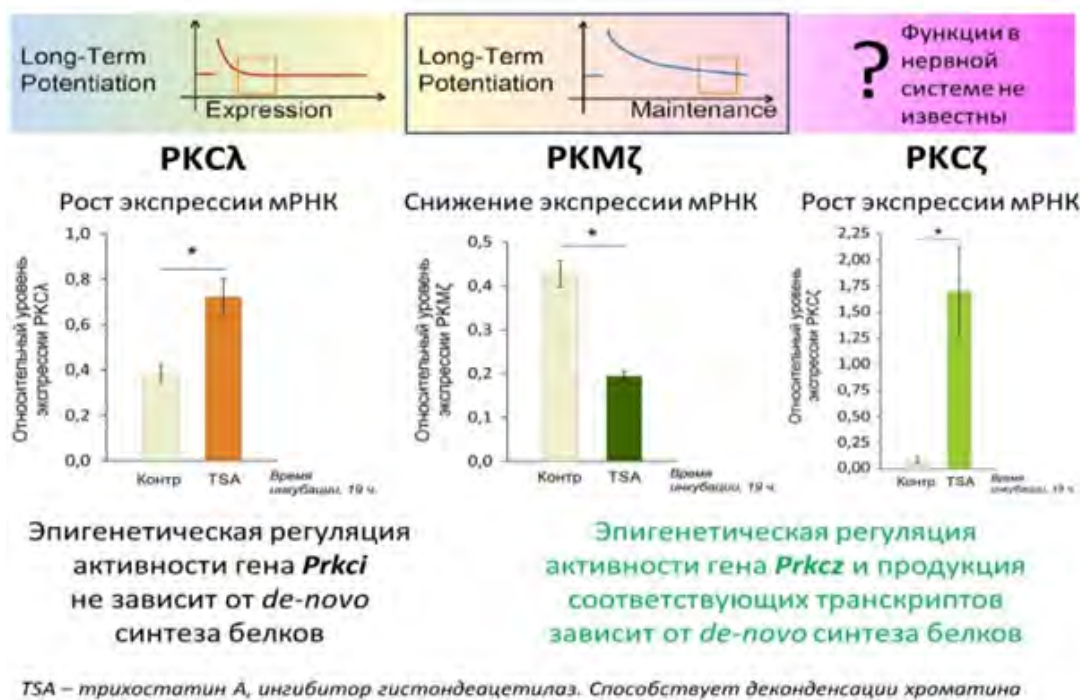
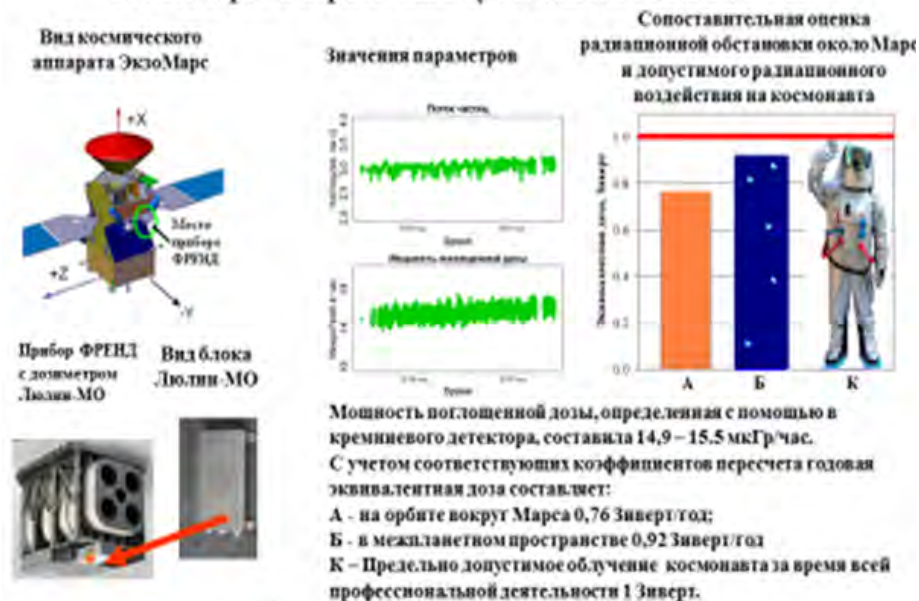
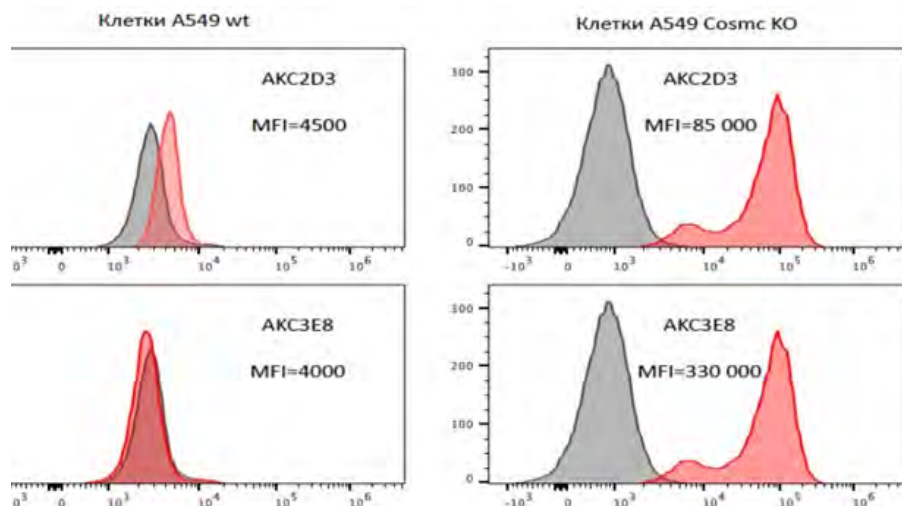


Рисунок 83 – Регуляции (посредством ацетилирования гистонов) уровня экспрессии генов атипичных протеинкиназ (Prkci, Prkcz)

## Радиационная обстановка в космическом пространстве около Марса в период минимума солнечной активности

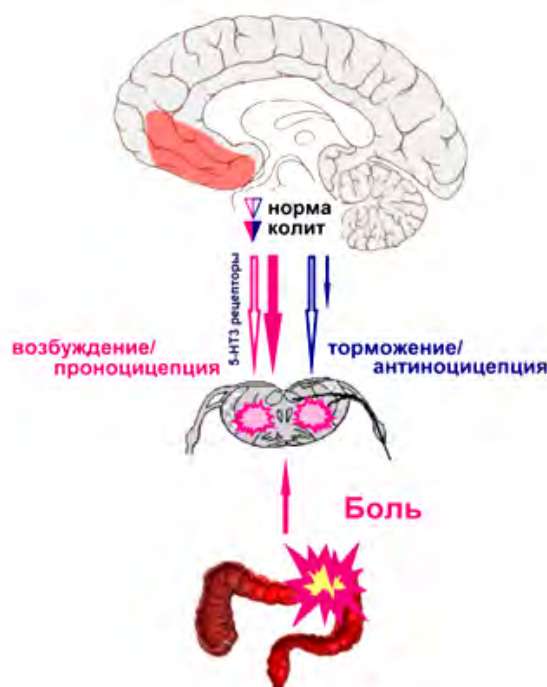


**Рисунок 84** – Экспериментальные данные о радиационной обстановке приорбитальном полёте вокруг Марса

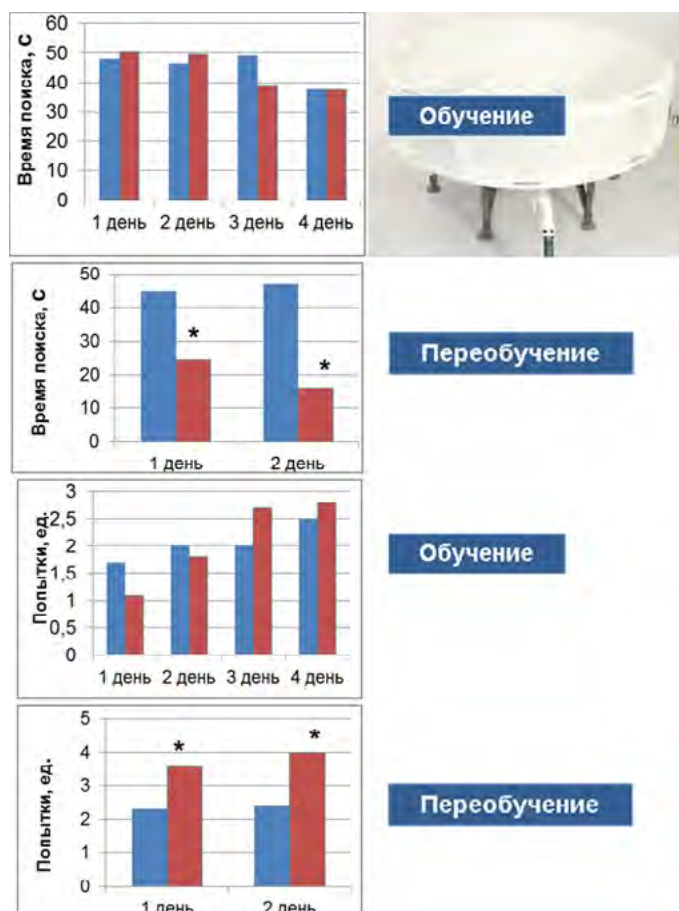


**Рисунок 85** – Моноклоны АКC2D3 и АКC3E8 окрашивали клетки A549, нокаутные по гену Cosmc, и не связывались с клетками A549 дикого типа. Серым цветом показано фоновое свечение клеток. Цифрами указано значение средней интенсивности флуоресценции (MFI)





**Рисунок 86** – Эффекты стимуляции инфралимбической области медиальной префронтальной коры на ноцицептивную активность нейронов продолговатого мозга, вызванную болевым колоректальным растяжением в норме и при кишечном воспалении. Баланс между возбуждающим и тормозным эффектами стимуляции коры в норме и его нарушение в сторону ослабления тормозного кортикального влияния при колите



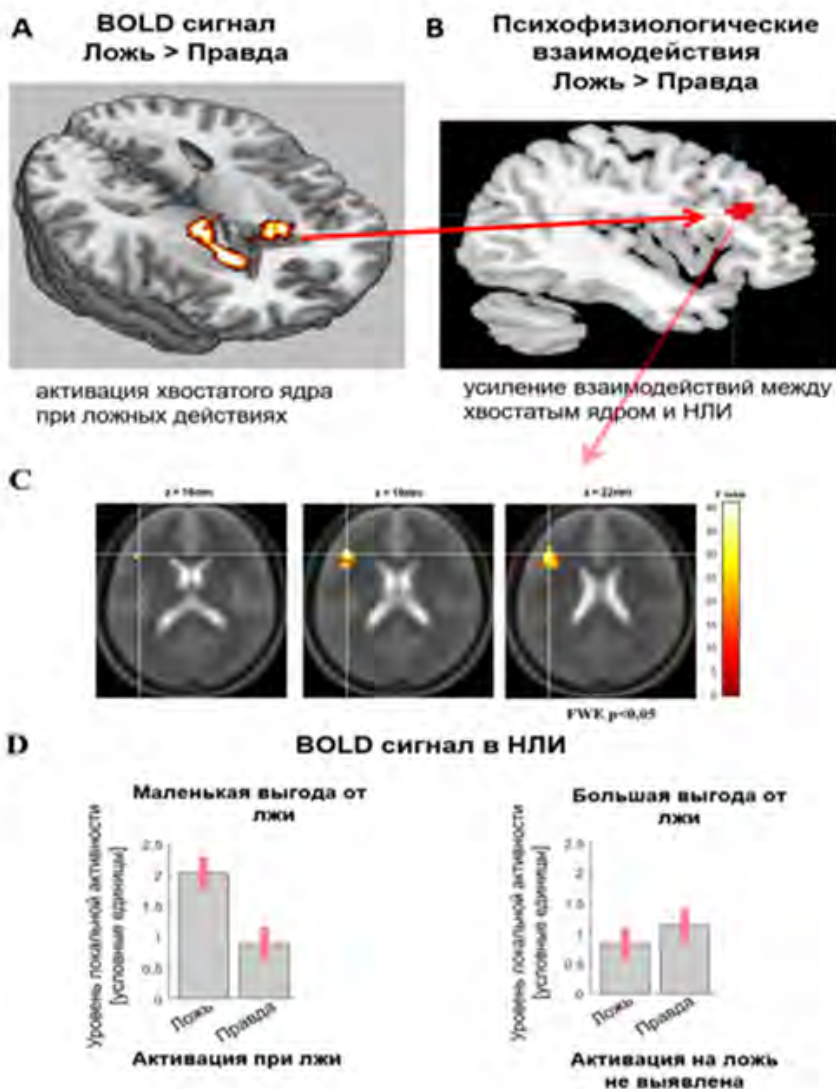
**Рисунок 87** – Исследование влияния фабомотизола (10 мг/кг, per os, субхронически) на процесс обучения пространственному навыку и на способность переобучения в лабиринте Морриса у мышей-самцов линии BALB/c. \* –  $p < 0,05$  по сравнению с контрольной группой; синий – контроль, красный – фабомотизол в дозе 10,0 мг/кг.

Фабомотизол способствовал смене парадигмы поведения при изменении условий среды и улучшению когнитивных показателей в условиях эмоционально-стрессового воздействия на модели идиопатического аутизма





**Рисунок 88** – Новая методология поиска специфических биомаркеров для ранней диагностики болезни Паркинсона



**Рисунок 89** – Механизм влияния мотивации на принятие манипулятивного решения

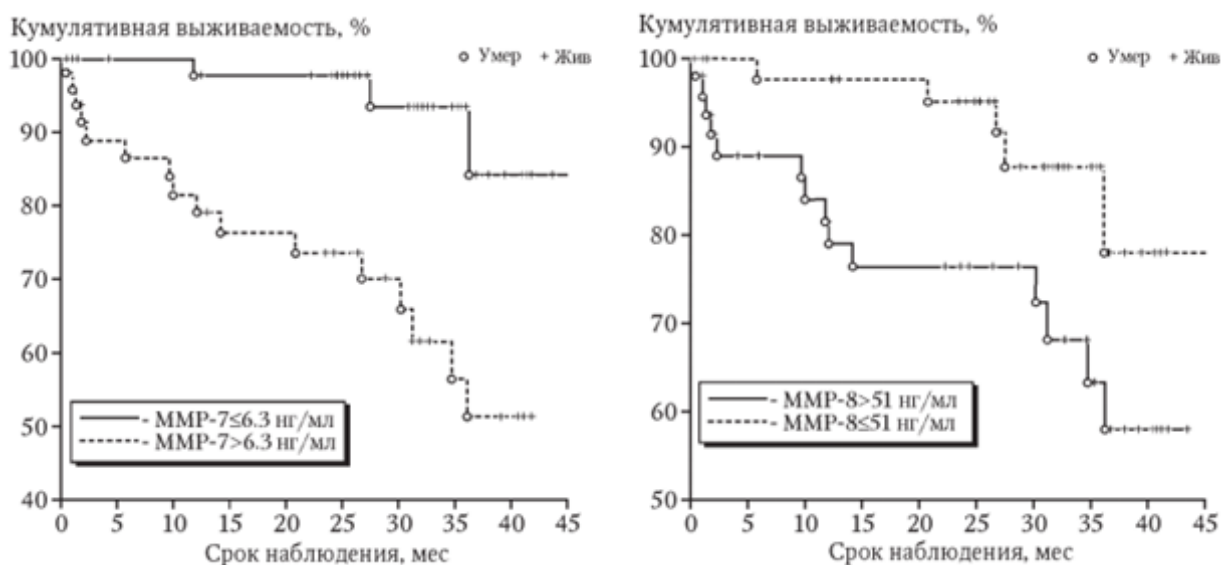


Компьютерное моделирование границ резекции в соответствии с онкологическими принципами

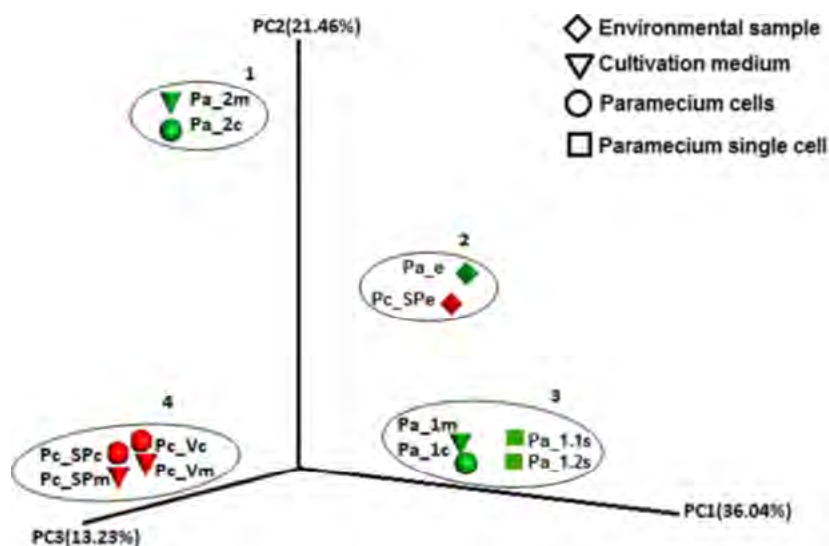
Компьютерное моделирование индивидуального импланта

Результат хирургического вмешательства

**Рисунок 90** – Хирургическое лечение опухолей костей таза с замещением дефекта индивидуальными имплантами, созданными посредством компьютерного моделирования и 3D-принтинга



**Рисунок 91** – Общая выживаемость больных раком почки в зависимости от содержания MMP-7 и MMP-8 в сыворотке крови

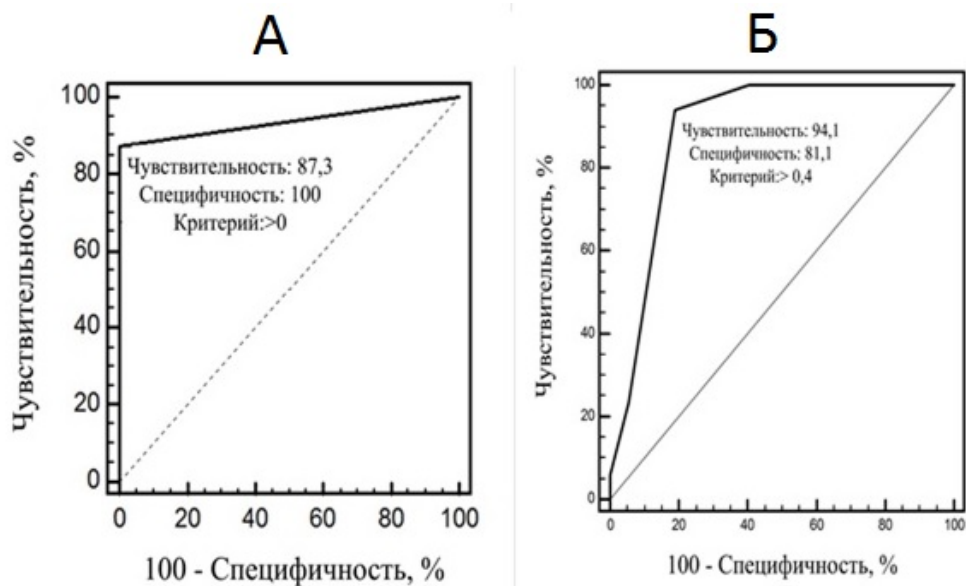


**Рисунок 92** – 3D график ординации образцов методом главных компонент, основанная на индексе разнообразия Брея-Кёртиса прокариотных сообществ из клеток *Paramecium*, культуральной среды и природных образцов. Обозначения: Pc\_SPc – *Parameciumcaudatum* (Санкт-Петербург), Pc\_V – *Parameciumcaudatum* (Владивосток), Pa – *Parameciumaurelia* (Оренбург), c – клетки инфузорий из культуры, s – единичные клетки инфузорий из образца, m – среда культивирования, e – образец природной воды

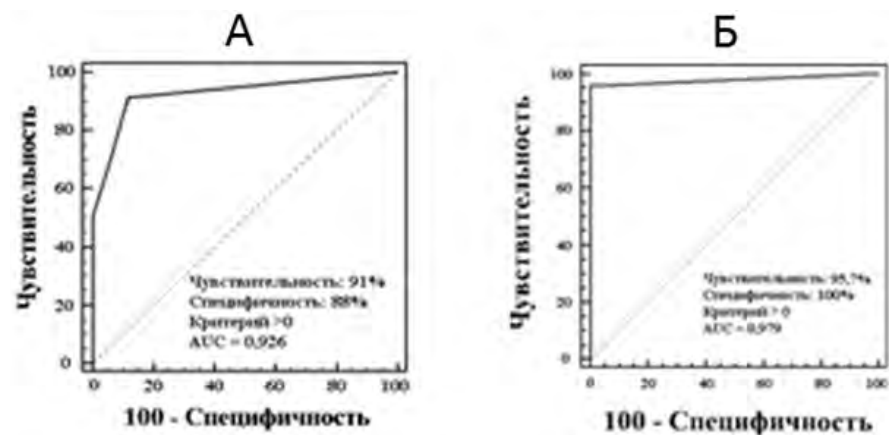
## МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ



**Рисунок 93** – Технология увеличения протеомного покрытия путем сочетания методов масс-спектрометрического анализа с двумерным щелочным фракционированием



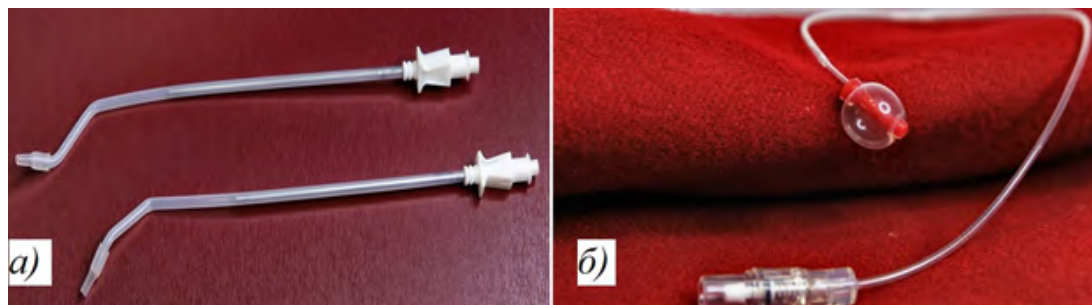
**Рисунок 94** – Системы маркеров для ранней диагностики и прогнозаметастазирования рака яичников



**Рисунок 95** – Системы маркеров для ранней диагностики для диагностики и прогноза метастазирования рака молочной железы (РМЖ) I-II стадии на основе метилирования генов микроРНК



**Рисунок 96** – Трансплантация аутологичных мезенхимальных стромальных клеток – эффективный метод лечения остеомиелита



**Рисунок 97** – Устройства для лечения патологии слуховой трубы: а) ушной катетер для введения лекарственных препаратов в среднее ухо, б) баллон для стентирования хрящевого отдела слуховой трубы





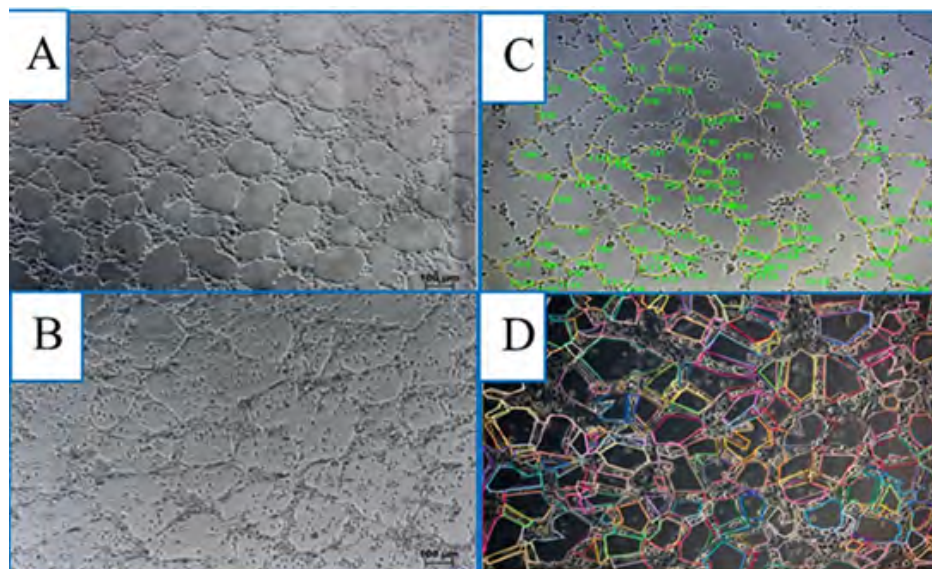
**Рисунок 98** – Новый полусинтетический полиеновый антибиотик Амфамид



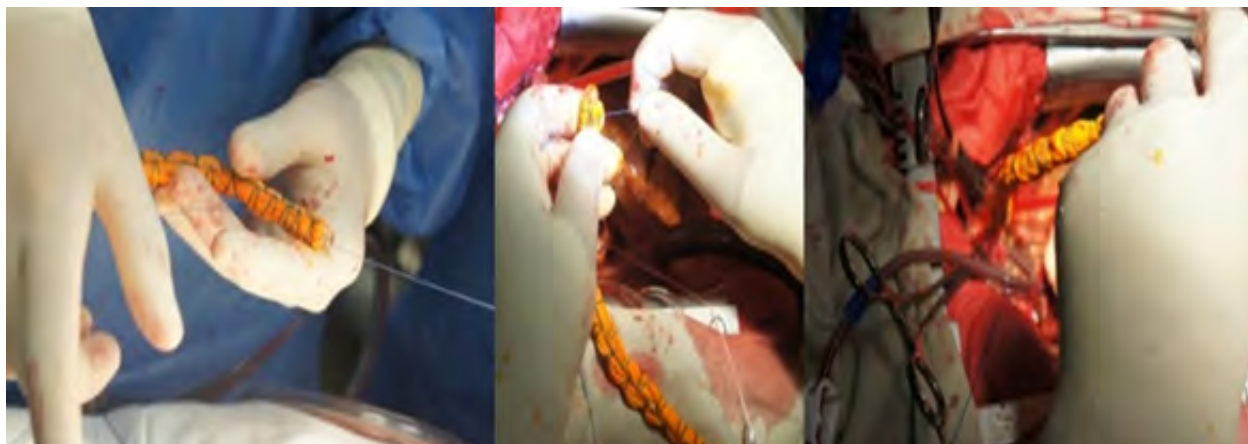
**Рисунок 99** – Навигационная транскраниальная магнитная стимуляция (рТМС) с индивидуальным подбором мишени по данным функциональной коннективности мозга



**Рисунок 100** – Тест-система «Нейро-иммуно-тест», для мониторинга состояния пациентов с шизофренией



**Рисунок 101** – Фазово-контрастная микроскопия, x100; А – капилляры, образованные эндотелиальными клетками. В – капилляры, образованные эндотелием в присутствии клеток трофобласта и НК-клеток; С – ручной учет количества и длины сосудов. D – учет микрофотографии роста сосудов in vitro при помощи искусственного интеллекта

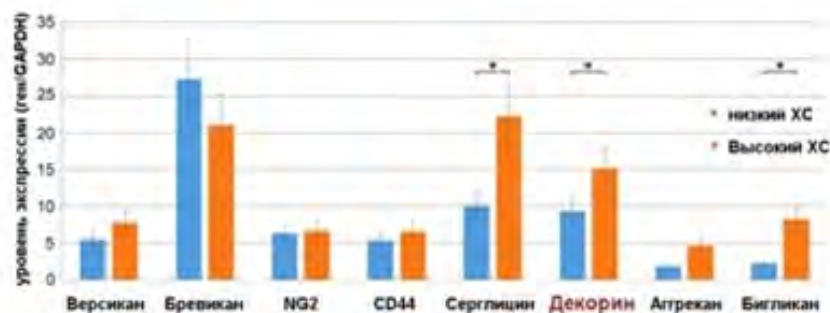


**Рисунок 102** – Новая хирургическая технология в лечении расслоения аорты – отечественный гибридный протез «Мягкий хобот слона»

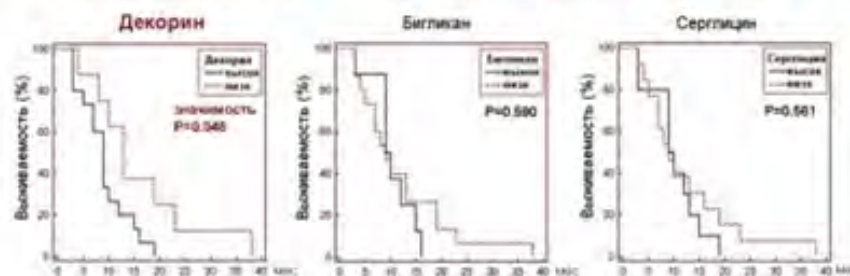


**Рисунок 103** – Комплексное замещение дефекта черепа и кожи головы вследствие тяжелой электротравмы микрохирургическим собственным мышечным лоскутом из широчайшей мышцы спины с аутодермопластикой. Дефект черепа устранен титановой пластиной



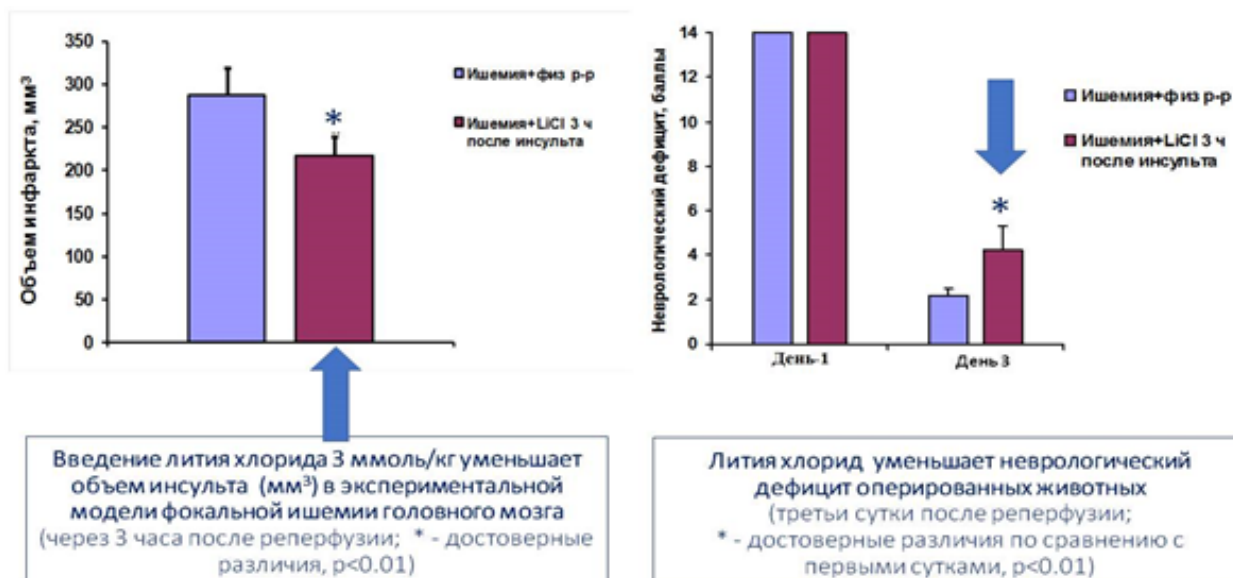


Экспрессия различных протеогликанов в опухоли пациентов с глиобластомой выживаемостью больше и меньше, чем 12 месяцев



Выживаемость пациентов с глиобластомой в зависимости от уровня экспрессии декорина

**Рисунок 104** – Использование биомаркеров для определения прогноза развития глиобластомы – одной из самых смертельных злокачественных опухолей головного мозга

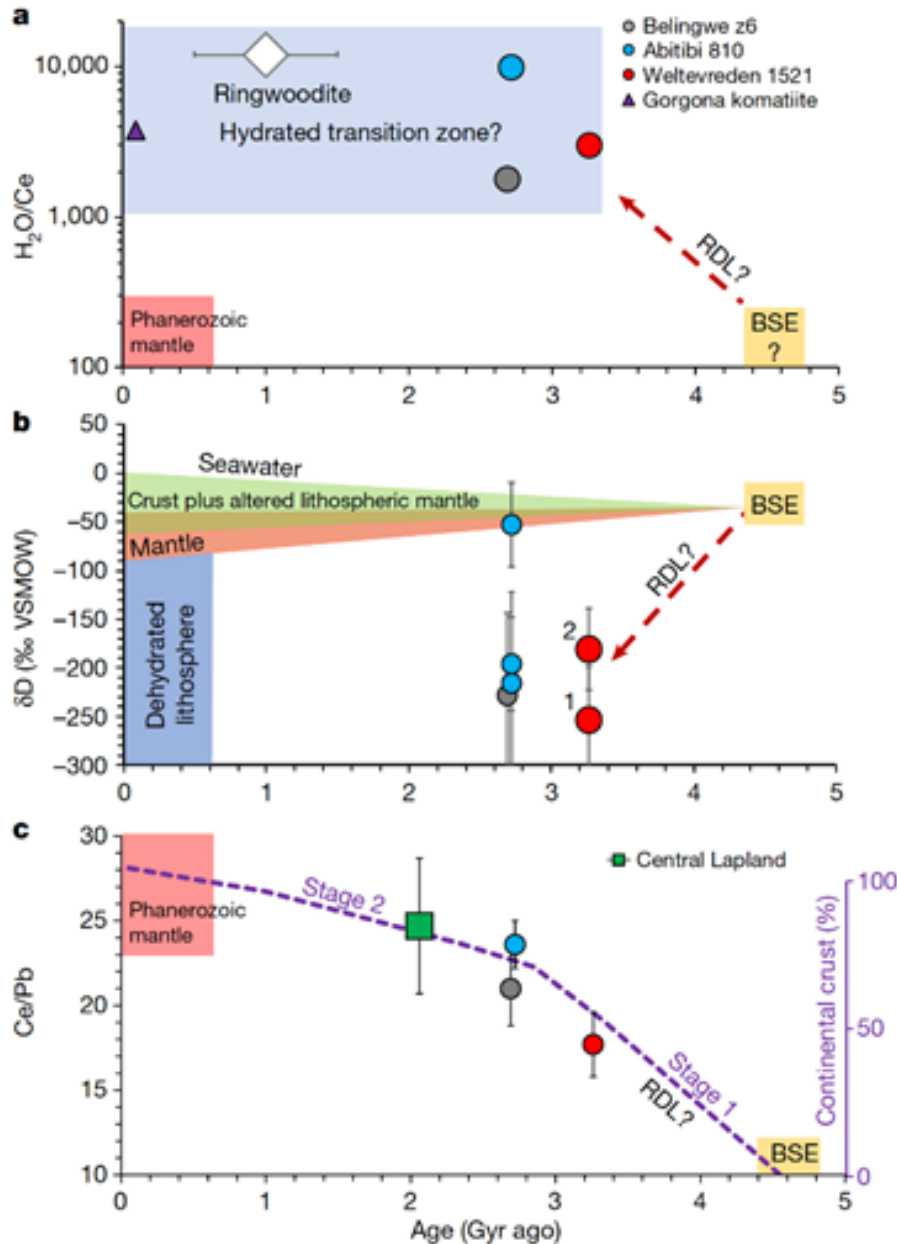


**Рисунок 105** – Молекулярные механизмы органопротективных свойств хлорида лития при критических состояниях



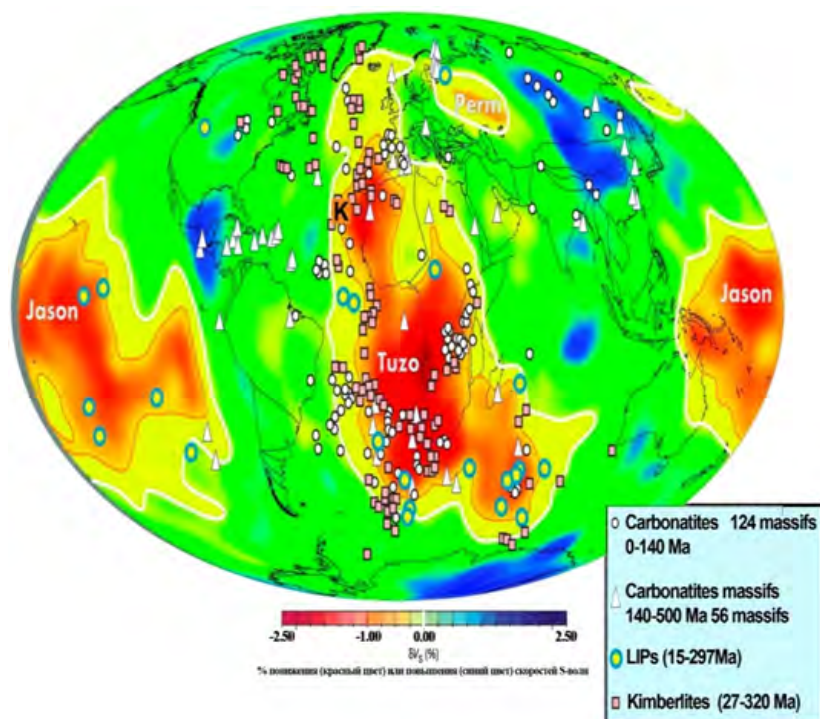
**Рисунок 106** – Программа «АмплиСенс Resist», создание единого лечебно-диагностического и эпидемиологического комплекса

# НАУКИ О ЗЕМЛЕ

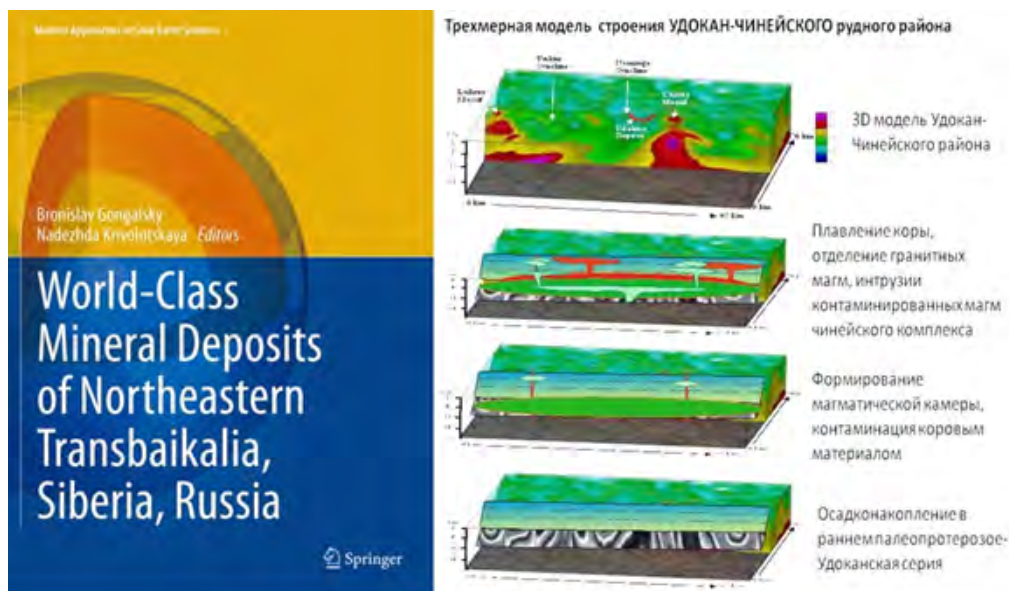


**Рисунок 107** – Рисунок 1. Временная эволюция составов мантийного источника коматиитов и других резервуаров Земли (Sobolev et al, Nature 2019)

а. Эволюция отношения  $H_2O/Ce$  в мантии Земли. Состав гидратированной переходной зоны мантии оценен по содержанию  $H_2O$  в рингвудите включенном в алмаз (Pearson et al, 2014) и содержанием  $Ce$  в примитивной мантии (Hofmann, 1988)- большой ромб на рисунке а, и  $Ce/Pb$  отношений не загрязненных коматиитовых расплавленных включений. b и c. Эволюция изотопных отношений водорода и отношений  $Ce/Pb$ , привязанная к динамике образования континентальной коры (Dhuime et al, 2017). RDL

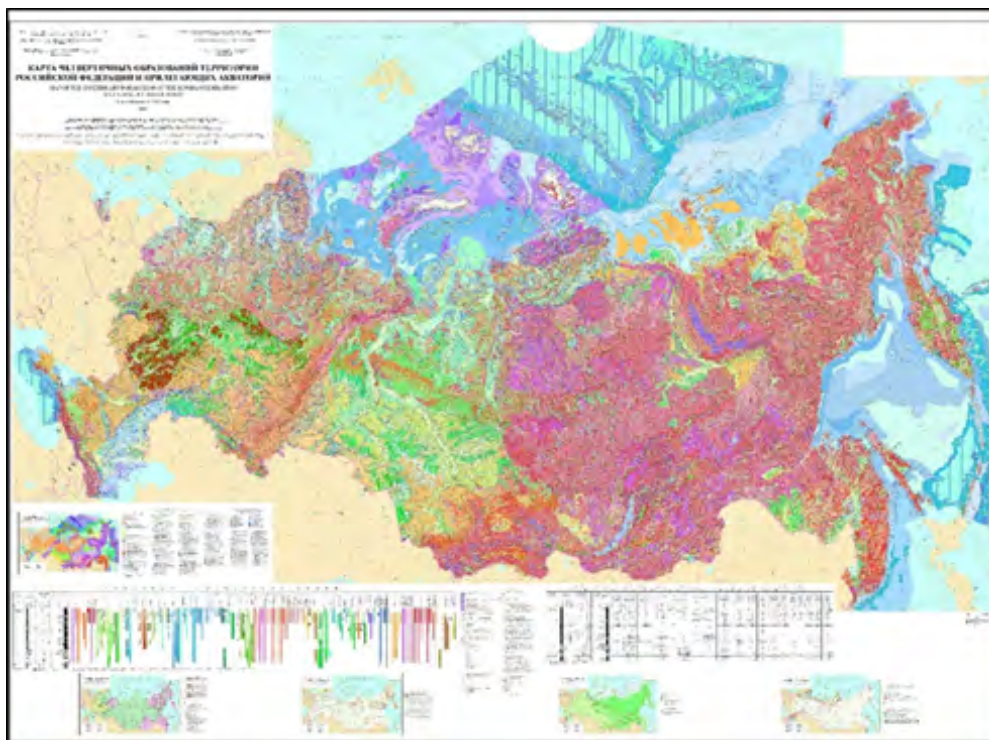


**Рисунок 108** – Абсолютная реконструкция проявлений карбонатитов и контур аномалии скоростей S-волн

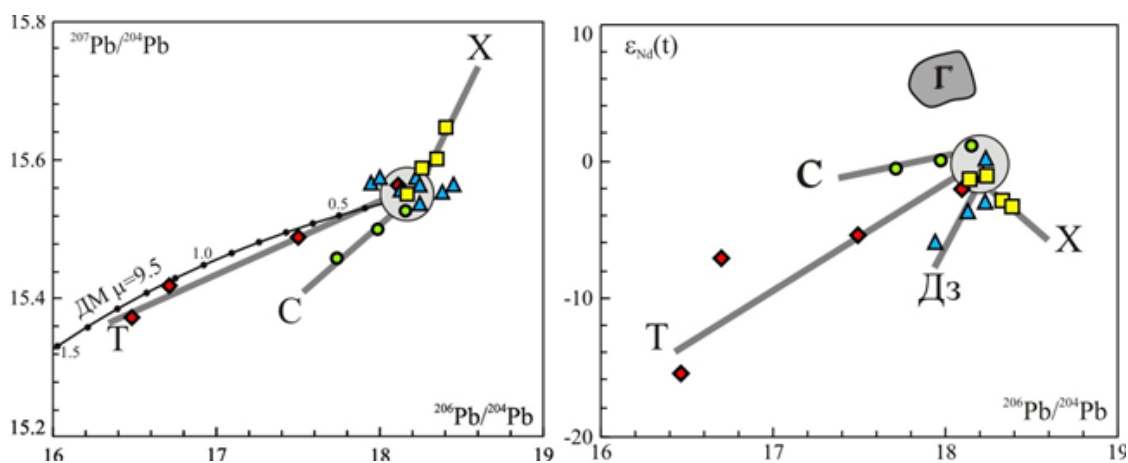


**Рисунок 109** – Трехмерная модель строения Удокан-Чинейского рудного района



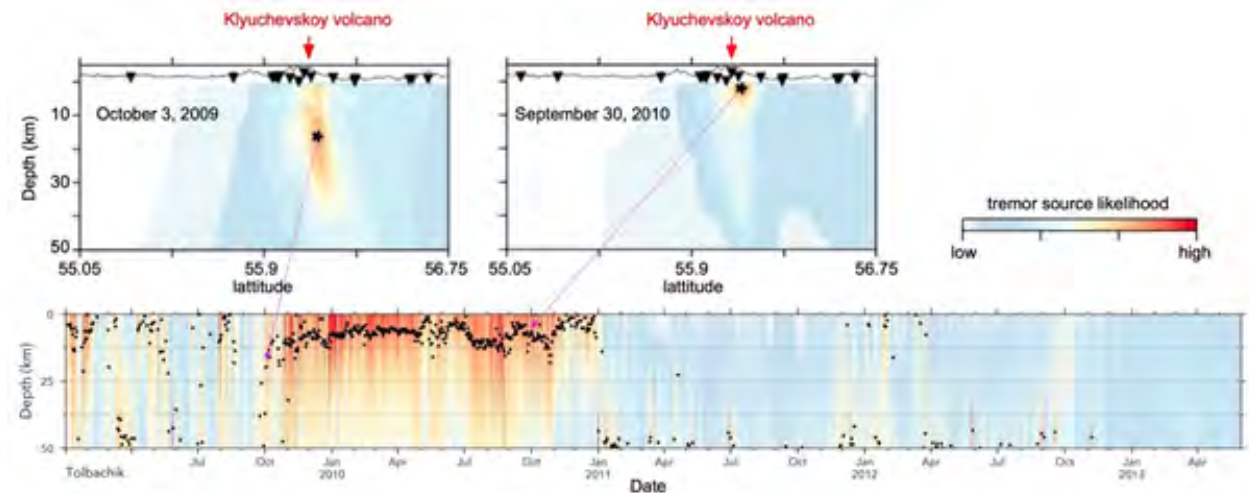


**Рисунок 110** – Карта четвертичных образований масштаба 1: 2,5 М территории Российской Федерации и прилегающих акваторий

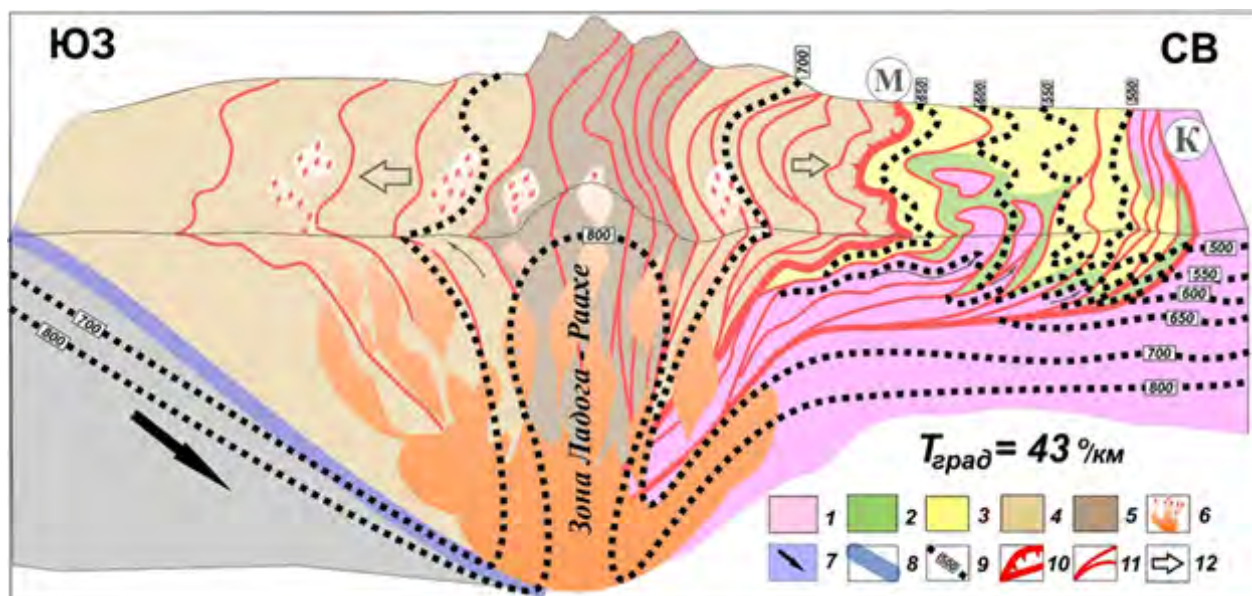


**Рисунок 111** – Вариации изотопных составов гранитоидов Хангайского батолита в разных блоках вмещающей коры

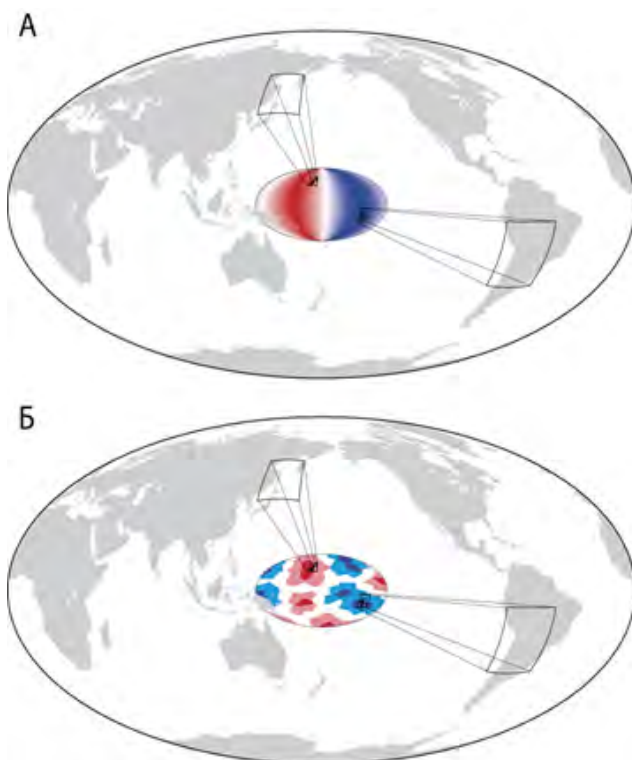
Блоки коры, вмещающие батолит: раннепротерозойские Тарбагатайский (Т), Дзабханский (Дз), неопротерозойский Сонгинский (С), среднепалеозойский Хангайский прогиб (Х). Г – изотопный состав ювенильной коры герцинида Южной Монголии. гранитоидов



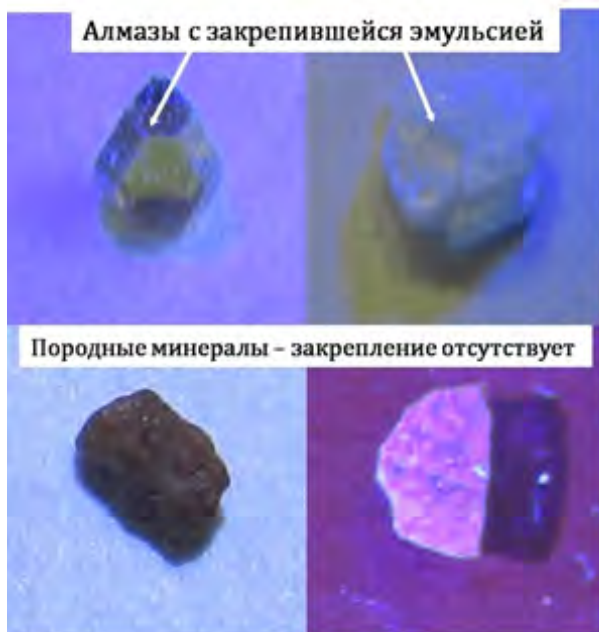
**Рисунок 112** – Определение источников вулканических треморов для района Ключевской группы вулканов. Треугольники на верхних разрезах отмечают положение сейсмических станций. Точки на нижнем рисунке – наиболее вероятные глубины источников треморов. Цветом показана величина функции правдоподобия



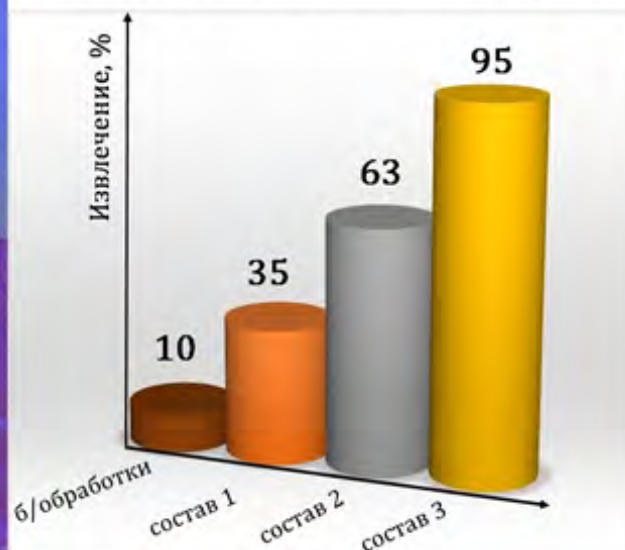
**Рисунок 113** – Схема метаморфической зональности палеопротерозойского ладожского комплекса (ЮВ Балтийского щита)



**Рисунок 114** – Внутреннее ядро изображено в центре прозрачной Земли. Поверхностные четырёхугольники очерчивают области расположения сейсмических источников и станций, и зондируемые участки поверхности твёрдого ядра под Азией и Америкой. Распределение температуры во внутреннем ядре изображено цветом: (А) – дихотомная модель с линейным распределением от более холодного и тяжелого Западного полушария к более тёплому Восточному, (Б) – мозаичная модель

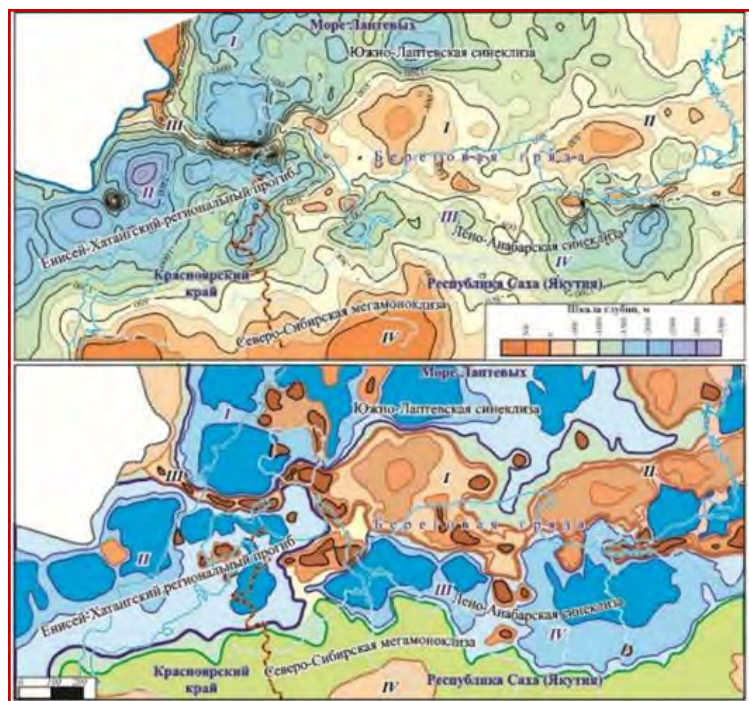


**Извлечение слабосветящихся алмазов до и после обработки люминофорсодержащей эмульсией**



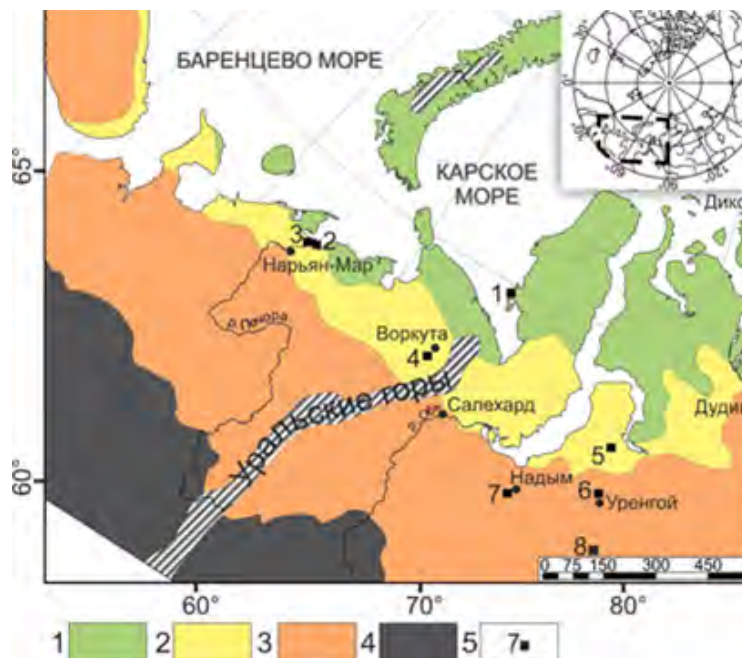
**Рисунок 115** – Модификации люминесцентных характеристик алмазов для активации слаболюминесцирующих и нелюминесцирующих кристаллов, Повышения светимости алмазов позволяет снизить потери алмазных кристаллов





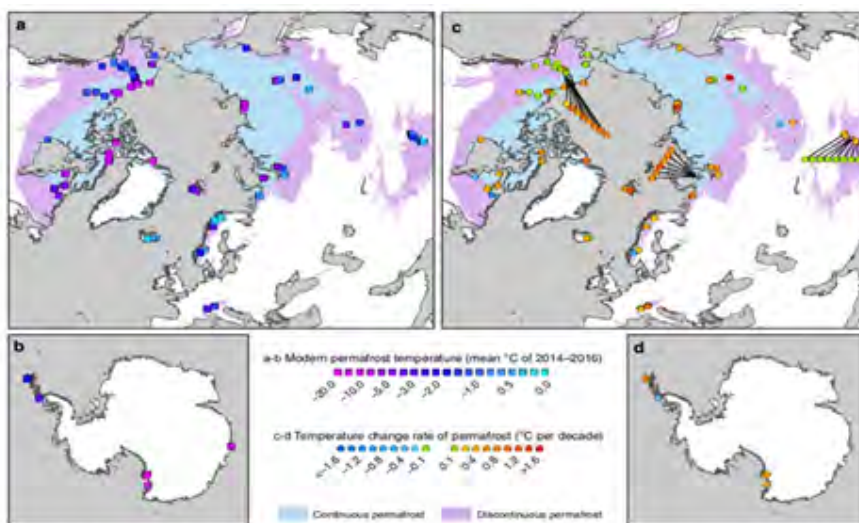
**Рисунок 116** – Структурная карта по кровле перми (А) и тектоническая карта пермского структурного яруса (Б) арктических районов Сибирской платформы (Лено-Анабарская и Анабаро-Хатангская НГО).

Список структур I порядка: положительные: I – Юрянгский мегавал; II – Пограничный мегавал; III – Сопочный мезовал; IV – Друханский мегавал; отрицательные: I – Бегичевская мегавпадина; II – Хетский мегапрогиб; III – Юрянг-Хаянская мегавпадина; IV – Таймыларская мегавпадина



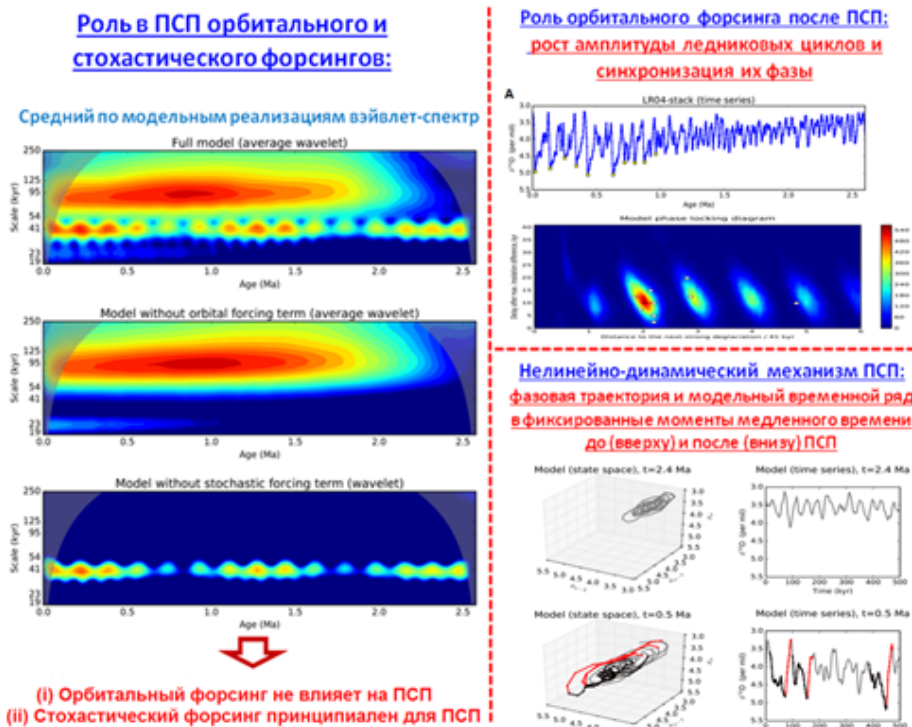
**Рисунок 117** – Карта – схема состояния мерзлоты в Западном секторе Российской Арктики. На схеме зеленым цветом выделены регионы, в которых изменения мерзлоты не приводят к качественным изменениям – оттаиванию и значимому снижению несущей способности. Желтым отмечены регионы с начинающейся деградацией мерзлоты и снижающейся несущей способностью оснований и фундаментов. Оранжевым выделены регионы, в которых происходит активная деградация мерзлоты и опускание ее кровли. Все крупные города находятся в зоне риска, здесь возможны недопустимые деформации и даже разрушения зданий и сооружений. Серый цвет – области вне криолитозоны, квадраты – мониторинговые площадки



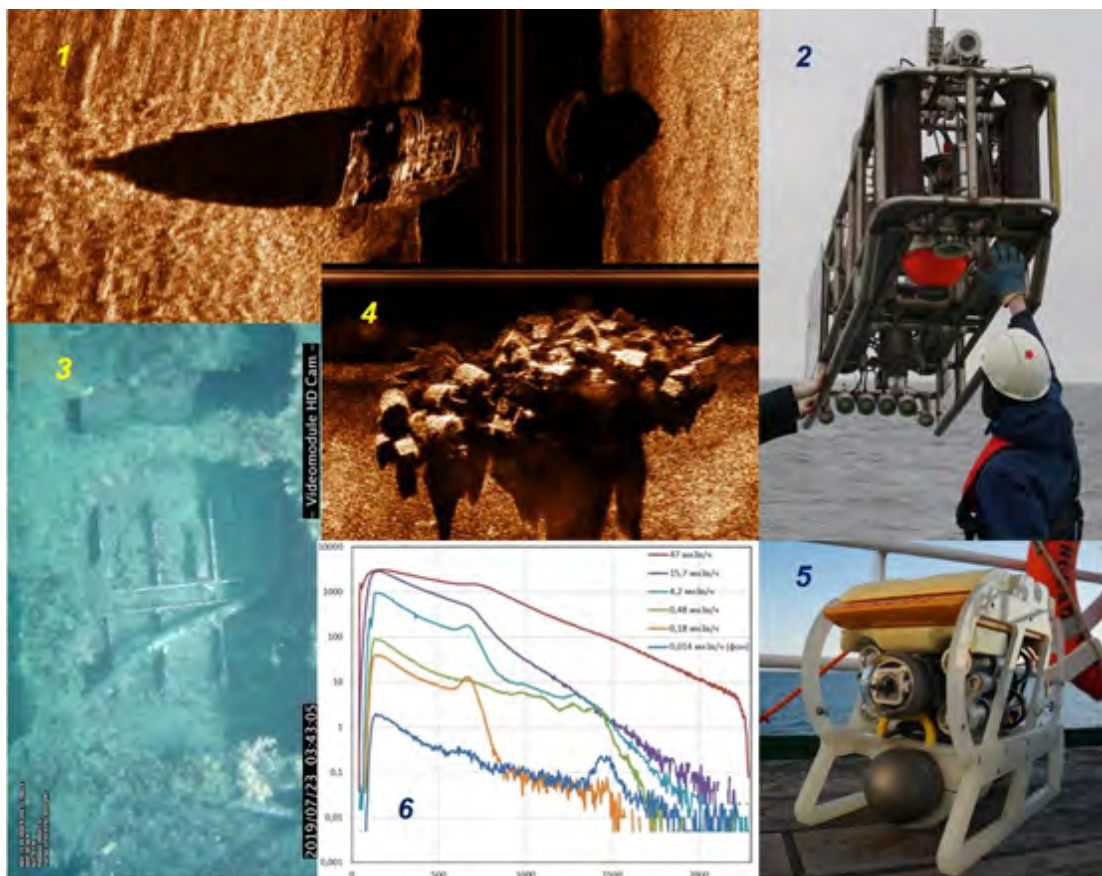


**Fig. 2** Permafrost temperature and rate of change near the depth of zero annual amplitude. **a, b** Mean annual ground temperatures for 2014–2016 in the Northern Hemisphere and Antarctica,  $n = 129$  boreholes. **c, d** Decadal change rate of permafrost temperature from 2007 to 2016,  $n = 123$  boreholes (Eq. 3). Changes within the average measurement accuracy of  $\sim 0.1^\circ\text{C}$  are coded in green. Continuous permafrost zone ( $>90\%$  coverage); discontinuous permafrost zones ( $<90\%$  coverage). Permafrost zones are derived from the International Permafrost Association (IPA) map<sup>68</sup>. World Borders data are derived from [http://thematicmapping.org/downloads/world\\_borders.php](http://thematicmapping.org/downloads/world_borders.php) and licensed under CC BY-SA 3.0 <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>

**Рисунок 118** – Повышение температуры и деградация мерзлых толщ

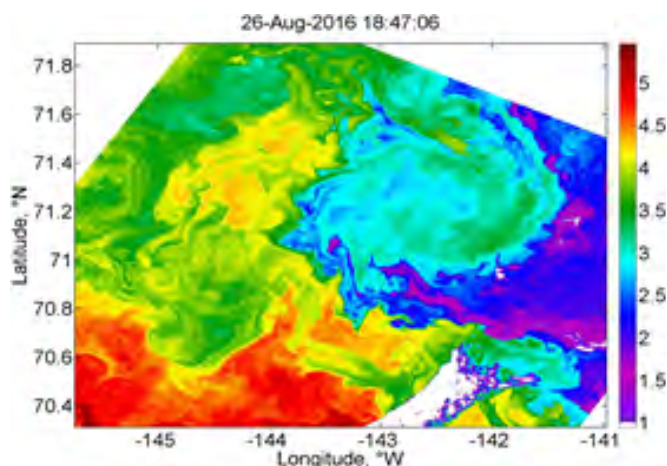


**Рисунок 119** – Эмпирическое моделирование климата прошлого

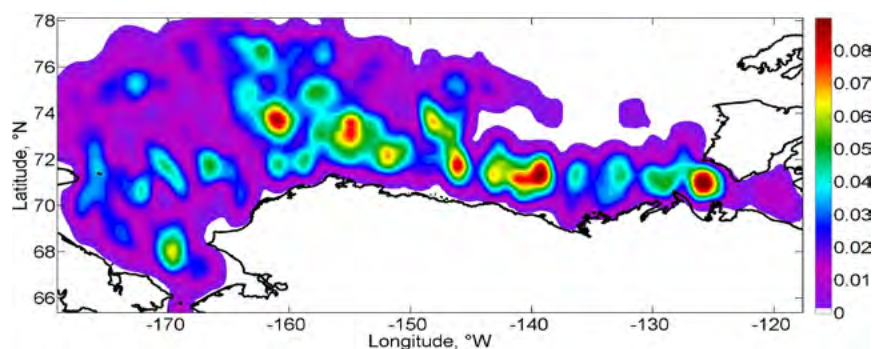


**Рисунок 120** – Поисково-исследовательская технология и результаты ее применения:

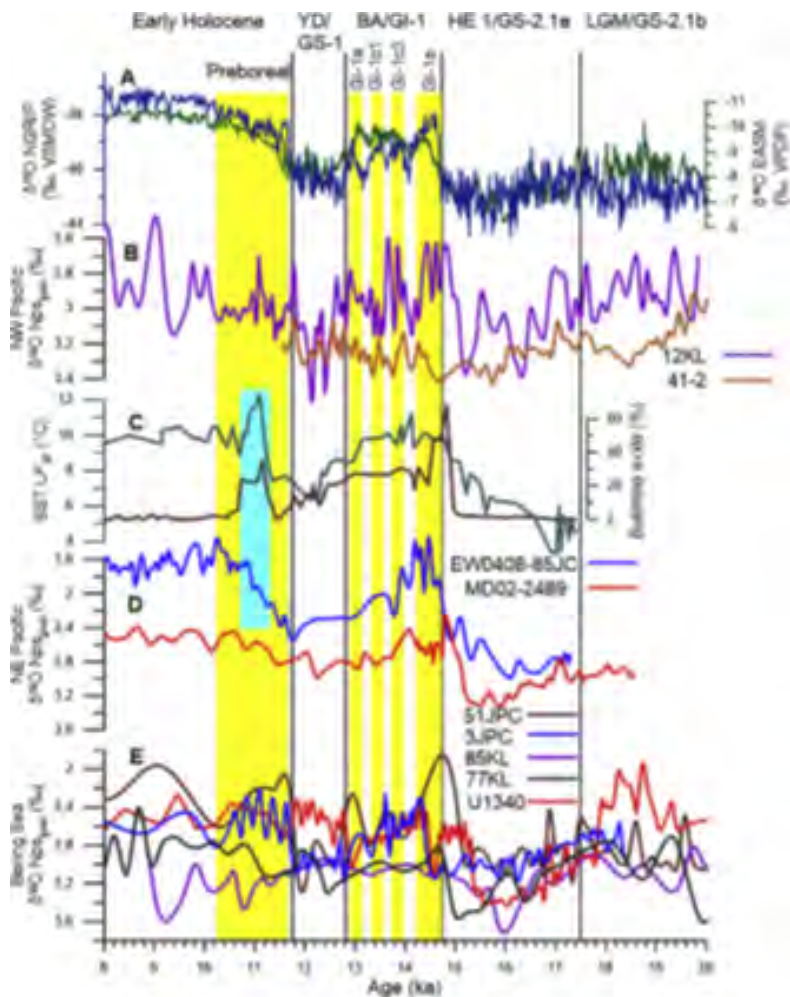
- 1 – гидролокационное изображение реакторного отсека АПЛ К-19; 2 – БНПА «Видеомодуль»; 3 – видеокادر «палуба реакторный отсек АПЛ К-19»; 4 – гидролокационное изображение свалки контейнеров с высокоактивными радиоактивными отходами; 5 – ТНПА «ГНОМ» с гамма-спектрометром РЭМ-35-2; 6 – зарегистрированные спектры и мощности дозы от 0,014 до 47,0 мкЗв/ч.



**Рисунок 121** – Крупный вихря радиусом 40 км в восточной части моря Бофорта в поле температуры по данным Landsat

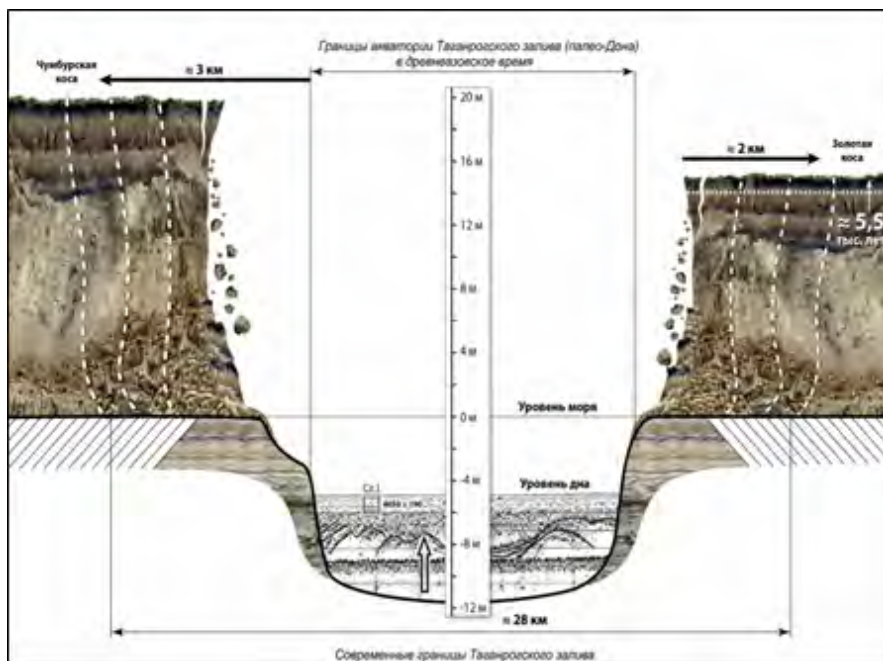


**Рисунок 122** – Карта частоты наблюдения крупных вихрей по данным спутниковой альтиметрии. Прямоугольниками выделены области максимальной вихревой активности



**Рисунок 123** – Сравнение изменений климата и окружающей среды в северной части Тихого океана и Берингова моря за последние 20 тыс. лет с климатическими изменениями Северного полушария: А  $\delta^{18}\text{O}$  ледового керна Гренландии и сталагмитов китайских пещер. В, D, Е скорректированное значение  $\delta^{18}\text{O}$  планктонных фораминифер из колонок 12 KL и 41-2 отобранных вблизи Камчатки, Аляскинского залива и Берингова моря соответственно

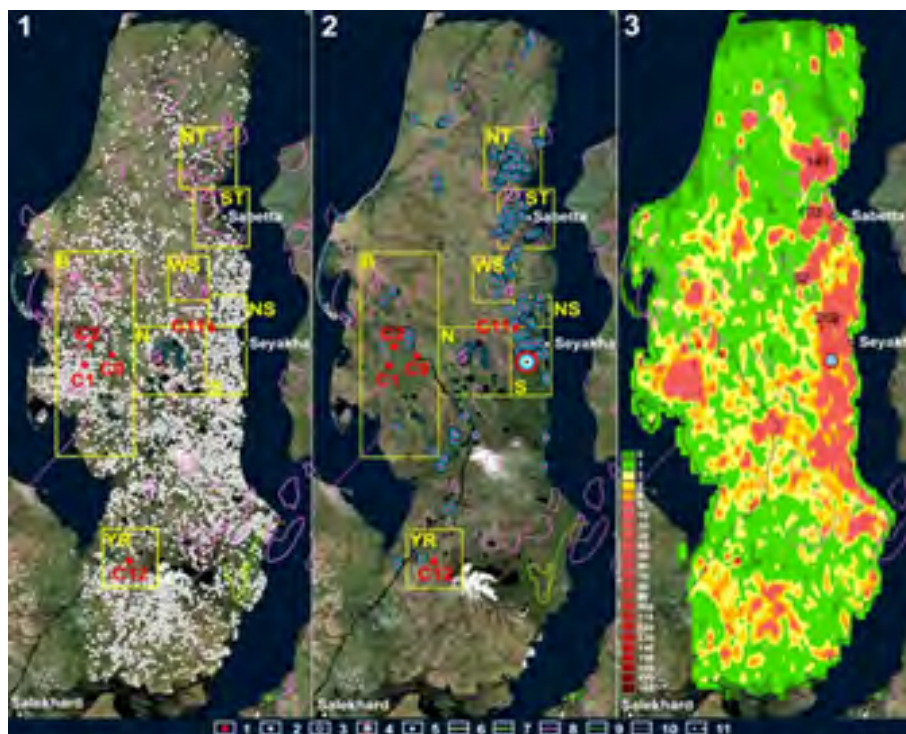




**Рисунок 124** – Строение дна и кос южного побережья Таганрогского залива с результатами сейсмоакустической съёмки и данными абсолютной датировки (14С). Районы бурения скважин: Чумбурская коса; Очаковская коса; Сефанидинодар



**Рисунок 125** – Бованенковский кратер выброса газа С1



**Рисунок 126** – Полуостров Ямал: схемы распространения бугров пучения (1), кратеров выбросов газа на суше и дне термокарстовых озер (2) и риска выбросов газа (3)

## ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

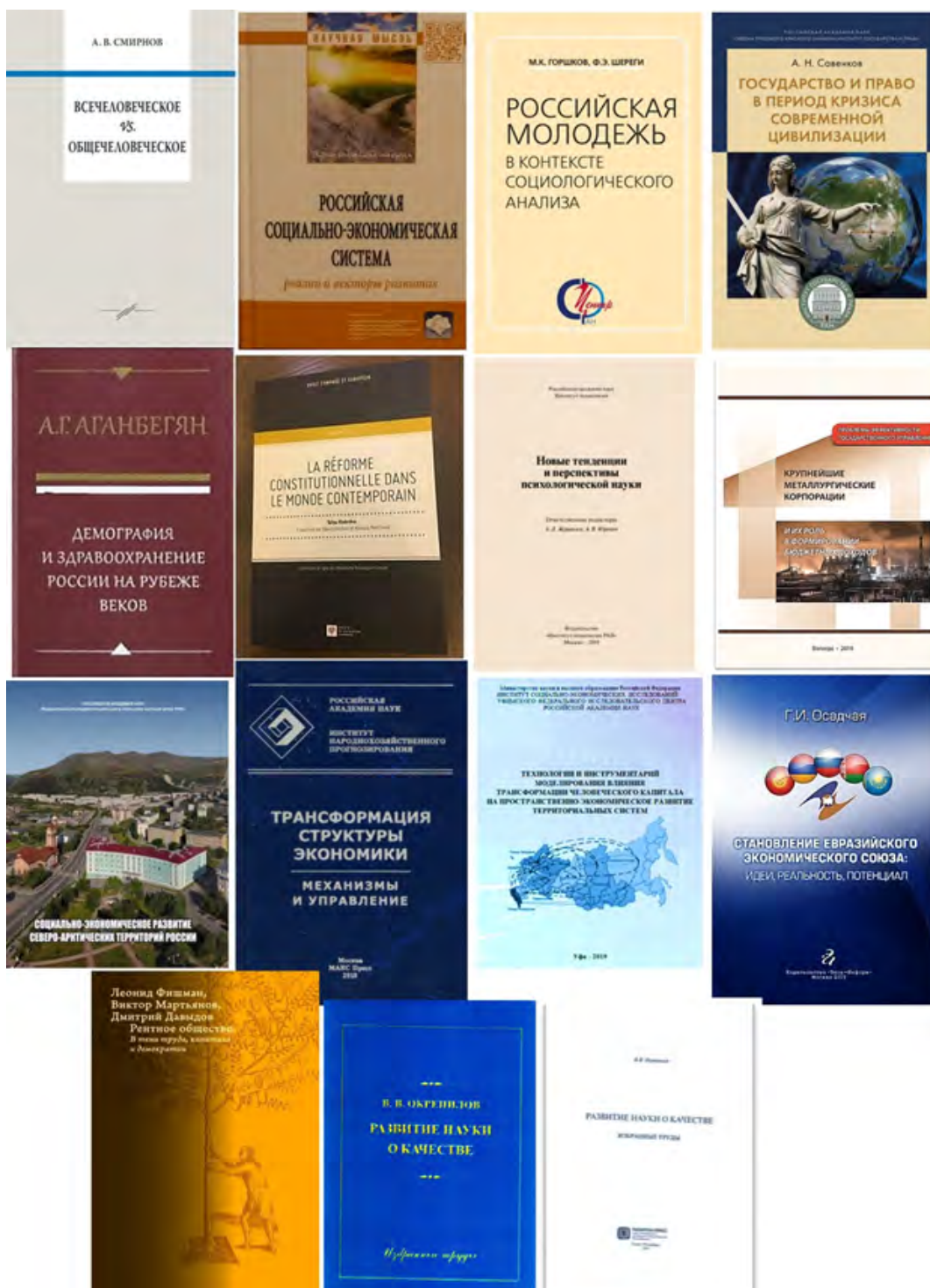


Рисунок 127 – Основные монографии институтов Отделения общественных наук РАН

Пакетное производство ■ и дополнительность ■

Строки – улучшения, столбцы – пакеты

-1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	
0	-1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	
0	0	-1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	
0	0	-1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	-1	0	0	0	1	1	0	0	0	← матрица (a <sub>ij</sub> )
0	0	0	0	-1	0	0	1	0	1	0	0	
0	0	0	0	0	-1	1	0	1	1	0	1	
-19	-11	-19	-15	-6	-11	32	7	5	18	11	8	оценки
1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	переменные
-19	-11	-19	0	-6	-11	32	0	0	18	11	8	3
												значение целевой функции

Рисунок 128 – Таблица EXCEL с задачей модератора умного рынка

Экстерналии – пакетное производство и дополнительность

Пакеты улучшений	Используемые компоненты	Создаваемые компоненты	Оценка (стоимость)
1	–	1	-19
2	–	2	-11
3	–	3, 4	-19
4	1, 2	5	-15
5	1, 3	6	-6
6	4	7	-11
7	1, 3, 7	–	32
8	5, 6	–	7
9	5, 7	–	5
10	2, 6, 7	–	18
11	1, 3	–	11
12	1, 7	–	8

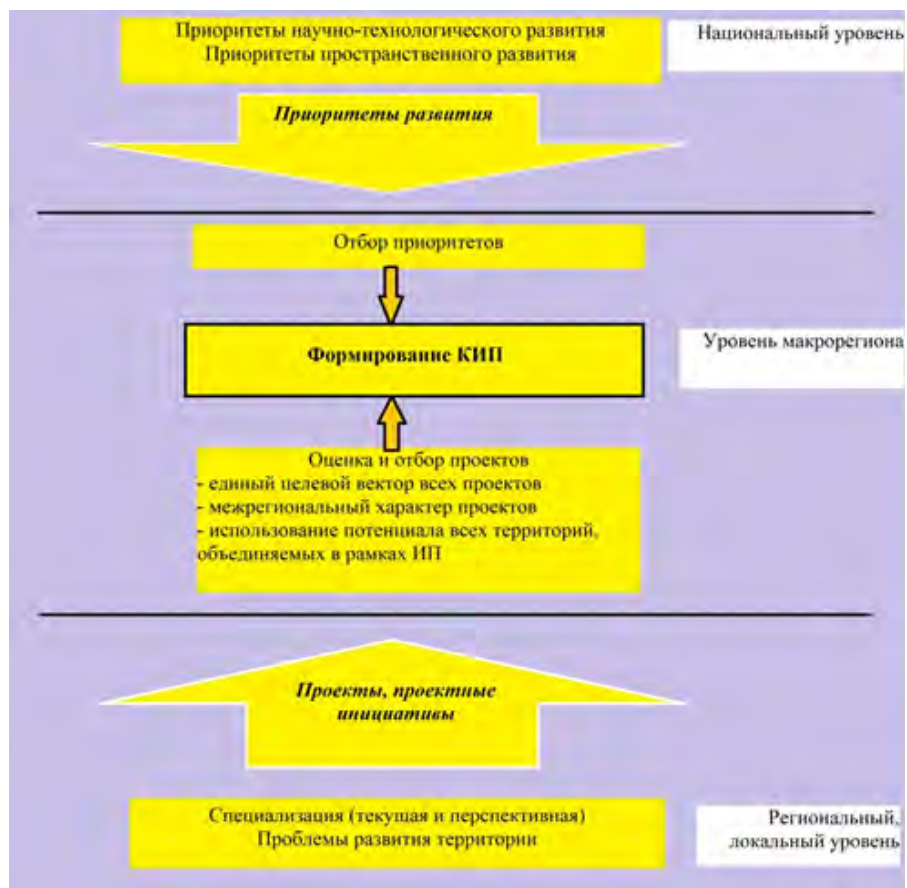
Дополнительность      Пакетное производство

Рисунок 129 – Пример связей между результатами НИОКР





**Рисунок 130** – Инвестиционные проекты в Арктической зоне Российской Федерации



**Рисунок 131** – Методологический подход к согласованию приоритетов пространственного и научно-технологического развития промышленных регионов





Рисунок 132 – Модель трансфера научных исследований РИП в условиях цифровой экономики

## ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И МЕЖДУНАРОДНЫЕ ОТНОШЕНИЯ



**Рисунок 133** – Наиболее значимые монографии институтов ОГПМО

## ИСТОРИКО-ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ



Рисунок 134 – Раскопки центральной части Московского Кремля (ИА РАН)

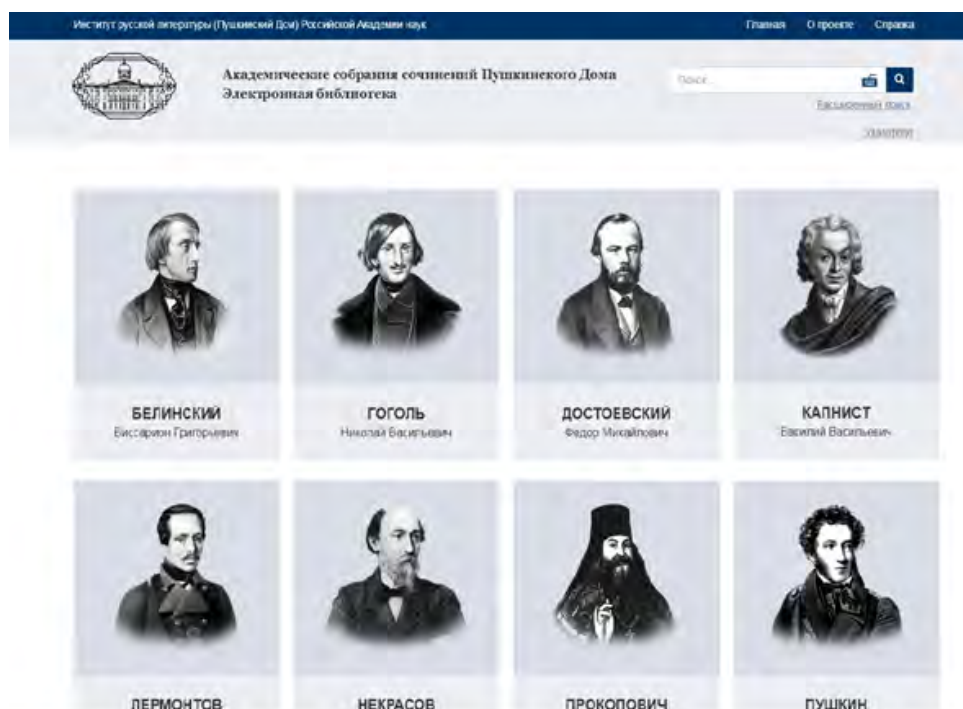


Рисунок 135 – Первая и вторая миграционные волны гомининов с ашельской индустрией из Африки в Евразию (ИАЭТ СО РАН)





**Рисунок 136** – Раскопки христианского храма XI-XIII вв. (плато Эски-Кермен, Крым)  
(Институт археологии Крыма РАН)



**Рисунок 137** – Электронная библиотека «Академические собрания сочинений Пушкинского Дома»  
(ИРЛИ РАН)

## СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ



**Рисунок 138** – Сорт пшеницы озимой мягкой Ультра 11



**Рисунок 139** – Гибрид сахарной свёклы Рубин





**Рисунок 140** – Сорт картофеля Восторг, а – куст, б – клубни с одного куста



**Рисунок 141** – Гибриды капусты белокочанной: раннеспелый F1 Улада, позднеспелый F1 Атлант



**Рисунок 142** – Гибрид лука репчатого F1 Визит



**Рисунок 143** – Сорт чеснока озимого Мелиоратор



**Рисунок 144** – Сорт эхинацеи пурпурной Северянка



**Рисунок 145** – Трехпородный кросс кур ВНИИГРЖ ФБ





**Рисунок 146** – Порода перепелов «Омская»



**Рисунок 147** – Тип овец каракульской породы «Полынный»



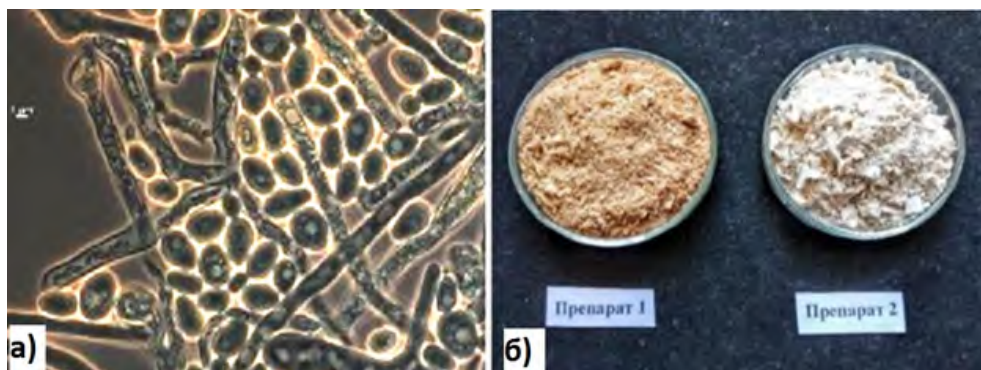
**Рисунок 148** – Трехпородный кросс кролика «Родник»



**Рисунок 149** – Вакцина против вирусной геморрагической болезни кроликов, содержащая в своем составе антигены RHDV1 и RHDV2



**Рисунок 150** – Модульная роботизированная доильная установка



**Рисунок 151** – а) Симбиотическая культура гриба *G. candidum* 977 с дрожжами *Saccharomyces cerevisiae*. б) Кормовой микробно-растительный продукт 1 и биомасса 2



## ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬНЫХ НАУК



Рисунок 152 – Стекланные колонны Лахта Центра



**Рисунок 153** – Возведение несущего каркаса здания с бесстычковыми колоннами и ригелями (типа «Saret») из бетона классов В25-В35, марок по прочности D1750-D1850 на высокопрочном керамзитовом гравии производства Новочебоксарского ДСК (г. Казань)



**Рисунок 154** – Концептуальная модель развития городов на территории Якутии-Саха



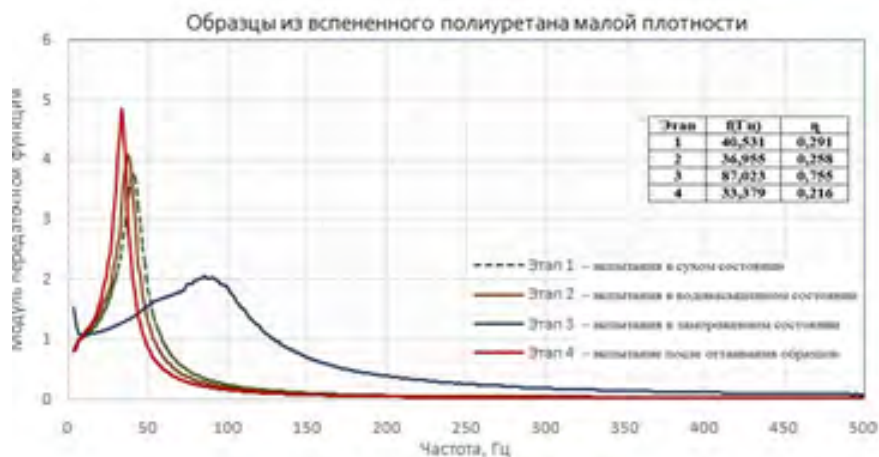


**Рисунок 155** – Концептуальные проекты северных экогородов: а) город Путоранск; б) город Новая Сабетта



**Рисунок 156** – Пример. Каргополь, улица Победы: а) существующее положение; б) конкурсный проект благоустройства





**Рисунок 159** – Динамические и эксплуатационные характеристики вибродемпфирующих материалов, выполненных из эластомерных материалов



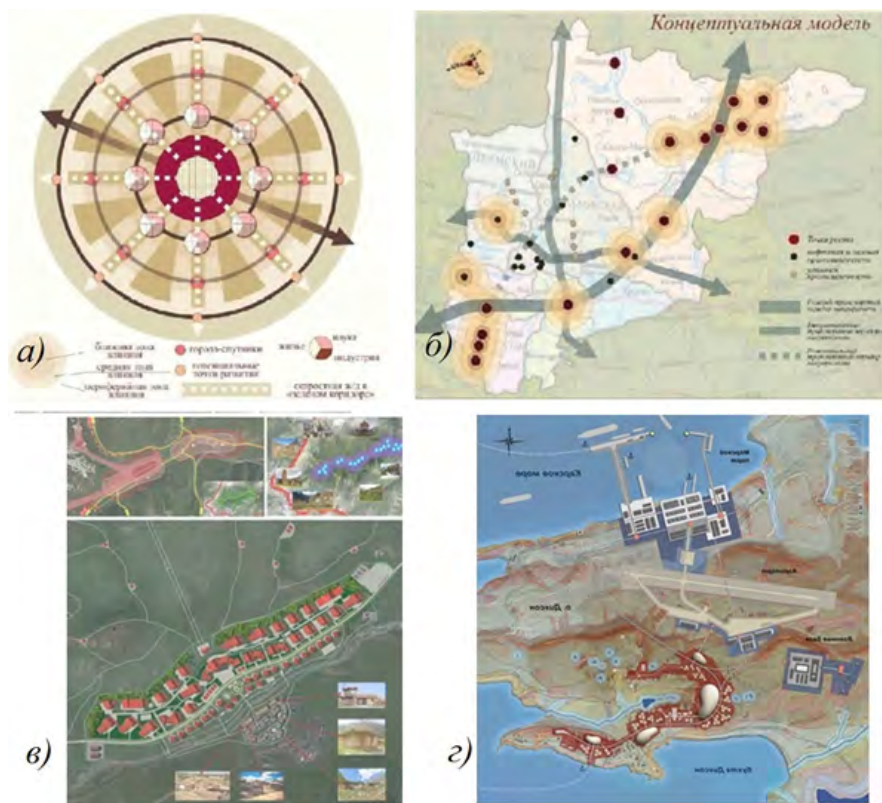


Рисунок 160 – Концептуальная модель планировочного развития Свердловской агломерации на принципах устойчивого развития (а, б); примеры реализации разного уровня организации градостроительных систем на принципах устойчивого развития: в) проект формирования природно-туристического кластера в Северной Алании; г) проект эко-города «Новый Диксон»



Рисунок 161 – Город Новое Ступино Московской области; квартал жилой застройки



## ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ОБЛАСТИ ОБРАЗОВАНИЯ



### «Личный букварь» – это:

- Новый метод обучения грамоте, созданный сотрудниками Института коррекционной педагогики РАО
- Метод, подтвержденный в процессе обучения детей с расстройством аутистического спектра дошкольного и младшего школьного возраста
- Первый в России учебный комплект для обучения грамоте детей с аутизмом

Рисунок 162 – Учебный комплект «Личный букварь»

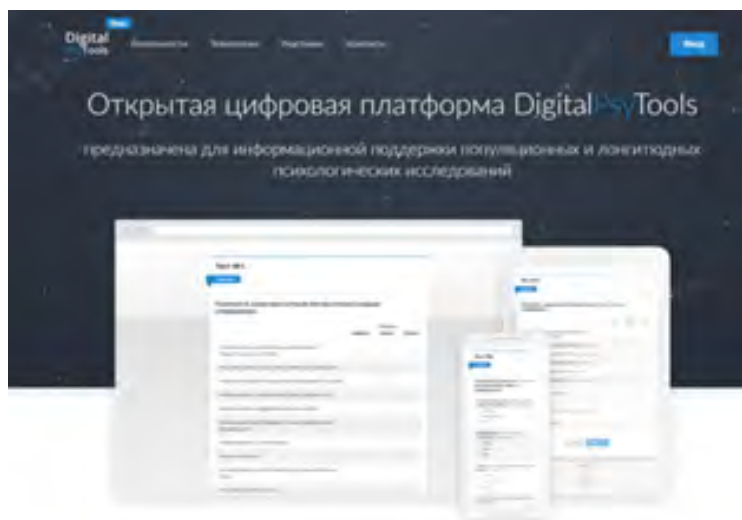


Рисунок 163 – Цифровая психодиагностическая платформа DigitalPsyTools.ru



Рисунок 164 – Серия пособий «Учителю о детях с ограниченными возможностями здоровья»

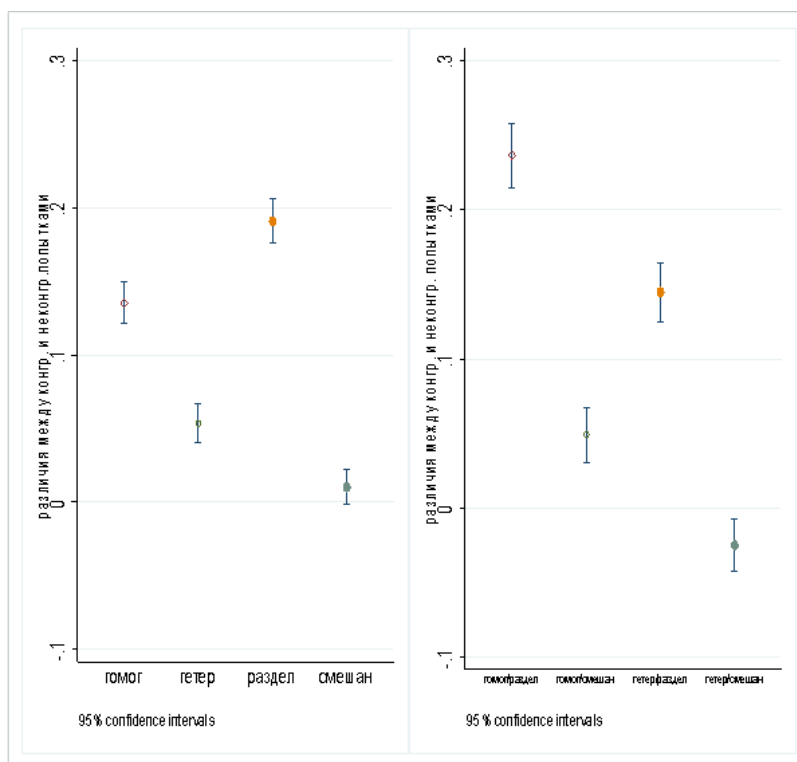


Рисунок 165 – Эффект конгруэнтности для скорости правильных ответов для разных условий

## ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ РАХ



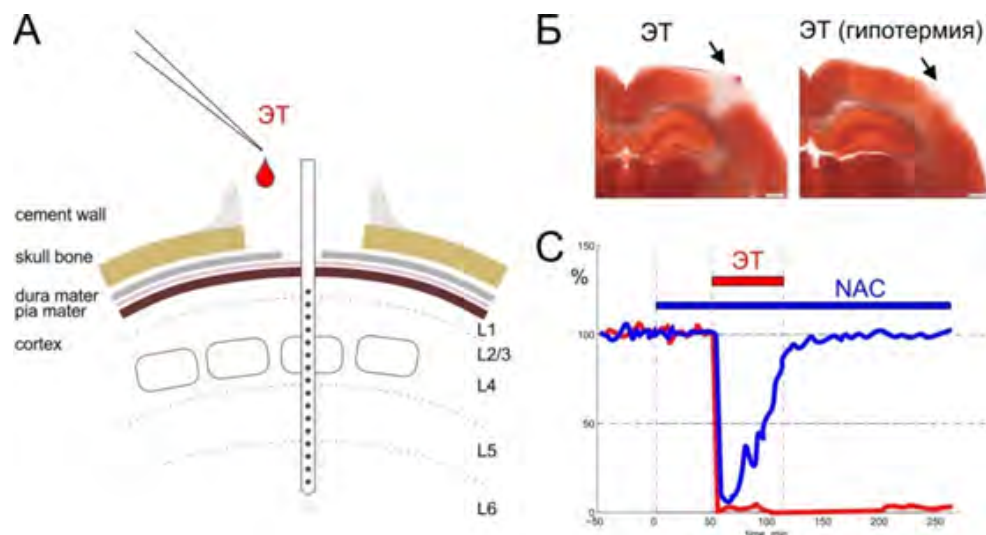
Рисунок 166 – Основные публикации РАХ



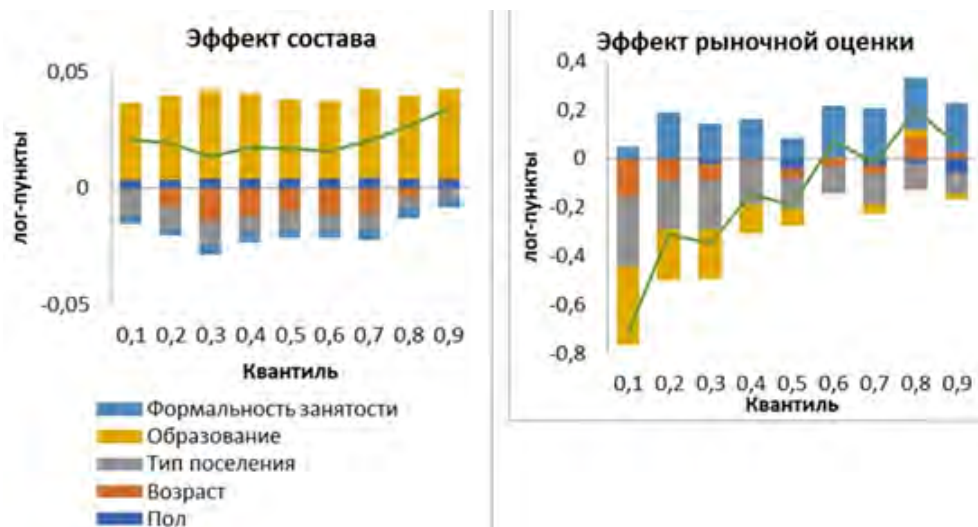


Рисунок 167 – Основные публикации РАХ

## ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ, ПОЛУЧЕННЫЕ В ВУЗОВСКОМ СЕКТОРЕ НАУКИ



**Рисунок 168** – Нейропротекторные эффекты гипотермии и NAC в модели с эпипиальной аппликацией эндотелина. (А) Схема эксперимента. (Б) Вид ишемического очага при действии эндотелина в условиях нормальной температуры (слева) и при гипотермии (справа). Окраска срезов с ТТС. (С) Нейропротекторный эффект NAC на ЭТ-1 вызванное подавление спонтанной активности в соматосенсорной коре крысы



**Рисунок 169** – Результаты квантильной декомпозиции

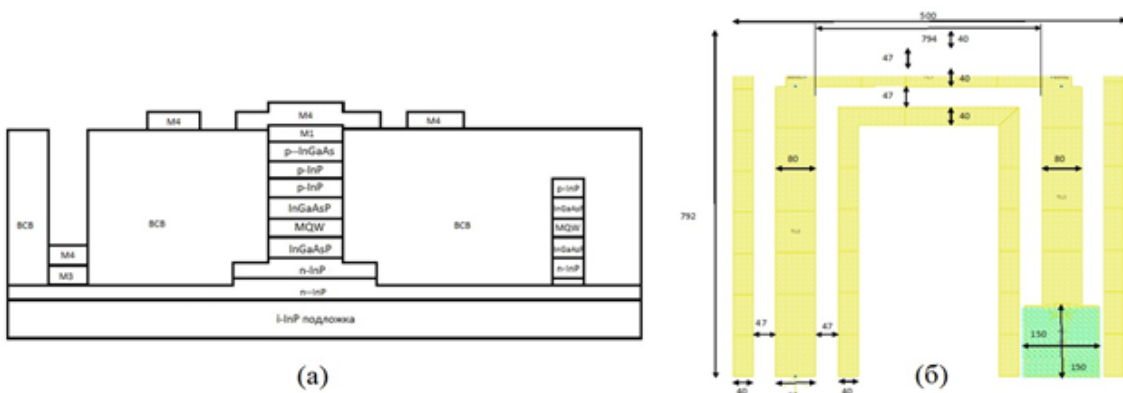


Рисунок 170 – Схематический профиль модулятора(а) и топология СВЧ тракта (б)

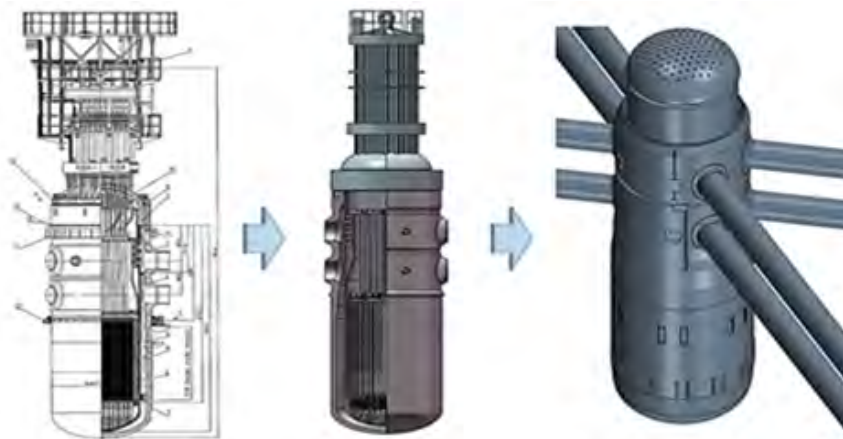


Рисунок 171 – Реактор ВВЭР.

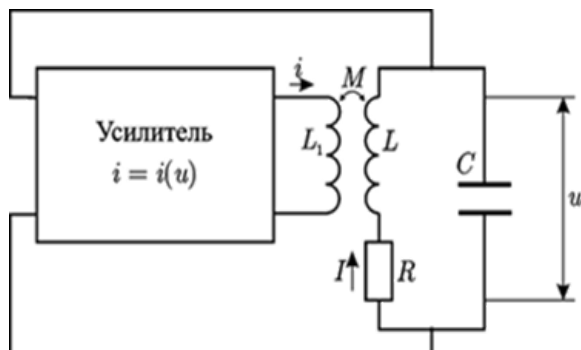


Рисунок 172 – Радиотехнический генератор автоколебаний



Рисунок 173 – Прочность образцов КМЛ с различными наполнителями при изгибе

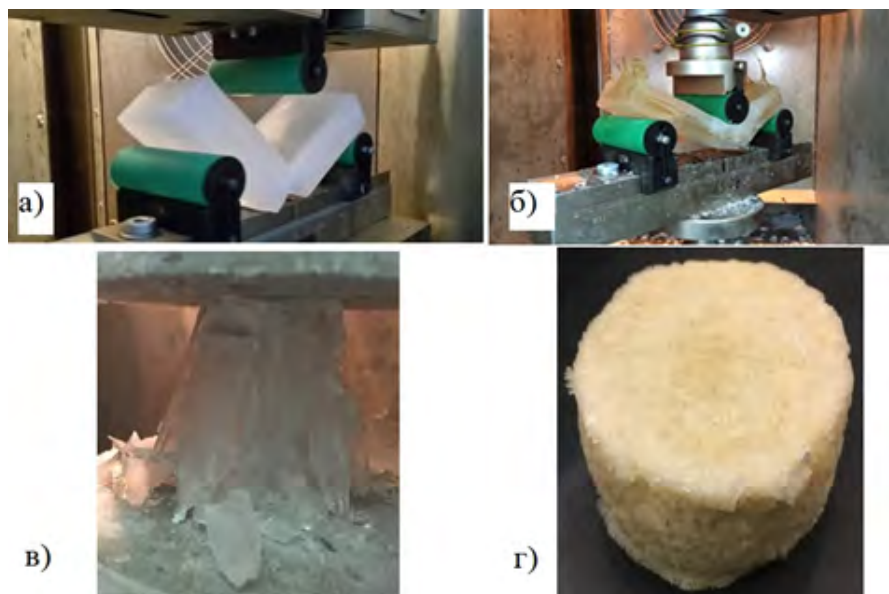


Рисунок 174 – Характер разрушения ледового образца на изгиб (а) и сжатие (в) и армированного полимерными волокнами (б) и древесными опилками (г)









МАТЕРИАЛЫ  
ОБЩЕГО СОБРАНИЯ ЧЛЕНОВ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
ОТ 23 ИЮНЯ 2020 ГОДА

Формат 84x108 1/16  
Гарнитура Times  
Усл.-п. л. 45,99. Уч.-изд. л. 29,6  
Тираж 150 экз.

Издатель – Российская академия наук

Верстка и печать – УНИД РАН  
Отпечатано в экспериментальной цифровой типографии РАН

Распространяется бесплатно