



ДОКЛАД  
О РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ  
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
И О ВАЖНЕЙШИХ  
НАУЧНЫХ ДОСТИЖЕНИЯХ,  
ПОЛУЧЕННЫХ РОССИЙСКИМИ  
УЧЕНЫМИ

МОСКВА  
2023

УДК 001

ББК 72

Д 63

Доклад о реализации государственной научно-технической политики в Российской Федерации и о важнейших научных достижениях, полученных российскими учеными, подготовлен в соответствии со ст. 7 Федерального закона от 27.09.2013 № 253-ФЗ «О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Доклад утвержден решением Общего собрания Российской академии наук (РАН) 23 мая 2023 года.

Доклад подготовлен Информационно-аналитическим центром «Наука» РАН (ИАЦ «Наука» РАН) при участии Института проблем развития науки РАН (ИПРАН РАН).

При подготовке Доклада использовались материалы Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию, отделений РАН, Российской академии архитектуры и строительных наук (РААСН), Российской академии образования (РАО), Российской академии художеств (РАХ), Минобрнауки России, госкорпораций, государственных научных центров и ведущих университетов, ИАЦ «Наука» РАН, Научно-организационного управления РАН, Управления научно-методического руководства и экспертной деятельности РАН, Института психологии РАН, НИУ «Высшая школа экономики».

# СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	6
<b>1. ОСНОВЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ</b> .....	7
<b>2. ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ</b> .....	12
<b>3. ИНСТИТУЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА</b> .....	17
<b>3.1. Организации, выполняющие исследования и разработки</b> .....	17
<b>3.2. Научно-образовательные центры мирового уровня (НОЦ)</b> .....	19
<b>3.3. Научные центры мирового уровня</b> .....	21
<b>3.4. Инновационные научно-технологические центры</b> .....	23
<b>3.5. Вузовский сектор науки</b> .....	23
<b>3.6. Научные фонды</b> .....	29
3.6.1. Российский научный фонд и Российский фонд фундаментальных исследований .....	29
3.6.2. Фонд поддержки проектов НТИ .....	31
3.6.3. Фонд перспективных исследований .....	32
<b>4. РЕСУРСНОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ</b> .....	35
<b>4.1. Кадровый потенциал</b> .....	35
4.1.1. Персонал, выполняющий исследования и разработки .....	35
4.1.2. Характеристика исследователей .....	40
4.1.3. Подготовка кадров высшей квалификации .....	45
<b>4.2. Финансовое обеспечение</b> .....	50
<b>4.3. Исследовательская инфраструктура</b> .....	54
4.3.1. Материально-техническая база .....	54
4.3.2. Мегасайенс .....	60
4.3.3. Научно-исследовательский флот .....	62

<b>5. СТРАТЕГИЯ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И МЕХАНИЗМЫ ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ</b> .....	65
<b>5.1. Направления и приоритеты научно-технологического развития</b> .....	65
<b>5.2. Показатели реализации Стратегии НТР</b> .....	67
<b>5.3. Государственная программа Российской Федерации «Научно- технологическое развитие Российской Федерации»</b> .....	71
<b>5.4. Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 годы)</b> .....	74
<b>5.5. Комплексные научно-технические программы и проекты полного инновационного цикла</b> .....	78
<b>5.6. Десятилетие науки и технологий: итоги 2022 года</b> .....	86
<b>5.7. Экспертное сопровождение реализации научно-технической политики</b> .....	87
<b>5.8. Взаимодействие государства, науки и бизнеса</b> .....	90
5.8.1. О «дорожных картах» высокотехнологичных направлений .....	90
5.8.2. Сотрудничество РАН с органами государственной власти и реальным сектором экономики .....	91
<b>6. РЕГИОНАЛЬНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА</b> .....	100
<b>6.1. Основные мероприятия по реализации региональной научно- технической политики в Российской Федерации в 2022 году</b> .....	100
<b>6.2. Совет по региональной политике РАН</b> .....	107
<b>6.3. Региональные отделения Российской академии наук</b> .....	109
<b>7. НАУЧНАЯ ДИПЛОМАТИЯ</b> .....	114
<b>7.1. Основные направления международного научно-технического сотрудничества</b> .....	114
<b>7.2. Направления формирования единого научно-технологического пространства ЕАЭС и Союзного государства России и Беларуси</b> .....	116
<b>8. НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА ГЛАЗАМИ РОССИЙСКИХ УЧЕНЫХ (РЕЗУЛЬТАТЫ СОЦИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ)</b> ....	119
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	123
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	125
<b>Приложение 1. Перечень инновационных научно-технологических центров</b> .....	125
<b>Приложение 2. Перечень центров компетенций НТИ</b> .....	126
<b>Приложение 3. Перечень показателей реализации Стратегии научно- технологического развития Российской Федерации, динамика которых подлежит мониторингу</b> .....	128



<b>Приложение 4.</b> Информация о наличии показателей реализации СНТР и их целевых значений в иных стратегических документах сферы научно-технологического развития .....	130
<b>Приложение 5.</b> Методика балльной оценки проектов научных тем научных исследований .....	134
<b>Приложение 6.</b> КНТП, предложения о разработке которых согласованы Координационным советом по приоритетным направлениям .....	137
<b>Приложение 7.</b> Мероприятия, проведенные в рамках международного научно-технического сотрудничества в 2022 году .....	141
<b>Приложение 8.</b> Результаты опроса российских ученых «Будущее российской науки: Академия и наукоемкие отрасли» .....	144
<b>ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ, ПОЛУЧЕННЫЕ РОССИЙСКИМИ УЧЕНЫМИ</b> .....	150
<b>МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ</b> .....	150
<b>ФИЗИЧЕСКИЕ НАУКИ</b> .....	160
<b>НАНОТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ</b> .....	179
<b>ЭНЕРГЕТИКА, МЕХАНИКА, МАШИНОСТРОЕНИЕ И ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ</b> .....	197
<b>ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ И НАУКИ О МАТЕРИАЛАХ</b> .....	213
<b>БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ</b> .....	223
<b>ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ</b> .....	234
<b>НАУКИ О ЗЕМЛЕ</b> .....	255
<b>ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ</b> .....	276
<b>ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И МЕЖДУНАРОДНЫЕ ОТНОШЕНИЯ</b> .....	286
<b>ИСТОРИКО-ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ</b> .....	297
<b>МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ</b> .....	311
<b>СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ</b> .....	325

# ВВЕДЕНИЕ

В соответствии со статьей 7 Федерального закона от 27 сентября 2013 г. № 253-ФЗ<sup>1</sup> Российская академия наук ежегодно подготавливает и представляет 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.

Доклад включает аналитическую информацию о результатах реализации стратегических задач по основным направлениям научно-технологического развития страны в 2022 году, подготовленную на основе анализа сферы науки и технологий, изучения достижений российской науки в отчетном году.

Деятельность Российской академии наук по участию в формировании и реализации государственной научно-технической политики отражена в докладе в части координации фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований, проводимых в рамках Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период, экспертного научного обеспечения органов государственной власти, реализации региональной научно-технической политики.

На основе анализа действующей государственной научно-технической политики представлены предложения первоочередных мер по развитию науки и технологий как основы социально-экономического развития страны и обеспечения обороны и безопасности государства.

---

<sup>1</sup> Федеральный закон от 27.09.2013 № 253-ФЗ «О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (ред. от 19.07.2018).

# 1. ОСНОВЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Основопологающим документом, определяющим государственную научно-техническую политику, является **Доктрина развития российской науки**<sup>2</sup>, в которой представлены **важнейшие принципы государственной научной и научно-технической политики**:

- опора на отечественный научный потенциал;
- свобода научного творчества;
- последовательная демократизация научной сферы;
- открытость и гласность при формировании и реализации научной политики;
- стимулирование развития фундаментальных научных исследований;
- сохранение и развитие ведущих отечественных научных школ;
- создание условий для здоровой конкуренции и предпринимательства в сфере науки и техники;
- стимулирование и поддержка инновационной деятельности;
- создание условий для организации научных исследований и разработок в целях обеспечения необходимой обороноспособности и национальной безопасности страны;
- интеграция науки и образования, развитие целостной системы подготовки квалифицированных научных кадров всех уровней;
- защита прав интеллектуальной собственности исследователей, организаций и государства;
- обеспечение беспрепятственного доступа к открытой информации и права свободного обмена ею;
- развитие научно-исследовательских и опытно-конструкторских организаций различных форм собственности, поддержка малого инновационного предпринимательства;
- формирование экономических условий для широкого использования достижений науки, содействие распространению ключевых для российской экономики научно-технических нововведений;
- повышение престижности научного труда;
- создание достойных условий жизни и работы ученых и специалистов;
- пропаганда современных достижений науки, их значимости для будущего России.

При этом отмечается, что ключевым элементом реформирования системы управления сферой науки является совершенствование механизмов финан-

---

<sup>2</sup> Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 13.06.1996 № 884 (в ред. Указа Президента Российской Федерации от 23.02.2006 № 169).

сирования, организации научных исследований и налоговой политики, в том числе:

– выделение средств из федерального бюджета на финансирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ гражданского назначения в размере 3% его расходной части с ежегодным увеличением этого размера по мере стабилизации экономики до уровня, характерного для высокоразвитых стран;

– обеспечение устойчивого государственного финансирования академий наук, государственных научных центров и организаций, работающих по приоритетным направлениям науки и техники, государственных университетов и других ведущих высших учебных учреждений, научных библиотек, музеев и информационных центров.

**В Стратегии национальной безопасности Российской Федерации<sup>3</sup> научно-технологическое развитие** определено как национальный приоритет, целью которого является **«обеспечение технологической независимости и конкурентоспособности страны, достижения национальных целей развития и реализации стратегических национальных приоритетов»**.

При этом должны быть решены следующие задачи:

1) выработка и реализация на федеральном, региональном, отраслевом и корпоративном уровнях согласованной политики, обеспечивающей переход российской экономики на новую технологическую основу;

2) доведение уровня расходов Российской Федерации на развитие науки и технологий до уровня расходов на такие цели государств, занимающих лидирующие позиции в этой сфере;

3) создание единой государственной системы управления научной, научно-технической и инновационной деятельностью;

4) создание условий и стимулов для повышения заинтересованности российского бизнеса в развитии научной, научно-технической и инновационной деятельности;

5) ускоренное внедрение в промышленное производство результатов научных исследований для обеспечения полного научно-производственного цикла в соответствии с приоритетами социально-экономического, научного и научно-технологического развития Российской Федерации;

6) совершенствование системы фундаментальных научных исследований как важнейшей составляющей устойчивого развития Российской Федерации;

7) модернизация и развитие научной, научно-технической и инновационной инфраструктуры;

8) обновление материально-технической базы научных организаций и образовательных организаций высшего образования, в том числе приборной и экспериментально-испытательной;

---

<sup>3</sup> Указ Президента Российской Федерации от 02.07.2021 № 400 «О Стратегии национальной безопасности Российской Федерации».

9) создание и развитие на территории Российской Федерации сети научных установок класса «мегасайенс», крупных исследовательских инфраструктур, центров коллективного пользования научно-технологическим оборудованием, экспериментального производства и инжиниринга;

10) привлечение к работе в России ученых мирового уровня и молодых талантливых исследователей, создание и развитие на территории Российской Федерации центров международного сотрудничества в области науки и технологий;

11) развитие системы отбора, подготовки и адресной поддержки молодых российских ученых и специалистов в области научной, научно-технической и инновационной деятельности;

12) создание национальной системы оценки результативности научной, научно-технической и инновационной деятельности;

13) достижение Россией лидирующих позиций в области физико-математических, химических, биологических, медицинских, фармацевтических и технических наук;

14) развитие перспективных высоких технологий (нанотехнологии, робототехника, медицинские, биологические, геномной инженерии, информационно-коммуникационные, квантовые, искусственного интеллекта, обработки больших данных, энергетические, лазерные, аддитивные, создания новых материалов, когнитивные, природоподобные технологии), суперкомпьютерных систем;

15) развитие междисциплинарных исследований;

16) усиление взаимодействия между научно-исследовательскими организациями и промышленными предприятиями, создание условий для активной коммерциализации научных и научно-технических разработок;

17) проведение научных и научно-технических исследований в интересах обороны страны и безопасности государства;

18) активизация научных исследований в области обеспечения биологической, радиационной и химической безопасности Российской Федерации;

19) обеспечение передачи знаний и технологий между оборонным и гражданским секторами экономики;

20) развитие инструментов защиты интеллектуальной собственности, расширение практики правоприменения патентного законодательства, противодействие незаконной передаче российских технологий и разработок за рубеж;

21) развитие производства в Российской Федерации оборудования для научных исследований и испытаний;

22) формирование внутреннего спроса на российскую наукоемкую и инновационную продукцию, в первую очередь, со стороны государственных заказчиков, государственных компаний и компаний с государственным участием;

23) подготовка научных и научно-педагогических кадров, высококвалифицированных специалистов по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации;

24) развитие системы среднего профессионального образования в целях подготовки квалифицированных рабочих и специалистов среднего звена в соответствии с современными мировыми стандартами.

Указом Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474<sup>4</sup> определены **национальные цели развития Российской Федерации на период до 2030 года**:

- а) сохранение населения, здоровье и благополучие людей;
- б) возможности для самореализации и развития талантов;
- в) комфортная и безопасная среда для жизни;
- г) достойный, эффективный труд и успешное предпринимательство;
- д) цифровая трансформация.

Очевидно, что достижение этих целей возможно только при наличии современного научно-технологического комплекса.

Основным правовым документом, регулирующим научную, научно-техническую и инновационную деятельность, является **Федеральный закон от 23.08.1996 № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике»** (в ред. Федерального закона от 07.10.2022 № 397-ФЗ). Этот закон определил систему отношений между субъектами научной и (или) научно-технической деятельности, органами государственной власти и потребителями научной и (или) научно-технической продукции (работ и услуг), в том числе по предоставлению государственной поддержки инновационной деятельности.

В статье 11 Федерального закона «О науке...» определены основные цели и принципы государственной научно-технической политики.

**Основными целями государственной научно-технической политики являются:**

- развитие, рациональное размещение и эффективное использование научно-технического потенциала;
- увеличение вклада науки и техники в развитие экономики государства;
- реализация важнейших социальных задач;
- обеспечение прогрессивных структурных преобразований в области материального производства, повышение его эффективности и конкурентоспособности продукции;
- улучшение экологической обстановки;
- защита информационных ресурсов государства;
- укрепление обороноспособности государства и безопасности личности, общества и государства;
- интеграция науки и образования.

**Государственная научно-техническая политика осуществляется исходя из следующих принципов:**

- признание науки социально значимой отраслью, определяющей уровень развития производительных сил государства;

---

<sup>4</sup> Указ Президента Российской Федерации от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года».

– гласность и использование различных форм общественных обсуждений при выборе приоритетных направлений развития науки, технологий и техники и экспертизе научных и научно-технических программ и проектов, реализация которых осуществляется на основе конкурсов;

– гарантия приоритетного развития фундаментальных научных исследований;

– интеграция науки и образования на основе различных форм участия работников и обучающихся образовательных организаций высшего образования в научных исследованиях и экспериментальных разработках посредством создания лабораторий в образовательных организациях высшего образования, кафедр на базе научных организаций;

– поддержка конкуренции и предпринимательской деятельности в области науки и техники;

– концентрация ресурсов на приоритетных направлениях развития науки, технологий и техники;

– стимулирование научной, научно-технической и инновационной деятельности через систему экономических и иных льгот;

– развитие научной, научно-технической и инновационной деятельности посредством создания системы государственных научных центров и других структур;

– развитие международного научного и научно-технического сотрудничества Российской Федерации.

Отдельные направления государственной научно-технической и инновационной политики, а также установление особенностей функционирования научных, образовательных, высокотехнологичных и территориальных комплексов регулируются законами, принятыми в развитие стратегических документов:

– Федеральный закон от 07.04.1999 № 70-ФЗ «О статусе наукограда Российской Федерации» (в ред. Федерального закона от 20.04.2015 № 100-ФЗ);

– Федеральный закон от 19.07.2007 № 139-ФЗ «О Российской корпорации нанотехнологий» (в ред. Федерального закона от 31.05.2010 № 107-ФЗ);

– Федеральный закон от 10.11.2009 № 259-ФЗ «О Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова и Санкт-Петербургском государственном университете» (в ред. Федерального закона от 02.07.2021 № 322-ФЗ);

– Федеральный закон от 28.09.2010 № 244-ФЗ «Об инновационном центре «Сколково» (в ред. Федерального закона от 02.07.2021 № 332-ФЗ);

– Федеральный закон от 27.07.2010 № 220-ФЗ «О национальном исследовательском центре «Курчатовский институт» (в ред. Федерального закона от 23.11.2015 № 312-ФЗ);

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

– Федеральный закон от 27.09.2013 № 253-ФЗ «О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (в ред. Федерального закона от 19.07.2018 № 218-ФЗ);

– Федеральный закон от 22.12.2020 № 437-ФЗ «О федеральной территории «Сириус» (в ред. Федерального закона от 05.12.2022 № 498-ФЗ).

## 2. ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ РАЗВИТИЕМ

Успех в реализации государственной научно-технической политики обеспечивается эффективной системой управления в области науки, технологий и инноваций.

В 2021 году система управления научно-технологическим развитием претерпела существенные изменения (рис. 2.1).

Указами Президента Российской Федерации от 15.03.2021 № 143<sup>5</sup> и № 144<sup>6</sup> определены функции и задачи Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию как совещательного и координационного органа, определяющего стратегические цели и задачи развития научно-технической сферы и образования, приоритеты научно-технологического развития Российской Федерации. Кроме того, Совет принимает решения о разработке и реализации Правительством Российской Федерации важнейших инновационных проектов государственного значения, федеральных научно-технических программ по вопросам, требующим отдельного решения Президента Российской Федерации.

Федеральным конституционным законом от 06.11.2020 № 4-ФКЗ «О Правительстве Российской Федерации» проведение в Российской Федерации единой государственной политики в области науки, разработка и осуществление мер государственной поддержки развития науки, особенно фундаментальной, а также имеющих общегосударственное значение приоритетных направлений прикладной науки возложено на Правительство Российской Федерации.

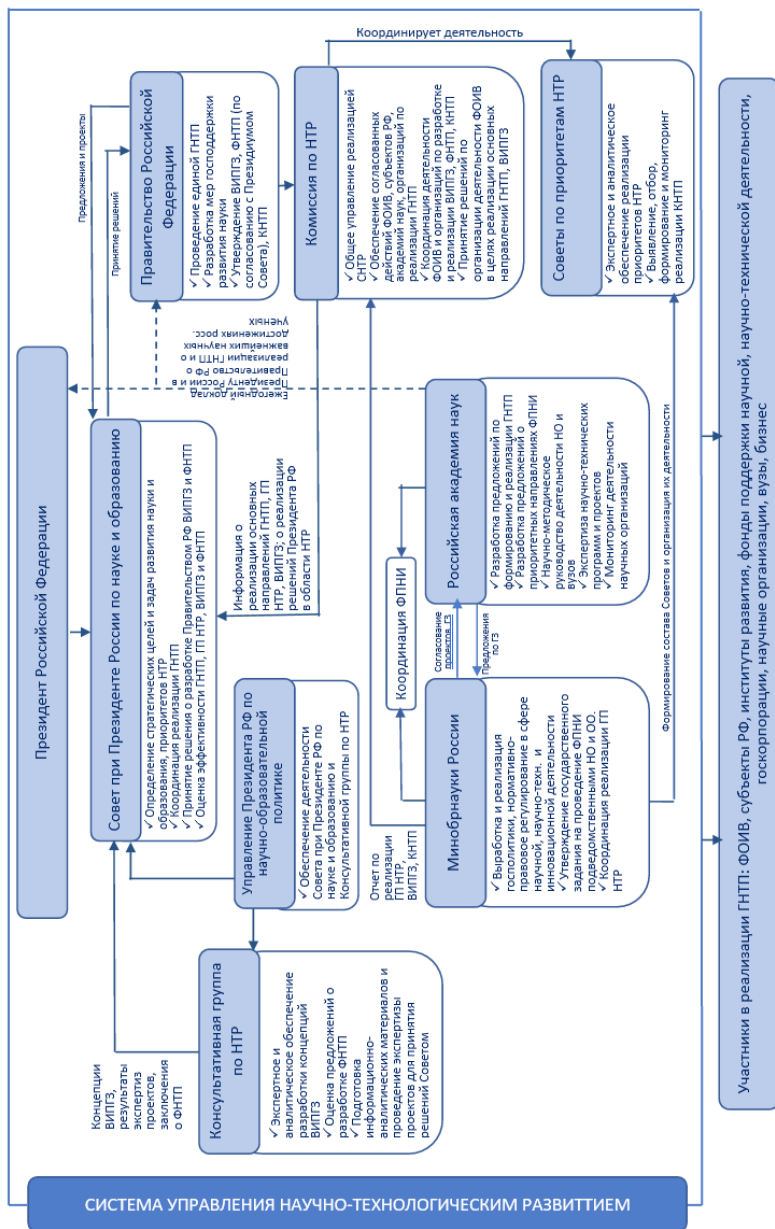
Указом Президента Российской Федерации от 15.03.2021 № 143 к полномочиям Правительства Российской Федерации также отнесены «утверждение важнейших инновационных проектов государственного значения, отдельных федеральных научно-технических программ, а также комплексных научно-технических программ и проектов полного инновационного цикла, направленных на достижение приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации».

---

<sup>5</sup> Указ Президента Российской Федерации от 15.03.2021 № 143 «О мерах по повышению эффективности государственной научно-технической политики».

<sup>6</sup> Указ Президента РФ от 15.03.2021 № 144 «О некоторых вопросах Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию (в ред. от 07.10.2022).





**Рис. 2.1.** Система управления научно-технологическим развитием в Российской Федерации

**Сокращения:** ГНТП – государственная научно-техническая политика; ГП НТР – государственная программа «Научно-технологическое развитие Российской Федерации»; СНТР – стратегия научно-технологического развития Российской Федерации; ВИПЗ 3 – важнейшие инновационные проекты государственного значения; ФНТП – федеральные научно-технические программы; КНТП – комплексные научно-технические программы и проекты полного инновационного цикла; ФПНИ – фундаментальные и поисковые научные исследования; ГЗ – госзадание; НО – научная организация; ОО – образовательная организация.

Для экспертного и аналитического обеспечения реализации приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации, а также для выявления, отбора и формирования программ и проектов созданы советы по приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации, координацию деятельности которых осуществляет Комиссия по научно-технологическому развитию Российской Федерации, являющаяся постоянно действующим органом при Правительстве Российской Федерации. Комиссия создана Указом Президента Российской Федерации от 15 марта 2021 г. № 143 «О мерах по повышению эффективности государственной научно-технологической политики».

Положением о Комиссии по научно-технологическому развитию Российской Федерации<sup>7</sup> определено, что Комиссия образована для обеспечения согласованных действий федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, государственных академий наук, фондов поддержки научной, научно-технической, инновационной деятельности, общественных объединений, научных, образовательных и иных организаций, осуществляющих научную, научно-техническую и (или) инновационную деятельность, при формировании и реализации государственной научно-технической политики и государственной программы в области научно-технологического развития.

На Комиссию возложены:

- координация деятельности федеральных органов исполнительной власти по вопросам, связанным с обеспечением соблюдения основных принципов формирования и реализации государственной научно-технической политики;
- координация деятельности федеральных органов исполнительной власти и организаций по разработке важнейших инновационных проектов государственного значения и обеспечение их реализации.

Комиссия рассматривает также вопросы, связанные с планированием при формировании проекта федерального бюджета на очередной финансовый год и на плановый период расходов на осуществление научных исследований и разработок гражданского назначения.

Состав Комиссии по научно-технологическому развитию Российской Федерации, которую возглавил Заместитель Председателя Правительства Российской Федерации Д.Н. Чернышенко, утвержден Указом Президента Российской Федерации от 07.06.2021 № 353<sup>8</sup>.

В состав Комиссии численностью 47 человек вошли:

- 24 представителя различных органов федеральной власти;
- 8 человек представляют госкорпорации, акционерные общества и общества с ограниченной ответственностью;

---

<sup>7</sup> Постановление Правительства РФ от 30.04.2021 № 689 «Об утверждении Положения о Комиссии по научно-технологическому развитию Российской Федерации».

<sup>8</sup> Указ Президента Российской Федерации от 07.06.2021 № 353 «Об утверждении состава Комиссии по научно-технологическому развитию Российской Федерации» (в ред. Указов Президента Российской Федерации от 22.07.2021 № 426, от 29.12.2022 № 975).

- 6 руководителей субъектов (регионов) Российской Федерации;
- 4 представителя образовательных организаций;
- 4 представителя научных учреждений;
- Российскую академию наук представляет президент РАН.

Для экспертного и аналитического обеспечения разработки концепций важнейших инновационных проектов государственного значения, а также для оценки предложений по разработке федеральных научно-технических программ Указом Президента Российской Федерации от 15.04.2021 № 220 образована Консультативная группа по научно-технологическому развитию.

В состав Консультативной группы вошли ведущие российские ученые и высококвалифицированные специалисты, не являющиеся членами Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию, а также представители бизнеса.

Основными задачами Консультативной группы являются:

- экспертное и аналитическое обеспечение разработки концепций важнейших инновационных проектов и представление этих концепций в президиум Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию;
- рассмотрение и оценка предложений о разработке Правительством Российской Федерации федеральных научно-технических программ по вопросам, требующим отдельного решения Президента Российской Федерации, подготовка по результатам их рассмотрения заключений и направление таких заключений в Совет при Президенте Российской Федерации по науке и образованию и в президиум этого Совета;
- обеспечение подготовки информационно-аналитических материалов по вопросам, связанным с деятельностью Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию;
- обеспечение проведения научной и научно-технической экспертизы предложений по вопросам, связанным с деятельностью Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию.

В формировании и реализации государственной научно-технической политики принимает участие и Российская академия наук.

В соответствии с Федеральным законом от 27.09.2013 № 253-ФЗ<sup>9</sup> основными целями РАН являются:

- проведение и развитие фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований, направленных на получение новых знаний о законах развития природы, общества, человека и способствующих технологическому, экономическому, социальному и духовному развитию России;
- прогнозирование основных направлений научного, научно-технологического и социально-экономического развития Российской Федерации;

---

<sup>9</sup> Федеральный закон от 27.09.2013 № 253-ФЗ «О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (ред. от 19.07.2018).

– научно-методическое руководство научной и научно-технической деятельностью научных организаций и образовательных организаций высшего образования; и т.д.

К основным задачам РАН относятся:

– разработка предложений по формированию и реализации государственной научно-технической политики;

– проведение финансируемых за счет бюджетных ассигнований федерального бюджета фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований, в том числе реализуемых в сфере оборонно-промышленного комплекса в интересах обороны страны и безопасности государства;

– 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;

– экспертиза научно-технических программ и проектов; и т.д.

Кроме того, Российская академия наук готовит ежегодный доклад Президенту Российской Федерации и в Правительство Российской Федерации о реализации государственной научно-технической политики и о важнейших научных достижениях, полученных российскими учеными.

Современная система управления сферой науки и технологий построена следующим образом:

1. Разработку государственной научно-технической политики осуществляет Совет при Президенте Российской Федерации по науке и образованию с участием Российской академии наук.

2. Координацию реализации государственной научно-технической политики осуществляет Комиссия по научно-технологическому развитию при Правительстве Российской Федерации.

3. Реализация конкретных направлений научно-технологического развития находится в сфере ведения федеральных и региональных органов государственной власти, госкорпораций.

4. Координация фундаментальных научных исследований возложена на Российскую академию наук.

### 3. ИНСТИТУЦИОНАЛЬНАЯ СТРУКТУРА НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

#### 3.1. Организации, выполняющие исследования и разработки

В 2021 году<sup>10</sup> по данным Росстата<sup>11</sup> в России насчитывалось 4 175 организаций, выполняющих исследования и разработки (далее – ИР). По сравнению с 2020 годом их общее число осталось неизменным. Сопоставимое количество таких организаций было зарегистрировано в 2000 году (4 099 единиц), после которого к 2010 году наблюдался существенный их спад на 14,8% (3 492 организации).

Дальнейший период 2010–2021 гг. характеризовался динамичным изменением количества организаций, выполняющих ИР (рис. 3.1). В целом, в 2021 году по сравнению с 2010 годом их число увеличилось на 19,6%.

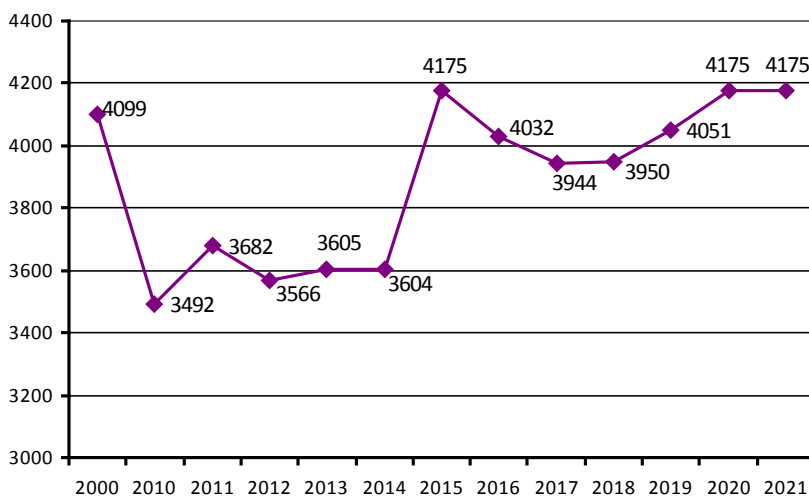


Рис. 3.1. Количество организаций, выполняющих исследования и разработки

*Источник:* [Росстат, <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>].

В структуре организаций сектора ИР преобладают научно-исследовательские институты и центры – 1 627 единиц (39%), с 2000 года количество кото-

<sup>10</sup> На 01.05.2023 данные о количестве организаций, выполняющих исследования и разработки в 2022 году, отсутствуют.

<sup>11</sup> <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>

рых сократилось почти на 40%; на втором месте – образовательные организации высшего образования – 990 единиц (23,7%), их число с 2000 года выросло существенно, в 2,5 раза; на третьем месте – промышленные предприятия, имеющие научно-исследовательские, конструкторские подразделения – 441 единица (10,6%), число которых увеличилось с 2000 года в 1,5 раза (таблица 3.1). А для конструкторских, проектных и проектно-изыскательских организаций характерна убывающая тенденция.

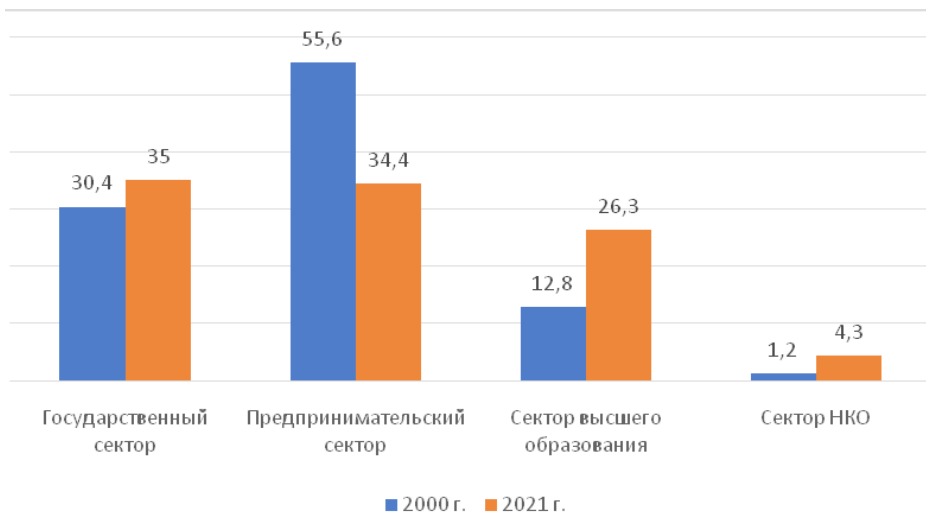
**Табл. 3.1.** Организации, выполняющие исследования и разработки, по типам

	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Изменение за 2000-2021 гг.
Научно-исследовательские институты (центры)	2686	1840	1782	1744	1719	1689	1708	1673	1577	1574	1618	1633	1627	«-» 39,4%
Конструкторские организации	318	362	364	338	331	317	322	304	273	254	255	239	233	«-» 26,4%
Проектные и проектно-изыскательские организации	85	36	38	33	33	32	29	26	23	20	11	12	13	«-» 84,7%
Опытные предприятия	33	47	49	60	53	53	61	62	63	49	44	35	33	0
Образовательные организации высшего образования	390	517	581	560	671	700	1040	979	970	917	951	969	990	«+» 153,8%
Промышленные предприятия	284	238	280	274	266	275	371	363	380	419	450	441	446	«+» 57,0%
Прочие	303	452	588	557	532	538	644	625	658	717	722	846	833	«+» 174,9%
<b>ВСЕГО</b>	<b>4099</b>	<b>3492</b>	<b>3682</b>	<b>3566</b>	<b>3605</b>	<b>3604</b>	<b>4175</b>	<b>4032</b>	<b>3944</b>	<b>3950</b>	<b>4051</b>	<b>4175</b>	<b>4175</b>	«+» 1,8%

*Источник:* [Росстат, <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>].

Организации, выполняющие ИР, классифицируются по секторам деятельности: государственный, предпринимательский, высшего образования, некоммерческие организации (далее – НКО).

Абсолютное большинство (69,4%) сохраняется за организациями, относящимися к государственному и предпринимательскому секторам (рис. 3.2). При этом наблюдается тенденция к усилению позиций государственного сектора. В его состав входят организации, находящиеся в подчинении федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и местных органов управления.



**Рис. 3.2.** Динамика числа организаций, выполняющих исследования и разработки, по секторам деятельности за 2000 г. и 2021 г., проценты

*Источник:* рассчитано по данным [Наука, технологии и инновации России: 2022. – М.: ИПРАН РАН, 2022.].

Государственный сектор науки является основным источником отечественных инноваций, направленных на обеспечение национальной безопасности и решение социально-экономических задач. Поэтому важнейшим условием его эффективного функционирования должны стать законодательно обеспеченные меры поддержки каждого из звеньев национальной инновационной системы – академического, отраслевого, вузовского сегментов и составляющих их научных организаций и центров, а также обеспечение их тесного взаимодействия.

В 2000–2021 гг. наблюдался существенный рост организаций сектора высшего образования (с 12,8% до 26,3%) и сектора НКО (с 1,2% до 4,3%), выполняющих научные исследования и разработки.

Распределение организаций, выполняющих ИР, по формам собственности выглядит следующим образом:

- государственная форма собственности – 61,8%;
- частная форма собственности – 24,3%;
- смешанная форма собственности – 7,2%;
- прочие – 6,7%.

## 3.2. Научно-образовательные центры мирового уровня (НОЦ)

В рамках национального проекта «Наука и университеты» реализуется федеральный проект «Развитие интеграционных процессов в сфере науки, выс-

шего образования и индустрии». Одним из составных структурных элементов проекта является программа формирования сети научно-образовательных центров мирового уровня (далее – НОЦ).

НОЦ – это поддерживаемое субъектом Российской Федерации объединение без образования юридического лица организаций, осуществляющих образовательную деятельность по образовательным программам высшего образования и дополнительным профессиональным программам, и (или) научных организаций с организациями, действующими в реальном секторе экономики и осуществляющими деятельность в соответствии с программой деятельности центра.<sup>12</sup>

НОЦ призваны обеспечить решение прорывных прикладных задач по приоритетам Стратегии НТР и подготовку высококвалифицированных кадров.

НОЦ отличаются от научных центров мирового уровня (НЦМУ) прикладным характером проводимых исследований, кооперацией с бизнес-структурами с целью дальнейшей коммерциализации полученного продукта, в том числе путем создания малых инновационных предприятий.

Инициатором создания центра выступает субъект Российской Федерации, разрабатывающий совместно с федеральной государственной образовательной организацией высшего образования и (или) научной организацией программу деятельности центра и представляющий ее на конкурс на получение гранта.

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» создано 15 научно-образовательных центров мирового уровня (таблица 3.2).

**Табл. 3.2.** Научно-образовательные центры мирового уровня, созданные в 2019–2021 гг.

Год создания	Наименование НОЦ
2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ «Инновационные решения в АПК» в Белгородской области;</li> <li>▪ «Кузбасс» в Кемеровской области;</li> <li>▪ «Рациональное недропользование» в Пермском крае;</li> <li>▪ Западно-Сибирский межрегиональный НОЦ – Тюменская область, ХМАО и ЯНАО.</li> </ul>
2020	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ «Инженерия будущего», Самарская область;</li> <li>▪ «Передовые производственные технологии и материалы», Уральский межрегиональный НОЦ;</li> <li>▪ «Российская Арктика: новые материалы, технологии и методы исследования», Архангельская область, Мурманская область, Ненецкий автономный округ;</li> <li>▪ Евразийский НОЦ, Республика Башкортостан;</li> <li>▪ «ТулаТех», Тульская область.</li> </ul>

<sup>12</sup> Сайт «Научно-образовательные центры мирового уровня»: <https://ноц.рф/about>.



Год создания	Наименование НОЦ
2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ «Север: территория устойчивого развития», Республика Саха (Якутия) и Камчатский край;</li> <li>▪ «Енисейская Сибирь», Красноярский край – Первый климатический НОЦ России;</li> <li>▪ «Байкал», Иркутская область и Республика Бурятия;</li> <li>▪ «МореАгроБиоТех», г. Севастополь. В программе деятельности НОЦ: формирование высокотехнологичных рынков, развитие морских технологий;</li> <li>▪ НОЦ Юга России, Ростовская область.</li> </ul>

В реализации программ деятельности НОЦ принимают участие более 130 образовательных организаций высшего образования, около 130 научных организаций и более 290 крупных и средних российских компаний.<sup>13</sup>

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 15.06.2022 № 1553-р утвержден перечень получателей грантов в 2022 году в форме субсидий из федерального бюджета на оказание государственной поддержки научно-образовательных центров мирового уровня на основе интеграции вузов и научных организаций и их кооперации с реальным сектором экономики. В документе указаны размеры таких грантов (от 55 млн до 119 млн рублей в зависимости от уровня достижений центров в 2021 году) и общая сумма выделенных средств федерального бюджета в 2022 году – 1,6 млрд рублей.

На сегодняшний день участники НОЦ ведут деятельность в 35 российских регионах.

### 3.3. Научные центры мирового уровня

Постановление Правительства Российской Федерации от 30.04.2019 № 538<sup>14</sup> определяет научный центр мирового уровня (НЦМУ) как структуру, созданную на базе вуза, научной организации или подразделения научной организации без образования юридического лица в целях осуществления прорывных исследований преимущественно фундаментального и поискового характера, направленных на решение задач, соответствующих мировому уровню актуальности и значимости.

НЦМУ различаются по типам:

- ✓ международные математические центры мирового уровня;

<sup>13</sup> Чернышенко Д.Н. «О реализации основных направлений государственной программы в области научно-технологического развития, важнейших инновационных проектов государственного значения» - доклад на заседании Комиссии по НТР 29.08.2022.

<sup>14</sup> Постановление Правительства Российской Федерации от 30.04.2019 № 538 «О мерах государственной поддержки создания и развития научных центров мирового уровня» (в ред. от 16.03.2022).

- ✓ центры геномных исследований мирового уровня;
- ✓ научные центры, выполняющие исследования и разработки по приоритетам научно-технологического развития в рамках федерального проекта «Развитие масштабных научных и научно-технологических проектов по приоритетным исследовательским направлениям» национального проекта «Наука и университеты».

Для рассмотрения вопросов отбора и координации деятельности НЦМУ сформированы:

- Совет по государственной поддержке создания и развития научных центров мирового уровня, выполняющих исследования и разработки по приоритетам научно-технологического развития<sup>15</sup>;
- Совет по государственной поддержке создания и развития математических центров мирового уровня<sup>16</sup>.

В качестве основных критериев конкурсного отбора для создания НЦМУ определены:

- наличие опыта проведения исследований по направлениям деятельности центра;
- программа научных исследований;
- кадровый потенциал;
- научная инфраструктура центра.

Кроме того, учитывается интегрированность НЦМУ в международную научную деятельность и планируемый вклад в реализацию приоритетных направлений Стратегии НТР, количество научных публикаций исследователей, актуальность планируемых исследований и перспективы их дальнейшего использования.

В настоящее время создано 17 НЦМУ:

- ✓ 4 математических центра;
- ✓ 10 центров, выполняющих исследования по приоритетным направлениям СНТР;
- ✓ 3 центра геномных исследований.

Перечень созданных НЦМУ и их описание размещены на Портале Научных центров мирового уровня<sup>17</sup>.

В НЦМУ создаются все необходимые условия для проведения научных исследований на мировом уровне, привлечения ведущих ученых с мировым именем, а также молодых специалистов.

Внесенные изменения в законодательство в 2022 году, в частности, в Правила предоставления грантов в форме субсидий из федерального бюджета на

---

<sup>15</sup> Постановление Правительства Российской Федерации от 08.07.2019 № 869 «О Совете по государственной поддержке создания и развития научных центров мирового уровня, выполняющих исследования и разработки по приоритетам научно-технологического развития» (в ред. от 16.03.2022).

<sup>16</sup> Постановление Правительства Российской Федерации от 08.07.2019 № 870 «О Совете по государственной поддержке создания и развития математических центров мирового уровня» (в ред. от 16.03.2022).

<sup>17</sup> Портал Научных центров мирового уровня – НЦМУ.РФ (<https://xn--11abtk.xn--p1ai/>)

осуществление государственной поддержки создания и развития научных центров мирового уровня<sup>18</sup>, упрощают получение НЦМУ грантовой поддержки от государства на развитие своих проектов. Центры также получили возможность возмещать за счет средств федерального бюджета понесенные ими расходы на реализацию своих программ и проектов.

С учетом сложившихся в настоящее время новых экономических условий и геополитических вызовов осуществляется корректировка программ создания и развития НЦМУ с целью их синхронизации с первоочередными задачами импортозамещения в условиях санкционного давления на российскую экономику.

### **3.4. Инновационные научно-технологические центры**

Новым элементом инфраструктуры являются инновационные научно-технологические центры (ИНТЦ), которые создаются в целях реализации приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации, повышения инвестиционной привлекательности сферы исследований и разработок, коммерциализации их результатов, расширения доступа граждан и юридических лиц к участию в перспективных, коммерчески привлекательных научных и научно-технологических проектах. Работа ИНТЦ направлена на реализацию национальных проектов Российской Федерации, а также на обеспечение координации усилий науки, образования и бизнеса.

На территории таких центров действует особый правовой режим для проведения научных исследований и внедрения инновационных решений.

В соответствии с Федеральным законом от 29.07.2017 № 216-ФЗ<sup>19</sup> созданы и запущены 10 ИНТЦ, в том числе ИНТЦ МГУ «Воробьевы горы», ИНТЦ «Сириус», ИНТЦ «Композитная долина», ИНТЦ «Долина Менделеева», ИНТЦ «Интеллектуальная электроника – Валдай» и другие (приложение 1).

### **3.5. Вузовский сектор науки**

Начиная с 2004 года, государственная научно-техническая политика была направлена на повышение роли университетов в проведении научных исследований.

В то же время, несмотря на увеличение количества образовательных организаций высшего образования, выполняющих исследования и разработки (ИР), с 390 в 2000 году до 990 в 2021 году, доля сектора высшего образования

---

<sup>18</sup> Постановление Правительства Российской Федерации от 16.03.2022 № 386 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации».

<sup>19</sup> Федеральный закон от 29.07.2017 № 216-ФЗ «Об инновационных научно-технологических центрах и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (в ред. от 28.12.2022).

в общем объеме затрат на науку по-прежнему невелика – 10,2% в 2021 году<sup>20</sup>. При этом при фактическом увеличении затрат в 2021 году (132,1 млрд руб., см. таблицу 3.3) по сравнению, например, с 2019 годом (120,6 млрд руб.) доля внутренних затрат на ИР по вузам в общем объеме затрат на науку уменьшилась (с 10,6%<sup>21</sup> в 2019 году до 10,2% в 2021 году).

**Табл. 3.3.** Внутренние затраты на исследования и разработки сектора высшего образования

№ п/п	Показатели	2019 г.	2020 г.	2021 г.
1.	Внутренние затраты на исследования и разработки, млн руб.	120 583,8	115 667,8	132 125,5
2.	Внутренние текущие затраты на исследования и разработки (без амортизации), млн руб.	117 214,2	111 405,7	125 753,0
	фундаментальные исследования	38 605,7	44 018,9	48 710,9
	прикладные исследования	55 931,4	52 638,7	60 773,0
	разработки	22 677,1	14 748,1	16 269,1

*Источник:* [Росстат, <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>].

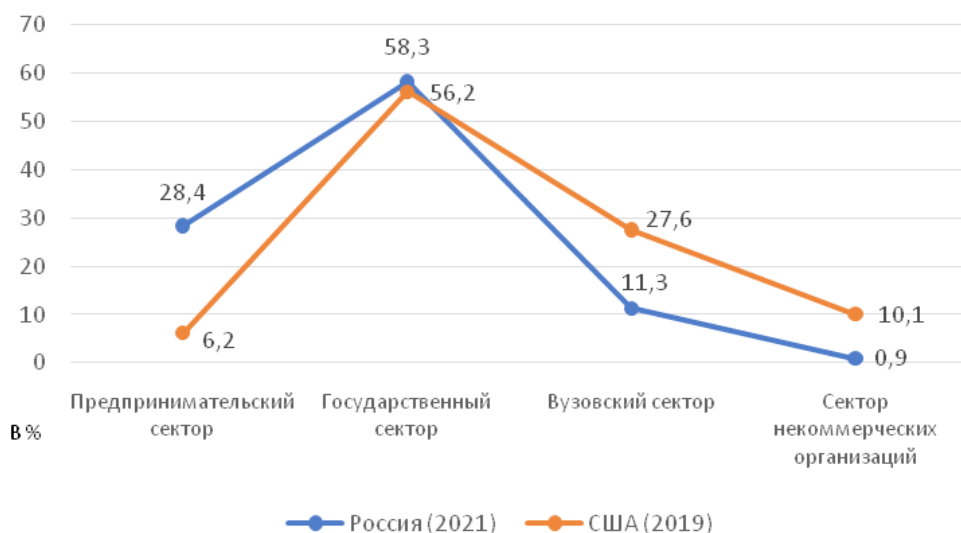
По оценке Высшей школы экономики в большинстве ведущих стран величина показателя – доли сектора высшего образования в общем объеме затрат на науку – выше, чем в России: во Франции – 20,3%, Германии – 17,3%, США – 12,3%, Японии – 11,7%.<sup>22</sup> Однако это не может являться примером для подражания ввиду различия исторических траекторий развития науки и образования.

В России основным источником финансирования ИР в секторе вузовской науки являются средства государства (58,3%), почти треть финансирования в 2021 году составляли средства бизнеса (28,4%) и десятую часть (11,3%) – собственные источники финансирования (рис. 3.3).

<sup>20</sup> Рассчитано по сведениям Росстата о выполнении научных исследований и разработок (статнаблюдение по форме № 2-наука). - <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>.

<sup>21</sup> Рассчитано также по статнаблюдению по форме № 2-наука. - <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>.

<sup>22</sup> <https://issek.hse.ru/news/469127520.html>



**Рис. 3.3.** Структура внутренних затрат на ИР организаций сектора высшего образования России и США по источникам финансирования, в процентах от общего объема внутренних затрат

**Источники:** Данные по России: рассчитано ИПРАН РАН по данным Федеральной службы государственной статистики. Сведения о выполнении научных исследований и разработок (итоги стат. наблюдения по форме № 2-наука), 2021 г. Табл. 7\_сектор\_n. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/science>.

Данные по США: рассчитано ИПРАН РАН по данным Национального научного фонда США (National Science Foundation). Recent Trends in U.S. R&D Performance. Performers of R&D. Table RD-3. URL: <https://www.ncses.nsf.gov/pubs/nsb20225/recent-trends-in-u-s-r-d-performance>.

По данным статистики примерно половина (48,3%) текущих внутренних затрат вузовского сектора приходится на прикладные исследования, 38,7% – на фундаментальные исследования и 12,9% – на опытно-конструкторские разработки<sup>23</sup>.

Государственное финансирование научно-исследовательской деятельности вузов осуществляется по нескольким каналам:

- государственное задание на проведение исследований, устанавливаемое учредителем;
- федеральные целевые программы и федеральные проекты, в рамках которых предоставляется конкурсная поддержка вузовским исследовательским проектам (данный инструмент поддержки научных исследований обеспечивает до 30% финансирования вузовской науки<sup>24</sup>);
- грантовые инструменты финансирования научных исследований.

<sup>23</sup> Наука, технологии и инновации России: 2022: крат. стат. сб. / В.П. Заварухин, О.А. Соломенцева, М.А. Солопова и др. – М.: ИПРАН РАН, 2022. Стр. 57–63.

<sup>24</sup> Кузьминов Я., Юдкевич М. Университеты в России: как это работает. – М.: Издательский дом ВШЭ, 2021.

В последнее десятилетие активно принимаются меры по развитию грантовой системы поддержки вузовской науки. Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 9 апреля 2010 г. № 218<sup>25</sup> предоставляются субсидии 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. Предоставление субсидий на развитие этой кооперации с 2021 года осуществляется в рамках федерального проекта «Развитие интеграционных процессов в сфере науки, высшего образования и индустрии» национального проекта «Наука и университеты».

Общий объем бюджетного финансирования комплексных проектов в 2010–2020 гг. составил более 55 млрд рублей, при этом размер привлеченных со стороны предприятий внебюджетных средств к концу 2020 года составил более 69 млрд рублей. Общий объем произведенной новой продукции в период реализации постановления № 218 составил 773,5 млрд рублей, что в 14 раз превышает объемы вложенных бюджетных средств.<sup>26</sup>

В 2021–2022 гг. принят ряд документов, расширяющих возможности вузов по проведению научных исследований и разработок:

– постановлением Правительства Российской Федерации от 13.05.2021 № 729<sup>27</sup> утверждаются правила отбора образовательных организаций высшего образования для оказания поддержки программ их развития в рамках реализации программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030»;

– постановлением Правительства Российской Федерации от 28.06.2021 № 1036<sup>28</sup> предусмотрено выделение грантов научным и образовательным организациям, расположенным на приоритетных и приграничных территориях России (регионы Дальнего Востока, Северного Кавказа, Республика Крым, Калининградская и Ленинградская области и др.) на разработку проектов, направленных на научно-технологическое развитие страны;

– постановление Правительства Российской Федерации от 08.04.2022 № 619<sup>29</sup> определяет выделение вузам грантов в форме субсидий на создание передовых инженерных школ, которые будут развивать новый тип инженерной подготовки и обеспечат проведение прорывных исследований и разработок.

---

<sup>25</sup> Постановление Правительства Российской Федерации от 09.04.2010 № 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» (в ред. от 15.02.2021).

<sup>26</sup> Сайт «Результаты реализации постановления № 218». - <http://www.p218.ru/>

<sup>27</sup> Постановление Правительства Российской Федерации от 13.05.2021 № 729 «О мерах по реализации программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

<sup>28</sup> Постановление Правительства Российской Федерации от 28.06.2021 № 1036 «Об утверждении правил предоставления грантов научным и образовательным организациям на разработку новых проектов».

<sup>29</sup> Постановление Правительства Российской Федерации от 08.04.2022 № 619 «О мерах государственной поддержки программ развития передовых инженерных школ».

Всего на эти цели в 2022–2024 гг. в рамках государственной программы «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» предусмотрено свыше 36,6 млрд рублей. Финансирование позволит создать 30 передовых инженерных школ при университетах<sup>30</sup>;

– распоряжением Правительства Российской Федерации от 26.05.2022 № 1316-р для научных организаций и вузов упрощается процедура закупок материалов и оборудования, необходимых для проведения различных научных исследований. В распоряжении утверждается перечень таких товаров, которые научные и образовательные организации смогут приобретать теперь через электронный запрос котировок, что позволит значительно сократить сроки закупки;

– согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 17.06.2022 № 1101<sup>31</sup> выделяются гранты на создание в российских вузах «предпринимательских точек кипения» – коворкингов, где студенты и работники учебных заведений смогут реализовывать университетские технологические бизнес-проекты. Оператором грантовой программы, рассчитанной на три года, стала АНО «Платформа Национальной технологической инициативы». До конца 2024 года планируется создать 60 «предпринимательских точек кипения», где будут работать и обучаться не менее тысячи человек. Общий объем грантов, которые предполагается выделить в 2022–2024 гг., составит 210 млн рублей. При этом максимальный размер грантов для вузов – участников программы в первый год составит 791 тыс. рублей, во второй – более 1,1 млн рублей, в третий – более 1,4 млн рублей.

– постановление Правительства Российской Федерации от 08.07.2022 № 1225 утверждает правила предоставления субсидий на создание, развитие и популяризацию университетских стартап-студий, которые станут местом запуска и продвижения новых бизнес-идей. Господдержка университетских стартап-студий рассматривается в рамках федерального проекта «Платформа университетского технологического предпринимательства». В федеральном бюджете в 2022–2024 гг. на создание таких стартап-студий предусмотрено 4,5 млрд рублей – по 1,5 млрд рублей ежегодно. Распределение субсидий поручено Фонду инфраструктурных и образовательных программ.

Формирование благоприятных условий для проведения научных исследований вузами иллюстрируют показатели их научно-исследовательской деятельности по результатам мониторинга деятельности образовательных организаций высшего образования за период 2019–2021 гг., приведенные в таблице 3.4.

---

<sup>30</sup> Создание передовых инженерных школ вошло в перечень 42 стратегических инициатив Правительства Российской Федерации, направленных на повышение качества жизни граждан.

<sup>31</sup> Постановление Правительства Российской Федерации от 17.06.2022 № 1101 «О предоставлении субсидии из федерального бюджета автономной некоммерческой организации «Платформа Национальной технологической инициативы» в целях создания и поддержания пространства коллективной работы «Предпринимательские точки кипения» на территории образовательных организаций высшего образования в рамках реализации федерального проекта «Платформа университетского технологического предпринимательства» государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации».

**Табл. 3.4.** Показатели мониторинга деятельности вузов в части выполнения НИОКР

№ п/п	Показатель	2019	2020	2021
1.	Общий объем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (далее – НИОКР), млн руб.	110 985,3	106 852,1	119 443,6
2.	Объем НИОКР в расчете на одного научно-педагогического работника, тыс. руб. / чел.	456,0	446,7	518,4

*Источник:* составлено по данным формы 1-Мониторинг «Мониторинг по основным направлениям деятельности образовательной организации высшего образования»<sup>32</sup>.

Для повышения научно-образовательного потенциала университетов, активизации их участия в научно-технологическом развитии страны была запущена программа Стратегического академического лидерства «Приоритет-2030».

В программе принимают участие российские университеты вне зависимости от формы собственности, ведомственной принадлежности или территориального расположения, за исключением казенных учреждений, удовлетворяющие одной из групп критериев допуска к отбору, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 13.05.2021 № 729<sup>33</sup>.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 19.08.2022 № 1446<sup>34</sup> внесены изменения в правила проведения отбора вузов – участников программы «Приоритет-2030». Теперь в эти правила добавлена отдельная группа критериев для дальневосточных университетов, что дает возможность каждому из них стать участником программы. Размер господдержки для таких вузов будет составлять по 50 млн рублей в год. Благодаря дополнительному финансированию университеты смогут запустить новые образовательные программы с учетом специфики и потребностей регионов, создать современные научно-исследовательские лаборатории и учебные подразделения.<sup>35</sup>

В программе принимают участие 129 университетов из 52 субъектов Российской Федерации (доля региональных университетов – 64%), из них:

- 111 университетов, 5 из которых – вузы творческой направленности, получили базовую часть гранта в размере по 100 млн рублей;
- 8 университетов – участников дальневосточного трека, получили гранты по 71,25 млн рублей;
- 10 университетов в статусе «кандидат на участие в программе», которые получают финансовую поддержку в размере 50 млн рублей при условии

<sup>32</sup> <https://monitoring.miccedu.ru/>

<sup>33</sup> Постановление Правительства Российской Федерации от 13.05.2021 № 729 «О мерах по реализации программы стратегического академического лидерства «Приоритет-2030» (в ред. от 19.08.2022).

<sup>34</sup> Постановление Правительства Российской Федерации от 19.08.2022 № 1446 «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 13 мая 2021 г. № 729».

<sup>35</sup> <http://government.ru/docs/46295/>



выполнения обязательств по привлечению софинансирования на программу развития<sup>36</sup>.

В университетах – участниках программы «Приоритет-2030»:

– обучаются 48,4% студентов от общего числа обучающихся по программам бакалавриата, специалитета, магистратуры и 52,3% от общего числа обучающихся по программам подготовки кадров высшей квалификации;

– работают 53,6% научных сотрудников от общего числа научных работников России.

Участниками программы «Приоритет-2030» разработано 409 проектов. Наибольшую поддержку при конкурсном отборе получили следующие научные направления: генетика, энергетика, освоение Арктики, экология.

В рамках программы университеты активно взаимодействуют с бизнесом. В программе участвуют:

– более 2000 компаний-партнеров;

– 483 консорциума с научными организациями и компаниями реального сектора экономики.

Реализация программы «Приоритет-2030» призвана обеспечить вклад российских университетов в научно-технологическое развитие Российской Федерации и социально-экономическое развитие российских регионов.

## 3.6. Научные фонды

### 3.6.1. Российский научный фонд и Российский фонд фундаментальных исследований

**Российский научный фонд**<sup>37</sup> (далее – РНФ, Фонд) поддерживает фундаментальные и поисковые научные исследования. Фонд помогает ученым доводить идеи до лабораторного образца. Для выполнения этих задач выстроены система экспертизы и вся экосистема Фонда.

При финансовой поддержке РНФ в 2022 году выполнялось 8,2 тыс. научных проектов и программ с общим объемом финансирования 32 045 млн руб.<sup>38</sup>

Финансовое обеспечение конкурсной деятельности РНФ на 2023–2025 гг. предусматривается в объеме 121,1 млрд руб., в т.ч. на 2023 г. – 40,2 млрд руб.<sup>39</sup>

---

<sup>36</sup> <https://priority2030.ru/analytics>

<sup>37</sup> Российский научный фонд как некоммерческая организация создан в соответствии с Федеральным законом от 02.11.2013 № 291-ФЗ «О Российском научном фонде и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (в ред. Федерального закона от 19.12.2022 № 531-ФЗ).

<sup>38</sup> Данные Российского научного фонда.

<sup>39</sup> Хлунов А.В. РНФ: дополнительные полномочия по поддержке опытно-конструкторских и технологических работ. - <https://rscf.ru/news/found/aleksandr-khlunov-rasskazal-v-tass-o-dopolnitelnykh-polnomochiyakh-po-podderzhke-opytno-konstruktors/>

В таблице 3.5 приведены данные о проектах, которые выполнялись в 2022 году по приоритетам Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации и поддержаны Фондом.

**Табл. 3.5.** Проекты, выполнявшиеся в 2022 году по приоритетам Стратегии НТР РФ

Приоритет Стратегии НТР РФ	Количество проектов
Переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта	2 527
Переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии	866
Переход к персонализированной медицине, высокотехнологичному здравоохранению и технологиям здоровьесбережения, в том числе за счет рационального применения лекарственных препаратов (прежде всего антибактериальных)	1 854
Переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, разработка и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранение и эффективную переработку сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания	541
Противодействие техногенным, биогенным, социокультурным угрозам, терроризму и идеологическому экстремизму, а также киберугрозам и иным источникам опасности для общества, экономики и государства	344
Связанность территории Российской Федерации за счет создания интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем, а также занятия и удержания лидерских позиций в создании международных транспортно-логистических систем, освоении и использовании космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики	353
Возможность эффективного ответа российского общества на большие вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий, социальных институтов на современном этапе глобального развития, в том числе применяя методы гуманитарных и социальных наук	1 187

В 2022 году РНФ поддерживал научные проекты в рамках конкурсов по приоритетным направлениям деятельности Фонда, утвержденным попечительским советом РНФ:

- проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований малыми отдельными научными группами;
- проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований в целях эффективного использования и развития научного потенциала субъектов Российской Федерации (региональные конкурсы);

– проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований по поручениям (указаниям) Президента Российской Федерации;

– проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований международными научными коллективами.

В соответствии с Федеральным законом от 19.12.2022 № 531-ФЗ<sup>40</sup> РФ наделили дополнительными полномочиями по финансовой и организационной поддержке опытно-конструкторских и технологических работ, опытно-конструкторских разработок для реализации стратегических инициатив Президента России в научно-технологической сфере, имеющих ключевое значение для безопасности страны и ее социально-экономического развития, прежде всего микроэлектроники, медицины, сельского хозяйства и низкоуглеродной энергетики.

Федеральным законом от 19.12.2022 № 531-ФЗ дополнены также основные функции РФФ в части выполнения экспертно-аналитических работ, предоставления научно-консультативных услуг государственным органам и организациям.

С 2022 года консультативными органами РФФ являются не только экспертные советы Фонда, но и научно-технологический совет Фонда.

**Российский фонд фундаментальных исследований** (далее – РФФИ), созданный Указом Президента Российской Федерации от 27.04.1992 № 426<sup>41</sup>, осуществлявший поддержку инициативных научных проектов, в соответствии с постановлением Правительства Российской Федерации от 29.07.2022 № 1357<sup>42</sup> был преобразован в **федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский центр научной информации»**. В 2021 году была осуществлена передача в Российский научный фонд части функций РФФИ по грантовой поддержке научных исследований.

### 3.6.2. Фонд поддержки проектов НТИ

Реализация национальной технологической инициативы (далее – НТИ) проводилась в соответствии с поручением Президента России по реализации послания Федеральному Собранию Российской Федерации от 4 декабря 2014 года.

НТИ ориентирована на рынки, формирующиеся на основе «нового технологического уклада, переход к которому развитые страны планируют осуществить в ближайшие 10–20 лет».

---

<sup>40</sup> Федеральный закон от 19.12.2022 № 531-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О Российском научном фонде и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

<sup>41</sup> Указ Президента Российской Федерации от 27.04.1992 № 426 «О неотложных мерах по сохранению научно-технического потенциала Российской Федерации».

<sup>42</sup> Постановление Правительства Российской Федерации от 29.07.2022 № 1357 «О федеральном государственном бюджетном учреждении «Российский центр научной информации».

Проектным офисом НТИ является Фонд поддержки проектов НТИ (далее – Фонд), оказывающий финансовую и экспертную поддержку компаниям для реализации проектов НТИ из средств федерального бюджета. Он был создан по инициативе Российской венчурной компании (далее – РВК) в 2017 году для финансового обеспечения ключевых направлений реализации НТИ. В 2021 году, в связи с реформой институтов развития, РВК передала фонду функции проектного офиса НТИ по обеспечению проектного управления, организационно-технической и экспертно-аналитической поддержки, информационного и финансового обеспечения реализации проектов в этой области, так как фонд зарекомендовал себя профессиональным и надежным партнером технологического бизнеса, университетов и научных организаций, органов государственной власти.

Технологические конкурсы, организуемые Фондом, привлекают команды инженеров и разработчиков для поиска решений критически важных задач и преодоления технологических барьеров, представляют вузам и научным организациям прямую грантовую поддержку для проведения исследований и обучения специалистов в области сквозных технологий.

Фонд осуществляет финансирование деятельности:

– центров компетенций НТИ, государственная поддержка которых содействует формированию сети инженерно-образовательных консорциумов на базе российских университетов и научных организаций для создания инновационных решений в области «сквозных» технологий, обеспечивающих глобальное лидерство компаниям, которые используют данные технологии для производства продуктов и услуг. В 2017–2022 гг. было создано 24 Центра компетенций НТИ<sup>43</sup> (приложение 2);

– инфраструктурных центров НТИ, на системной и долгосрочной основе формирующих стратегическое видение развития отдельных направлений НТИ. В 2018–2021 гг. осуществляли деятельность 7 таких центров. В связи с завершением к окончанию 2022 года программ инфраструктурных центров, отобранных в 2018 году, Фонд провел в 2021 году конкурс, по результатам которого отобрано 4 центра со сроком реализации программ до 2025 года. Перечень всех инфраструктурных центров приведен на сайте Фонда<sup>44</sup>.

### **3.6.3. Фонд перспективных исследований**

С целью содействия проведению научных исследований и разработок в интересах обороны России и безопасности государства, связанных с высокой степенью риска достижения качественно новых результатов в военно-технической, технологической и социально-экономической сферах, разработки и создания инновационных технологий и производства высокотехнологичной

---

<sup>43</sup> <https://nti.fund/support/centers/>

<sup>44</sup> <https://nti.fund/support/infracentrnti/>

продукции военного, специального и двойного назначения, в 2012 году создан Фонд перспективных исследований<sup>45</sup> (далее – ФПИ).

ФПИ осуществляет следующие функции:

- формирует научные представления о возможных угрозах, критически значимых для обороны страны и безопасности государства, причинах их возникновения и путях устранения;

- определяет основные направления научных исследований и разработок, связанных с высокой степенью риска достижения качественно новых результатов, в целях развития производства высокотехнологичной продукции военного, специального и двойного назначения;

- организует поиск, заказ на разработку, апробацию и сопровождение инновационных научно-технических идей, передовых конструкторских и технологических решений в области разработки и производства высокотехнологичной продукции военного, специального и двойного назначения;

- обеспечивает доведение отобранных идей и решений до уровня проектов и осуществляет их финансирование.

В таблице 3.6 приведены основные направления исследований, по которым проводит работу ФПИ.

**Табл. 3.6.** Основные направления исследований ФПИ

Информационные исследования	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ создание перспективной электронной компонентной базы;</li> <li>▪ создание интеллектуальных технологий;</li> <li>▪ создание новых информационных технологий для оборонно-промышленного комплекса.</li> </ul>
Физико-технические исследования	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ создание средств и технологий для космического и воздушного пространства, систем вооружений, действующих на поверхности земли, надводных и подводных комплексов;</li> <li>▪ создание новых типов двигателей, систем оптического и радиолокационного наблюдения, средств связи и навигации;</li> <li>▪ разработка функциональных безлюдных технологий для освоения гидрокосмоса.</li> </ul>
Химико-биологические и медицинские исследования	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ перспективные технологии энергообеспечения;</li> <li>▪ разработка технологий придания экстремальных свойств полимерам, композитным материалам, а также металлам и их сплавам;</li> <li>▪ разработка аддитивных технологий изготовления узлов и агрегатов вооружения, военной и специальной техники;</li> <li>▪ создание новых технических решений на основе эффекта высокотемпературной сверхпроводимости.</li> </ul>

ФПИ является инструментом целевого заказа со стороны государства в сфере научно-технической политики и потенциально – механизмом коорди-

<sup>45</sup> Федеральный закон от 16.10.2012 № 174-ФЗ «О Фонде перспективных исследований» (в ред. от 19.07.2018).

нации приоритетных межвидовых, междисциплинарных и межотраслевых научно-технических исследовательских проектов. Основными потребителями технологий ФПИ являются Минобороны России, ФСБ, Росгвардия и другие силовые ведомства. Часть разработок передаются в федеральные органы власти и госкорпорации, реализующие сопряженные с оборонной тематикой программы. Это Минпромторг России, Роскосмос, Росатом, Объединенная авиастроительная корпорация (ОАК), Объединенная судостроительная корпорация (ОСК) и др.

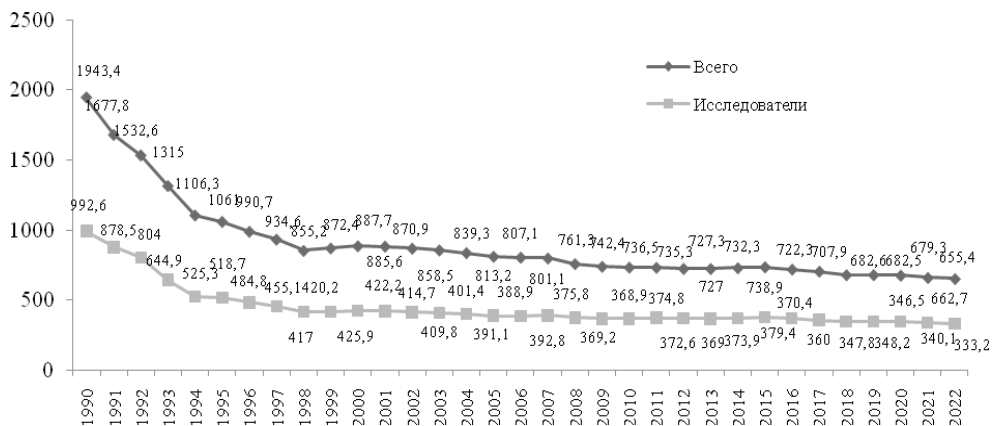
Большинство полученных в рамках проектов ФПИ технологий имеют перспективы гражданского применения. В первую очередь это относится к таким направлениям исследований, как материаловедение, информационные технологии, робототехника, медицина и биотехнологии.

## 4. РЕСУРСНОЕ И МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА РОССИИ

### 4.1. Кадровый потенциал

#### 4.1.1. Персонал, выполняющий исследования и разработки

**Численность персонала, выполняющего исследования и разработки.** Исходным показателем кадрового потенциала науки является численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками (ИР). В 2022 году численность персонала, занятого ИР, составила в России 655,4 тыс. чел. Несмотря на многочисленные разговоры и предлагаемые меры, тенденция сокращения численности научных кадров получила дальнейшее развитие: за прошедшее десятилетие она сократилась примерно на 80 тыс. чел. или на 10,9%, в том числе исследователей – на 39,4 тыс. чел. или на 10,6% (рис. 4.1).



**Рис. 4.1.** Численность персонала, занятого исследованиями и разработками, и исследователей, тыс. человек

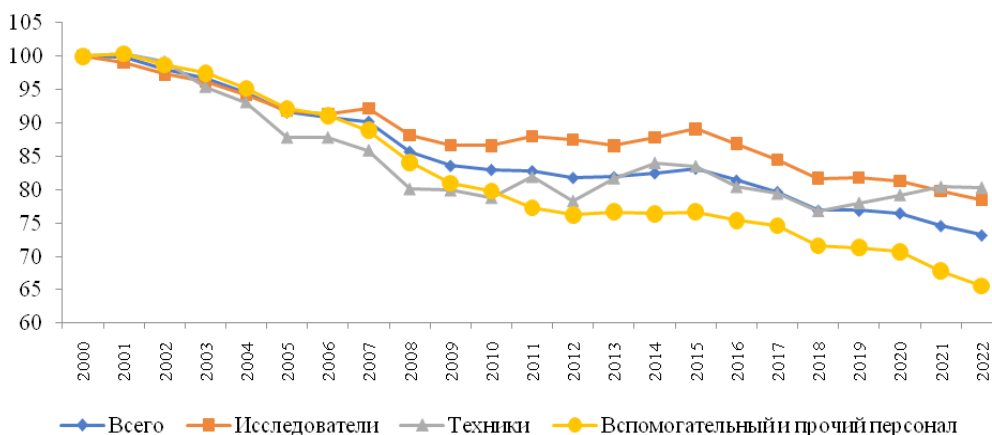
*Источник:* [Наука, технологии и инновации России: 2022. – М.: ИПРАН РАН, 2022.]  
2022 г. – прогноз ИПРАН РАН.

По отношению к 1990 году численность занятых в сфере науки составила лишь 33,7%. По данным Росстата, доля персонала, занятого ИР, в общей численности занятых в экономике сократилась с 2,6% в 1990 году до 1% к настоящему времени.

Сокращение персонала, занятого ИР, которое происходит в результате миграции ученых в разные сферы российской экономики и за рубеж, остается серьезной проблемой современной российской науки.

В последнее десятилетие переломить тенденцию уменьшения численности занятых научно-исследовательской деятельностью в России так и не удалось, несмотря на ряд принятых мер. В итоге 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.

**Распределение персонала по категориям.** На интервале 2000–2022 гг. наблюдается тенденция сокращения численности персонала, занятого в сфере исследований и разработок. Так, численность исследователей составила в 2021 году только 79,8% от уровня 2000 года, техников – 80,4%, а вспомогательного и прочего персонала – 67,8% (рис.4.2).



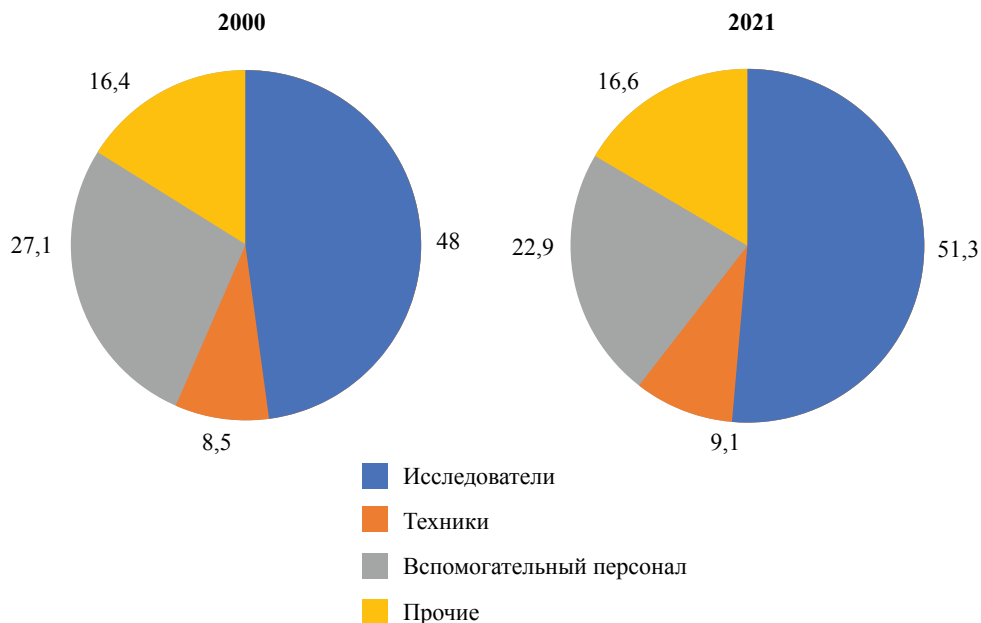
2022 г. – прогноз ИПРАН РАН.

**Рис. 4.2.** Динамика численности персонала, занятого ИР, по категориям (2000 г. = 100%)

*Источник:* рассчитано по данным [Наука, технологии и инновации России: 2022. – М.: ИПРАН РАН, 2022.].

При этом структура персонала, занятого ИР, по категориям за этот период практически не изменилась (рис. 4.3). Доля исследователей несколько превысила уровень 2000 года и составила 51,3%. Удельный вес техников остается на уровне 8–9%. Доля вспомогательного и прочего персонала снизилась за этот период с 43,5% до 39,5%.





**Рис. 4.3.** Структура персонала, занятого ИР, по категориям, проценты

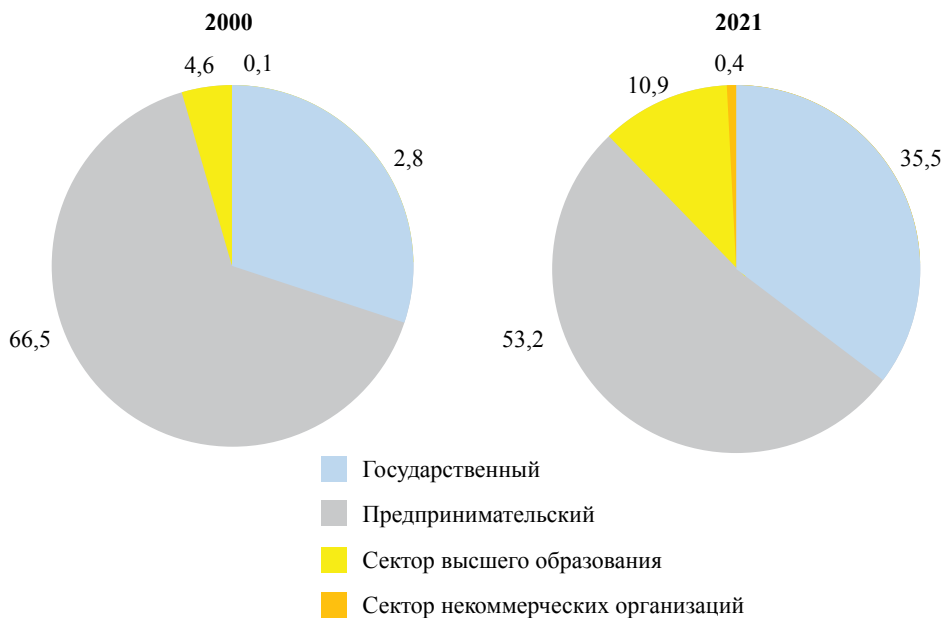
*Источник:* рассчитано по данным [Наука, технологии и инновации России: 2022. – М.: ИПРАН РАН, 2022.]

Высокий уровень доли исследователей в численности персонала, занятого исследованиями и разработками, соответствует 60–74%, а очень высокий уровень – 75–88%. К государствам с очень высокой долей исследователей относятся в первую очередь страны Азии – Гонконг (88,4%), Сингапур (87,4%), Малайзия (82,5%), Корея (81,9%), Израиль (82,3%), Япония (75,5%), а из европейских стран – Португалия (81,6%) и Швеция (85,1%)<sup>46</sup>.

При формировании кадровой структуры науки важно определить соотношения между всеми категориями персонала. Завышение численности вспомогательного и прочего персонала приводит к нерациональному использованию финансовых средств, выделенных на науку.

**Распределение персонала по секторам деятельности.** Важным показателем анализа научных кадров постсоветской России является распределение исследователей по основным секторам науки. Структура занятости по секторам науки за последние десять лет не претерпела существенных изменений. По-прежнему предпринимательский сектор аккумулирует более половины (53,2%) кадрового потенциала отечественной науки, несмотря на снижение в нем численности персонала на 9,3% по сравнению с 2010 годом (рис. 4.4).

<sup>46</sup> Показатели развития российской науки и мировых лидеров научного сообщества. Аналитико-статистический сб. Вып. 3. – М.: ИПРАН РАН, 2021 / В. П. Заварухин, О. А. Соломенцева, М. А. Солопова и др. – 2021.



**Рис. 4.4.** Распределение персонала, занятого исследованиями и разработками, по секторам деятельности, проценты

*Источник: рассчитано по данным [Наука, технологии и инновации России: 2022. – М.: ИПРАН РАН, 2022.].*

Среди статистически неблагоприятных тенденций в структуре кадрового потенциала необходимо отметить уменьшение доли персонала, занятого исследованиями и разработками в предпринимательском секторе, призванном обеспечить непосредственное использование научных достижений в хозяйственной практике.

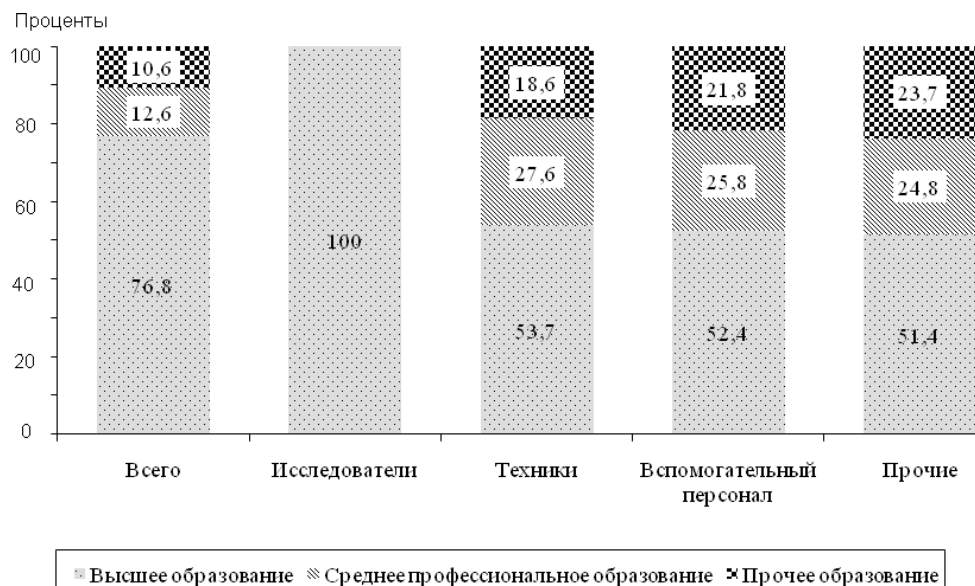
Можно отметить позитивные сдвиги в секторе высшего образования. Этому способствует мощная государственная поддержка, цель которой – вовлечение преподавателей, аспирантов и студентов в научные исследования. В целом эта поддержка отвечает принятому правительством курсу, ориентированному на обеспечение интеграции науки и образования.

Доля сектора высшего образования в структуре научных кадров в 2021 году поднялась до 10,9% по сравнению с 4,6% в 2000 году.

Несмотря на то, что численность занятых в секторе некоммерческих организаций по сравнению с 2010 годом увеличилась на 147%, ее динамика (из-за малых величин – 2,5 тыс. чел.) не оказывает существенного влияния на общие тенденции.

**Распределение персонала по уровню образования и квалификации.** Большинство работников, выполнявших ИР (76,8% в 2021 году), – лица с высшим образованием, почти 13% общей численности персонала имеют среднее про-

фессиональное образование (рис. 4.5). Для сравнения заметим, что среди занятых в целом в российской экономике в 2021 году высшее образование имели 34,7%, а среднее профессиональное – 45,3%<sup>47</sup>.



**Рис. 4.5.** Структура персонала, занятого исследованиями и разработками, по уровню образования: 2021, проценты

*Источник:* рассчитано по данным [Наука, технологии и инновации России: 2022. – М.: ИПРАН РАН, 2022].

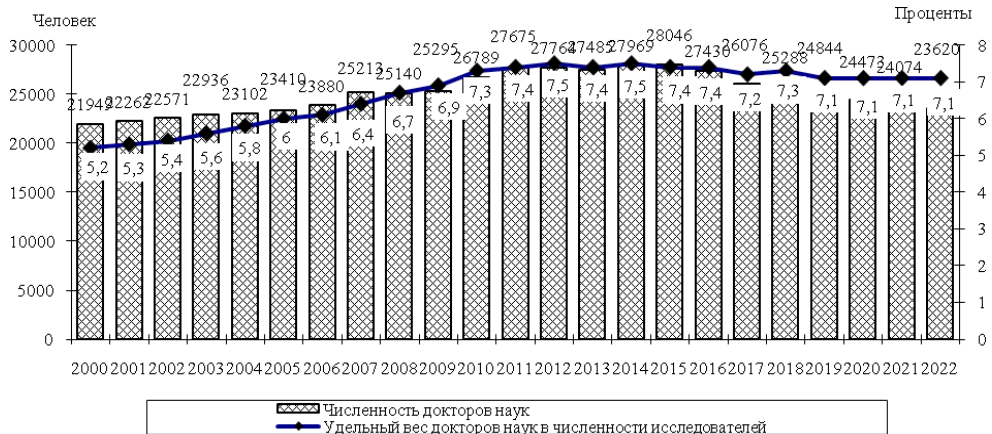
У вспомогательного и технического персонала доля лиц с высшим образованием составляет примерно 50%, а доля лиц со средним профессиональным образованием – порядка 25–28%.

Из работников с высшим образованием, выполняющих ИР, примерно каждый пятый имеет ученую степень.

На фоне снижения уровня занятости в науке наблюдается рост доли исследователей, имеющих ученые степени: с 24,9% в 2000 году до 28,7% в 2021 году (рис. 4.6). Надо заметить, что в последние годы, начиная с 2010 года, рост абсолютной численности докторов и кандидатов наук несколько приостановился, и удельный вес исследователей с учеными степенями практически не меняется.

<sup>47</sup> Российский статистический ежегодник // Росстат, 2022.

## Доктора наук



## Кандидаты наук

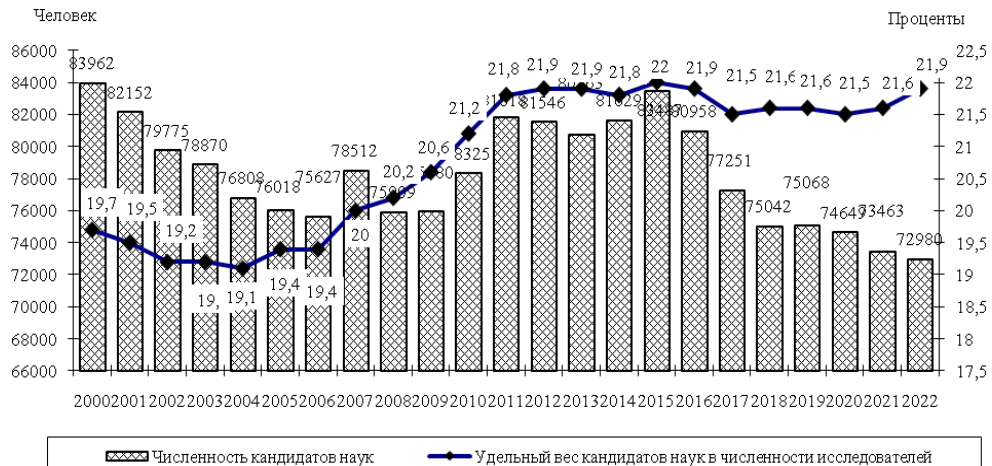


Рис. 4.6. Исследователи с учеными степенями, человек

Источник: [Наука, технологии и инновации России: 2022. – М.: ИПРАН РАН, 2022.].

### 4.1.2. Характеристика исследователей

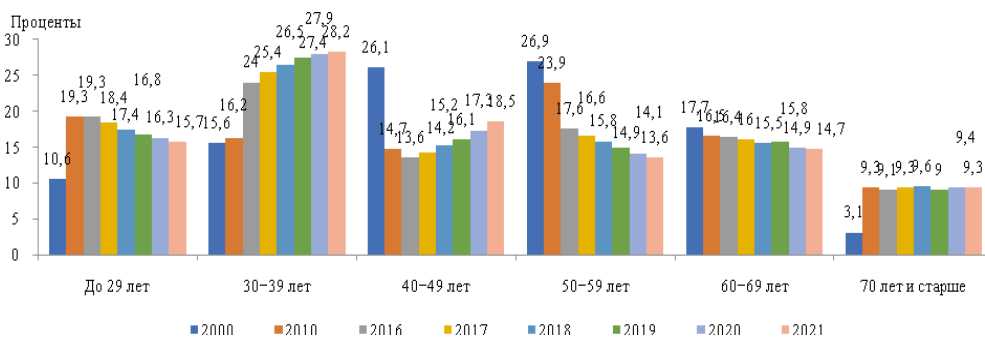
**Возрастная структура исследователей.** Распределение исследователей по возрастным группам считается одной из базовых характеристик эффективности научно-исследовательской деятельности и характеризует состояние и воспроизводство научных кадров. Результативность и производительность труда работников во многом определяется эффективностью их возрастной структуры, которая ухудшается по мере сокращения доли наиболее активной части исследователей.

Среди основных проблем воспроизводства научных кадров в России можно выделить две основные.

Первая проблема воспроизводства научных кадров в нашей стране связана с разрывом поколений. Произошло «вымывание» среднего поколения ученых из-за отсутствия перспектив роста. Молодые ученые либо продолжают научную деятельность в других странах (по контрактам, сохраняя за собой рабочее место в России), либо уходят из науки в бизнес. Причина отсутствия перспектив роста является основной для ученых, которые хотели бы вернуться и работать в России.

Второй острой проблемой является слабый приток молодежи. После вуза и даже аспирантуры молодые специалисты предпочитают уходить в бизнес. Установка на профессиональную миграцию связана с недооценкой интеллектуального труда в российском обществе, молодые специалисты не рассчитывают на достойные условия жизни и оплату труда.

Из анализируемых данных видно, что возрастная структура исследователей за последние годы не улучшалась и остается серьезной проблемой (рис. 4.7). Несмотря на то, что доля исследователей в возрасте до 29 лет возросла с 2000 года на 5,1 процентных пункта, такой динамики явно недостаточно для воспроизводства научных кадров.



**Рис. 4.7.** Распределение исследователей по возрастным группам, проценты

*Источник: [Официальный сайт Росстата – <http://gks.ru>]*

Кроме того, начиная с 2010 года, удельный вес молодых исследователей (в возрасте до 29 лет) падает. Поэтому нельзя сказать, что в настоящее время российская наука не испытывает проблем с притоком молодежи. Проблема «старения» научных кадров по-прежнему актуальна.

Хорошо видно снижение числа наиболее активных и уже сложившихся специалистов в возрасте от 40 до 59 лет, обладающих немалым накопленным опытом и знаниями, готовыми к применению их в новых исследованиях и к передаче следующим поколениям ученых, а также более высоким потенциалом творческой активности по сравнению с исследователями старших возрастных групп.

Тот факт, что доля молодежи в науке (в возрасте до 39 лет) стабильно растет, а средняя когорта (40–59 лет) сокращается, говорит о том, что на входе условия довольно привлекательные, но механизмов для закрепления в науке и развития своих направлений не так много.

В настоящее время около 38% исследователей старше 50 лет, из них порядка 24% находятся в возрасте 60 лет и более.

Средний возраст исследователей (46 лет) заметно превышает средний возраст занятых в экономике России (в 2019 году по данным Росстата – 41,3 года). У исследователей с ученой степенью доктора наук средний возраст увеличился до 64,4 лет (в 2017 году он составлял 64 года), а у кандидатов наук снизился до 50,7 года (в 2017 году – 50,9 лет) (рис. 4.8).



**Рис. 4.8.** Средний возраст исследователей, лет

*Источник:* [Официальный сайт Росстата – <http://gks.ru>]

«Старение» научных сообществ в той или иной мере наблюдается во всех развитых странах. Это в определенной степени следствие быстрого создания национальных научно-технических систем в 1960–1970 гг., открывших эпоху «научно-технической революции». По мере наращивания затрат на исследования и разработки увеличивалась численность исследователей, наука «молодела», но по мере сокращения инвестиций и притока новых вакансий она стала «стареть».

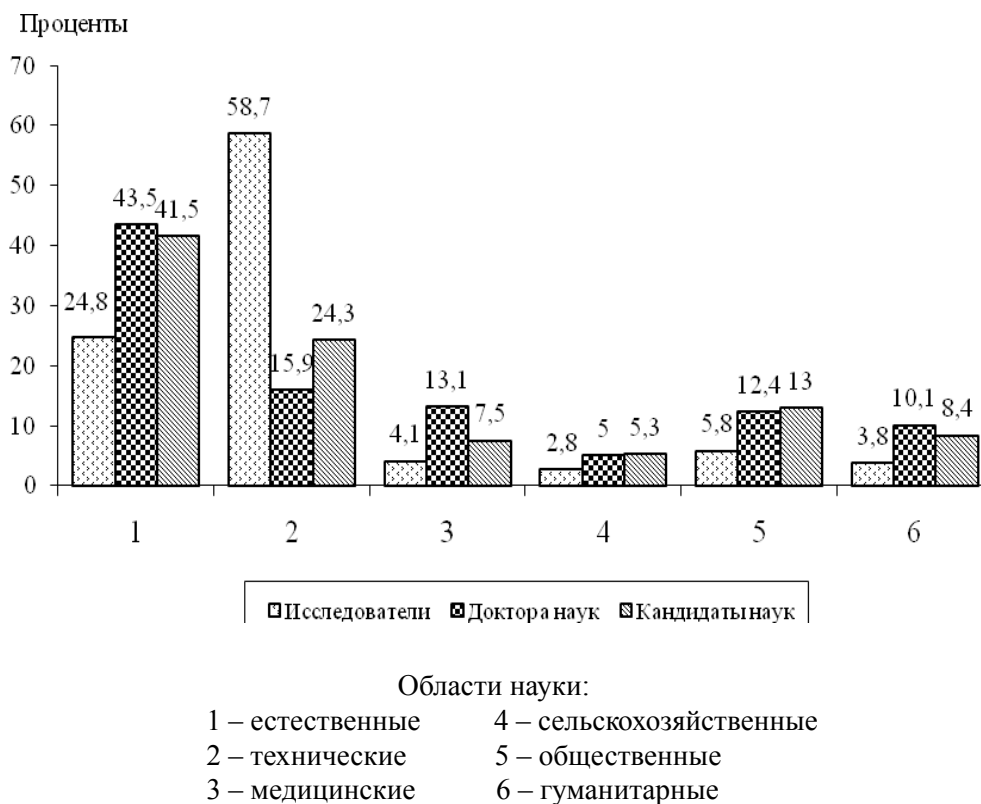
Сейчас общемировой медианный возраст равен 30,9 года. Российское население «старше», чем в целом на планете, и составляет 40,5 лет. В группе «пожилых» стран не только Россия, но и все страны Европы (например, во Франции – 42,3, в Германии – 45,7, в Португалии – 46,2).<sup>48</sup>

**Распределение исследователей по областям науки.** Отраслевая структура исследователей (профессиональная занятость) является наиболее стабильной, не подверженной резким колебаниям характеристикой научных кадров. На протяжении многих лет основная часть исследователей традиционно зани-

<sup>48</sup> <https://www.rbc.ru/economics/24/06/2019/5d0b43749a794718129aa169>.

маются техническими науками: их доля в 2021 году, так же как и в 1990 году, составляла порядка 60%. В области естественных наук сегодня занято 24,8% всех российских исследователей, медицинскими науками – 4,1%, сельскохозяйственными и гуманитарными – соответственно 2,8% и 3,8%, а общественными – 5,8% (рис. 4.9).

Таким образом, еще одна стабильная тенденция в структуре кадрового потенциала – концентрация значительной части научных кадров в технических и естественных науках, в то время как в ведущих зарубежных странах опережающими темпами развиваются науки об обществе, здравоохранение и медицинские науки.



**Рис. 4.9.** Распределение исследователей по областям науки: 2021, проценты

*Источник:* [Наука, технологии и инновации России: 2022. – М.: ИПРАН РАН, 2022.]

Так же, как и в России, в зарубежных странах большая часть исследователей проводит научную работу в области технических и естественных наук (рис. 4.10). В отдельных странах доля исследователей там превышает 80%.

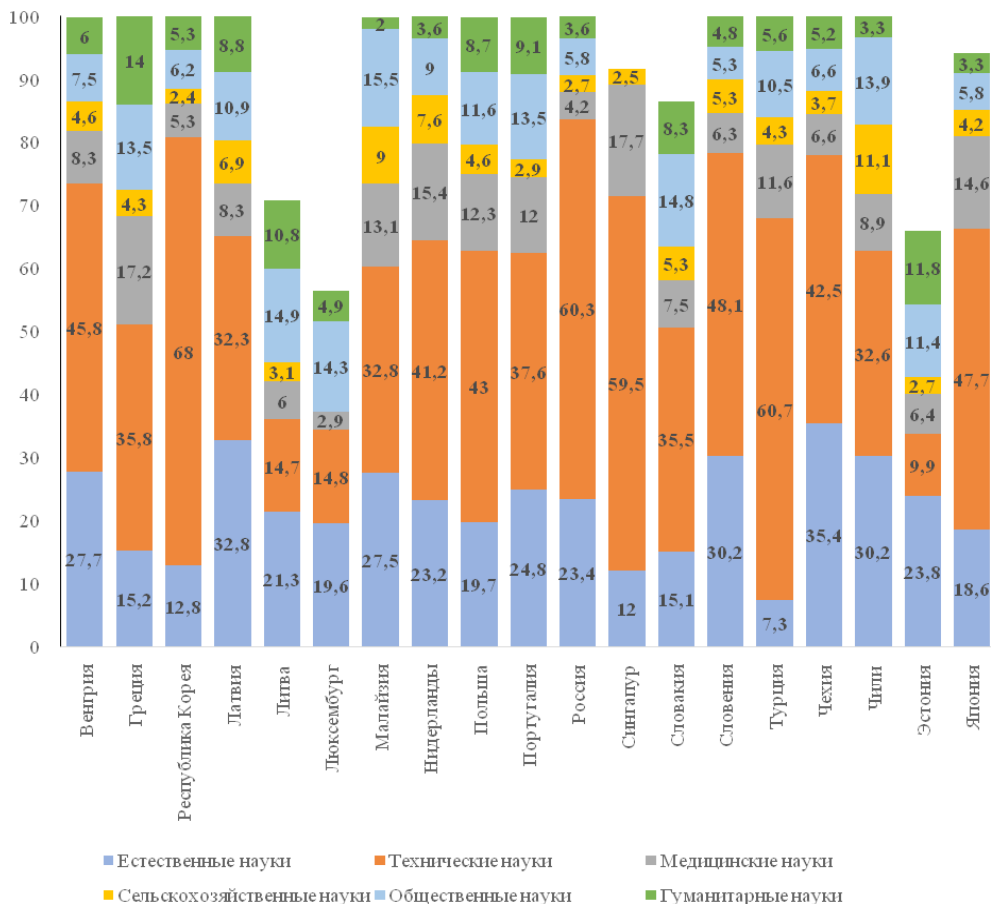


Рис. 4.10. Распределение исследователей по областям науки<sup>49</sup>, проценты

Источник: последний год, по которому имеются данные – [Показатели развития российской науки и мировых лидеров научного сообщества. Аналитико-статистический сб. Вып. 3. – М.: ИПРАН РАН, 2021 / В.П. Заварухин, О.А. Соломенцева, М.А. Солопова и др. – 2021.].

В настоящее время во многих странах ведется активная научная деятельность в медицинской области. Например, в Сингапуре в этой области науки занято 17,7% исследователей, в Греции – 17,2%, в Нидерландах – 15,4%, в Японии – 14,6%, в Малайзии – 13,1%, в Польше – 12,3%, в Португалии – 12%. В России привлечены к научным исследованиям в области медицины всего 4,1% исследователей.

При подготовке предложений по реформированию российской науки необходимо учитывать, что формирование научного потенциала является инерционным процессом, затрагивающим одновременно несколько поколений и

<sup>49</sup> Примечание: Корея, Россия, Япония – расчет произведен по численности физических лиц. По некоторым странам итог не равен 100% из-за нераспределенного остатка.



включающим обучение в средней и высшей школе, подготовку научных кадров в аспирантуре, накопление знаний, создание и обновление основных фондов научных организаций, формирование научных школ и расширение информационной базы. Отклонение от установившегося процесса в любом из звеньев формирования потенциала науки будет сказываться в течение длительного времени.

### 4.1.3. Подготовка кадров высшей квалификации

Решающее значение для воспроизводства научных кадров высшей квалификации и сохранения преемственности в передаче научных знаний имеет деятельность аспирантуры. **Аспирантура** является важнейшим инструментом подготовки научных и научно-педагогических кадров для российской науки и формирующихся секторов инновационной экономики. Аспирантура – первый этап научной карьеры большинства молодых исследователей, поэтому будущее российской науки в значительной степени определяется эффективностью ее функционирования.

В Российской Федерации система подготовки кадров высшей квалификации состоит из института аспирантуры и докторантуры, осуществляющих собственно подготовку кадров и обеспечивающих защиту диссертационных работ, и системы присуждения ученых степеней.

Приказом Минобрнауки России от 24.02.2021 № 118 утверждена новая номенклатура научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени.

При этом количество групп научных специальностей сократилось с 52 до 34 («минус» 35%), специальностей – с 430 до 351 («минус» 18,4%).

Состав номенклатуры пополнила 21 новая специальность, не имеющая принадлежности к уже существующим группам. В соответствии с научными трендами последних лет в номенклатуре появились четыре новые группы специальностей: компьютерные науки и информатика, биотехнология, недропользование и горные науки, когнитивные науки. По одному новому профилю получили группы специальностей по теологии, клинической медицине, строительству и архитектуре.

Новая номенклатура направлена на интеграцию современной российской науки в международное научное пространство, так как при ее создании учтены рекомендации Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР).

Также был подготовлен комплекс мер, снижающих риски, связанные с ее введением. Более половины (почти 1000 из 1696) диссертационных советов будут переутверждены автоматически, остальная часть – трансформирована в течение полутора лет со дня вступления в силу новой номенклатуры. За указанное время планируется обеспечить возможность функционирования всей действующей сети диссертационных советов по прежней номенклатуре научных специальностей.

В 2022 году Федеральным законом от 07.10.2022 № 397-ФЗ<sup>50</sup> в Федеральный закон от 23.08.1996 № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» внесены изменения, в том числе в части подготовки научных кадров высшей квалификации. Статья 4 дополнена пунктом 3.1, определяющим организации, которые вправе самостоятельно создавать советы по защите диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук и утверждать положения о таких советах, устанавливать порядок присуждения учёных степеней, утверждать формы дипломов об учёных степенях, технические требования к таким документам, порядок их оформления и выдачи. К таким организациям относятся:

МГУ имени М.В. Ломоносова и Санкт-Петербургский государственный университет;

образовательные организации высшего образования, в отношении которых установлена категория «федеральный университет» или «национальный исследовательский университет»;

образовательные организации высшего образования, которые вправе в соответствии с Федеральным законом от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» разрабатывать и утверждать самостоятельно требования к программам подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре);

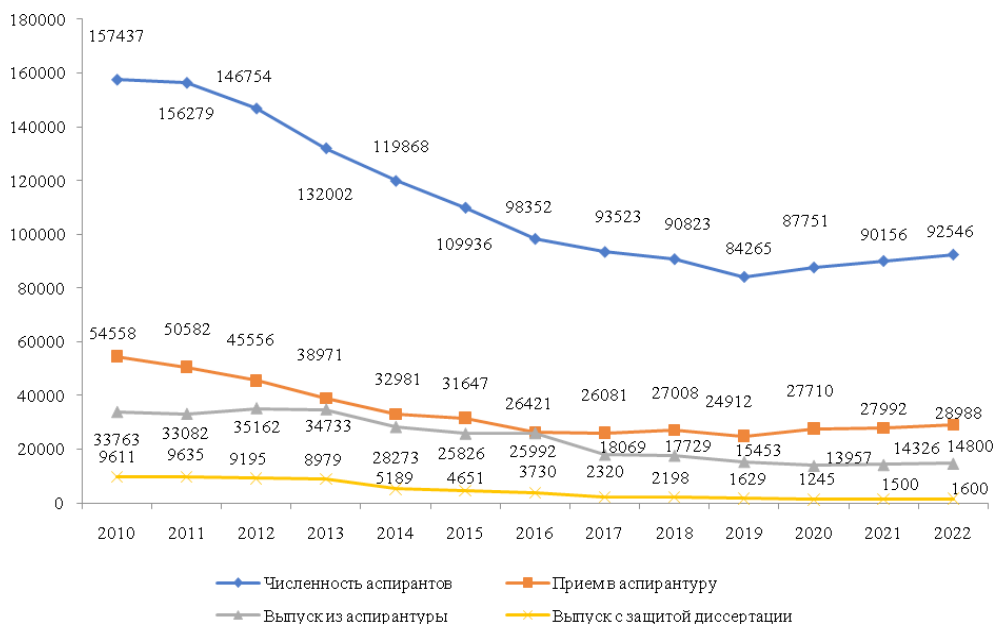
научные организации, которые являются национальными исследовательскими центрами либо имеют статус государственного научного центра;

научные организации и образовательные организации высшего образования, которые достигли высоких результатов в научной и (или) научно-технической деятельности, обладают авторитетом в вопросах подготовки научных и научно-педагогических кадров высшей квалификации. Перечень организаций устанавливается Правительством Российской Федерации (ред. Федерального закона от 07.10.2022 № 397-ФЗ).

Количественные показатели деятельности аспирантуры в 2010–2022 гг. в целом характеризуются снижением численности аспирантов, а также приема и выпуска аспирантов (рис. 4.11). Однако в последние годы наметилась некая положительная динамика.

---

<sup>50</sup> Федеральный закон от 7 октября 2022 г. № 397-ФЗ «О внесении изменений в статью 4 Федерального закона «О науке и государственной научно-технической политике» и статью 11 Федерального закона «Об образовании в Российской Федерации».

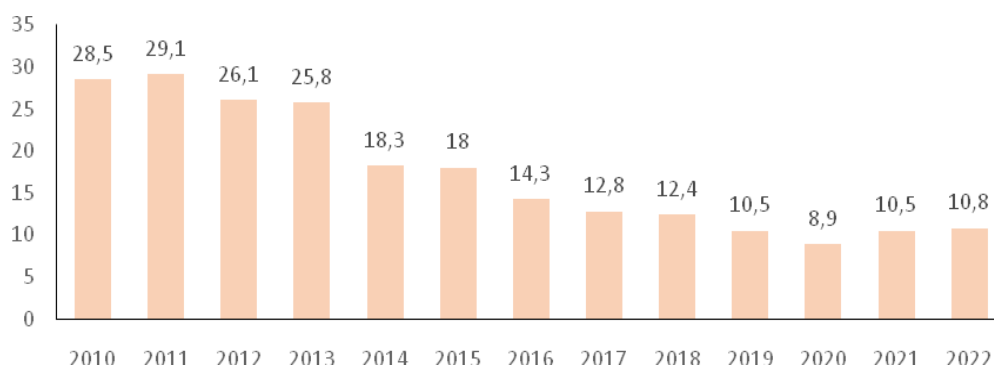


2022г. – оценка ИПРАН РАН.

**Рис. 4.11.** Основные показатели деятельности аспирантуры, человек<sup>51</sup>

В 2022 году общая численность аспирантов достигла 92,5 тыс. человек (почти на 10% больше по сравнению с 2019 годом), прием в аспирантуру составил 29 тыс. человек (на 16,4% больше, чем в 2019 году).

Вместе с тем удельный вес защитивших диссертацию снизился до 10,8% в 2022 году против 28,5% в 2010 году (рис. 4.12).



2022г. – оценка ИПРАН РАН.

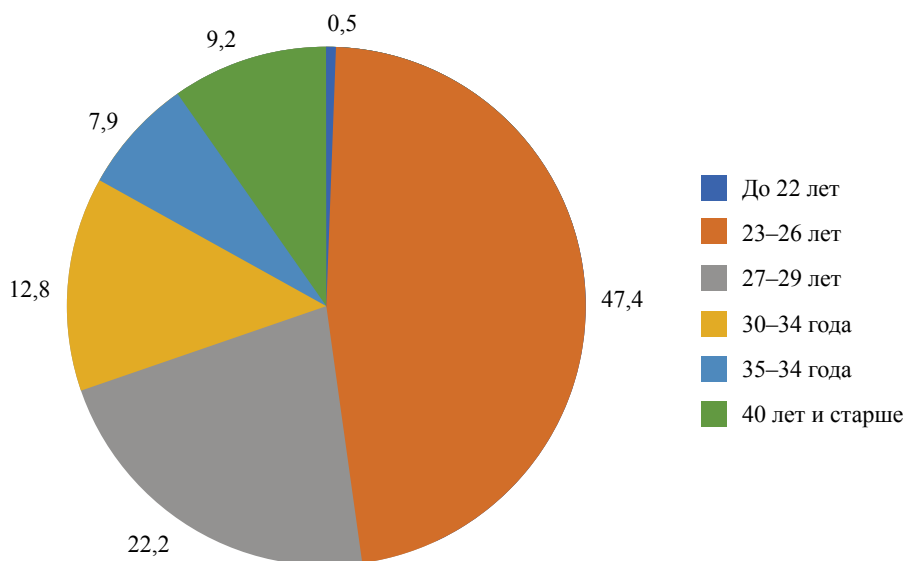
**Рис. 4.12.** Удельный вес защитивших диссертацию в выпуске из аспирантуры, проценты

<sup>51</sup> Источник рис. 4.12 – 4.16: Наука, технологии и инновации России: 2022. – М.: ИПРАН РАН, 2022.

С точки зрения подготовки специалистов интеллектуального труда высшей квалификации, «холостая» работа характерна для аспирантуры во всех областях науки, т.е. доля завершающих плановый срок обучения в аспирантуре с защитой диссертации имеет устойчивую тенденцию к сокращению по абсолютному большинству научных направлений.

Распределение численности аспирантов по возрастным группам (рис. 4.13) показывает, что самой многочисленной является возрастная группа 23–26 лет. По состоянию на 2021 год в этой возрастной группе находится 47,4% общей численности аспирантов.

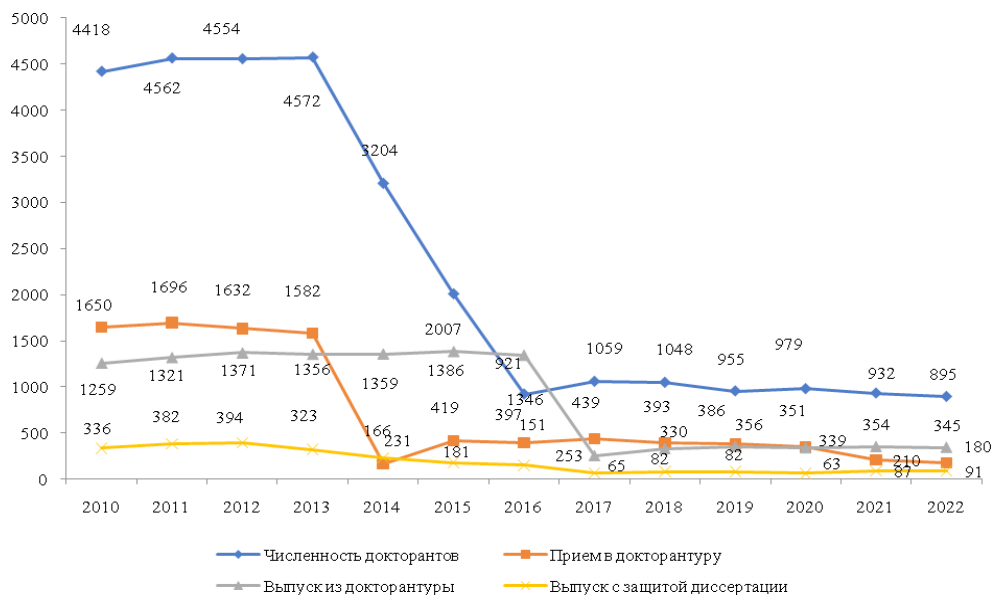
В самой младшей возрастной группе до 22 лет сосредоточено менее 1% численности аспирантов.



**Рис. 4.13.** Распределение численности аспирантов по возрастным группам: 2021, проценты

Основные показатели деятельности докторантуры снизились за рассматриваемый период (рис. 4.14).

В 2022 году всего 91 человек закончили докторантуру с защитой диссертации. Эффективность деятельности докторантуры составила 26,4% и снизилась по сравнению с 2010 годом до 20,4%.



2022 г. – оценка ИПРАН РАН.

Рис. 4.14. Основные показатели деятельности докторантуры, человек

Самая многочисленная возрастная группа докторантов – до 39 лет: на нее приходится 45,2% общей численности докторантов (рис. 4.15). В возрасте 40–49 лет находится 39,3% докторантов. Доля лиц, обучающихся в докторантуре в возрасте старше 50 лет, составила в 2021 году 15,5%.

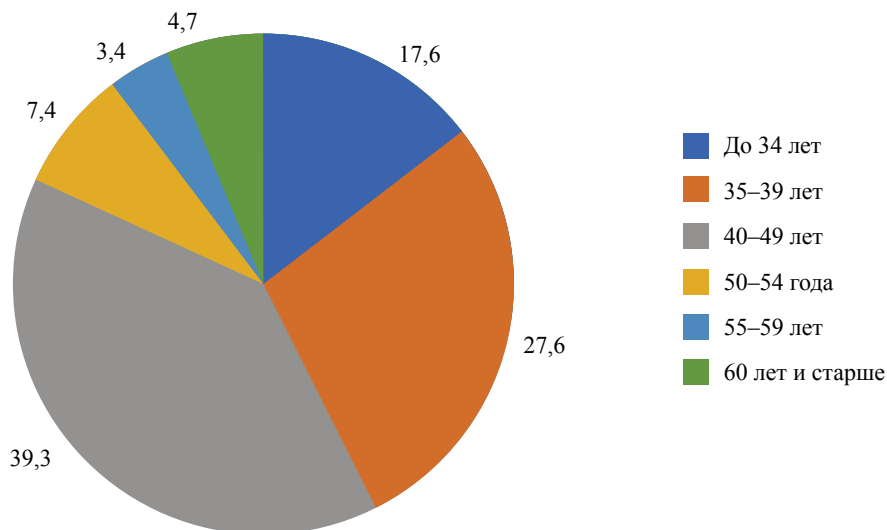


Рис. 4.15. Распределение численности аспирантов докторантов по возрастным группам: 2021, проценты

Приведенные выше статистические данные свидетельствуют о том, что в системе подготовки научных кадров высшей квалификации наблюдаются негативные тенденции, нарушен нормальный процесс воспроизводства научных кадров.

## 4.2. Финансовое обеспечение

Общепринятым показателем, характеризующим уровень выделяемых финансовых средств на исследования и разработки, является объем внутренних затрат на исследования и разработки. На протяжении длительного периода времени показатель внутренних затрат на исследования и разработки в России колеблется в диапазоне 0,9–1,1% ВВП страны (таблица 4.1).

**Табл. 4.1.** Внутренние затраты на исследования и разработки в России

	2018	2019	2020	2021
Внутренние затраты на ИР:				
в действовавших ценах, млн руб.	1 028 247,6	1 134 786,7	1 174 534,3	1 301 490,9
в постоянных ценах 2000 г., млн руб.	142 371,2	152 103,9	156 337,8	148 701,0
в процентах к ВВП	0,99	1,04	1,09	0,99

*Источник: Наука, технологии и инновации России: 2022 / В.П. Заварухин, О.А. Соломенцева, М.А. Солопова и др. – Москва: ИПРАН РАН, 2022. – 132 с.*

При этом в технологически развитых странах мира объем внутренних затрат на ИР неуклонно растет как в абсолютном значении, так и по отношению к ВВП (таблица 4.2).

**Табл. 4.2.** Внутренние затраты на исследования и разработки: международные сопоставления

	Внутренние затраты на ИР по отношению к ВВП в 2020 г., % (X <sub>1</sub> )	Прирост показателя X <sub>1</sub> за период с 2010 г. по 2020 г.	Внутренние затраты на ИР в 2020 г., млрд долларов США в постоянных ценах по ППС (X <sub>2</sub> )	Прирост показателя X <sub>2</sub> за период с 2009 г. по 2019 г.
Австрия	3,22	18,0	14 025,12	25,81
Бельгия	3,38	63,8	17 756,87	76,37
Великобритания*	1,71	4,6	51 519,05	25,00
Венгрия	1,60	41,7	4 728,48	75,80
Германия	3,13	14,6	125 566,64	28,58
Израиль	5,44	38,5	18 600,39	93,09

	Внутренние затраты на ИР по отношению к ВВП в 2020 г., % (X <sub>1</sub> )	Прирост показателя X1 за период с 2010 г. по 2020 г.	Внутренние затраты на ИР в 2020 г., млрд долларов США в постоянных ценах по ППС (X2)	Прирост показателя X2 за период с 2009 г. по 2019 г.
Италия	1,51	24,0	32 166,11	13,90
Канада	1,84	0,9	30 335,77	15,90
КНР	2,40	40,1	564 102,74	170,84
Корея	4,81	45,2	103 135,18	86,96
<b>Россия</b>	<b>1,10</b>	<b>4,4</b>	<b>40 322,30</b>	<b>18,44</b>
США	3,45	27,1	664 065,69	49,33
Франция	2,35	7,7	63 125,45	12,18
Швеция	3,49	10,2	17 880,82	30,62
Эстония	1,75	10,9	785,19	52,72
Япония	3,27	5,5	167 142,94	9,07

\*Данные по Великобритании представлены за 2019 г.

*Источник: OECD (2023), Gross domestic spending on R&D (indicator). [https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI\\_PUB#](https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=MSTI_PUB#) (дата обращения: 26.01.2023)*

Внутренние затраты на исследования и разработки в России в 2021 году в расчете на одного исследователя составляли 126,8 тыс. долл. США в год; в Китае – 255,5; в Японии – 252,3; в США – 427,7; в Германии – 317,4 тыс. долл. США в год<sup>52</sup>.

Что касается бюджетных ассигнований на ИР, то хотя по их объему в 41,121 млрд долл. США наша страна входит в пятерку ведущих мировых держав, однако при этом серьезно отстает от лидеров (США – 169,901 млрд долл., Германия – 50,343 млрд долл. США, Япония – 90,877 млрд долл. США).

Отставание России от стран-лидеров научно-технологического развития с каждым годом возрастает, а задачи по достижению опережающего уровня такого развития, поставленные в Указах Президента Российской Федерации и Стратегии НТР, становятся все менее достижимыми. Для сокращения этого отставания необходимо обеспечивать рост бюджетных ассигнований не только на исследования и разработки, но и на подготовку научных кадров, совершен-

<sup>52</sup> Здесь и далее в п. 4.2, если не указано иное, источник: Наука, технологии и инновации России: 2022 / В. П. Заварухин, О. А. Соломенцева, М. А. Н. Солопова и др. – Москва: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем развития науки Российской академии наук, 2022. – 132 с. - DOI: <https://dx.doi.org/10.37437/9785912941764-22-sb3>.

ствование механизмов государственного регулирования, институциональные преобразования, развитие исследовательской инфраструктуры, обеспечивающей кооперацию ученых и научных организаций как между собой, так и с различными экономическими и социальными институтами. При этом общий уровень финансирования должен увеличиваться параллельно с существенным изменением в структуре его источников.

Доля участия частного бизнеса в финансировании ИР в России составляет 29,2%, тогда как в Японии – 78,9%, Корею – 76,9%, Швейцарии – 68,6%, Германии – 64,5%, США – 63,3%, Франции – 56,7%, Турции – 56,3%; Израиле – 36,6%<sup>53</sup>.

Важным звеном в финансовой политике государства в отношении науки является реализация приоритетных направлений науки, техники и технологий.

В развитых странах уже третье десятилетие в структуре государственного финансирования исследований и разработок все большее место занимают науки о жизни – медицинские и биомедицинские, в том числе генетические, а также смежные дисциплины. Передовые развивающиеся страны пока наибольшее внимание уделяют естественным наукам, но и здесь науки о жизни и биология постепенно начинают доминировать в силу нарастания проблем здравоохранения, а также формирования устойчиво растущего спроса со стороны развитых рынков. Этот тренд на протяжении последнего десятилетия наблюдается и в России, хотя доля направления «Науки о жизни» в общих затратах на ИР по приоритетной тематике пока еще сравнительно мала – 11,3%; лидирует же здесь со значительным отрывом направление «Транспортные и космические системы» – 29,6%, хотя его удельный вес постепенно сокращается, зато за 10 лет вырос удельный вес расходов по направлению «Другие», представляющему приоритеты «Безопасность и противодействие терроризму» и «Перспективные виды вооружений» (таблица 4.3).

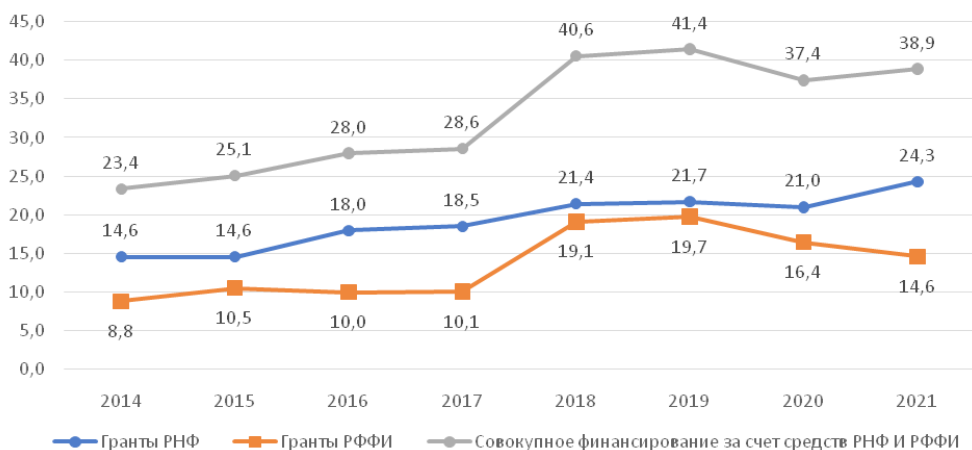
**Табл. 4.3.** Распределение внутренних затрат на исследования и разработки в России по приоритетным направлениям науки, технологий и техники (проценты)

<b>Приоритетные направления науки, технологий и техники</b>	<b>2009</b>	<b>2019</b>	<b>2021</b>
Информационно-телекоммуникационные системы	14,6	11,0	11,0
Индустрия наносистем	6,7	3,1	3,4
Науки о жизни	5,0	9,2	11,3
Рациональное природопользование	8,9	7,1	6,8
Энергоэффективность, энергоснабжение, ядерная энергетика	7,9	13,7	14,5
Транспортные и космические системы	44,8	30,7	29,6
Другие	12,1	25,2	23,4

<sup>53</sup> Индикаторы науки: 2023: статистический сборник / Л. М. Гохберг, К. А. Дитковский, М.Н. Коцемир и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М. : НИУ ВШЭ, 2023. – 416 с.



Грантовое финансирование официально позиционируется не только как инструмент поддержки научной деятельности, но и как инструмент развития конкурентных отношений в научной среде на конкурсной и экспертной основе. Большая часть грантов на проведение ИР в России до последнего времени распределялась через два государственных фонда поддержки науки – Российский научный фонд (РНФ) и Российский фонд фундаментальных исследований (РФФИ). Данные по объемам грантового финансирования, осуществляемого РНФ и РФФИ, представлены на рис. 4.16. Доля такого финансирования в общем объеме внутренних затрат на исследования и разработки по-прежнему еще невелика (примерно 3%).



**Рис. 4.16.** Финансирование ИР государственными фондами поддержки науки, млрд руб.

В настоящее время наблюдаются серьезные проблемы с финансовым обеспечением научно-исследовательской деятельности, среди которых можно выделить:

- недостаточный объем госбюджетного финансирования;
- отсутствие инвестиционно-привлекательного климата для заинтересованного участия бизнеса в финансировании исследований и разработок;
- ориентация бизнеса преимущественно на использование зарубежных технологий, усиленная политическим лоббированием интересов крупных транснациональных компаний (до 2022 года);
- отсутствие реальной продуктивной конкуренции между научными коллективами при распределении бюджетных средств на проведение перспективных исследований и разработок;
- ограниченный инструментарий финансового стимулирования, в том числе налогового.

Неотложная реализация мер, направленных на преодоление сложностей, связанных с финансированием российской науки, диктуется тем, что принятые

за последние годы меры не приводят к перелому негативных тенденций, хотя понимание причин возникновения указанных выше проблем и условий для их преодоления уже давно нашло отражение в официальных документах.

## 4.3. Исследовательская инфраструктура

### 4.3.1. Материально-техническая база

Одним из основных условий, обеспечивающих возможность проведения прорывных исследований, является оснащение научных организаций современным исследовательским оборудованием. Оснащенность уникальным инструментом является залогом успеха и мирового лидерства. Именно материально-техническая база научных организаций, ее состояние и динамика развития определяют уровень проводимых в стране научных исследований. Поэтому важной составляющей ресурсной компоненты научно-технологического развития является исследовательская инфраструктура, под которой, в частности, понимают приборную базу научных исследований, включающую в себя сложное высокоточное серийно производимое научное оборудование, а также уникальные научные установки локального и мирового значения.

Показателем состояния материально технической базы считают стоимость основных средств научных организаций.

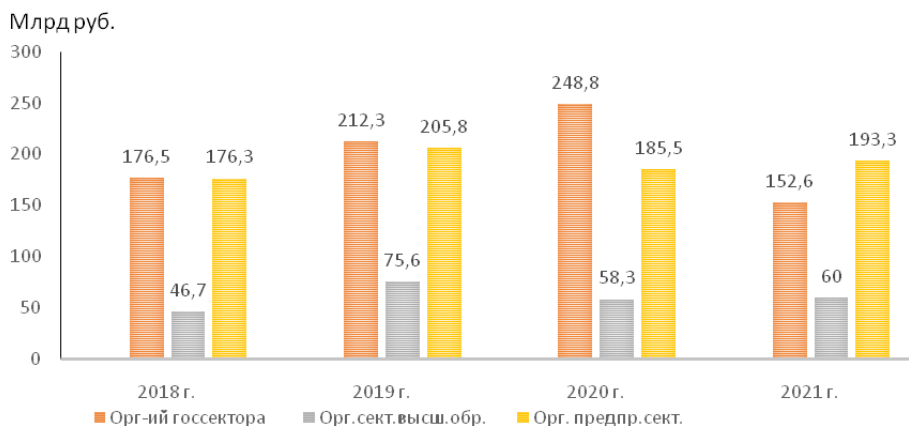
В таблице 4.4 показано изменение стоимости основных средств, машин и оборудования организаций, выполняющих ИР, в период 2018–2021 гг. в постоянных ценах 2002 года.

**Табл. 4.4.** Динамика развития материально-технической базы организаций, выполняющих исследования и разработки, в постоянных ценах 2002 года (млн руб.)

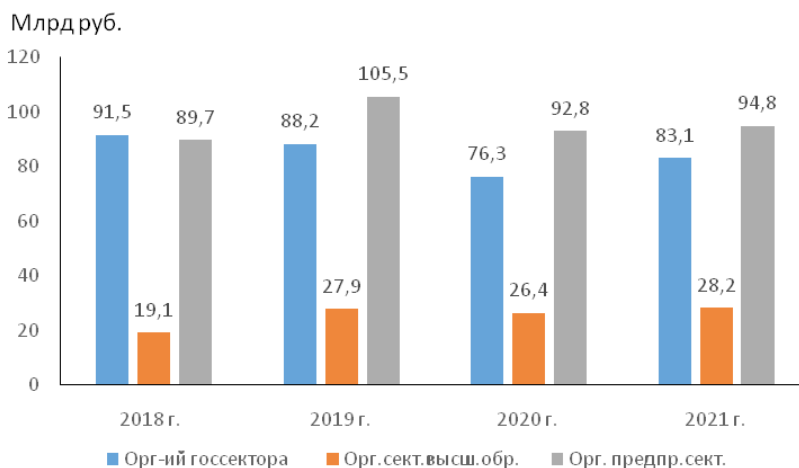
Показатели	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Основные средства	418 299,4	511 161,7	393 301,2	401 525,1
Стоимость машин и оборудования	200 452,3	221 720,1	195 622,7	206 475,3
Удельный вес машин и оборудования, %	42,2	43,4	49,7	51,4
Стоимость машин и оборудования в возрасте до 5 лет	80 964,7	78 633,5	76 339,9	76 600,1
Удельный вес машин и оборудования в возрасте до 5 лет, %	40,4	35,5	39,0	37,1

В 2018–2021 гг. в организациях высшего образования стоимость основных средств возросла на 18%, а машин и оборудования – на 47%. В организациях предпринимательского сектора стоимость основных средств возросла на 20%, а машин и оборудования – на 31%. В организациях государ-

ственного сектора стоимость основных средств снизилась на 4% и составила 152 564,7 млн рублей, а стоимость машин и оборудования снизилась на 9% и составила 83 055,7 млн рублей (рис. 4.17, 4.18).



**Рис. 4.17.** Основные средства организаций, выполняющих исследования и разработки, в постоянных ценах 2002 года (млрд руб.)



**Рис. 4.18.** Стоимость машин и оборудования организаций, выполняющих исследования и разработки, в постоянных ценах 2002 года (млрд руб.)

За период 2018–2021 гг. фондовооруженность<sup>54</sup> исследователей организаций, занятых исследованиями и разработками, снизилась на 2% и в 2021 году составила в постоянных ценах 2002 года 1 180,5 тыс. руб./чел.

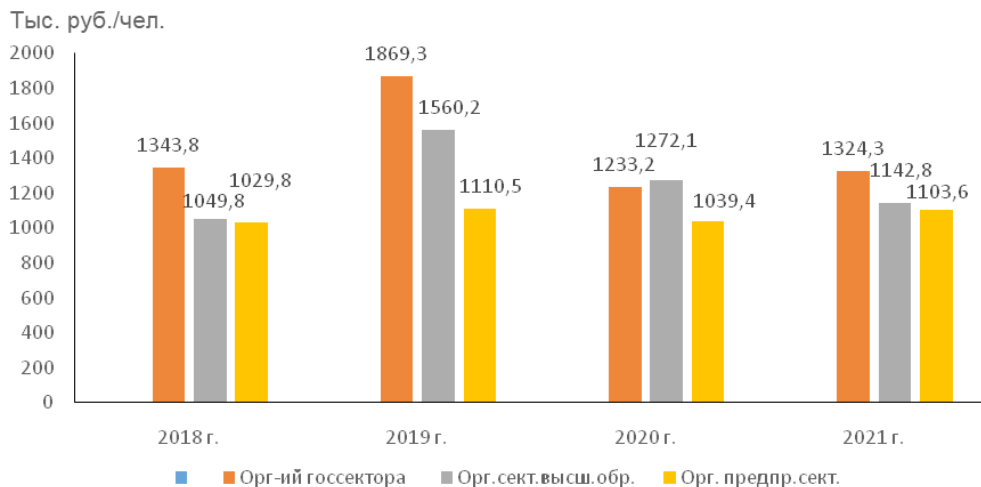
<sup>54</sup> Фондовооруженность – показатель, характеризующий оснащенность работников предприятий основными производственными средствами. Фондовооруженность определяется как отношение стоимости основных средств предприятия к средней годовой списочной численности работников.

Фондовооруженность исследователей организаций (рис. 4.19):

– сектора высшего образования выросла на 9% по отношению к значению этого показателя в 2018 году и в 2021 году составила в постоянных ценах 2002 года 1 142,8 тыс. руб./чел.;

– предпринимательского сектора возросла на 7% и в 2021 году составила в постоянных ценах 2002 года 1 103,6 тыс. руб./чел.;

– государственного сектора снизилась на 2% и составила в 2021 году 1 324,3 тыс. руб./чел.



**Рис. 4.19.** Динамика фондовооруженности исследователей организаций, выполняющих исследования и разработки, в постоянных ценах 2002 года (тыс. руб./чел.)

В 2018–2021 гг. техновооруженность<sup>55</sup> исследователей организаций, занятых исследованиями и разработками, выросла на 5% и в 2021 году составила в постоянных ценах 2002 года 607,0 тыс. руб./чел., что уступает значению в 2019 году – 636,7 тыс. руб./чел.

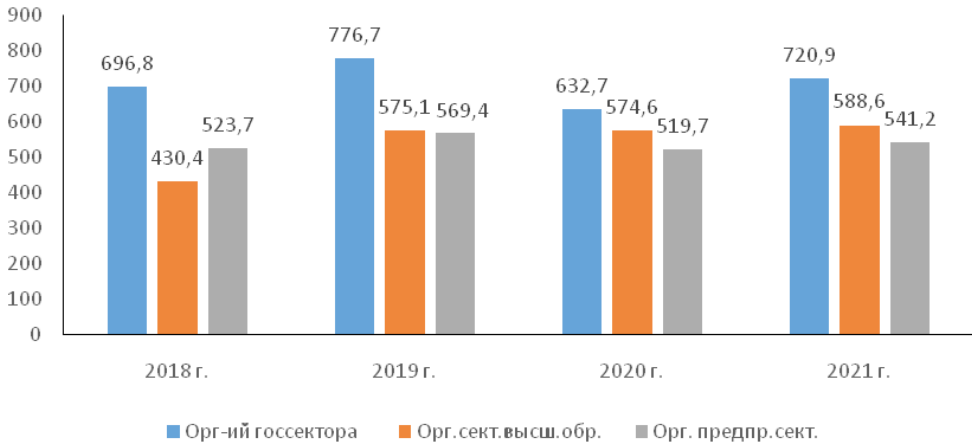
В этот период отмечается наибольший рост техновооруженности исследователей в организациях сектора высшего образования на 20% и составляет в 2021 году в постоянных ценах 2002 года 588,6 тыс. руб./чел. (рис. 4.20).

Техновооруженность исследователей организаций государственного сектора за этот период выросла на 4% и в 2021 году в постоянных ценах 2002 года составила 720,9 тыс. руб./чел.

Техновооруженность исследователей организаций предпринимательского сектора возросла на 2% и составила в 2021 году в постоянных ценах 2002 года 541,2 тыс. руб./чел.

<sup>55</sup> Техновооруженность – среднегодовая стоимость машин и оборудования в расчете на одного работника, занятого исследованиями и разработками.

Тыс. руб./чел.



**Рис. 4.20.** Динамика техновооруженности исследователей организаций, выполняющих исследования и разработки, в постоянных ценах 2002 года (тыс. руб./чел.)

За 2018–2022 гг. существенных изменений в обеспечении исследователей научным оборудованием не произошло. При этом показатели разных групп организаций, проводящих исследования и разработки, характеризующие материально-техническую базу научных организаций, значительно отличаются и имеют разные тенденции развития.

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. Техническая оснащенность позволяет зарубежным ученым проводить эксперименты на качественно более высоком уровне.

В 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.

Одним из важнейших инструментов реализации научно-технической политики становится обновление приборной базы.

В современных условиях применения к России санкций со стороны США и стран Европы особенно остро встает вопрос импортозамещения по направлению «Научное приборостроение». Выходом из этой ситуации остается поддержка и развитие отечественного научного приборостроения.

В условиях внешнего санкционного давления Правительством Российской Федерации было уделено внимание развитию научного приборостроения в России. В сентябре 2022 года были утверждены «дорожная карта» по развитию отечественного научного приборостроения и федеральный проект, в рамках которого будет предоставляться господдержка на разработку научных приборов.

По программе научного приборостроения в 2022 году на разработку и поставку наиболее востребованных приборов, поставки которых были закрыты в 2022 году недружественными странами, выделено 8 млрд рублей.

В настоящее время проводится пилотный проект, в котором участвуют МФТИ, МИФИ, МГТУ им. Баумана и МИЭТ, по разработке 15 единиц научно-лабораторных приборов и оборудования для стратегически важных отраслей, в том числе масс-спектрометры, литографы. До конца года планируется осуществить принятие первых этапов опытно-конструкторских работ данных типов приборов.

Основные мероприятия по развитию исследовательской инфраструктуры и обновлению приборной базы научных организаций предусмотрены в федеральном проекте «Развитие инфраструктуры для научных исследований и подготовки кадров» национального проекта «Наука и университеты». Мероприятия этого проекта направлены на обновление к 2024 году не менее 50% приборной базы ведущих организаций, выполняющих научные исследования и разработки.<sup>56</sup>

В таблице 4.5 приведены данные по обновлению приборной базы.

**Табл.4.5.** Динамика обновления приборной базы в 2019–2024 гг.

<b>Показатели</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>	<b>2022</b>	<b>2023</b>	<b>2024</b>
Обновление приборной базы	2%	5%	13%	27%	40%	50%
Объем финансирования мероприятия по обновлению приборной базы (млрд руб.) план	4,35	9,8	15,8	18,5	22,5	18,0
Объем финансирования мероприятия по обновлению приборной базы (млрд руб.) факт	4,36	13,28	8,03	11,818	15,5	

В 2019–2022 гг. общий размер выделенных грантов составил 37,4 млрд рублей. Всего получателями поддержки стали 273 организации из 46 субъектов Российской Федерации.

<sup>56</sup> Постановление Правительства Российской Федерации от 27.12.2019 № 1875 «Об утверждении Правил предоставления грантов в форме субсидий из федерального бюджета на реализацию мероприятий, направленных на обновление приборной базы ведущих организаций, выполняющих научные исследования и разработки, в рамках федерального проекта «Развитие передовой инфраструктуры для научных исследований и подготовки кадров» национального проекта «Наука и университеты» (в ред. от 20.10.2021).

В 2022 году ведущие организации–участники программы закупили более 3900 единиц научного оборудования за счет различных источников финансирования (бюджетные средства, в том числе средства гранта, и средства, привлеченные из внебюджетных источников) на общую сумму не менее 15,6 млрд рублей. Из них более 1800 единиц научного оборудования отечественного производства на общую сумму 5,5 млрд рублей, что составляет 35,5% от общей стоимости закупленного оборудования.

Одним из обязательных условий при получении грантов является закупка оборудования российского производства. Следует отметить, что Минобрнауки России планомерно повышает требование к минимальному объему закупок отечественного оборудования. Если в 2021 году этот показатель составлял 10%, в 2022 году – 15%, то в 2023 году для организаций утверждено значение по закупкам отечественного оборудования в объеме не менее 20%.

При этом следует подчеркнуть, что в сегодняшних условиях санкций обновление приборной базы ориентировано не только на производство конкурентоспособных технологий, но и на снижение зависимости от иностранных комплектующих изделий и расходных материалов.

Получателем наибольшего гранта стал МГУ им. М.В. Ломоносова – 567,5 млн рублей. Физический институт им. П.Н. Лебедева (ФИАН) получил грант в размере 454 млн рублей.

Размеры грантов варьируются в широком диапазоне от 10 млн рублей до 227 млн рублей.

Следует отметить, что обновление приборной базы институтов также ориентировано на выполнение крупных научных проектов мирового уровня.

Предусмотрена закупка научного оборудования в ходе реализации федерального проекта «Развитие интеграционных процессов в сфере науки, высшего образования и индустрии» («Интеграция»), направленного на создание интеграционных научно-образовательных и научно-производственных структур мирового уровня, повышения уровня региональных систем высшего образования и науки за счет консолидации ресурсов заинтересованных сторон, в том числе регионов:

- создание научных центров мирового уровня, выполняющих исследования и разработки по приоритетам научно-технологического развития – 15,46 млрд рублей;

- создание центров геномных исследований мирового уровня – 11,19 млрд рублей;

- создание центров компетенций Национальной технологической инициативы – 10,7 млрд рублей.

Реализация программ обновления приборной базы позволит обновить и модернизировать используемое научное оборудование, а это также будет способствовать привлечению молодых исследователей в науку, расширению научной кооперации, а также возрождению российского научного приборостроения.

### 4.3.2. Мегасайенс

Одним из важных проектов, направленных на развитие исследовательской инфраструктуры, является проект «Развитие передовой инфраструктуры научных исследований и разработок, инновационной деятельности, включая создание и развитие сети уникальных установок класса “мегасайенс”».

Развитие сети установок класса «мегасайенс» позволит создать на территории Российской Федерации уникальную научную инфраструктуру, обеспечивающую проведение как фундаментальных, так и прикладных исследований в сфере медицины, фармацевтики, материаловедения, самолето-, корабле- и машиностроения. Создаваемые и планируемые к вводу уникальные установки дополняют друг друга и расположены на всей территории России. Создавая научные установки такого масштаба и такой степени уникальности, Россия формирует точки для привлечения, как для собственных, так и для иностранных ученых. Такие научные установки соответствуют статусу мировой научной державы, который возвращает себе наша страна.

При выполнении задач по развитию синхротронных и нейтронных исследований и исследовательской инфраструктуры в России проводятся работы по созданию источников синхротронного излучения поколения 4+: создание и развитие сети уникальных установок класса «мегасайенс» для развития синхротронных и нейтронных исследований и развития исследовательской инфраструктуры (3 новых комплекса синхротронного излучения: ИССИ-4 в Московской области, Сибирский кольцевой источник фотонов «СКИФ» в Новосибирске и установка «РИФ» на о. Русский на Дальнем Востоке, комплекс НИСА, создание «Международного центра нейтронных исследований» на базе реактора ПИК).

В июле 2021 года в наукограде Кольцово под Новосибирском начались строительные работы по созданию ЦКП «СКИФ» Института катализа СО РАН. После уточнения ключевых технических параметров установки в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 20.06.2022 № 1103 финансирование строительства ЦКП «СКИФ» было увеличено на 10 млрд рублей. Средства будут выделяться тремя траншами в 2022–2024 гг. С учетом дополнительно выделенных средств общий объем финансирования проекта составит более 47 млрд рублей.

В 2022 году ООО «НПП Триада-ТВ» поставила первые пять усилителей мощности: импульсные усилители мощности для линейного ускорителя и усилители непрерывной мощности для бустерного синхротрона. Всего до конца 2024 года компания «Триада-ТВ» изготовит 10 высокочастотных усилителей мощности, в том числе и для основного кольца.

После завершения проектирования в 2022 году начались практические работы по созданию уникальной научной установки класса «мегасайенс» «Российский источник фотонов» (УНУ «РИФ») на острове Русский в Дальневосточном федеральном округе. В соответствии с распоряжением Правительства



Российской Федерации от 02.06.2022 № 1412-р на строительство этой установки выделено 12,4 млрд рублей. Завершение работ предполагается в 2026 году. Располагаться УНУ «РИФ» будет в кампусе Дальневосточного федерального университета.

Создание УНУ «РИФ» на острове Русский выведет научно-технический потенциал Дальнего Востока на новый уровень. Основными пользователями УНУ «РИФ» станут ведущие университеты Дальнего Востока, включая ДВФУ и Северо-Восточный федеральный университет, институты Дальневосточного отделения РАН, высокотехнологичные предприятия региона, также иностранные партнеры из Китая, Кореи и Вьетнама.

Осуществляются работы по модернизации Курчатовского специализированного источника синхротронного излучения «КИСИ-Курчатов».

В 2022 году продолжены работы по созданию на базе НИЦ «Курчатовский институт» новейшего отечественного научно-образовательного медицинского центра ядерной медицины.

Основная задача центра – развитие в России инновационных технологий ядерной медицины, проведение клинических исследований и внедрение в клиническую практику новых методов и оборудования для лучевой терапии, подготовка высококвалифицированных научных, медицинских и инженерных кадров в области ядерной медицины.

После завершения строительно-монтажных работ осенью 2021 года был проведен тестовый пуск бустера коллайдера NICA. Весной 2022 года завершился третий самый продолжительный цикл пусконаладочных работ на ускорительном комплексе NICA.

В 2022 году начались работы по проектированию нового перспективного источника синхротронного излучения «СИЛА». Эта установка, не имеющая аналогов в мире, будет превосходить по техническим характеристикам действующие и проектируемые международные источники синхротронного излучения.

Работы по проектированию и строительству синхротрона будут проводить на базе Института физики высоких энергий имени А.А. Логунова, входящего в состав НИЦ «Курчатовский институт», в подмосковном наукограде Протвино.

В соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 24.12.2021 № 3834-р на создание нового перспективного источника «СИЛА» в ближайшие 10 лет будет выделено более 140 млрд руб.

За этот период будут созданы экспериментальные станции, лаборатории, ускорительно-накопительный комплекс, лазер на свободных электронах, центр обработки данных, также будет возведен комплекс зданий и сооружений для размещения персонала и оборудования, объекты инженерной и транспортной инфраструктуры.

Срок ввода в эксплуатацию нового синхротрона «СИЛА» намечен в 2033 году.

Необходимо упомянуть и о создании отечественного магнитно-резонансного томографа по инициативе и под научно-методическим руководством РАН.

Еще в 2010–2017 гг. Физическим институтом им. П.Н. Лебедева (ФИАН) в рамках НИОКР Минпромторга России был разработан отечественный сверхпроводящий МРТ для всего тела с индукцией поля 1,5 Тл. Результатом работы является действующий опытный образец, комплект производственно-конструкторской документации на опытный образец, производственная линия, патенты, зарегистрированные ноу-хау, зарегистрированное управляющее программное обеспечение. Опытный образец был испытан в Центре неврологии РАН и Центре нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко. В заключениях ведущих специалистов медиков отмечен высокий уровень разработки, перспективность и конкурентоспособность в сравнении с западными аналогами при применении этой разработки в медицинских учреждениях России.

Созданный в ФИАН МРТ (магнитно-резонансный томограф) обладает целым рядом преимуществ перед западными приборами, в частности большой долей отечественных комплектующих (70%), которая может быть увеличена до 95%. Кроме этого, структура программного обеспечения томографа предполагает повышенную защищенность полученных результатов обследования и исключает дистанционное считывание сканов и возможность отключения, что имеет место в МРТ западных фирм.

Следующим шагом должно стать создание производства МРТ, максимальное импортозамещение всех используемых западных компонентов и материалов российскими, разработка отечественных технологий, на основе уже завершенной разработки ФИАН, осуществленной при поддержке Минпромторга России.

Созданный задел позволяет реализовать в кратчайшие сроки разработку технической документации, опытного образца, экспериментальных стендов, приспособленных помещений для организации производства. Полномасштабные работы могут быть начаты уже в 2023 году. Основное направление работ: дальнейшее развитие ПО, переход на отечественные комплектующие, импортозамещение по управляющей электронике и периферии (визуализация, система регистрации и обработки сигнала). Отечественные разработки способны полностью заместить западные разработки по всем направлениям.

Оценочная стоимость данного проекта 4,5 млрд рублей. Запуск производства мощностью 80 штук планируется через 3 года.

### **4.3.3. Научно-исследовательский флот**

Работа по обновлению российского научно-исследовательского флота ведется в рамках реализации положений Морской доктрины Российской Федерации<sup>57</sup>, Стратегии развития морской деятельности Российской Федерации до

---

<sup>57</sup> Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 31.07.2022 № 512.

2030 года<sup>58</sup>, Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года<sup>59</sup>.

Развитие инфраструктуры морских исследований необходимо для обеспечения максимально широкого присутствия российского научного флота в Мировом океане, а также значительного расширения программы экспедиционных исследований Мирового океана, которая включает биологические, климатические, геологические, экологические, ресурсные исследования. А также предусматривает проведение строительства ООО «Судостроительный комплекс “Звезда”» двух научно-исследовательских судов неограниченного района плавания. Завершение их строительства и оснащения современным научным оборудованием планируется в 2024 году.

Кроме этого, предусматривается модернизация следующих научно-исследовательских судов:

✓ НИС «Академик Николай Страхов» – в 2021–2022 гг. проводились работы по капитальному ремонту и комплектованию научным оборудованием, необходимым для проведения работ по изучению строения дна Мирового океана;

✓ НИС «Академик Сергей Вавилов» и «Академик М.А. Лаврентьев» – в 2021–2023 гг. суда обеспечат выполнение долгосрочного плана морских экспедиций в дальневосточном регионе и присутствие России в отдаленных точках Тихого и Индийского океанов;

✓ НИС «Академик Мстислав Келдыш» и «Академик Иоффе» – в 2023–2024 гг. суда обеспечат выполнение морских экспедиций в различных районах Северного Ледовитого, Атлантического и Южного океанов, проведение долгосрочных измерений с использованием автономных буйковых станций при любых погодных условиях, присутствие России в самых отдаленных точках Атлантического и Южного океанов, необходимое в настоящее время в связи с предстоящим разделом дна Мирового океана.

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 02.02.2022 № 141-р запланировано строительство морского крупнотоннажного судна для проведения комплексных исследований. Мощность нового судна составит более 13,9 МВт. С его помощью ученые смогут проводить широкий спектр исследований в Мировом океане. В ближайшие четыре года на реализацию этого проекта будет направлено более 23,4 млрд рублей, из них 900 млн рублей было запланировано в 2022 году. Завершить строительство планируется в 2025 году, ввод в эксплуатацию намечен на 2026 год.<sup>60</sup>

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 26.12.2022 № 4214-р запланировано строительство научно-экспедиционного судна «Иван Фролов». В 2023–2028 годах на его создание будет направлено 39,7 млрд рублей. «Иван Фролов» сможет обслуживать действующие российские станции

---

<sup>58</sup> Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 30.08.2019 № 1930-р.

<sup>59</sup> Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 26.10.2020 № 645.

<sup>60</sup> <http://government.ru/docs/44466/>

в Антарктиде и Арктике. На новом корабле водоизмещением около 25 тыс. т разместится 20 научных лабораторий, а также вертолётная площадка, которая сможет принимать Ми-8, Ми-38 или Ка-32. Экспедиционное судно способно перевозить необходимые для полярников грузы и доставлять к полюсам группы исследователей общей численностью до 170 человек. В зависимости от потребности и приоритета исследований в полярных широтах ученые на борту «Ивана Фролова» смогут вести различные проекты, изучая, например, океанское дно, атмосферные явления и космос. Заказчиком строительства выступает Росгидромет.<sup>61</sup>

---

<sup>61</sup> <http://government.ru/news/47440/>.

# 5. СТРАТЕГИЯ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И МЕХАНИЗМЫ ЕЕ РЕАЛИЗАЦИИ

## 5.1. Направления и приоритеты научно-технологического развития

**Цель научно-технологического развития** определена как «обеспечение независимости и конкурентоспособности страны за счет создания эффективной системы наращивания и наиболее полного использования интеллектуального потенциала нации».

Стратегией НТР определены следующие приоритеты научно-технологического развития Российской Федерации:

а) переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта;

б) переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии;

в) переход к персонализированной медицине, высокотехнологичному здравоохранению и технологиям здоровьесбережения, в том числе за счет рационального применения лекарственных препаратов (прежде всего антибактериальных);

г) переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аква-хозяйству, разработка и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранение и эффективная переработка сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания;

д) противодействие техногенным, биогенным, социокультурным угрозам, терроризму и идеологическому экстремизму, а также киберугрозам и иным источникам опасности для общества, экономики и государства;

е) связанность территории Российской Федерации за счет создания интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем, а также занятия и удержания лидерских позиций в создании международных транспортно-логистических систем, освоении и использовании космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики;

ж) возможность эффективного ответа российского общества на большие вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий, социальных институтов на современном этапе глобального развития, в том числе применяя методы гуманитарных и социальных наук.

Стратегия НТР задала новые механизмы и инструменты для реализации социально-экономической и научно-технической политики. Среди них – комплексные научно-технические программы и проекты полного инновационного цикла (КНТП), федеральные научно-технические программы (ФНТП), Национальная технологическая инициатива (НТИ).

По мере реализации Стратегии НТР появлялись и другие инструменты, направленные на реализацию национальных приоритетов. К ним можно отнести Президентскую программу исследовательских проектов, реализуемых ведущими учеными, в том числе молодыми учеными<sup>62</sup>, создание сети научных центров мирового уровня по приоритетам научно-технологического развития Российской Федерации.

Но при этом утверждение Стратегии НТР не привело к тому, что все действовавшие на тот момент инструменты были приведены в соответствие с принципами и приоритетами СНТР. Так, например, не были внесены необходимые изменения<sup>63</sup> в правила разработки и корректировки прогноза научно-технологического развития Российской Федерации<sup>64</sup>.

В свою очередь, тот факт, что не была обеспечена согласованность Стратегии НТР и Указа Президента Российской Федерации от 07.07.2011 № 899<sup>65</sup>, привел к тому, что в нормативном поле продолжают сосуществовать две не совпадающие друг с другом группы приоритетов научно-технологического развития.<sup>66</sup>

Указом от 07.07.2011 № 899 были выделены девять приоритетных направлений:

- безопасность и противодействие терроризму;
- индустрия наносистем;
- информационно-телекоммуникационные системы;
- науки о жизни;

---

<sup>62</sup> Программа разработана Российским научным фондом в соответствии с п. 11 Перечня поручений Президента Российской Федерации от 05.12.2016 № Пр-2346 по реализации Послания Президента Российской Федерации Федеральному Собранию Российской Федерации.

<sup>63</sup> Пункт 2 перечня поручений Президента Российской Федерации по итогам заседания Совета по науке и образованию, состоявшегося 23.11.2016.

<sup>64</sup> Утверждены постановлением Правительства Российской Федерации от 13.06.2015 № 699.

<sup>65</sup> Указ Президента Российской Федерации от 07.07.2011 № 899 «Об утверждении приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации» (ред. от 16.12.2015).

<sup>66</sup> Отчет Счетной палаты Российской Федерации о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Анализ достигнутых результатов Стратегии научно-технологического развития и инструментов ее реализации в 2016–2021 годах». – М.: 2022.

- перспективные виды вооружения, военной и специальной техники;
- рациональное природопользование;
- робототехнические комплексы (системы) военного, специального и двойного назначения;
- транспортные и космические системы;
- энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика.

Именно вокруг этих приоритетов был выстроен в дальнейшем организационный контур реализации Стратегии НТР, несмотря на то что она включала и другой тип стратегического ориентира – большие вызовы. По каждому приоритету был создан Совет по приоритетному направлению научно-технологического развития Российской Федерации.

## **5.2. Показатели реализации Стратегии НТР**

План мероприятий первого этапа реализации Стратегии НТР был утвержден Правительством Российской Федерации и реализовывался в 2017–2019 гг. Мероприятия плана были разбиты на пять разделов, соответствующих основным задачам научно-технологического развития Российской Федерации, зафиксированным в Стратегии НТР.

Анализ реализации первого этапа Стратегии НТР показывает следующее:

1. Составы Советов по всем приоритетным направлениям научно-технологического развития Российской Федерации были утверждены приказами Минобрнауки России в октябре 2018 года.

2. Нормативная правовая и методическая база, обеспечивающая реализацию комплексных научно-технических программ и комплексных научно-технических проектов полного инновационного цикла (далее – КНТП), была сформирована в 2019–2020 гг.

3. Первая КНТП была утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации в 2021 году, т.е. почти через 4 года после утверждения Стратегии НТР.

Корректировка состава и сроков мероприятий первого этапа реализации СНТР не проводилась. В план вносились изменения лишь в 2017 году, связанные с отдельными уточнениями в части организаций – ответственных исполнителей.

С 2020 года отсутствует план реализации Стратегии НТР.

Стратегия НТР включает несколько групп показателей.

Первая группа, зафиксированная в самом документе, включает два целевых показателя:

- достижение к 2035 году внутренних затрат на исследования и разработки до 2% ВВП,
- соотношение внебюджетных средств и бюджетных ассигнований в составе внутренних затрат на исследования и разработки должно достичь пропорции 1:1.

Вторая группа – это перечень показателей реализации Стратегии НТР, динамика которых подлежит мониторингу (приложение 3). Этот перечень был утвержден в 2019 году – через два с половиной года с момента утверждения СНТР<sup>67</sup> и включает 11 показателей. При этом данный перечень показателей не содержит ни базовых, ни целевых значений показателей, что в целом делает невозможным проведение оценки достижения результатов.

Третья группа – показатели реализации СНТР, которые должны устанавливаться для каждого из этапов Стратегии НТР<sup>68</sup>. При этом план мероприятий первого этапа СНТР соответствующего перечня показателей не содержал, а план мероприятий второго этапа не утвержден до настоящего времени.

Рассматривая показатели СНТР, динамика которых подлежит мониторингу, в контексте иных стратегических документов в области научно-технологического развития, отметим, что целевые значения на период 2022–2024 гг. по пяти показателям Стратегии НТР утверждены в государственной программе Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» (далее – ГП НТР), по трем – в национальном проекте «Наука и университеты» (приложение 4).

По большинству показателей СНТР, значения которых рассчитываются и содержатся в базах Федеральной службы государственной статистики (далее – Росстат) и Единой межведомственной информационно-статистической системы, отсутствует существенная положительная динамика (таблица 5.1).

**Табл. 5.1.** Динамика показателей, отражающих уровень достижения цели и результатов реализации СНТР в 2016-2021 гг.

	<b>Единицы измерения</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>	<b>2021</b>
Внутренние затраты на исследования и разработки за счет всех источников в текущих ценах, в процентах от ВВП	%	1,1	1,11	0,99	1,03	1,1	1
Отношение внебюджетных средств и бюджетных ассигнований в составе внутренних затрат на исследования и разработки	%	52	57	56	55	53	55
Объем внебюджетных средств, привлеченных в рамках реализации ком-							

<sup>67</sup> Перечень показателей реализации Стратегии НТР, динамика которых подлежит мониторингу, утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 15.08.2019 № 1824-р.

<sup>68</sup> В соответствии с пунктом 38 Стратегии НТР.



	Единицы измерения	2016	2017	2018	2019	2020	2021
плексных научно-технических программ (проектов), федеральных научно-технических программ и проектов центров НТИ	млн рублей	н/д	н/д	1534,3	2640,2	4328,7	н/д
Место РФ по удельному весу в общем числе статей в областях, определяемых приоритетами научно-технологического развития, в изданиях, индексируемых в международных базах данных	место	н/д	н/д	9	9	8	н/д
Место РФ по удельному весу в общем числе заявок на получение патента на изобретение, поданных в мире по областям, определяемым приоритетами научно-технологического развития	место	н/д	н/д	11	10	11	н/д
Доля инновационной продукции (товаров, услуг), созданной с использованием результатов интеллектуальной деятельности, права на которые принадлежат российским правообладателям, в ВВП	%	н/д	н/д	0,6	1,09	1,18	1,09
Доля организаций, осуществляющих технологические инновации, в общем числе организаций	%	7,3*	20,8	19,8	21,6	23	23
Соотношение экспорта и импорта технологий и услуг технологического характера (включая права на результаты интеллектуальной деятельности)	%	51	36	47	73	94	н/д
Экспорт российских высокотехнологичных товаров	%	14,5	14,2	11,8	12,2	26,2	н/д
Доля исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности российских исследователей	%	43,3	43,9	43,9	44,2	44,3	43,9

	Единицы измерения	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Техническая вооруженность сектора исследований и разработок (балансовая стоимость машин и оборудования в расчете на одного исследователя)	тыс. руб./чел.	821	847	998,1	1046	1080,2	1187,93

\* - В соответствии с действовавшей в 2016 году 3-й редакцией Руководства Осло ОЭСР.

*Источник: Отчет Счетной палаты Российской Федерации о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Анализ достигнутых результатов Стратегии научно-технологического развития и инструментов ее реализации в 2016–2021 годах». – М.: 2022.*

Показатель, отражающий отношение внутренних затрат на исследования и разработки к ВВП, в 2016–2021 гг. колебался в диапазоне 1,00–1,11%, причем наименьшие значения пришлось на 2018 и 2021 годы. При этом, для сравнения, в 2020 году у десяти экономик-лидеров данный показатель был выше 3%<sup>69</sup>. Иными словами, даже при условии достижения целевого ориентира Стратегии к 2035 году по показателю доли внутренних затрат на исследования и разработки в ВВП Российская Федерация не достигнет уровня, который страны-лидеры демонстрировали в 2020 году.

По показателям, связанным с публикациями и заявками на патенты в областях, определяемых приоритетами научно-технологического развития, также отсутствует существенная динамика.

Динамика показателей реализации СНТР свидетельствует не только о сохраняющихся рисках достижения целевых ориентиров СНТР, но и сохраняющихся системных проблемах в развитии научно-технической сферы.

Правительство утвердило Концепцию технологического развития на период до 2030 года (распоряжение от 20 мая 2023 г. № 1315-р).

Реализация Концепции нацелена на создание технологических условий для социально-экономического развития страны в соответствии с национальными целями развития Российской Федерации до 2030 года и национальными интересами.

В Концепции речь идет о достижении к 2030 году 3 ключевых целей.

Первая цель – обеспечение национального контроля над воспроизводством критических и сквозных технологий.

Вторая цель – переход к инновационно ориентированному экономическому росту, усиление роли технологий как фактора развития экономики и социальной сферы.

Третья цель – технологическое обеспечение устойчивого функционирования и развития производственных систем.

<sup>69</sup> Индикаторы науки: 2022: статистический сборник / Л. М. Гохберг, К. А. Дитковский, М.Н. Коцемир и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». - М.: НИУ ВШЭ, 2022.

### **5.3. Государственная программа Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации»**

Инструментом реализации Стратегии НТР является Государственная программа Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» (далее – ГП НТР), консолидирующая практически все мероприятия, направленные на реализацию стратегических приоритетов в области научно-технологического развития. Программа была утверждена в 2019 году.

В соответствии с поручением Президента Российской Федерации от 18.04.2021 № Пр-632 ГП НТР была переработана и утверждена в новой редакции Постановлением Правительства Российской Федерации от 22.10.2021 № 1814.

ГП НТР консолидирует основные расходы федерального бюджета на исследования и разработки, ранее входившие в состав иных отраслевых государственных программ, и с точки зрения входивших в ее состав подпрограмм была согласована с приоритетными направлениями научно-технологического развития и с задачами Стратегии НТР.

ГП НТР состоит из 12 подпрограмм (или направлений), 7 из которых соответствуют приоритетам научно-технологического развития, определенным в Стратегии НТР, а еще 5 подпрограмм носят сквозной характер и частично пересекаются с задачами и основными направлениями реализации государственной политики в области научно-технологического развития, обозначенными в Стратегии НТР:

1. «Переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта».

2. «Переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии».

3. «Переход к персонализированной медицине, высокотехнологичному здравоохранению и технологиям здоровьесбережения, в том числе за счет рационального применения лекарственных препаратов (прежде всего антибактериальных)».

4. «Переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквахозяйству, разработка и внедрение систем рационального применения средств химической и биологической защиты сельскохозяйственных растений и животных, хранение и эффективная переработка сельскохозяйственной продукции, создание безопасных и качественных, в том числе функциональных, продуктов питания».

5. «Противодействие техногенным, биогенным, социокультурным угрозам, терроризму и идеологическому экстремизму, а также киберугрозам и иным источникам опасности для общества, экономики и государства».

6. «Связанность территории Российской Федерации за счет создания интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем, а также занятия и удержания лидерских позиций в создании международных транспортно-логистических систем, освоении и использовании космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики».

7. «Возможность эффективного ответа российского общества на большие вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий, социальных институтов на современном этапе глобального развития, в том числе применяя методы гуманитарных и социальных наук».

8. «Кадры и человеческий капитал. Создание возможностей для выявления талантливой молодежи, построения успешной карьеры в области науки, технологий, инноваций и развитие интеллектуального потенциала страны».

9. «Инфраструктура и среда. Создание условий для проведения исследований и разработок, соответствующих современным принципам организации научной, научно-технической и инновационной деятельности и лучшим российским практикам».

10. «Взаимодействие и кооперация. Формирование эффективной системы коммуникации в области науки, технологий и инноваций, повышение восприимчивости экономики и общества к инновациям, развитие наукоемкого бизнеса».

11. «Фундаментальные исследования и научное лидерство. Формирование передовой модели научных исследований, обеспечивающей превосходство российских научных школ в мировой научной повестке в областях национальных приоритетов».

12. «Обеспечивающее направление».

Анализ взаимосвязи мероприятий ГП НТР с показателями реализации Стратегии при этом свидетельствует о том, что действующая версия госпрограммы в большей степени направлена на достижение целей и задач СНТР.

Программа направлена на получение к 2030 году следующих результатов:

– в мировом рейтинге по объему научных исследований и разработок Российская Федерация достигнет 7 места;

– доля внутренних затрат на исследования и разработки в валовом внутреннем продукте к 2030 году составит 1,64%;

– отношение объема средств из внебюджетных источников к объему бюджетных средств, направленных на осуществление научной, научно-технической деятельности, возрастет до 75%;

– объем экспорта технологий и услуг технологического характера превысит объем их импорта, к 2030 году соотношение этих показателей достигнет 1,15;

– доля молодых специалистов (в возрасте до 39 лет) в общей численности российских исследователей увеличится до 50%.

Средства федерального бюджета, предусмотренные ГП НТР, сконцентрированы преимущественно вокруг реализации подпрограмм, носящих сквозной характер.

Так, например, в 2022 году объем средств федерального бюджета, заложенный на финансирование подпрограмм, носящих сквозной характер, более чем в 10 раз превышает объем средств, предназначенный для финансирования отраслевых подпрограмм по приоритетам научно-технологического развития – 936,3 млрд рублей против 92,8 млрд рублей (9% средств федерального бюджета, предусмотренных на реализацию ГП НТР в 2022 году). Важно также отметить, что по четырем из семи подпрограмм, соответствующих приоритетам научно-технологического развития, объем предусмотренного бюджетного финансирования в 2022 году не превышает 5 млрд рублей, а по двум из них – 1 млрд рублей.

Финансовое обеспечение ГП НТР согласно паспорту Программы приведено в таблице 5.2.

**Табл. 5.2.** Объем финансового обеспечения ГП НТР в 2022–2025 гг., млн рублей

Источник финансового обеспечения	Всего по всем годам реализации	из них:			
		2022 год	2023 год	2024 год	2025 год
1	2	3	4	5	6
Расходы по ГП-47, всего	4 844 055,5	1 122 375,2	1 261 047,3	1 329 222,1	1 131 410,9
в том числе:					
федеральный бюджет	4 676 236,7	1 075 969,3	1 207 462,7	1 262 024,2	1 130 780,5
консолидированные бюджеты субъектов Российской Федерации	2 569,1	1 258,7	399,8	449,7	460,9
внебюджетные источники	166 363,6	46 387,9	53 475,4	66 039,3	461,0
Бюджеты государственных внебюджетных фондов Российской Федерации	72,0	18,0	18,0	18,0	18,0
Объем налоговых расходов Российской Федерации (справочно)	825 995,1	184 191,2	201 957,5	219 923,2	219 923,2

Отсутствие значительной динамики также фиксируется по линии показателей по привлечению внебюджетных источников в рамках ГП НТР. Так, в соответствии с паспортом ГП НТР, доля внебюджетных источников с 2022 по 2024 год вырастет всего с 4,1% до 5,0%. Закладываемая в ГП НТР динамика по привлечению внебюджетных средств при этом несет определенные риски для достижения целевых значений показателей СНТР, в том числе показателя «Отношение внебюджетных средств и бюджетных ассигнований в составе внутренних затрат на исследования и разработки».

## **5.4. Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 годы)**

Особая роль в Стратегии НТР отводится фундаментальной науке как системообразующему институту долгосрочного развития нации, обеспечивающему получение новых знаний и опирающемуся на собственную логику развития.

Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 годы) принята распоряжением Правительства Российской Федерации от 31.12.2020 № 3684-р. Это единая программа для всех субъектов научной и научно-технической деятельности, участвующих в реализации фундаментальных и поисковых исследований.

Целью ПФНИ является получение новых знаний об основных закономерностях строения, функционирования и развития человека, общества, природы, необходимых для устойчивого научно-технологического, социально-экономического и культурного развития страны, укрепления ее национальной безопасности и обеспечения научного лидерства в определении мировой научной повестки на долгосрочный период.

В соответствии со статьей 17 Федерального закона от 27.09.2013 № 253-ФЗ<sup>70</sup> «О Российской академии наук...» Программу утверждает Правительство Российской Федерации по представлению Российской академии наук. Однако представленный РАН в октябре 2019 года проект ПФНИ был кардинально переработан Минобрнауки России. В частности, план фундаментальных научных исследований был заменен на рубрикатор, что принципиально изменило систему управления и формирования государственного задания участникам Программы.

Структурно Программа состоит из 6 подпрограмм:

- подпрограмма 1 «Аналитические и прогнозные исследования, направленные на выявление больших вызовов и совершенствование системы стратегического планирования, обеспечение конкурентоспособности и научного лидерства Российской Федерации»;
- подпрограмма 2 «Фундаментальные и поисковые научные исследования»;
- подпрограмма 3 «Фундаментальные и поисковые научные исследования, проводимые на крупных научных установках и объектах класса “мегасайенс”»;
- подпрограмма 4 «Фундаментальные и поисковые научные исследования по направлениям Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации»;

---

<sup>70</sup> Федеральный закон от 27 сентября 2013 года № 253-ФЗ «О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

– подпрограмма 5 «Инициативные фундаментальные и поисковые научные исследования, финансируемые фондами поддержки научной и научно-технической и инновационной деятельности»;

– подпрограмма 6 «Фундаментальные и поисковые научные исследования в интересах обороны страны и безопасности государства» (секретно).

Программа реализуется в соответствии с Детализованным планом, подготавливаемым РАН на основе предложений исполнителей и участников Программы и утверждаемым координационным советом Программы.

Детализованный план служит основой для формирования:

– научных тематик, включаемых в планы научных работ в рамках выполнения государственных заданий, определяемых участниками Программы;

– научных проектов и научных тематик, которые определяются директивно исполнителями Программы и государственными академиями наук исходя из потребностей в решении задач, значимых для развития соответствующих отраслей;

– инициативных научных проектов и научных тематик, сформированных и отобранных фондами поддержки научной, научно-технической, инновационной деятельности.

Координация работ по ПФНИ возложена на Российскую академию наук, которая осуществляет научно-методическое и информационно-аналитическое обеспечение ее реализации, межведомственную координацию действий исполнителей и участников Программы (далее – Координатор ПФНИ).

Для управления Программой создан Координационный совет, задачей которого является определение актуальных направлений фундаментальных и поисковых научных исследований в Российской Федерации. Состав Координационного совета Программы утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 17.08.2021 № 2257-р (с изм. от 28.03.2022). Организационно-техническое и методическое сопровождение Координационного совета Программы осуществляет РАН.

При Координационном совете создано 12 секций по направлениям наук, которые возглавляют ведущие ученые – академики РАН. В состав секций входят также представители бизнес-сообщества.

В 2022 году Координационным советом проведена работа по приоритизации направлений фундаментальных научных исследований под конкретные запросы секторов экономики в условиях внешнего санкционного давления.

Приоритетные направления фундаментальных и поисковых научных исследований в Российской Федерации на 2023 год и на плановый период 2024–2025 гг. одобрены Координационным советом Программы на заседании, проведенном 30 марта 2022 года.

Кроме этого, на данном заседании:

1. Рассмотрены предложения руководителей секций при Координационном совете Программы по внесению изменений в Детализированный план фундаментальных и поисковых научных исследований на 2021–2030 годы<sup>71</sup>.

2. Утвержден Детализированный план на 2023 год и на плановый период 2024–2025 гг.

3. Принято решение поддержать выдвинутую руководителями секций инициативу по объединению секций математических, компьютерных и информационных наук.

4. Одобрен проект методики планирования фундаментальных и поисковых научных исследований в Российской Федерации на 2023 год и на плановый период 2024–2025 гг. в условиях санкций. Рекомендовано РАН при проведении экспертной оценки проектов научных тем научных исследований на 2023 финансовый год ввести балльную систему оценки для рейтингования новых проектов научных тем, предложенных научными организациями и образовательными организациями высшего образования при планировании научных исследований на 2023 финансовый год (приложение 5). Баллы носят рекомендательный характер и могут быть применены в целях принятия решения главными распорядителями бюджетных средств по финансированию за счет средств ассигнований федерального бюджета тех проектов научных тем, которые начинаются в 2023 году.

В 2022 году по сведениям ЕГИСУ НИОКТР были проведены научные исследования по 10 586 темам (табл. 5.3).

**Табл. 5.3.** Количество тем научных исследований в 2022 году

<b>Заказчик</b>	<b>Количество тематик в 2022 г.</b>
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации	3 375
Министерство просвещения Российской Федерации	33
Правительство Российской Федерации	694
Российский научный фонд	3 095
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский фонд фундаментальных исследований»	3 148
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт»	18
Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека	28

<sup>71</sup> В соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 31.12.2020 № 3684-р Детализированный план фундаментальных и поисковых научных исследований на 2021–2030 годы корректируется по мере поступления предложений, но не реже чем один раз в 3 года.



Заказчик	Количество тематик в 2022 г.
Министерство культуры Российской Федерации	92
Министерство экономического развития Российской Федерации	5
Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации	98
<b>ИТОГО</b>	<b>10 586</b>

Как известно, важнейшим показателем оценки ресурсообеспеченности сферы науки, принятым для международных сопоставлений, является объем внутренних затрат на исследования и разработки в процентах к ВВП.

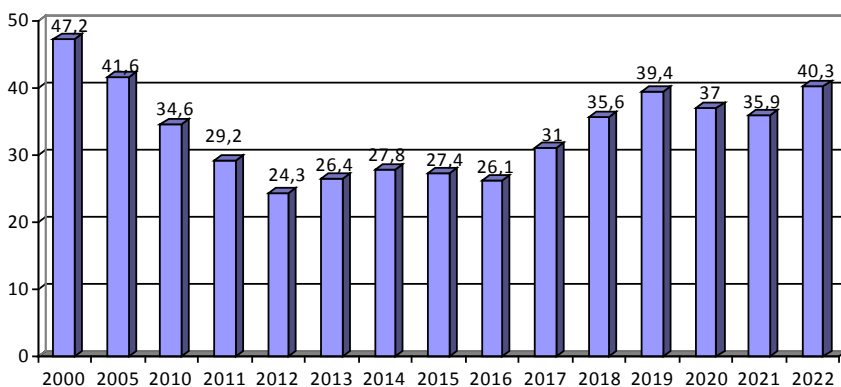
Основным источником финансирования фундаментальных научных исследований ПФНИ являются средства федерального бюджета. Данные по расходам федерального бюджета на фундаментальные исследования приведены в табл. 5.4.

**Табл. 5.4.** Ассигнования на фундаментальные исследования из средств федерального бюджета в 2021–2025 годах, млн рублей

	Фундаментальные исследования по России, млн руб.
Исполнение бюджета 2021 года	225 152,7
Бюджетные ассигнования, утвержденные федеральным законом о федеральном бюджете на 2022 год	229 288,3
Бюджетные ассигнования, утвержденные сводной бюджетной росписью с учетом изменений на 2022 год	235 363,2
Исполнение бюджета за 9 месяцев 2022 года	183 759,9
Бюджетные ассигнования, утвержденные федеральным законом о федеральном бюджете на 2023 год	252 950,4
Бюджетные ассигнования, утвержденные федеральным законом о федеральном бюджете на 2024 год	254 187,4
Бюджетные ассигнования, утвержденные федеральным законом о федеральном бюджете на 2025 год	232 001,0

*Источник:* [Наука, технологии и инновации России: 2022. – М.: ИПРАН РАН, 2022.].

Что касается доли расходов на фундаментальные исследования в общем объеме расходов на гражданскую науку из средств федерального бюджета, то в 2022 году этот показатель составил 40,3% (рис. 5.1). Несмотря на то, что с 2012 года наблюдался тренд на рост данного показателя, по итогам 2022 года он так и не достиг значения 2000 года в объеме 47,2%.



**Рис. 5.1.** Доля расходов на фундаментальные исследования в общем объеме расходов на гражданскую науку из средств федерального бюджета Российской Федерации в 2000–2022 годах, проценты

*Источник:* рассчитано по статданным Росстата; Наука. Технологии. Инновации: 2023: краткий статистический сборник. — М.: НИУ ВШЭ, 2023.

Наблюдаемый рост доли фундаментальных исследований в общей структуре расходов на гражданскую науку является положительной тенденцией, поскольку именно фундаментальная наука в наибольшей степени нуждается в государственном финансировании. К прикладным исследованиям целесообразно привлекать средства частного сектора, за счет которых следует увеличивать совокупный объем финансирования российской науки.

## 5.5. Комплексные научно-технические программы и проекты полного инновационного цикла

Основным механизмом реализации Стратегии НТР определены комплексные научно-технические программы и комплексные научно-технические проекты полного инновационного цикла (далее – КНТП) по утверждённым приоритетам.

Правила разработки, утверждения и реализации КНТП были утверждены только в 2019 году (с последующими изменениями в 2021 году) (далее – Правила).

Как было отмечено в разделе 2, Указами Президента Российской Федерации от 15.03.2021 № 143 «О мерах по повышению эффективности государственной научно-технической политики» и № 144 «О некоторых вопросах Совета при Президенте Российской Федерации по науке и образованию» (далее – Указ № 143 и Указ № 144) внесены изменения в структуру государственного управления научно-технической деятельностью. Координация деятельности Советов по приоритетам была передана Комиссии по научно-технологическому развитию Российской Федерации (далее – Комиссия НТР).

За время, прошедшее с момента выхода Указов № 143 и № 144, Комиссией НТР не было рассмотрено фактически ни одного КНТП. Лишь один раз с момента первого заседания Комиссии НТР 23 сентября 2021 года в повестку ее работы был включен вопрос о рассмотрении предметного предложения на разработку КНТП «Робототехника». Однако, будучи заслушанным и обсужденным на заседании, предложение протокольным решением от 7 февраля 2022 года отправлено на доработку не с суевой, а с формальной мотивировкой о необходимости приостановления рассмотрения предложений о разработке КНТП до принятия нормативных правовых актов, полностью обеспечивающих реализацию положений Указа № 143.

До конца 2022 года такие нормативно-правовые акты приняты не были, период задержки формирования всех КНТП превысил 1,5 года. Не приняты также нормативно-правовые акты, регулирующие порядок формирования федеральных научно-технических программ (ФНТП) и важнейших инновационных проектов государственного значения (ВИП ГЗ) в целом и прогнозируемого участия в этих процессах Советов по приоритетам, в частности.

В период с марта 2021 года по декабрь 2022 года право на представление для утверждения Правительством Российской Федерации имели только КНТП, согласованные Координационным советом по приоритетам до 15 марта 2021 года. За время работы Координационного совета (2018–2021 гг.) было проведено 8 заседаний (в 2021 г. – 1, в 2020 г. – 3, в 2019 г. – 3, в 2018 г. – 1), на которых было рассмотрено 15 предложений о разработке комплексных научно-технических программ и комплексных научно-технических проектов. В результате проведенной экспертной работы Координационным советом по приоритетам были согласованы 12 КНТП (в 2021 г. – 1, в 2020 г. – 3, в 2019 г. – 8), из которых 5 предложений были согласованы Советом при Президенте Российской Федерации по науке и образованию и направлены в Минобрнауки России для представления в Правительство Российской Федерации. Предложение о рассмотрении КНТП «Робототехника» поступило в Координационный совет по приоритетам после 15 марта 2021 года и было обсуждено им неофициально.

Советами по приоритетам проведено 102 заседания, на которых рассмотрены 132 заявки на разработку КНТП. Из них одобрено (предварительно одобрено и дорабатывается) 54 заявки. Научная составляющая всех поддержанных Советами по приоритетам КНТП предполагает разработку и использование передовых технологий, способствующих обеспечению «технологического прорыва», развитию кадрового потенциала и созданию новых высокопроизводительных рабочих мест.

Итоги работы Советов по приоритетам Стратегии НТР приведены в таблице 5.5.

Несмотря на установленный Комиссией НТР мораторий на рассмотрение КНТП (как было отмечено выше, до момента утверждения нормативно-правовых актов, регулирующих сферу реализации КНТП), Советы по приоритетам продолжали свою работу по отбору и формированию новых программ и проектов, а также доработке ранее рассмотренных заявок и предложений.

**Табл. 5.5.** Советы по приоритетным направлениям научно-технологического развития

№	Приоритет	Председатель/Заместитель председателя	Рассмотрено проектов	Одобрено проектов	Направлено в Правительство	Начато проектов
20а	Переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям, роботизированным системам, новым материалам и способам конструирования, создание систем обработки больших данных, машинного обучения и искусственного интеллекта	Академик РАН Каляев Игорь Анатольевич/ Д.т.н., д.э.н. Боев Сергей Федорович (АФК «Система»)	27	5	1	0
20б	Переход к экологически чистой и ресурсосберегающей энергетике, повышение эффективности добычи и глубокой переработки углеводородного сырья, формирование новых источников, способов транспортировки и хранения энергии	Академик РАН Филиппов Сергей Петрович /чл.-корр. РАН Аксиютин Олег Евгеньевич	22	11	2	2
20в	Переход к персонализированной медицине высокотехнологичному здравоохранению и технологиям здоровьесбережения, в том числе за счет рационального применения лекарственных препаратов (прежде всего, антибактериальных)	Академик РАН Макаров Александр Александрович/ чл.-корр. РАН Кудлай Дмитрий Анатольевич (АО «Генериум»)	10	4	0	0
20г	Переход к высокопродуктивному и экологически чистому агро- и аквазайству	Академик РАН Донник Ирина Михайловна/ чл.-корр. РАН Енгашев С.В. (ООО «Агроветзащита»)	17	6	1	1
20д	Противодействие техногенным, биогенным, социокультурным угрозам, терроризму и идеологическому экстремизму	Академик РАН Чехонин Владимир Павлович/ д.м.н. Попова Анна Юрьевна (Роспотребнадзор)	14	10	0	0

№	Приоритет	Председатель/Заместитель председателя	Рассмотрено проектов	Одобрено проектов	Направлено в Правительство	Начато проектов
20е	Связанность территории Российской Федерации за счет создания интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем, а также занятия и удержания лидерских позиций в создании международных транзитно-логистических систем, освоении и использовании космического и воздушного пространства, Мирового океана, Арктики и Антарктики	Академик РАН Погосян Михаил Асланович/ к.техн.н Климов Александр Алексеевич (МИИТ)	33	11	1	0
20ж	Возможность эффективного ответа российского общества на большие вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий, социальных институтов на современном этапе глобального развития, в том числе применяя методы гуманитарных и социальных наук	Академик РАН Дынкин Александр Александрович/ к.э.н. Клепач Андрей Николаевич (Внешэкономбанк)	9	7	0	0
<b>Всего</b>			<b>132</b>	<b>54</b>	<b>5</b>	<b>3</b>

В целях реализации согласованных Координационным советом предложений и исполнения поручений, данных Правительством Российской Федерации, подготовлены и утверждены:

– Комплексный научно-технических проект полного инновационного цикла «Создание пилотного производства отечественных белковых компонентов – основы сухих молочных продуктов для питания новорожденных и детей до 6 месяцев» (КНТП «Сухие молочные смеси»), утвержденный распоряжением Правительства Российской Федерации от 20.07.2021 № 2010-р. Распоряжением Правительства Российской Федерации от 20.10.2022 № 3095-р в КНТП внесен ряд изменений, касающихся продления срока реализации проекта до 2024 года, некоторых показателей (индикаторов), ожидаемых результатов, перераспределения объема и источников финансирования по этапам реализации комплексного проекта (общий объем финансирования остался без изменения – 1,5 млрд руб., в т.ч. из федерального бюджета 300 млн руб.), перечня работ и плана реализации комплексного проекта;

– Комплексный научно-технических проект полного инновационного цикла «Создание экологически безопасных промышленных производств базовых высокотехнологических химических продуктов для автомобильной, строительной, медицинской и пищевой промышленности из углеводородного сырья на основе инновационных отечественных научных разработок» (КНТП «Нефтехимический кластер»), утвержденный распоряжением Правительства Российской Федерации от 07.05.2022 № 1130-р;

– Комплексная научно-техническая программа полного инновационного цикла «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» (КНТП «Чистый уголь – зеленый Кузбасс»), утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации от 11.05.2022 № 1144-р.

Внесена на рассмотрение в Правительство Российской Федерации КНТП «Новые композитные материалы: технологии конструирования и производства». По состоянию на 31 декабря 2022 года проект распоряжения Правительства Российской Федерации об утверждении этой комплексной программы не получил согласование Минфина России и продолжал корректироваться.

Сведения о КНТП (цель, сроки, финансирование, заказчики, исполнители), предложения о разработке которых согласованы Координационным советом по приоритетам, приведены в приложении 6.

В таблице 5.6 представлена информация о текущем состоянии реализуемых КНТП.

Табл. 5.6. Текущее состояние реализуемых КНТП на 31.12.2022

№ п/п	КНТП: Тип (Совет) / Наименование	Сведения о текущем состоянии КНТП
1.	<p>Проект (20В)  <i>«Создание пилотного производства отечественных белковых компонентов – основы сухих молочных продуктов для питания новорожденных и детей до 6 месяцев»</i></p>	<p>– Завершено строительство первой очереди производственных цехов под размещение производственной линии для изготовления СДС-90 в ХМАО-Югре;                      – приобретено дополнительное с/х предприятие с действующим стадом для расширения собственной сырьевой базы (всего 15 тыс. голов дойного стада);                      – ведется внутренняя отделка цеха, в т.ч. в соответствии с требованиями GMP<sup>72</sup> (под лечебное питание);                      – завершено создание уникальной установки мембранных каскадов, созданной по итогам реализации НИОКТР, идет монтаж на площадке;                      – идут НИОКТР по сопровождению вывода на рынок продукции проекта, а также созданию научно-технологических заделов под развитие проекта и расширение линейки производимой социально значимой продукции;                      – готовится тестовый запуск производства СДС-90.</p>
2.	<p>Проект (20Б)  <i>«Создание экологических безопасных промышленных производств базовых высокотехнологических химических продуктов для автомобильной, строительной, медицинской и пищевой промышленности из углеводородного сырья на основе инновационных отечественных научных разработок»</i></p>	<p>Организации-участники КНТП заключили двусторонние соглашения в рамках бюджетного финансирования и краткосрочной кооперации.                      Ответственными исполнителями – ФИЦ «Институт катализа СО РАН», ИНХС РАН, Кабардино-Балкарский государственный университет – выполнены НИОКР в рамках этапов 2022 года.</p>

<sup>72</sup> GMP (Good Manufacturing Practice, Надлежащая производственная практика) – международный стандарт, который устанавливает требования к производству и контролю качества лекарственных средств для человека и животных, а также специальные требования к производству активных фармацевтических субстанций и отдельных видов лекарственных средств.

№ п/п	КНТП: Тип (Совет) / Наименование	Сведения о текущем состоянии КНТП
3.	<p>Программа (20Б)  <i>«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»</i></p>	<p>Организации-участники КНТП заключили двусторонние соглашения в рамках бюджетного финансирования и запланированной кооперации.</p> <p>В ходе проведенных участниками КНТП НИОКР получены следующие результаты:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– разработаны программа и методика проведения экспериментальных массовых взрывов на предприятиях АО «УК «Кузбассразрезуголь»;</li> <li>– создана система сейсмического, акустического и пылегазового мониторинга процесса ведения буровзрывных работ в его филиалах;</li> <li>– разработана безотходная технология переработки угольных шламов, лежалых хвостов углеобогажительных фабрик;</li> <li>– сконструирован, изготовлен и собран обогажительный стенд для проведения полупромышленных испытаний сырья, разработаны технологические схемы обогащения;</li> <li>– разработаны общетехнические решения (ОТР) для составления технологического регламента на проектирование опытно-промышленной технологической линии в составе опытно-обогажительной установки;</li> <li>– осуществлена разработка методов профилактики, борьбы с факторами риска развития сердечно-сосудистых заболеваний у населения высокоурбанизированного региона (Кузбасс).</li> </ul> <p>Разработана межведомственная программа «Профилактика болезней системы кровообращения у работников угольных предприятий Кемеровской области» (в рамках Региональной программы «Борьба с сердечно-сосудистыми заболеваниями» на 2022–2024 гг.).</p>



В целях повышения эффективности разработки и реализации КНТП целесообразно:

- для повышения статуса Советов по приоритетам включить в состав Комиссии по научно-техническому развитию Российской Федерации при Правительстве Российской Федерации представителей каждого из Советов в ранге, не ниже заместителя председателя Совета, регулярно приглашать председателей Советов по приоритетам к участию в заседаниях Комиссии, в том числе с годовыми отчетами о деятельности Советов;

- наделить Комиссию по научно-технологическому развитию Российской Федерации функцией назначения ФОИВ в качестве ответственного исполнителя КНТП с последующим закреплением этого назначения в решении Правительства России о реализации соответствующего КНТП;

- сконцентрировать все финансовые ресурсы, предназначенные для реализации КНТП, в Правительстве России и направлять финансирование назначенному ответственному исполнителю вместе с правительственным решением о реализации соответствующего КНТП. Наличие финансовых ресурсов на реализацию КНТП, специально зарезервированных для ФОИВ, которые выступят в качестве ответственных исполнителей, будет стимулировать ФОИВ для включения в процесс выполнения КНТП. Регулярное объявление объемов финансовых ресурсов, выделяемых государством на реализацию КНТП, покажет организациям реальные перспективы финансирования их проекта;

- привлекать Советы по приоритетам и РАН к разработке нормативно-правовой, методической базы и мониторингу правоприменительной практики для формирования КНТП, ФНТП и ВИП ГЗ;

- Минобрнауки России при разработке форм документации для прохождения этапов согласования комплексной программы/комплексного проекта (заявки и предложения) учитывать требования, которые предъявляются к формированию федерального проекта, не входящего в состав национального проекта, с целью оптимизации процесса и экономии времени заявителя и других участников процесса формирования комплексной программы/комплексного проекта. Здесь также необходимо руководствоваться принципом максимально-го упрощения и цифровизации процесса, исключения дублирования формальных требований;

- внести в Комиссию по научно-техническому развитию Российской Федерации предложения: снизить уровень минимально достаточного порога финансирования со стороны заказчиков КНТП до 25%; рассмотреть возможность сокращения времени прохождения этапов согласования комплексной программы/комплексного проекта до 4–6 месяцев, поскольку при длительном процессе согласования инициатор проекта теряет к нему интерес по причине изменения внутренних и внешних обстоятельств, а также наличия конкурентной среды, в которой другие организации (в том числе зарубежные) более оперативно решают свои организационные и научно-технические задачи.

## 5.6. Десятилетие науки и технологий: итоги 2022 года

Указом Президента Российской Федерации от 25.04.2022 № 231<sup>73</sup> 2022–2031 годы объявлены в России Десятилетием науки и технологий. В Указе определены основные задачи проведения Десятилетия науки и технологий:

- а) привлечение талантливой молодежи в сферу исследований и разработок;
- б) содействие вовлечению исследователей и разработчиков в решение важнейших задач развития общества и страны;
- в) повышение доступности информации о достижениях и перспективах российской науки для граждан Российской Федерации.

Основополагающим пунктом выполнения Указа Президента Российской Федерации явилось распоряжение Правительства Российской Федерации от 25.07.2022 № 2036-р «Об утверждении плана проведения в Российской Федерации Десятилетия науки и технологий».

В Планах для выполнения каждой из задач предусмотрен укрупненный перечень мер, направленных на достижение позитивного социально-экономического эффекта в важнейших областях развития личности, общества и государства, а также комплексный индекс оценки результативности.

2022 год стал первым годом Десятилетия науки и технологий в России, промежуточные итоги которого подвели на II Конгрессе молодых ученых в декабре 2022 года в Парке науки и искусства «Сириус» на федеральной территории «Сириус». Во всех российских регионах запущены 18 инициатив, охватывающих «разные направления развития и популяризации науки – от мер поддержки ученых и создания исследовательской инфраструктуры до научного волонтерства и научно-популярного туризма»<sup>74</sup>.

Основные результаты проведения Десятилетия науки и технологий в России в 2022 году:

- создан информационный центр Десятилетия – Наука.рф;
- запущен портал «Живая история науки»;
- расширен функционал платформы Science-ID – централизованная площадка для налаживания связей между исследователями-руководителями проектов;
- более 7 млн человек приняли участие в мероприятиях инициативы «Площадки для взаимодействия науки, бизнеса, государства и общества», помогающей укрепить контакты и стимулировать совместную инновационную деятельность между вузами, исследовательскими центрами, корпорациями, малыми и средними инновационными предприятиями, институтами развития и органами государственной власти. Мероприятия инициативы в 2022 году не только охва-

---

<sup>73</sup> Указ Президента Российской Федерации от 25.04.2022 № 231 «Об объявлении в Российской Федерации Десятилетия науки и технологий».

<sup>74</sup> Сайт Десятилетия науки и технологий в России. - <https://наука.рф/>

тили 72 региона России, но и вышли за ее границы. Была организована работа по 33 проектам и мероприятиям. В реализацию проектов вовлечена 1 121 коммерческая компания в статусе индустриального партнера;

- поступило рекордное количество заявок на соискание VIII Всероссийской премии «За верность науке» – 1 165 из 75 субъектов Российской Федерации;

- по инициативе «Юбилейные мероприятия» реализовано десять проектов, которые охватили более 10 млн человек. Среди них – столетний юбилей физика Николая Басова и лингвиста, переводчика Юрия Кнорозова;

- по инициативе «Наука побеждать» проведено 44 мероприятия, участниками которых стали 8,31 млн человек из всех регионов России, онлайн охват составил 8 млн человек. По итогам проведения мероприятий в 2022 году – 290 тыс. призеров и победителей конкурсов;

- в мероприятиях инициативы «Наука рядом» приняли участие более 3 млн человек. В рамках инициативы на созданных площадках российские ученые читали открытые лекции, организовывались экскурсии в лаборатории научных учреждений и технологических компаний;

- разработана по поручению Президента Российской Федерации Программа научно-популярного туризма, направленная на популяризацию науки в доступном и интересном формате.<sup>75</sup>

Ключевым событием Десятилетия стал II Конгресс молодых ученых. Мероприятие посетили порядка 4000 участников и представителей СМИ, в том числе более 1 900 участников из высших учебных заведений (слушателей университетов, институтов, академий), более 500 человек – сотрудников научно-исследовательских институтов. География представительства участников впечатляющая: 84 региона Российской Федерации и 44 иностранных государства, таких как: Австрия, Республика Беларусь, Казахстан, Китай, Индия, Иран, Египет, Сирия, Турция, Мьянма, Узбекистан, Франция и другие. Возраст гостей Конгресса варьируется от 11 до 83 лет, при этом средний возраст – 29 лет. Количество вузов, принявших участие в мероприятии, – около 400, из них порядка 10 учреждений – иностранные высшие учебные заведения. Среди делегатов Конгресса более 1 000 человек имеют ученую степень кандидата наук, около 50 человек – зарубежные степени или степень-PhD (доктор философии) и более 250 человек – степень доктора наук. Деловая программа Конгресса была насыщенной и разнообразной: 152 мероприятия за три дня. В обсуждении ключевых задач, которые стоят перед современной наукой, приняли участие более 770 спикеров, модераторов и докладчиков, российских и иностранных экспертов, в числе которых ученые с мировым именем, бизнесмены и представители органов власти.

Программа Конгресса была посвящена актуальным вопросам и вектору развития науки на ближайшее десятилетие в России. Особое внимание в ра-

---

<sup>75</sup> Сайт Десятилетия науки и технологий в России. - <https://наука.рф/>

боте было уделено технологическому суверенитету, ключевым технологиям и популяризации науки: создание природоподобных технологий и инновационных лекарств XXI века, развитие биомедицины, иммунологии и генетики; разработка и внедрение беспилотных технологий, биотехнологий и нейротехнологий; развитие биоэкономики России; геномное редактирование растений; создание инфраструктуры «мегасайенс» и спутниковых группировок с новыми возможностями.

## **5.7. Экспертное сопровождение реализации научно-технической политики**

Основными целями деятельности РАН в соответствии с Федеральным законом от 27.09.2013 № 253-ФЗ «О Российской академии наук...» и уставом РАН являются экспертное научное обеспечение деятельности органов государственной власти Российской Федерации и научно-методическое руководство научной и научно-технической деятельностью научных организаций и образовательных организаций высшего образования.

В рамках реализации указанных целей РАН обеспечивала в 2022 году экспертное сопровождение деятельности 36 федеральных органов исполнительной власти, 4 организаций, функции и полномочия учредителя которых осуществляет Правительство Российской Федерации, а также организации, подведомственной Верховному Суду Российской Федерации.

Корпус экспертов РАН включал в 2022 году 5 296 ведущих ученых страны, среди которых 502 академика РАН и 689 членов-корреспондентов РАН, а также 50 членов других государственных академий наук.

В 2022 году РАН проводила экспертную работу в Информационно-аналитической системе научно-методического руководства и экспертной деятельности (ИАС РАН), интегрированной с государственной информационной системой ЕГИСУ НИОКТР, и в рамках государственного задания выполнила экспертизу:

– 10 322 проектов научных тем научных исследований, включаемых в планы научных работ научных организаций и образовательных организаций высшего образования, поступивших от 35 федеральных органов исполнительной власти и 4 организаций, функции и полномочия учредителя которых осуществляет Правительство Российской Федерации. Наибольшая доля проектов научных тем поступила от Минобрнауки России (52 %). По итогам проведенной экспертизы 5,7% проектов научных тем научных организаций и образовательных организаций высшего образования были оценены отрицательно и признаны нецелесообразными для финансирования за счет средств федерального бюджета и их реализации;

– 101 проекта плана научных работ научных организаций и образовательных организаций высшего образования, подведомственных 13 федеральным органам исполнительной власти и Правительству Российской Федерации;

– 7 187 отчетов научных организаций и образовательных организаций высшего образования о проведенных научных исследованиях, поступивших от 26 федеральных органов исполнительной власти, 4 организаций, функции и полномочия учредителя которых осуществляет Правительство Российской Федерации, организации, подведомственной Верховному Суду Российской Федерации. Наибольшая доля отчетов поступила от Минобрнауки России (64 %);

– 124 научно-технических программ и проектов, нормативных правовых актов в сфере научной, научно-технической и инновационной деятельности, а также 8 заявок на выдачу патента.

На поступившие объекты экспертизы экспертами РАН составлено около 36 тысяч экспертных заключений.

Среди важнейших направлений научных исследований, имеющих стратегическое значение для научно-технологического и экономического развития Российской Федерации, Российской академией наук выполнена экспертиза 41 крупного научного проекта по приоритетным направлениям научно-технического развития («Стомилионники»), 2 научно-технических работ в рамках программной деятельности Союзного государства:

– итоговый отчет о выполнении в 2017–2021 годах научно-технической программы Союзного государства «Разработка инновационных географических и геномных технологий идентификации личности и индивидуальных особенностей человека на основе изучения генофондов регионов Союзного государства («ДНК-идентификация»);

– проект концепции научно-технической программы Союзного государства «Создание нового поколения компонентов солнечных энергетических систем».

Проведена экспертиза отчетов за 2021 год о научных, научно-технических результатах реализации программ развития 121 образовательной организации высшего образования в рамках Программы стратегического академического лидерства «Приоритет–2030».

В рамках реализации важнейших инновационных проектов государственного значения (ВИП ГЗ) РАН провела экспертизу 6 детализированных технических заданий инновационного проекта «Единая национальная система мониторинга климатических активных веществ, синхронизированных с Федеральной научно-технической программой в области экологического развития Российской Федерации и климатических изменений на 2021–2030 годы».

Проведена экспертиза соответствия показателей 13 научно-производственных комплексов наукоградов Российской Федерации требованиям, установленным Федеральным законом от 07.04.1999 № 70-ФЗ «О статусе наукограда Российской Федерации», и достигнутых результатов наукоградов, предусмотренных планами мероприятий по реализации Стратегии социально-экономического развития наукоградов Российской Федерации в 2021 году.

РАН также подготовила заключения по следующим объектам:

– проект указа Президента Российской Федерации «О дне качества»;

– 5 проектов программ развития и 5 докладов о реализации программ развития научных организаций и образовательных организаций высшего образования;

– Комплексная программа «Развитие техники, технологий и научных исследований в области использования атомной энергии в Российской Федерации на период до 2024 года»;

– Программа комплексных межведомственных высокоширотных научных исследований на базе ледостойкой самодвижущейся платформы (ЛСП) «Северный полюс» в период 2022–2028 гг.;

– проект Стратегии развития робототехники в Российской Федерации на период до 2030 года;

– проект Федерального закона «О присоединении Российской Федерации к Картахенскому протоколу по биобезопасности к Конвенции о биологическом разнообразии»;

– проект научной программы Национального центра физики и математики на 2022–2030 годы;

– запросы на проведение морских научных исследований для возможного включения в экспедиционный план на научно-исследовательских судах на 2023 год, находящихся в оперативном управлении организаций, подведомственных Минобрнауки России.

В целях проведения анализа достижений российской науки и выработки рекомендаций по их использованию в интересах Российской Федерации РАН приступила к отбору предложений по проектам научных тем научных исследований (разработок), предлагаемых к реализации образовательными организациями высшего образования в 2024 году. По результатам отбора будут сформированы и направлены в Правительство Российской Федерации рекомендации РАН о приоритетных проектах научных тем, в том числе с учетом задач достижения Российской Федерацией технологического суверенитета и ее стратегического позиционирования в современных условиях в глобальном мире, рекомендуемых к реализации в 2024 году, а также об объемах средств, выделяемых организациям высшего образования на их реализацию.

## **5.8. Взаимодействие государства, науки и бизнеса**

Для обеспечения устойчивого научно-технологического развития России важную роль играет тесное партнерство и эффективное сотрудничество государства, науки и бизнеса.

### **5.8.1. О «дорожных картах» высокотехнологичных направлений**

В рамках исполнения поручения Президента России от 01.09.2022 № Пр-1553 по итогам заседания Совета по стратегическому развитию и национальным проектам, состоявшегося 18 июля 2022 года, Правительством России была проведена работа по обеспечению «реализации проектов по производству высокотехнологичной продукции на основе соглашений между организа-

циями-заказчиками (в том числе организациями с государственным участием) и головными исполнителями».

С этой целью были подготовлены и подписаны соглашения о сотрудничестве между государством и бизнесом. В частности, 29 декабря 2022 года Первый заместитель Председателя Правительства Российской Федерации А.Р. Белоусов и Заместитель Председателя Правительства Российской Федерации Д.Н. Чернышенко подписали с ведущими российскими компаниями и госкорпорациями соглашения о сотрудничестве в рамках реализации пяти дорожных карт высокотехнологичных направлений:

- «Современные и перспективные сети мобильной связи». В 2023 году начнутся плановые работы по импортозамещению сетей связи четвертого поколения. Будет обеспечиваться технологический суверенитет, но в то же время продолжатся работы по НИР и разработке оборудования, программного обеспечения (ПО) перспективных поколений связи. Пятое поколение – это работа над оборудованием, шестое – научно-исследовательские работы;

- «Новое промышленное программное обеспечение». В 2023 году будут реализованы 26 проектов по направлениям CAD, SPDM, DSS. По 74 проектам реализация завершится в 2024 году. Также к 2024 году запланировано существенное наращивание функционала тяжёлого промышленного ПО и его внедрение на ведущих российских предприятиях;

- «Квантовые коммуникации». В целях достижения основного целевого показателя «дорожной карты» по протяжённости квантовых сетей будет обеспечено создание более 2,5 тыс. км сети в 2023 году и более 7 тыс. км – в 2024 году;

- «Квантовые вычисления». Более 5 тыс. работ будут выполнены на облачной платформе в 2023 году с увеличением до 7 тыс. к 2025 году;

- «Новое общесистемное программное обеспечение». В 2023 году будут реализованы 14 проектов по таким направлениям, как коммуникационные сервисы, мультимедийное ПО, офисное программное обеспечение, операционные системы, системы управления базами данных, средства защиты информации и управление ИТ-инфраструктурой.

Соглашения подписаны с госкорпорациями «Ростех» и «Росстатом», а также «Ростелеком», «КНС групп», который входит в «ИКС холдинг», РЖД, «1С» и VK.

Общую координацию данной работы осуществляет Первый заместитель Председателя Правительства Российской Федерации А.Р. Белоусов. Функции проектного офиса по реализации «дорожных карт» высокотехнологичных направлений будет выполнять АНО «Цифровая экономика».

## **5.8.2. Сотрудничество РАН с органами государственной власти и реальным сектором экономики**

Тесное партнерство государства, науки и бизнеса объединяет также усилия в получении и практической реализации фундаментальных научных знаний и их коммерциализации в различных областях высокотехнологичного сектора

российской экономики. Важным звеном в этом партнерстве является Российская академия наук.

В 2022 году подписано 21 соглашение о сотрудничестве между Российской академией наук и органами государственной власти Российской Федерации, субъектами Российской Федерации, научными и образовательными организациями высшего образования, коммерческими и другими организациями. Указанные соглашения направлены на организацию взаимодействия в пределах компетенции сторон в области научной, научно-технической и инновационной деятельности, а также в части экспертной и информационно-аналитической работы.

Так, было заключено Дополнительное соглашение к Соглашению между РАН и Федеральной службой по надзору в сфере природопользования от 2021 года, которым были внесены изменения в указанное Соглашение в части предмета Соглашения, направлений и организации сотрудничества сторон, конфиденциальности. При этом данное Соглашение было дополнено, прежде всего, положениями, касающимися вопросов загрязнения окружающей среды микропластиком и изучения его влияния на здоровье человека.

В 2022 году сохранялась заинтересованность российских регионов во взаимодействии с РАН. Были заключены соглашения с Республикой Дагестан, Правительством Республики Башкортостан, Правительством Республики Татарстан, Правительством Магаданской области, Правительством Рязанской области, Правительством Свердловской области, Правительством Тульской области, Правительством Санкт-Петербурга.

Настоящие соглашения направлены на организацию взаимодействия сторон в рамках их компетенции по вопросам научной, научно-технической, инновационной и информационно-аналитической деятельности, в том числе в части, касающейся содействия развитию научной, научно-технической и инновационной деятельности на территории регионов.

Необходимо отдельно подчеркнуть, что в 2022 году впервые были подписаны соглашения о сотрудничестве между РАН и академиями наук ряда субъектов Российской Федерации – Академией наук Республики Башкортостан, Академией наук Республики Саха (Якутия), Академией наук Республики Татарстан, Академией наук Чеченской Республики. При этом предметом данных соглашений является взаимодействие сторон в целях содействия развитию науки в Российской Федерации, координации научных исследований, распространению научных знаний, повышению престижа науки, популяризации достижений науки и техники, укреплению связей между наукой и образованием.

Перечисленные взаимовыгодные альянсы ориентированы, в первую очередь, на консолидацию ресурсов и усилий в решении задач развития научной, научно-технической и инновационной деятельности, а также зачастую предусматривают взаимодействие в осуществлении мероприятий по подготовке и проведению празднования 300-летия Российской академии наук.

Заключено соглашение с ООО «Научно-исследовательский проектный институт нефти и газа «Петон»», предусматривающее организацию взаимодей-



ствия при осуществлении сотрудничества в области управления, обеспечения надежного функционирования в направлениях: агрохимия, газо- и нефтехимия, маркетинг товарной продукции.

Часть соглашений касалась популяризации науки и научных достижений, содействия развитию электронных ресурсов, содержащих разнообразные научные материалы и аналитические системы, взаимодействия с общественными организациями.

Так, например, подписано многостороннее Соглашение о сотрудничестве между РАН, Российским химическим обществом имени Д.И. Менделеева и ПАО «ФосАгро» по популяризации науки, научного и творческого наследия. Предметом настоящего Соглашения является организация взаимодействия сторон в целях содействия осуществлению мероприятий, направленных на популяризацию науки, научного и творческого наследия выдающихся соотечественников, в том числе Д.И. Менделеева, сохранение традиций российской науки и культуры, повышение интереса граждан страны и, прежде всего, молодежи к науке и культуре, на формирование у них государственно-патриотического сознания.

Заключены соглашения с ООО «Научная электронная библиотека» и Общероссийской общественной организацией «Всероссийское общество охраны природы». Указанные соглашения касаются организации взаимодействия сторон в целях содействия осуществлению соответственно сотрудничества в части разработки, производства и развития инструментальных средств для агрегирования, учета и оценки произведений и изданий научной и научно-технической литературы, а также содействия решению общественно значимых задач в части поддержки и пропаганды отечественной науки, охраны природы, обеспечения экологической безопасности, повышения экологической культуры населения и, прежде всего, молодежи, популяризации бережного отношения к природе и природоохранной деятельности.

Особо отметим Соглашение о сотрудничестве между РАН и Общероссийской общественной организацией «Российский Союз ректоров», направленное на организацию и развитие взаимодействия в образовательной, научно-исследовательской, экспертной и культурно-просветительской деятельности.

Продолжалось сотрудничество РАН с хозяйствующими субъектами. Были подписаны соглашения между РАН и ООО «Газпром энергохолдинг» об организации взаимодействия при осуществлении сотрудничества в области научно-технической, инновационной, экспертной и информационно-аналитической деятельности в части, касающейся энергетического оборудования и энергетических объектов, а также между РАН и ПАО «Федеральная сетевая компания Россети» об организации взаимодействия при осуществлении сотрудничества в области управления, обеспечения надежного функционирования и развития электросетевого комплекса.

Успешно реализуется подписанное ранее соглашение между РАН и ПАО «КАМАЗ», в рамках которого предусмотрены работы в интересах развития передовых цифровых, интеллектуальных производственных технологий, роботизи-

зированных систем, по применению новых материалов и способов конструирования, внедрению систем обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта в автомобилестроении, а также по развитию технологий водородной энергетики в автомобилестроении. В настоящее время созданы четыре рабочие группы по направлениям «Электрические и водородные транспортные средства», «Передовые материалы», «Автономные транспортные средства и электроника. Системы навигации. Интеллектуальные системы контроля состояния водителя», «Подготовка персонала и сотрудничество с организациями высшего профессионального образования». В состав этих рабочих групп входят как главные конструкторы и ведущие специалисты ПАО «КАМАЗ», так и ведущие ученые РАН, институтов РАН, а также профильных вузов. Формируются технические задания на перспективные направления проведения совместных работ.

Современная практика взаимодействия научных и образовательных организаций с организациями реального сектора экономики показывает, что одной из эффективных форм сетевого взаимодействия являются консорциумы.

Для оптимизации питания детского и взрослого населения России, борьбы с ожирением и ликвидации дефицита микронутриентов Российской академией наук создан Консорциум «Здоровьесбережение, демография, питание». В состав Консорциума входят 12 ведущих научных учреждений, функционирующих под научно-методическим руководством РАН, а также 35 индустриальных партнеров – крупных производителей продовольственного сырья и пищевой продукции. Координатором работ является «ФИЦ питания и биотехнологии». Менее чем за один год работы Консорциума общий рост производства отечественных обогащенных и специализированных продуктов составил более 2%, в настоящее время находятся в завершающей стадии разработки или на регистрации более 30 новых продуктов, реализуются образовательные программы в области здорового питания для специалистов и населения.

В качестве примера о взаимодействии в рамках консорциумов можно привести научно-образовательный консорциум «Полимерные материалы для передовых технологий», в который объединились холдинг «Росэлектроника» госкорпорации «Ростех», РАН и «МИРЭА – Российский технологический университет». Участники консорциума занимаются совместной разработкой новых материалов, применяемых для производства перспективной электроники, таких как полимерные диэлектрики и материалы для аддитивных технологий.

Совместно с Российской академией наук ГК «Ростех» ведет разработки инновационных продуктов и реализует амбициозные научные проекты. В их числе – создание Национального гелиогеофизического комплекса, призванного расширить наши знания о Солнце. Это один из крупнейших проектов в современной российской науке, результаты которого будут иметь мировое значение. Предприятия госкорпорации обладают всеми необходимыми компетенциями и современной производственной базой для реализации этого сверхсложного проекта в сотрудничестве с РАН.

В рамках подписанного соглашения между РАН и ГК «Ростех» по заказу АО «Объединенная приборостроительная корпорация», входящего в ГК «Ростех», в 2020–2022 гг. в РАН выполнялся проект в интересах МЧС России «Научно-методическое сопровождение разработки единых стандартов, функциональных, технических требований и прогнозно-аналитических решений аппаратно-программного комплекса (АПК) «Безопасный город»». На первых трех этапах этого проекта была проведена «Разработка единых стандартов, функциональных, технических требований и прогнозно-аналитических решений аппаратно-программного комплекса «Безопасный город» с требуемым нормативно-правовым и методическим обеспечением». На основе проведенных работ РАН подготовлены научно-обоснованные предложения по формированию современных подходов к определению взаимовлияния угроз, осуществлено научно-методическое сопровождение разрабатываемых методик прогнозных и аналитических моделей угроз конфликтного, биолого-социального и экологического характера. На четвертом этапе этого проекта с использованием результатов, полученных в РАН, проводилась настройка разработанного специализированного программного обеспечения по предметной области АПК «Безопасный город».

Продолжается сотрудничество Российской академии наук и Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом». РАН и институты, функционирующие под ее научно-методическим руководством, участвуют в работах, результаты которых способствуют успешной реализации Комплексной программы «Развитие техники, технологий и научных исследований в области использования атомной энергии в Российской Федерации», в том числе в реализации проекта «Прорыв». Например, в рамках реализации этого проекта под научным руководством Института высокотемпературной электрохимии Уральского отделения РАН производится разработка и создание технологии пирохимической переработки отработавшего ядерного топлива реакторов на быстрых нейтронах, в которых принимают участие более десяти предприятий реального сектора экономики, являющихся лидерами в своей области деятельности. Важно отметить, что проект «Прорыв» сегодня перешел от фазы создания опытно-демонстрационного комплекса в фазу создания промышленных объектов.

В качестве еще одного важного направления совместных работ РАН и ГК «Росатом» следует выделить решение проблемы разработки расчетно-экспериментальной технологии ускоренного создания новых конструкционных материалов для перспективных работ в области атомной энергетики, позволяющих повысить КПД и ресурс реакторной установки.

Совместные работы РАН и ГК «Росатом» осуществляются и в рамках проекта «Зеленый квадрат», предусматривающего объединение в единый комплекс четырех низкоуглеродных источников энергии, где атомная энергия и гидроэнергетика обеспечивают генерацию базовой нагрузки, а ветровая и солнечная – пиковую нагрузку. В проекте «Зеленый квадрат» важной задачей РАН является разработка технологического обоснования включения ядерной энергетики в этот комплекс в качестве полноценного экологического звена.

В рамках соглашения о сотрудничестве между РАН и ГК «Роскосмос» проводятся работы по созданию космических средств для проведения космических исследований, а также по разработке требований к образцам ракетно-космической техники, согласование технических заданий на их создание.

РАН и ГК «Роскосмос» активно работают в совместных экспертных советах и рабочих группах, включая Совет по космосу РАН, занимаясь совместной проработкой конкретных предложений и анализируя результаты проведенных исследований и реализованных проектов. Эта деятельность способствует вовлечению институтов, находящихся под научно-методическим руководством РАН, в сотрудничество с ГК «Роскосмос», в том числе в разработку концепции новой российской орбитальной космической станции «РОСС».

Продолжается активное взаимодействие РАН и институтов РАН, функционирующих под ее научно-методическим руководством, с ОАО «РЖД» в части влияния изменения климата, разработки единой технической политики холдинга РЖД, а также в прорывных исследованиях по направлению «квантовые коммуникации», а также по направлению «интеллектуальные системы управления беспилотным движением поездов».

Региональные отделения РАН активно сотрудничают с организациями реального сектора экономики.

Сибирское отделение РАН (СО РАН) и научные организации, функционирующие под научно-методическим руководством РАН, сотрудничают с различными организациями, в том числе:

- с АФК «Система» взаимодействуют: ФИЦ «Институт катализа СО РАН», г. Новосибирск; Институт теплофизики СО РАН, Институт физики полупроводников СО РАН и др.;

- с ПАО «Татнефть» взаимодействуют: ФИЦ «Институт катализа СО РАН», г. Новосибирск; Институт теплофизики СО РАН, ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН», Институт леса – обособленное подразделение; Новосибирский институт органической химии СО РАН; ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН»; Институт экономики и организации промышленного производства СО РАН; Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН;

- с АО «Объединенная двигателестроительная корпорация» (ГК «Ростех») взаимодействуют: Институт теплофизики СО РАН, Институт теоретической и прикладной механики СО РАН; Институт гидродинамики СО РАН; Институт химической кинетики и горения СО РАН.

В 2022 году продолжено сотрудничество Сибирского отделения РАН с ПАО «Норникель» в рамках организации и проведения Большой Норильской экспедиции, начатой еще в 2020 году. Цель экспедиции – получение объективной экспертной оценки последствий произошедшей аварии. По результатам этой экспедиции, профинансированной ПАО «Норникель», был создан постоянно действующий Научно-исследовательский центр по проблемам экологии. Среди заказчиков центра, помимо «Норникеля», уже заявлена крупная нефтегазо-химическая компания «СИБУР». В выполнении экспедиционных работ принимают участие 14 институтов СО РАН и НИЦ «Экология» СО РАН.

В рамках сотрудничества СО РАН с ПАО «Норникель» в 2022 году стартовала крупнейшая научная экспедиция по исследованию биоразнообразия Арктического побережья. Цель экспедиции – определение зон воздействия производства на экосистемы, а также оценка текущего состояния их биоразнообразия. Ученые из СО РАН проведут исследования в трех регионах, в которых находятся мощности компании: Норильский, Кольский и Забайкальский дивизионы.

Примером сотрудничества СО РАН с ПАО «Татнефть» является новый мультидисциплинарный интеграционный проект «Интенсификация способов выращивания и переработки растительных культур, перспективных для получения природного каучука и других ценных химических продуктов» (проект «Одуванчик»).

Институты Уральского отделения РАН выполняют большой объем работ по заказам промышленных предприятий региона. Институт физики металлов УрО РАН (ИФМ УрО РАН) по заказу ЗАО НПП «Машпром» выполнил работы по созданию и совершенствованию износостойких покрытий для кристаллизаторов машин непрерывной разливки заготовок (МНЛЗ). Внедрение импортозамещающей технологии производства стенок кристаллизаторов МНЛЗ на крупнейших металлургических предприятиях страны (АО «ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат», ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат», ПАО «Северсталь», ПАО «Магнитогорский металлургический комбинат», ПАО «Уральская сталь», ПАО «Мечел», АО «Объединенная металлургическая компания») позволило в несколько раз увеличить ресурс стенок кристаллизаторов по сравнению с импортными аналогами.

Институт металлургии УрО РАН (ИМЕТ УрО РАН) разработал и внедрил на заводах АО «Уралредмет» технологии производства лигатур на основе редких тугоплавких металлов (V, Nb, Mo) для получения титановых сплавов конструкционного назначения.

Институт высокотемпературной электрохимии УрО РАН (ИВТЭ УрО РАН) в рамках проектного направления «Прорыв» (ГК «Росатом») разработал технологическую схему пирохимической переработки отработавшего ядерного топлива реакторов на быстрых нейтронах, что позволило подготовить исходные данные и обеспечить проектирование модуля переработки опытно-демонстрационного энергетического комплекса (МП ОДЭК, г. Северск, Томская область).

Дальневосточное отделение РАН также активно взаимодействует с организациями реального сектора экономики.

Институт химии (ИХ ДВО РАН) выполняет научно-технологическое сопровождение работ по модернизации системы очистки жидких отходов гальванического производства. Технология отлаживается на ПАО «Завод «Варяг».

ИХ ДВО РАН разработал и реализует на базе ДВЦ «ДальРАО» (филиал ФГУП «ФЭО») технологию очистки растворов из цистерн биологической защиты атомных подводных лодок на установке «Барьер Ч». Полностью переработаны отходы с высоким содержанием органических веществ объемом 73 м<sup>3</sup>. Ликвидирована угроза радиационного и химического загрязнения промышленной площадки судостроительного комплекса «Звезда».

Академические институты, находящиеся под научно-методическим руководством ДВО РАН, активно сотрудничают с Союзом «Приморская Торгово-промышленная палата».

С учетом ситуации, сложившейся после 24 февраля 2022 года, РАН обратилась к Президенту Российской Федерации с предложением инициировать работы для обеспечения импортнезависимости нашей страны по ряду перспективных направлений разработки технологий и производства новой техники, в первую очередь в таких областях, как микроэлектроника и электронная компонентная база, медицинская техника и фармакология, современные технологии и оборудование для поиска, добычи и глубокой переработки минерального сырья, космические технологии и средства дистанционного зондирования Земли, промышленное программное обеспечение, технологии высокопроизводительных вычислений, искусственный интеллект, новые коммуникационные и интернет-технологии, генетические технологии, технологии эффективного энергообеспечения и др.

Для реализации этих предложений Минпромторг России совместно с Российской академией наук определили шесть первоочередных критически важных направлений научно-технологической деятельности для обеспечения импортнезависимости, в том числе создание российского производства магнитно-резонансных томографов (МРТ) для высокоточной медицинской диагностики, развитие химического комплекса, отечественная микроэлектроника, промышленные биотехнологии на лазерные и оптические технологии, отечественное станкостроение.

Для координации работ по указанным шести направлениям сформированы рабочие группы с участием представителей РАН и научных организаций, находящихся под ее научно-методическим руководством, организаций реального сектора экономики, академических институтов, а также заинтересованных представителей министерств, ведомств и госкорпораций.

В апреле 2022 года проведено три специальных заседания президиума РАН, на которых обсуждались вопросы взаимодействия РАН с промышленностью в текущих условиях по перечисленным шести направлениям.

К работам по этим направлениям уже в настоящее время привлечены:

– в области отечественной микроэлектроники – Институт проблем химической физики РАН, Институт проблем микроэлектроники и особо чистых материалов РАН, Физико-технологический институт имени К.А. Валиева РАН, Научно-технологический центр микроэлектроники и субмикронных гетероструктур РАН, Федеральное государственное унитарное предприятие Экспериментальный завод научного приборостроения со Специальным конструкторским бюро Российской академии наук с отраслевыми институтами (АО «НИИМЭ», АО «НИИТМ») и университетами (МИЭТ, МФТИ);

– по лазерным и оптическим технологиям – ФИЦ «Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН», ФИЦ «Институт прикладной физики РАН», Институт лазерной физики СО РАН, Российский федеральный ядерный центр – Все-

российский научно-исследовательский институт экспериментальной физики, ООО «ТД «Вартон» (входит в Госкорпорацию «Росатом») и др.;

– по промышленной биотехнологии – ФИЦ «Биотехнологии» РАН, ООО ПО «Сиббиофарм», АО «ЭФКО» и др.;

– в области отечественного станкостроения – Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН, Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН, МГТУ «СТАНКИН», АО «Наука и инновации» (входит в ГК «Росатом»), НПК «Центральный аэрогидродинамический институт им. Н.Е. Жуковского» и др.;

– для создания магнитно-резонансных томографов в интересах высокоточной медицины – Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, АО «Русатом Хэлскеа» (входит в ГК «Росатом»), ООО «Антей-Мед» (входит в ОАО «Алмаз-Антей») и др.;

– для развития химического комплекса – Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, ФИЦ «Институт катализа им. Г.К. Борескова» СО РАН, ООО «СИБУР» и др.

## **6. РЕГИОНАЛЬНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА**

### **6.1. Основные мероприятия по реализации региональной научно-технической политики в Российской Федерации в 2022 году**

В статье 72 Конституции Российской Федерации<sup>76</sup> наука отнесена к совместному ведению Российской Федерации и субъектов Российской Федерации.

Система отношений между субъектами научной и научно-технической деятельности, органами государственной власти и потребителями научной и научно-технической продукции определена Федеральным законом от 23.08.1996 № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» (далее – Закон № 127-ФЗ). Принятие в 1996 году этого Закона, определившего полномочия Российской Федерации и субъектов Российской Федерации в области формирования и реализации государственной научно-технической политики, дало мощный импульс формированию региональной политики инновационного развития на основе достижений науки. К 2000 году были разработаны модельный закон о научно-технической политике субъектов Российской Федерации и законы о научно-технической и инновационной деятельности, принятые в 21 субъекте Российской Федерации.

Такая проводимая работа на законодательном уровне свидетельствовала об активном включении регионов в формируемую государственную научно-техническую и инновационную политику.

Однако внесенные в последующие годы изменения в Закон № 127-ФЗ исключали взаимодействие федеральных и региональных органов государственной власти в формировании и реализации ГНТП.

Ранее в статье 12<sup>77</sup> Закона № 127-ФЗ, кроме разграничения предметов ведения и полномочий Российской Федерации и субъектов Российской Федерации, были также определены предметы совместного ведения и полномочий в области проведения единой государственной научно-технической политики, формирования экономического механизма по ее реализации, размещения объектов научно-технического потенциала и создания инфраструктуры научно-технической и инновационной деятельности, мер по социальной защите научных

---

<sup>76</sup> Принята всенародным голосованием 12.12.1993 с изменениями, одобренными в ходе общероссийского голосования 01.07.2020.

<sup>77</sup> Статья 12. Полномочия органов государственной власти Российской Федерации и органов государственной власти субъектов Российской Федерации в области формирования и реализации государственной научно-технической политики. Федеральный закон от 23.08.1996 № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике».



и научно-технических работников, порядка финансирования науки и множественности его источников и др.

С 1 января 2005 года статья 12 Закона № 127-ФЗ претерпела существенные изменения. Пункты 2, 4 статьи 12, касающиеся вопросов совместных полномочий Российской Федерации и субъектов Российской Федерации в области формирования и реализации государственной научно-технической политики, а также их взаимодействия, утратили силу в соответствии с Федеральным законом от 22.08.2004 № 122-ФЗ<sup>78</sup> (см. таблицу 6.1).

**Табл. 6.1.** Законодательное регулирование научно-технического развития регионов

Конституция Российской Федерации, Ст. 72	
1. В совместном ведении Российской Федерации и субъектов Российской Федерации находятся: е) общие вопросы воспитания, образования, науки, культуры, физической культуры и спорта;	
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН ОТ 23.08.1996 № 127-ФЗ «О НАУКЕ И ГОСУДАРСТВЕННОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКЕ»	
Ст. 12. Полномочия органов государственной власти Российской Федерации и органов государственной власти субъектов Российской Федерации в области формирования и реализации государственной научно-технической политики	
Ред. от 03.01.2000 № 41-ФЗ	Ред. от 16.04.2022 № 108-ФЗ
1) Полномочия органов государственной власти Российской Федерации	
2) Предметы совместного ведения и полномочий	2) Утратил силу
3) Полномочия органов государственной власти субъектов Российской Федерации	
4) По вопросам совместного ведения органы государственной власти Российской Федерации взаимодействуют с соответствующими органами государственной власти субъектов Российской Федерации	4) Утратил силу

При этом внесены изменения в пункт 3 статьи 12 по полномочиям органов государственной власти субъектов Российской Федерации, исключив из области ведения среди прочего участие в выработке и реализации государственной научно-технической политики.

<sup>78</sup> Федеральный закон от 22.08.2004 № 122-ФЗ «О внесении изменений в законодательные акты Российской Федерации и признании утратившими силу некоторых законодательных актов Российской Федерации в связи с принятием федеральных законов «О внесении изменений и дополнений в Федеральный закон «Об общих принципах организации законодательных (представительных) и исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации» «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации».

В соответствии с Федеральным законом от 22.08.2004 № 122-ФЗ утратил силу и пункт 4 статьи 13 Закона № 127-ФЗ в части разработки и реализации субъектами Российской Федерации государственной научно-технической политики на региональном уровне с учетом единой Государственной НТП и интересов регионов.

Практика показала несостоятельность этого подхода, и уже в Стратегии НТР особое внимание обращается на необходимость «консолидации усилий федеральных органов государственной власти, органов государственной власти субъектов Российской Федерации, научно-образовательного и предпринимательского сообществ, институтов гражданского общества по созданию благоприятных условий для применения достижений науки и технологий в интересах социально-экономического развития России».

На повышение роли субъектов Российской Федерации в научно-технологическом развитии страны направлены и **поручения Президента Российской Федерации от 10 февраля 2022 года № Пр-290:**

– совершенствование системы официального статистического учета показателей деятельности организаций, выполняющих научные исследования и разработки, предусмотрев учет информации о расходах на исследования и разработки, финансируемые за счет средств бюджетов субъектов Российской Федерации, государственных корпораций и иных организаций с государственным участием, федеральных и региональных инновационных институтов развития и других источников, а также проведение сравнительных сопоставлений таких показателей с соответствующими международными показателями (№ Пр-290, п. 1б-1);

– обеспечение сбалансированного пространственного развития и сокращения уровня межрегиональной дифференциации в научно-технологическом развитии путем оказания поддержки в рамках национального проекта «Наука и университеты» осуществлению программ развития научных организаций, предусматривающих реализацию приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации (№ Пр-290, п. 1д);

– включение фондов поддержки научной, научно-технической, инновационной деятельности, созданных субъектами Российской Федерации, федеральной территорией «Сириус», в перечень российских организаций, получаемые налогоплательщиками гранты (безвозмездная помощь) которых, предоставленные для поддержки науки, образования, культуры и искусства в Российской Федерации, не подлежат налогообложению (№ Пр-290, п. 1и);

– совершенствование нормативно-правовой базы в целях предоставления возможности субъектам Российской Федерации, получающим дотации из федерального бюджета, устанавливать и исполнять расходные обязательства, связанные с финансовым обеспечением мероприятий по проведению научных исследований в федеральных государственных научных организациях и федеральных государственных образовательных организациях высшего образования, по реализации программ или планов развития указанных организаций, развитию их инфраструктуры, а также в целях закрепления за Минфином Рос-

сии полномочий по определению порядка обоснования данных расходных обязательств (№ Пр-290, п. 1к);

– разработка правовых режимов, направленных на стимулирование быстрого внедрения результатов научных исследований и разработок в целях развития экономики и социальной сферы субъектов Российской Федерации (№ Пр-290, п. 10б-3);

– формирование национального рейтинга научно-технологического развития субъектов Российской Федерации с последующим рассмотрением на Комиссии по НТР Российской Федерации совместно с комиссией Государственного Совета Российской Федерации по направлению «Наука» государственных программ в области научно-технологического развития субъектов Российской Федерации, занимающих лидирующие позиции в данном рейтинге, в том числе в целях выработки рекомендаций по применению таких программ в других субъектах Российской Федерации (№ Пр-290, п. 10в);

– разработка и утверждение государственных программ субъектов Российской Федерации в области научно-технологического развития во взаимосвязи целевых показателей этих программ, отражающих развитие научно-технологического потенциала в субъекте Российской Федерации с аналогичными целевыми показателями государственной программы «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» (№ Пр-290, п. 11а).

Во исполнение подпункта «в» пункта 10 Поручения Президента Российской Федерации разработана методика формирования **Национального рейтинга научно-технологического развития субъектов Российской Федерации** (далее – Национальный рейтинг), которая утверждена на совместном заседании Комиссии по научно-технологическому развитию Российской Федерации и Комиссии Государственного совета Российской Федерации по направлению «Наука», проведенном 15 ноября 2022 года.

Основной целью Национального рейтинга является «совершенствование системы управления сферы исследований и разработок и повышение ее инвестиционной привлекательности на региональном уровне, что будет способствовать ускоренному и сбалансированному территориальному развитию страны, укреплению ее технологического суверенитета, совершенствованию федеральных и региональных мер поддержки сферы исследований и разработок, межрегиональной кооперации, тиражированию и внедрению в субъектах Российской Федерации лучших практик управления в данной сфере».

По итогам 2021 года лидерами Национального рейтинга стали Москва, Санкт-Петербург и Томская область. В топ-10 также вошли республики Башкортостан, Татарстан, Новосибирская, Свердловская, Ульяновская, Московская и Нижегородская области.

Регионы оценивались по 33 показателям, объединенным в три блока: «Органы власти», «Среда для ведения наукоемкого бизнеса», «Среда для работы исследователей».

Работа региональных властей по поддержке исследований и научных разработок характеризовалась такими показателями, как: «Обеспеченность объекта-

ми научно-исследовательской инфраструктуры в субъекте на 10 исследователей», «Наличие утвержденной региональной программы научно-технологического развития», «Наличие региональных налоговых мер поддержки организаций, занимающихся научно-исследовательскими и опытно-конструкторскими работами», «Общая сумма профинансированных региональным фондом поддержки научной и научно-технической деятельности проектов на 1 исследователя» и др.

Рейтинг определялся на основании суммирования мест субъекта по каждому из показателей, а также по уровню потенциала и результативности каждого из регионов – высокий, средний или низкий.

Национальный рейтинг будет составляться ежегодно и публиковаться до 1 октября. Рейтинг может стать эффективным инструментом для принятия решений федеральными и региональными органами власти, научными и образовательными организациями, а также организациями сектора реальной экономики по развитию отраслей и определению направлений научных исследований и разработок в целях ускорения достижения технологического суверенитета.

Несомненно, результаты рейтинга должны стимулировать, прежде всего, глав субъектов Российской Федерации на изменение подходов к формированию благоприятной научно-технологической среды в своем регионе.

На совместном заседании Комиссии по НТР Российской Федерации и Государственного совета Российской Федерации по направлению «Наука», на котором утверждена методика и результаты Национального рейтинга, также дано поручение Минобрнауки России по разработке государственных программ в области научно-технологического развития субъектов Российской Федерации, занявших лидирующие позиции в рейтинге по итогам 2021 года (до 10-го места включительно), и рекомендаций по применению таких программ в других субъектах Российской Федерации.

В целях предоставления возможности субъектам Российской Федерации, получающим дотации из федерального бюджета, устанавливать и исполнять расходные обязательства, связанные с финансированием научных исследований (Поручение Президента Российской Федерации, № Пр-290, п. 1к), внесены изменения в законодательство. В статью 12 Федерального закона от 23.08.1996 № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» введено положение<sup>79</sup>, согласно которому органы государственной власти субъектов Российской Федерации получили «право осуществлять финансовое обеспечение проведения научных исследований и (или) экспериментальных разработок в федеральных государственных научных организациях, федеральных государственных образовательных организациях высшего образования, реализации программ или планов развития федеральных государственных научных организаций, а также участвовать в формировании инфраструктуры указанных научных организаций».

---

<sup>79</sup> Федеральный закон от 28.06.2022 № 195-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О науке и государственной научно-технической политике».

В целях совершенствования системы официального статистического учета показателей деятельности организаций, выполняющих научные исследования и разработки, осуществив учет информации о расходах на исследования и разработки, финансируемые, в том числе за счет средств бюджетов субъектов Российской Федерации, постановлениями Правительства Российской Федерации от 27.05.2022 № 959 и № 960 совершенствуется система управления научными исследованиями, которые проводятся с помощью бюджетного финансирования, путем расширения функционала Единой государственной информационной системы учёта научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ.

Реализация задач в сфере научно-технологического развития Российской Федерации неразрывно связана с пространственно-территориальным развитием. Эта взаимосвязанность говорит о необходимости учета особенностей размещения и эффективного использования имеющегося научно-технического потенциала на конкретной территории, обеспечения рационального системного взаимодействия субъектов Российской Федерации и входящих в их состав муниципальных образований в проведении единой государственной научно-технической политики.

В соответствии со Стратегией НТР Российской Федерации одним из основных направлений реализации государственной политики в области научно-технологического развития Российской Федерации является создание условий для проведения исследований и разработок путем «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, услуг».

В Стратегии пространственного развития Российской Федерации на период до 2025 года в системе мер, направленных на «обеспечение сокращения уровня межрегиональной дифференциации в социально-экономическом развитии субъектов Российской Федерации и снижения внутрирегиональных социально-экономических различий», рассматривается «развитие в наукоградах научно-производственного комплекса и формирование благоприятной среды, в том числе для привлечения высококвалифицированных кадров».

В целях реализации задач и мер по пространственно-территориальному развитию во взаимосвязи с научно-технологическим развитием Комитет Государственной Думы по науке и высшему образованию провел 20 октября 2022 года в г. Дубна Московской области выездное заседание на тему «Потенциал наукоградов и территорий с высокой концентрацией интеллекта для форсированного научно-технологического развития России: законотворческий аспект».

Участники заседания отметили, что «состав территорий с высокой концентрацией научно-технологического, интеллектуального потенциала не исчерпывается только наукоградами, получившими официально признанный статус. Территории, имеющие фактически достигнутый достаточно высокий уровень научно-технологического потенциала (в том числе соотносимый по своим ха-

рактикам с конкретными показателями, применяемыми на сегодняшний день для решения вопросов приобретения статуса наукограда), также должны быть интегрированы в организационно-правовой и финансовый механизм обеспечения реализации научно-технологического развития Российской Федерации на основе формализованных объективно обусловленных признаков, подлежащих урегулированию в законодательстве».

По итогам проведения заседания Комитетом Государственной Думы по науке и высшему образованию утверждены рекомендации по развитию потенциала наукоградов и территорий с высокой концентрацией интеллекта, в том числе касающиеся необходимости проработки вопроса по «уточнению правового статуса наукоградов Российской Федерации как особых публично-правовых образований, имеющих общегосударственное стратегическое значение для достижения прорывного, форсированного научно-технологического развития Российской Федерации, и отражения соответствующих характеристик в федеральных законах «О наукоградах Российской Федерации», «О науке и государственной научно-технической политике».

Правительству Российской Федерации рекомендовано «рассмотреть вопрос о запуске федеральной программы поддержки наукоградов и территорий с высокой концентрацией научно-технологического потенциала в целях развития социальной городской инфраструктуры наукограда, показывающего наибольший рост научного и высокотехнологичного продукта, а также рабочих мест в секторе исследований и разработок».

Министерству науки и высшего образования Российской Федерации Комитет Государственной Думы по науке и высшему образованию рекомендовал среди прочего:

- проработать механизмы согласованного, скоординированного функционирования различных территорий (институтов), образующих национальную систему научно-технологического развития (национальную инновационную систему), в целях сфокусированного, наиболее эффективного и рационального решения приоритетных задач государственной научно-технической политики;
- проанализировать с участием экспертного сообщества вопросы развития (изменения, уточнения, расширения) критериев присвоения статуса наукограда и сохранения такого статуса в целях обеспечения полноты отражения стадий инновационного цикла и ориентации научно-производственного комплекса наукоградов на достижение (повышение уровня) социальной значимой результативности, в том числе с участием наукоёмких компаний малого и среднего бизнеса;
- рассмотреть вопросы совершенствования государственной финансовой поддержки развития наукоградов, предоставляемой из федерального бюджета, для реализации задач прорывного, опережающего научно-технологического развития и др.

В соответствии с решениями Комитета Государственной Думы по науке и высшему образованию от 24.11.2022 № 53(4) Заместитель Председателя Правительства Российской Федерации Д.Н. Чернышенко дал поручение (от 05.12.2022 № ДЧ-П8-20829) Минобрнауки России и другим заинтересован-

ным федеральным органам исполнительной власти, органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации по реализации рекомендаций, данных Комитетом Государственной Думы по науке и высшему образованию.

## **6.2. Совет по региональной политике РАН**

Российская академия наук уделяет особое внимание региональной научно-технической политике, направленной:

- на обеспечение, сохранение и развитие научно-технологического пространства Российской Федерации;
- на развитие научного, образовательного и промышленного потенциала российских регионов;
- на повышение престижа науки и распространение научных знаний.

15 марта 2022 года состоялось заседание президиума РАН, на котором рассматривалась региональная научно-техническая политика Академии наук. На заседании была отмечена «необходимость дальнейшего совершенствования региональной инфраструктуры РАН, включающей региональные отделения РАН, институт представительства РАН и региональных отделений РАН в субъектах Российской Федерации, институт региональных представителей РАН во взаимодействии с отделениями РАН по областям и направлениям науки».

В целях развития связанности научно-образовательного пространства Российской Федерации, координации научных исследований в регионах, развития интеграционных взаимодействий науки и образования, повышения престижа науки в российском обществе, популяризации достижений науки и техники РАН осуществляет взаимодействие с российскими регионами в рамках реализации соглашений о сотрудничестве:

- с субъектами Российской Федерации;
- с академиями наук субъектов Российской Федерации;
- с госкорпорациями и крупными компаниями с региональной составляющей, организациями реального сектора экономики.

Российская академия наук и ее региональные отделения уделяют внимание региональной компоненте и в рамках осуществления научно-методического руководства научными и образовательными организациями высшего образования, выполняющими исследования за счет бюджетных средств, независимо от ведомственной принадлежности и территориального расположения этих организаций. Важным механизмом развития связанности научно-образовательного пространства России являются организуемые Российской академией наук в регионах крупные научные мероприятия, выставки, циклы лекций по распространению и популяризации научных знаний, развитие сети базовых школ РАН в субъектах Российской Федерации.

Важным инструментом реализации региональной политики Российской академии наук является Совет по региональной политике РАН (далее – Совет) – научно-консультативный орган Академии наук, созданный постановлением президиума РАН от 09.02.2022 № 28.

В соответствии с Положением о Совете, он создан в целях реализации Стратегии НТР Российской Федерации на федеральном и региональном уровнях, формирования региональной политики РАН, развития региональной инфраструктуры РАН, распространения в регионах научных знаний и повышения престижа науки. Создание Совета (точнее, возрождение Совета) было продиктовано желанием и самих регионов, которым для выстраивания эффективной научной и научно-образовательной региональной политики необходимы «академическое присутствие» РАН и имеющиеся у Академии наук соответствующие компетенции.

В состав Совета, возглавляемого президентом РАН, вошли руководители профильных комитетов Совета Федерации (Л.С. Гумерова) и Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации (С.В. Кабышев), представители федеральных и региональных органов государственной власти, президенты национальных академий наук, руководители региональных отделений и представительств РАН, представители научных и образовательных организаций и бизнеса из различных регионов России.

В 2022 году Совет провел три расширенных выездных заседания в разных федеральных округах Российской Федерации.

Первое расширенное заседание Совета, посвященное вопросам развития региональной инфраструктуры РАН, деятельности научных советов, интеграционных взаимодействий научного сообщества и высшей школы, состоялось 14 февраля 2022 года в г. Санкт-Петербурге. В заседании принимали участие представители органов государственной власти Российской Федерации, региональных органов власти, академической и научной общественности г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области. На заседании обсуждались также вопросы разработки индекса научной активности регионов России и подготовки проекта концепции региональной научно-технической политики РАН.

На первом заседании рассмотрен также вопрос о создании Санкт-Петербургского научного центра РАН, который был вынесен в дальнейшем на Общее собрание членов РАН. Решением Общего собрания членов РАН от 22 сентября 2022 года создано федеральное государственное бюджетное учреждение «Санкт-Петербургское отделение Российской академии наук», являющееся региональным отделением РАН.

28 апреля 2022 года в г. Уфе состоялось второе расширенное заседание Совета с участием руководства Республики Башкортостан, представителей профильных комитетов Федерального собрания Российской Федерации, руководителей научных организаций и исследовательских центров, ректоров вузов.

В рамках заседания было подписано соглашение о сотрудничестве между РАН и Республикой Башкортостан. В соответствии с соглашением Академия примет участие в прогнозировании направлений научно-технического и социально-экономического развития республики, будет содействовать в подготовке соответствующих предложений. Одним из пунктов соглашения стала договоренность о совместном участии в проведении празднования 300-летия Российской академии наук.



9 сентября 2022 года в Северо-Кавказском федеральном университете (г. Ставрополь) прошло третье расширенное заседание Совета с участием представителей органов государственной власти Российской Федерации, региональных органов власти, научной общественности Юга России. Заседание было посвящено теме: «Роль РАН в научно-технологическом и социально-экономическом развитии регионов Юга России».

Проведение таких выездных заседаний Совета позволяет наметить дальнейшие шаги по укреплению взаимодействия между научным сообществом и региональными властями.

### **6.3. Региональные отделения Российской академии наук**

Основными проводниками региональной политики Российской академии наук являются региональные отделения РАН:

- Сибирское отделение РАН;
- Уральское отделение РАН;
- Дальневосточное отделение РАН;
- Санкт-Петербургское отделение РАН.

Как было отмечено выше, решением Общего собрания членов РАН от 22 сентября 2022 года создано еще одно региональное отделение РАН – Санкт-Петербургское отделение Российской академии наук.

На очередном заседании Президиума РАН 17 января 2023 года руководители региональных отделений Академии наук представили отчеты о выполнении отделениями государственных заданий в 2022 году. Полные версии ежегодных отчетов публикуются на сайте РАН.

Отделения в рамках бюджетного финансирования осуществляют работу по четырем направлениям: научно-методическое обеспечение; экспертное обеспечение научной и научно-технической деятельности; популяризацию научных знаний, достижений науки и техники; международную научную и научно-техническую деятельность.

#### **Сибирское отделение РАН (СО РАН)**

Крупнейшим интегратором и экспертом научно-исследовательских, научно-образовательных, опытно-конструкторских и производственных организаций востока России является Сибирское отделение РАН, которому в 2022 году исполнилось 65 лет. «Зона влияния» СО РАН распространяется на территорию примерно в 13 миллионов квадратных километров, при этом характерной особенностью отделения является мультидисциплинарность – в отделении представлены все направления исследований.

В СО РАН работают 224 члена РАН, более 8,5 тыс. докторов и кандидатов наук.

Под научно-методическим руководством отделения в 2022 году находились 12 федеральных исследовательских центров, 72 научные организации, 44 образовательные организации высшего образования, подведомственные Минобрнауки России.

В прошедшем году отделение провело 27 экспертиз результатов научной деятельности организаций, из них 18 – по сибирским университетам, участвующим в программе «Приоритет-2030».

Выполнена оценка 1 440 проектов тематики научных исследований и проектов планов научных работ, подготовлено 1 056 экспертных заключений на научные и научно-технические результаты в рамках отчетов научных организаций и образовательных организаций высшего образования.

В органы власти направлено несколько заключений на стратегии социально-экономического развития отдельных территорий Сибирского федерального округа (СФО). Проведены три экспертизы нормативно-правовых актов, в том числе по запросу Минприроды России, Минпромторга России. Для проведения стратегической сессии по вопросам социально-экономического развития СФО подготовлены аналитические материалы «Описание и обоснование технологий низкоуглеродной и безуглеродной энергетики».

СО РАН в сотрудничестве с Минобрнауки России и руководством субъектов Российской Федерации проводило работу по реализации проектов развития научной, научно-образовательной инфраструктуры в рамках выполнения Плана комплексного развития СО РАН и проекта «Академгородок 2.0».

В частности, в рамках реализации Плана комплексного развития СО РАН в 2022 году:

- создано 38 молодежных лабораторий в рамках национального проекта «Наука и университеты» в 20 научно-исследовательских институтах (НИИ) и вузах СО РАН;

- обновлена приборная база в рамках национального проекта «Наука и университеты» – 1 506 млн руб. в 25 НИИ СО РАН;

- продолжена работа по созданию Центра коллективного пользования «Сибирский кольцевой источник фотонов» (ЦКП «СКИФ») Института катализа СО РАН (г. Кольцово) – проект класса «мегасайенс» с синхротроном поколения «4+»;

- продолжена работа по реализации проекта «Национальный гелиогеофизический комплекс РАН»;

- стартовала Большая научная экспедиция по исследованию биоразнообразия Арктического побережья.

В целях популяризации науки, научных знаний, достижений науки и техники Сибирским отделением РАН организовано и проведено 19 российских форумов, конференций, научных сессий, круглых столов. В рамках международного научного и научно-технического сотрудничества проведено 11 международных мероприятий. Среди организованных СО РАН мероприятий можно выделить IX Международный форум «Технопром-2022» в Новосибирске, имеющий федеральный статус, и II Международную конференцию «Евразийские

трансграничные экономические и научно-технические взаимодействия», в которой приняли участие руководители академий наук десяти стран Евразии.

Проведенная работа СО РАН была направлена на консолидацию научного потенциала Сибирского макрорегиона для решения вопросов импортонезависимости, формирование единого научно-образовательного пространства Сибирского макрорегиона.

### **Уральское отделение РАН (УрО РАН)**

Уральское отделение РАН – многоотраслевой научно-исследовательский комплекс, включающий 38 институтов, крупнейшую на Урале научную библиотеку, конструкторско-технологические и инженерные центры, сеть стационаров. В академических научных центрах трудятся свыше 3300 научных работников, из них 673 доктора и более 1800 кандидатов наук. Работает докторантура, в аспирантуре идет подготовка по 83 специальностям.

Исследованиями по важнейшим научным направлениям руководят 41 академик РАН и 74 члена-корреспондента РАН.

Наиболее важными из подготовленных отделением аналитических материалов для различных ведомств и организаций являются:

- оценка состояния и перспектив развития материально-сырьевой базы страны;
- анализ социально-экономического развития Уральского федерального округа для Экспертного совета при Правительстве Российской Федерации;
- предложения к проекту Плана первоочередных мероприятий по реализации Концепции сотрудничества государств–участников СНГ в области использования возобновляемых источников энергии, утвержденной Решением глав правительств СНГ от 20 ноября 2013 года;
- материалы по проблемам национальной безопасности Российской Федерации в 2022 году.

Кроме того, специалистами УрО РАН были подготовлены:

- три заключения по оценке результативности программ развития научных организаций;
- два заключения на проекты нормативных и правовых актов в сфере научной и научно-технической деятельности;
- заключения по 566 проектам тематики научных исследований и проектам планов научных работ;
- 494 заключения по результатам экспертизы научных и научно-технических результатов в рамках отчетов научных организаций и образовательных организаций высшего образования.

Институты РАН, находящиеся под научно-методическим руководством УрО РАН, принимают участие:

- в работе Уральского межрегионального научно-образовательного центра (УМНОЦ) «Передовые промышленные технологии и материалы»;
- в крупных проектах нового района «Академический» г. Екатеринбурга;

- в создании медицинского инновационного кластера;
- в разработке компактного источника нейтронов на основе протонного ускорителя.

Из числа 15 мероприятий, проведенных отделением или при его участии, можно выделить прошедшую в Екатеринбурге международную промышленную выставку «Иннопром-2022». На ней было подписано соглашение о создании Свердловского научно-промышленного кластера двойного назначения по транспортному машиностроению, участником которого стало УрО РАН. Работа кластера будет направлена на обеспечение кооперации организаций оборонно-промышленного комплекса (ОПК) с инновационным бизнесом, научно-исследовательскими и образовательными организациями, на вовлечение предприятий ОПК в гражданское машиностроение.

Необходимо отметить еще одно мероприятие, которое состоялось 14 декабря 2022 года в УрО РАН – коллегиальное совещание кластеров двойного назначения Свердловской и Томской областей по теме «Научно-промышленная кооперация в Урало-Сибирском регионе во имя Победы». В совещании приняли участие представители органов государственной власти, ученые, эксперты ОПК, руководители кластеров «Металлургия и металлообработка» и «Транспортное машиностроение» Свердловской области и «Комплексные автоматизированные системы» Томской областей. По итогам проведения совещания выработаны предложения по решению задач, связанных с выпуском критических комплектующих, производство которых на территории России ограничено или отсутствует, а также единые подходы по достижению целей, намеченных коллегией военно-промышленного комплекса Российской Федерации по диверсификации ОПК в целях импортозамещения и реализации национальных проектов.

### **Дальневосточное отделение РАН (ДВО РАН)**

ДВО РАН осуществляет научно-методическое руководство 31 научным учреждением (распологающимся в семи субъектах Дальнего Востока), три из которых имеют статус федеральных научных центров, а один – национального. В учреждениях работают 6,5 тыс. человек, в том числе 361 доктор наук и 1 354 кандидата наук, трудится немало молодежи: доля научных сотрудников до 39 лет в общей численности более 35%.

В 2022 году в ДВО РАН работали 24 академика РАН и 48 членов-корреспондентов РАН.

Отделение традиционно готовит аналитические материалы для органов власти и различных ведомств. В 2022 году подготовлены:

- аналитический доклад для Заместителя Председателя Правительства Российской Федерации, полномочного представителя Президента Российской Федерации в Дальневосточном федеральном округе Ю.П. Трутнева «ДВО РАН: потенциал, задачи и направления деятельности; результаты готовые к внедрению; цели, возможности и потребности»;

– аналитические материалы для Правительства Приморского края по проектам «Об экологической ситуации в субъектах Российской Федерации» и «Меры, принимаемые в Приморском крае по улучшению экологической ситуации»;

– предложения ДВО РАН Федеральному агентству по недропользованию Российской Федерации, направленные на развитие минерально-сырьевой базы региона;

– аналитические материалы в РАН «О состоянии национальной безопасности Российской Федерации в 2022 году и мерах по ее укреплению»;

– предложения в план работы Правительственной комиссии по вопросам биологической и химической безопасности Российской Федерации на 2023 год.

В рамках экспертной деятельности отделение подготовило:

– 296 заключений по оценке проектов тематики научных исследований и проектам планов научных работ организаций 12 различных ведомств;

– 212 заключений по результатам экспертизы научных и научно-технических результатов в рамках отчетов научных организаций и образовательных организаций высшего образования 9 различных ведомств;

– заключение на Соглашение о сотрудничестве академических институтов, находящихся под научно-методическим руководством ДВО РАН, с Союзом «Приморская Торгово-промышленная палата»;

– заключения по результатам экспертизы программ развития научных организаций.

Организовано 15 научно-популярных лекций и 11 конференций, научно-практических семинаров, круглых столов, направленных на популяризацию и пропаганду науки, проведено 6 мероприятий международного уровня – конгрессов, симпозиумов, семинаров.

Сибирское, Уральское и Дальневосточное отделения РАН активно участвуют в работе по разработке проекта программы «Фундаментальные и прикладные исследования, направленные на развитие регионов Арктической зоны Российской Федерации», цели и задачи которой основываются на государственной политике Российской Федерации в Арктике на период до 2035 года. В рамках работы над проектом программы предложено создать консорциум федеральных исследовательских центров и других заинтересованных научных и образовательных учреждений, проводящих исследования по проблемам Арктики.

Исходя из вышеизложенного, можно отметить, что в 2022 году региональные отделения РАН провели большую работу по научно-технологическому и социально-экономическому развитию своих регионов, укреплению взаимодействия научного сообщества с местными властями и предприятиями реального сектора экономики.

## **7. НАУЧНАЯ ДИПЛОМАТИЯ**

### **7.1. Основные направления международного научно-технического сотрудничества**

Реализация задач международного сотрудничества Российской академии наук базируется на осуществлении и совершенствовании деятельности в сфере научной дипломатии и обеспечении участия РАН в формировании российского вклада в глобальную научную и научно-технологическую повестку.

Стратегия деятельности РАН в сфере международного сотрудничества призвана сохранить академические традиции работы с зарубежными странами, обеспечить участие РАН в международном научном и научно-техническом сотрудничестве Российской Федерации, повысить статус РАН на внутривосточной и международной арене, способствовать развитию российской науки.

Почти 300-летняя история Академии имеет богатую практику привлечения иностранных ученых к ее деятельности. Расширение и повышение эффективности международного научного и научно-технического сотрудничества невозможно без активного участия иностранных членов РАН, которые входят в состав Академии (общее число – 457), а также ученых, наших соотечественников, работающих за рубежом.

Общее собрание членов РАН 1 июня 2022 года избрало иностранными членами РАН 48 выдающихся зарубежных ученых из 24 стран, включая КНР, Индию, США, ФРГ, Великобританию, Швейцарию, Канаду, Белоруссию, Узбекистан, Армению, Таджикистан и др.

В 2022 году в рамках осуществления международного сотрудничества в сфере научной и научно-технической деятельности совместно с научными организациями иностранных государств состоялось много значимых мероприятий, в которых приняли активное участие делегации Российской академии наук (приложение 7).

При активном участии РАН в 2022 году проведено 35-е заседание Совета Международной ассоциации академий наук (МААН) под председательством Национальной академии наук Республики Беларусь. Программа мероприятий МААН, которая является эффективной площадкой международного научного взаимодействия в Евразийском регионе на протяжении 30 лет с момента своего основания, открылась заседанием созданного в 2019 году Совета молодых ученых МААН.

В рамках 35-го заседания Совета МААН руководители академий наук стран-участниц рассмотрели основные результаты деятельности за прошедший пятилетний период, а также обсудили вопросы дальнейшего взаимовыгодного сотрудничества по ключевым направлениям развития современной науки.

По инициативе МААН в России были созданы Международный инновационный центр нанотехнологий стран СНГ в Объединенном институте ядерных исследований (ОИЯИ) и Международный научный центр на базе Физико-технического института имени А.Ф. Иоффе. В настоящее время российские ученые продолжают участвовать в проектах класса «мегасайенс» Европейской организации по ядерным исследованиям (ЦЕРН) и Организации по изучению высокоэнергетических ускорителей (КЕК).

На пространстве СНГ реализуется Межгосударственная программа инновационного сотрудничества государств – участников СНГ на период до 2030 года. Программа является одним из механизмов развития общего научно-технологического пространства стран СНГ.

Форум молодых учёных государств – участников СНГ «Наука без границ», приуроченный к 300-летию Российской академии наук и 30-летию образования Содружества Независимых Государств, объединил более 400 представителей научного сообщества из 12 стран. Были представлены научные доклады в рамках тематических секций: «Искусственный интеллект», «Технологии будущего», «Новые материалы», «Комфортная среда», «Здоровое поколение», «Продовольственная безопасность», «Сохраняя наследие», «Креативная личность».

На 10-м заседании Совета по сотрудничеству в области фундаментальной науки государств – участников СНГ состоялось обсуждение Плана основных мероприятий по развитию сотрудничества в области фундаментальной науки государств – участников СНГ на 2023–2024 годы; создания сети образовательных центров в научных учреждениях государств – участников СНГ для организации стажировок аспирантов и молодых ученых; проекта Стратегии развития науки в Содружестве Независимых Государств.

На 23-м заседании Межправительственной комиссии по сотрудничеству между Российской Федерацией и Республикой Казахстан участники заседания рассмотрели вопросы научного и торгово-экономического сотрудничества, представляющие обоюдный интерес для России и Казахстана. Стороны отметили успешное взаимодействие в таких направлениях, как промышленность, АПК, транспорт, ТЭК, водородная энергетика, экология, цифровая экономика и международные связи.

Пространство СНГ в силу исторических и геостратегических аспектов остается приоритетом для российской научной дипломатии. Важным событием стало подписание Соглашение о научном и научно-техническом сотрудничестве между Российской академией наук и Академией наук Туркменистана. В ближайшее время РАН и Академия наук Туркменистана планируют подписать План мероприятий («дорожная карта») по вопросам российско-туркменского сотрудничества в сфере водопользования и экологии.

## **7.2. Направления формирования единого научно-технологического пространства ЕАЭС и Союзного государства России и Беларуси**

В 2022 году в рамках плана мероприятий по реализации Стратегических направлений развития евразийской экономической интеграции до 2025 года разрабатывается Межгосударственная программа научно-технического развития Евразийского экономического союза (ЕАЭС) на долгосрочный период.

Целью программы является содействие трансформации ЕАЭС в прогрессивное научно-техническое и инновационное пространство за счет объединения совместных усилий государств-членов по развитию научно-исследовательской деятельности и повышения наукоемкости национальных экономик.

Выполнение программы будет содействовать формированию эффективной системы сотрудничества в сфере науки и технологий, проведению совместных научно-исследовательских работ, обеспечению свободного и широкого обмена научно-технической информацией, углублению взаимодействия между научными организациями государств-членов, практическому внедрению результатов научно-технической деятельности, сбалансированному пространственному развитию.

В программе представлены национальные и интеграционные приоритеты научно-технического развития. Программа реализуется в соответствии с национальными приоритетами государств – членов ЕАЭС и приоритетными направлениями научно-технического развития.

К приоритетным направлениям научно-технического развития в рамках ЕАЭС (наднациональный уровень) относятся: информационно-коммуникационные технологии; биотехнологии, фармакология и медицина; перспективные технологии машиностроения и применение цифровых платформенных решений для организации производства; производство новых материалов и топлива; новые технологии в сельском хозяйстве; технологии добывающих отраслей (включая энергетические полезные ископаемые и металлы).

На сегодняшний день Евразийская экономическая комиссия координирует действия при осуществлении государствами-членами совместной научно-исследовательской деятельности в сфере агропромышленного комплекса.

Необходимо расширить практику формирования перечня совместных НИОКР и реестров национальных исследований, применяемую, например, в сфере АПК. В настоящее время формируются перечни совместных НИОКР по актуальным направлениям развития аграрной науки на пятилетние периоды. При их формировании учитываются национальные приоритеты развития сельскохозяйственной отрасли, межгосударственной научно-технической и инновационной политики в сфере АПК государств-членов, а также цели и задачи Союза по развитию отрасли. Это позволяет осуществлять взаимное информирование государств-членов в целях повышения эффективности их



взаимодействия по ключевым вопросам развития аграрной науки и результативности использования научно-исследовательского потенциала.

Научный совет РАН по комплексным проблемам евразийской экономической интеграции, модернизации, конкурентоспособности и устойчивому развитию под руководством академика РАН С.Ю. Глазьева проводит работу по организации научно-технического сотрудничества с заинтересованными организациями стран Евразийского союза. В рамках деятельности Совета в 2022 году организованы и проведены:

– Научно-практическая конференция по вопросам устойчивого развития в системе Природа – Общество – Человек;

– VII Научно-практическая конференция аналитиков России на базе Института научной информации общественных наук (ИНИОН) РАН. Форум проводился при поддержке аппарата Совета Безопасности Российской Федерации, Министерства иностранных дел Российской Федерации, Комитета по международным делам Совета Федерации Российской Федерации, Комитета Государственной Думы по региональной политике и местному самоуправлению.

Направление научно-технологического сотрудничества является одним из ключевых в процессе интеграции России и Беларуси.

В 2022 году Правительство Российской Федерации одобрило проект бело-русско-российского межправительственного соглашения о научно-техническом и инновационном сотрудничестве. Проектом соглашения предусмотрены совместные бело-русско-российские работы по созданию уникальных технологий, новых материалов и способов обработки материалов. Стороны намерены проводить совместные фундаментальные и прикладные исследования, а также генетические исследования и междисциплинарные исследования в области природоподобных нано-, био-, информационных, когнитивных и социогуманитарных технологий.

Беларусь и Россия планируют создать инфраструктуру и разработать оборудование для исследований в области плазменных и плазменно-расплавных технологий. Кроме того, намечены разработка и освоение новой техники и технологий, в том числе в области мирного атома, включая технологии ядерной медицины.

В 2022 году началась подготовка к реализации трех новых союзных научно-технологических программ:

– «Комплекс-СГ» – разработка базовых элементов орбитальных и наземных средств в интересах создания многоспутниковых группировок малоразмерных космических аппаратов наблюдения земной поверхности и околоземного космического пространства;

– «Интелавто» – разработка интеллектуальных, высокотехнологичных цифровых и электронных компонентов и систем для автотранспортных средств специального и двойного назначения;

– «Компонент-Ф» – разработка перспективных технологичных базовых процессов получения функциональных материалов, структур, компонентов и модулей для высокоэффективных изделий фотоники.

РАН совместно с Национальной академией наук Республики Беларусь (НАН РБ) продолжают работу в рамках Программы совместных фундаментальных исследований на 2022–2023 годы. Предусмотрено выполнение совместных научно-исследовательских работ в области материаловедения, искусственного интеллекта, цифровизации научных исследований, мониторинга Земли и околоземного пространства, энергетики, промышленных технологий, экологической безопасности, безопасности информационного общества.

В 2022 году руководство РАН приняло участие в совместном заседании коллегий Минобрнауки России, Минпросвещения России, Министерства образования Республики Беларусь и Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь. На заседании обсуждались вопросы формирования единого научно-технологического и образовательного пространства Союзного государства и совместный план реализации молодежной политики. Участники заседания отметили интенсивность совместной работы России и Беларуси в научном и образовательном направлении, выразив уверенность в том, что тесное взаимодействие по всем вопросам научно-технологической повестки является залогом развития как фундаментальных, так и прикладных исследований в рамках Союзного государства, а высокий уровень сотрудничества – основа безопасности и долгосрочной стабильности взаимоотношений.

Летом 2022 года в Гродно состоялся IX форум регионов Беларуси и России. Форум посвящен обсуждению роли межрегионального сотрудничества в углублении интеграционных процессов Союзного государства. В условиях ограничения распространения и свободного доступа к научным знаниям, неравномерного санкционного давления совместная работа по расширению научно-технологического сотрудничества России и Беларуси приобретает особую актуальность. По итогам работы Форума приняты рекомендации, нацеленные на дальнейшее развитие единого научно-технологического пространства России и Беларуси как фактора обеспечения глобальной конкурентоспособности и безопасности Союзного государства.

Для дальнейшей эффективной совместной работы по созданию единого научно-технологического, инновационного и образовательного пространства сторонам необходимо совместно проводить учет и систематизацию работ высокотехнологичного направления, а также обновить ряд межправительственных соглашений в сфере науки и технологий.

## 8. НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА ГЛАЗАМИ РОССИЙСКИХ УЧЕНЫХ (РЕЗУЛЬТАТЫ СОЦИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ)

По инициативе президиума РАН и при поддержке ГК «Росатом» Институт психологии РАН и ООО «Социологическая служба “Решающий голос”» провели опрос российских ученых, направленный на выявление ожиданий научного сообщества относительно необходимых политических и организационных преобразований в системе управления наукой, включая академический сектор, содержательного целеполагания, а также роли государственных корпораций в научно-технологическом развитии России в условиях санкционного давления. Онлайн-опрос проводился в период с 21 сентября по 4 октября 2022 года. Его выборку составили российские исследователи – авторы статей в научных изданиях, индексируемых в Web of Science, опубликованных в 2017–2021 гг. (N = 4 275 человек, 68% мужчины, 32% женщины).

Для большинства респондентов, работающих в России, характерна пессимистическая *оценка будущего науки*: только 10% респондентов считают настоящее российской науки светлым или очень светлым, будущее через 1 год позитивно оценивают лишь 15%, будущему через 5 лет такую оценку дают 26%, а будущее российской науки через 10 лет как светлое или очень светлое оценивают 33%. Негативная оценка будущего российской науки наиболее характерна для молодых ученых: среди респондентов в возрасте до 29 лет будущее через 1 год как мрачное или очень мрачное оценивают 64%, а среди ученых 30–39 лет – 56%.

Оценка респондентами собственных перспектив в российской науке свидетельствует о существенной поляризации научного сообщества: 53% исследователей считают реализацию своих исследовательских замыслов в ближайшие 5 лет возможной в той или иной степени, тогда как 47% оценивают ее как маловероятную или невозможную. Особое значение в данном контексте имеют представления молодых ученых: приходится констатировать, что среди молодых исследователей до 29 лет 55% считают реализацию своих профессиональных планов маловероятной или невозможной, а среди исследователей 30–39 лет так думают 49%. Наиболее характерны такие пессимистические оценки для молодых ученых в области естественных наук (53%) и инженерно-технических наук (49%), а наименее распространены они среди молодежи в гуманитарных науках (34%).

Анализ *представлений российских ученых о своей профессии* показывает, что большинство из них оценивают ее как трудную (83%) и низкооплачиваемую (70%). При сопоставлении ответов респондентов с данными общероссийского опроса, проведенного в августе 2022 года Институтом психологии РАН и

ИГ «ЦИРКОН» в рамках мониторинга отношения россиян к науке и ученым<sup>80</sup>, бросается в глаза расхождение в оценках: если значительной части россиян профессия ученого представляется уважаемой и престижной (соответственно, 62% и 59%), то среди самих ученых уважаемой ее считают только 40%, а 52% оценивают ее как непрестижную. По-видимому, представления ученых об отношении к своей профессии в обществе отстают от изменений, происходящих в массовом сознании.

Участникам исследования было предложено оценить *желаемые изменения в области формирования научной политики и целеполагания, финансирования научных исследований, организации и оценки результативности научной деятельности*. Результаты опроса показывают, что респонденты не склонны воспринимать ответственные государственные структуры в качестве разработчиков государственной научно-технической политики. По мнению большинства участников опроса (70,1%), эту роль должны играть ученые. Однако, когда речь заходит об определении направлений исследований, то полученные ответы свидетельствуют о необходимости близкого к паритетному участию научного сообщества и государства. В будущей конфигурации научно-технологического комплекса России почти две трети респондентов (63,2%) видят РАН в качестве научного руководителя исследовательских организаций и вузов. В вопросе об источнике финансирования исследований большинство респондентов (60,9%) считают необходимым сохранить доминирование бюджетных ассигнований; каких-либо серьезных предпосылок для радикального изменения соотношения источников средств не предвидится. С точки зрения приоритетности финансирования фундаментальной или прикладной науки 52,5% опрошенных высказались за равную значимость обоих видов исследований. Идею множественности источников финансирования научных исследований поддержали 72,2% респондентов. При этом учет категоричности исследовательских организаций при определении их финансирования большинством ученых рассматривается как контрпродуктивная практика, которую поддерживают только 18,6%. За паритетность развития науки в вузах и научных организациях высказалось 43,3%. Вместе с тем, не отрицая значимости вузовской науки, участники опроса все же считают, что центр тяжести должен быть смещен в сторону научных организаций (44,1%). Обращает на себя внимание тот факт, что число сторонников развития российской научной периодики (57,1%) существенно превышает число предпочитающих продолжать поддержку публикационной активности российских исследователей в иностранных высокорейтинговых журналах (21,3%).

В анкету был включен вопрос о *приоритетных направлениях деятельности РАН*. Из анализа ответов на него видно, что две трети участников опроса

---

<sup>80</sup> Отношение к науке и ученым в российском обществе: аналитический отчет по результатам массовых опросов россиян. ИП РАН – ЦИРКОН, август 2022.  
URL: <http://www.zircon.ru/upload/iblock/955/otnoshenie-k-nauke-i-uchenym-v-rossiyskom-obshchestve-kratkiy-analiticheskiy-otchet.pdf>

рассматривают РАН как научную организацию, выполняющую фундаментальные исследования (67,5%) (таблица 3 приложения 8). Есть сторонники выполнения прикладных НИР и НИР для ОПК (36,1% и 32,5% соответственно). Сильны ожидания от РАН в области организации науки (альтернативу «разрабатывать предложения по организации новых крупных научных программ и проектов» поддержали 40,6% опрошенных). Таким образом, респонденты полагают, что РАН должна вести активную научную и организаторскую деятельность. Отдельно следует подчеркнуть, что сценарий «РАН – клуб ученых» отвергается (поддержали такую позицию только 4,9% респондентов).

Новые условия, в которых живет страна, не повлияли кардинально на ожидания относительно функционала РАН. Ученые не считают, что Академия наук должна сместить фокус своей активности в сторону исследований в интересах ОПК или прикладных исследований.

Проведение научной экспертизы официально остается флагманской деятельностью РАН, однако, по мнению респондентов, в краткосрочной перспективе это направление рассматривается как второстепенное (35,8%) по сравнению с научным функционалом (67,5%). Неприоритетной считают респонденты деятельность РАН в области прогнозирования (26%), популяризации науки (25,2%) и научной дипломатии (18,3%).

Ученые придают большое значение участию научного сообщества в формировании научно-технической политики. По результатам опроса удалось сформировать пять наиболее эффективных, по мнению респондентов, мер в этой области. Наиболее популярной оказалась такая мера, как обязательное присутствие представителей науки в органах власти («за» 40,2%). Вторая по популярности мера – формирование и отстаивание научным сообществом консолидированной экспертной позиции по наиболее важным для общества вопросам через СМИ и социальные медиа («за» 38,6%) – предполагает активное присутствие в информационном пространстве, в том числе в целях получения повышенного общественного внимания. Следующая мера – создание экспертных и научных сообществ, включающих ученых, работающих в научных подразделениях крупных российских государственных и частных корпораций («за» 34,7%), – направлена на преодоление разобщенности исследователей и усиление экспертной функции в науке. За идею восстановления и развития межгосударственных научно-технических связей с учетом новых условий высказались 31,5% респондентов. Наконец, повышение информированности населения о научных достижениях, по мнению 30,9% респондентов, должно способствовать усилению влияния ученых на научно-техническую политику и принятию стратегических решений.

В рамках исследования российским ученым предлагалось ответить на вопросы о *пути формирования и поддержания единой исследовательской среды*. Согласно данным таблицы 4 приложения 8, наиболее востребованными являются три сервиса: 1) обеспечение доступа к зарубежной научно-технической информации, полнотекстовым базам журналов (заинтересованность в нем высказали 75% респондентов); 2) единая электронная система «одного окна»,

которая освобождала бы ученых от бюрократической нагрузки, дублирования отчетности (58,5%); 3) помощь в закупке за рубежом научного оборудования, расходных материалов, реагентов, программного обеспечения (47,8%).

По мнению респондентов, наиболее востребованной мерой **для развития науки в регионах Российской Федерации** могло бы стать предоставление целевых субсидий из федерального бюджета на создание новых научных организаций (39,5%) (таблица 5 приложения 8). Популярная мера – дополнительная поддержка наукоградов и закрытых административно-территориальных образований, придание особого статуса наукоемким регионам (31,9%). К мерам нефинансового характера относится разработка стратегии научно-технологического развития регионов (37,3%) и снятие нормативных ограничений на поддержку развития и обновления приборного парка научных организаций 2-й категории результативности (36%). Заметен запрос на удержание в регионе молодых ученых, а также на консолидацию усилий исследователей вокруг решения задач, связанных с развитием региона. Наибольшие ожидания респондентов связаны с решением региональными властями жилищного вопроса ученых (50,2%). Значительная часть респондентов считает, что региональные власти должны выступать квалифицированными заказчиками НИОКР (43%) и развивать научно-образовательные центры мирового уровня (38,6%).

Результаты исследования указывают на необходимость баланса в использовании наукометрических критериев и экспертных суждений при **оценке научной деятельности**. За доминирование количественных наукометрических оценок высказались 33,2% респондентов, за приоритет экспертных мнений – 38,4%, за их комбинацию – 28,3%. При этом 80,4% опрошенных считают, что научная экспертиза должна находиться исключительно в компетенции самих ученых. Сценарий, когда экспертизы будут проводить специально подготовленные государственные служащие, получил минимальную поддержку респондентов (7,9%); смешанные стратегии также не пользуются популярностью (11,7%). Отвечая на открытый вопрос о том, какие критерии, помимо экспертизы и наукометрических показателей, могут быть использованы для оценки научной деятельности, участники опроса чаще всего указывают на *значимость прикладных результатов и вклада исследований в экономическое развитие страны, необходимость оценки долгосрочных эффектов* планируемого или уже проведенного исследования для развития экономики, *восполнение и развитие научных кадров, а также повышение качества экспертизы, достоверности и воспроизводимости результатов исследований*. В целом, анализ предложенных критериев показывает, что, по мнению российских ученых, оценка научной деятельности должна быть ориентирована в большей степени на развитие, чем на контроль. Она должна помогать ученым видеть перспективные направления дальнейших исследований, генерировать новые гипотезы, повышать достоверность получаемых результатов, а также быстрее определять возможности их практического внедрения и находить партнеров.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В 2022 году Россия столкнулась с еще более сильными, чем в пандемийный период, внешними вызовами из-за введенных политических, экономических и других ограничений, что кардинально повлияло на условия реализации государственной научно-технической политики.

Вопреки сложившейся внешней обстановке в мире, анализ состояния российской науки показал: прошедший год был богат на научные разработки и открытия, что свидетельствует о повышении роли науки и технологий в социально-экономическом развитии нашей страны, росте внутреннего спроса на собственные, критически важные технологии. Внешнеэкономическое давление, вызвавшее изменения в экономике, одновременно стало ключевым импульсом для развития национальной науки.

В то же время сохраняющаяся геополитическая ситуация требует незамедлительного пересмотра под существующие реалии государственной научно-технической политики, стратегических целей научно-технологического и инновационного развития. И первоочередной задачей должен стать запуск экономики полного инновационного цикла, то есть обеспечение выпуска собственными силами всей номенклатуры продукции, необходимой для гарантии нормальной жизнедеятельности, суверенитета и безопасности государства, повышения качества жизни населения.

Обеспечить ориентацию промышленности и бизнеса на развитие отечественного научно-технологического потенциала может полноценное стратегическое планирование. Если на политическом уровне задача ставится в общем виде, то на уровне планирования должны быть определены конкретные целевые показатели, сроки, ресурсы, ответственные.

На предстоящий период основными ориентирами для научно-технологического развития России могут стать четыре стратегические цели, сформулированные на заседании Совета по стратегическому развитию и национальным проектам 18 июля 2022 года:

- достижение «технологического суверенитета», определяемого через подержание технологического паритета с ведущими странами мира и обеспечение технологического лидерства в ключевых для развития страны направлениях;
- «экономизация технологий», превращение их в фактор роста ВВП через капитализацию и создание добавленной стоимости как на уровне страны в целом, так и отдельных компаний и корпораций;
- технологическое обеспечение восстановления целостной системы производственных и технологических связей, нарушенных в результате санкционных ограничений;
- формирование «техноэкономики» – реинжиниринг функций рыночных институтов в форме цифровых платформ, где операции выполняются в бездокументарной форме без участия человека и не привязаны к одному центру принятия решений.

Корректировку технологической повестки планируется осуществить через стратегический документ – Концепцию технологического развития Российской Федерации до 2030 года.

В переводе страны на новые инновационные рельсы необходимо повысить роль и значимость Российской академии наук в научной, научно-технической и социально-экономической жизни страны, законодательно закрепив за ней статус высшей научной и экспертной организации. В настоящее время РАН необходимо решить в первую очередь две важнейшие задачи: при поддержке государства восстановить целостную систему фундаментальных исследований и наладить научное сопровождение стратегического планирования.

Принципиальным является восстановление региональной научно-технической политики, в рамках которой должны решаться вопросы развития научно-технического потенциала регионов, а также инновационного развития территорий, не обладающих высокой концентрацией научно-технического потенциала. Необходимым условием для этого является разработка и принятие новой Стратегии пространственного развития Российской Федерации.

В области международного научно-технического сотрудничества акцент должен быть сделан на развитие научной дипломатии, на использование лучших международных научно-технологических практик в интересах развития России.

В современных условиях особое внимание должно быть уделено комплексным исследованиям проблем безопасности, на основании которых будет выработываться стратегия развития страны и будут формироваться требования к обеспечению национальной безопасности.

Таким образом, актуальным сегодня остается вопрос формирования единой государственной научно-технической политики под существующие реалии. И конкурентные преимущества России в поле глобального научно-технологического развития будут зависеть от скорости формирования национальных точек роста.



# ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение 1 Перечень инновационных научно-технологических центров

В соответствии с Федеральным законом от 29.07.2017 № 216-ФЗ<sup>81</sup> «Об инновационных научно-технологических центрах...» в период 2019–2022 гг. на основе подготовленных Минэкономразвития России проектов решений Правительства Российской Федерации созданы 10 Центров<sup>82</sup>:

1. ИНТЦ МГУ «Воробьевы горы» (г. Москва) – 28 марта 2019 года;
2. ИНТЦ «Сириус» (г. Сочи) – 8 ноября 2019 года;
3. ИНТЦ «Долина Менделеева» (г. Москва) – 24 декабря 2019 года;
4. ИНТЦ «Русский» (о. Русский, Приморский край) – 18 ноября 2020 года;
5. ИНТЦ «Композитная долина» (Тульская область) – 21 января 2021 года;
6. ИНТЦ «Интеллектуальная электроника – Валдай» (Новгородская область) – 30 сентября 2021 года;
7. ИНТЦ «Парк атомных и медицинских технологий» (Калужская область) – 20 октября 2021 года;
8. ИНТЦ «Квантовая долина» (Нижегородской область) – 30 ноября 2021 года;
9. ИНТЦ Балтийская долина – HUMANTECH (Калининградская область) – 17 февраля 2022 года;
10. ИНТЦ «Аэрокосмическая инновационная долина» (Рязанская область) – 22 апреля 2022 года.

---

<sup>81</sup> Федеральный закон от 29.07.2017 № 216-ФЗ «Об инновационных научно-технологических центрах и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (в ред. от 28.12.2022)

<sup>82</sup> [https://www.economy.gov.ru/material/departments/d01/razvitie\\_sistemy\\_gosudarstvennoy\\_podderzhki\\_innovaciy\\_v\\_subektah/intc/](https://www.economy.gov.ru/material/departments/d01/razvitie_sistemy_gosudarstvennoy_podderzhki_innovaciy_v_subektah/intc/)

## **Приложение 2**

### **Перечень центров компетенций НТИ**

1. Центр Национальной технологической инициативы по направлению «Искусственный интеллект» на базе ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт (государственный университет)»;
2. Центр квантовых технологий на базе ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»;
3. Центр компетенций по технологиям новых и мобильных источников энергии ФГБУН «Институт проблем химической физики Российской академии наук»;
4. Центр Национальной технологической инициативы «Новые производственные технологии» на базе Института передовых производственных технологий ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»;
5. Центр технологий управления свойствами биологических объектов ФГБУН «Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова Российской академии наук»;
6. Центр НТИ по направлению «Нейротехнология, технология виртуальной и дополненной реальности» на базе ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»;
7. Центр технологий хранения и анализа больших данных на базе ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»;
8. Центр технологий компонентов робототехники и мехатроники на базе АНО ВО «Университет Иннополис»;
9. Центр НТИ МИЭТ «Сенсорика» на базе ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский институт «Московский институт электронной техники»;
10. Центр технологий распределенных реестров на базе ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»;
11. Центр квантовых коммуникаций НТИ на базе ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»;
12. Центр технологии транспортировки электроэнергии и распределенных интеллектуальных энергосистем на базе ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ»;
13. Центр компетенций «Технология беспроводной связи и интернета вещей» на базе АНО ВО «Сколковский институт науки и технологий»;
14. Национальный центр когнитивных разработок на базе ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики»;
15. Центр компетенций Национальной технологической инициативы по направлению «Фотоника» на базе ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»;

16. Центр НТИ: «Цифровое материаловедение: новые материалы и вещества» на базе ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»;
17. Центр Национальной технологической инициативы по сквозной технологии «Бионическая инженерия в медицине» на базе ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский университет» Минздрава России;
18. Центр «Водород как основа низкоуглеродной экономики» на базе ФГБУН «ФИЦ «Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН»;
19. Центр компетенций Национальной технологической инициативы «Молекулярная инженерия в науках о жизни» на базе ФГУ «ФИЦ «Фундаментальные основы биотехнологии» РАН»;
20. Центр «Технологии доверенного взаимодействия» на базе ФГБОУ ВО «Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники»;
21. Центр компетенций НТИ «Технологии моделирования и разработки новых функциональных материалов с заданными свойствами» на базе ФГАОУ ВО «Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»;
22. Центр компетенции НТИ «Мобильные накопители энергии» на базе ФГАОУ ВО «Московский физико-технический институт (государственный университет)»;
23. Центр компетенции НТИ «Геоданные и геоинформационные технологии» на базе ФГБОУ ВО «Московский государственный университет геодезии и картографии»;
24. Центр компетенции НТИ «Технологии снижения антропогенного воздействия» на базе Московского государственного университета (МГУ) имени М.В. Ломоносова.

### **Приложение 3**

## **Перечень показателей реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, динамика которых подлежит мониторингу<sup>83</sup>**

**I. Отдельные (целевые) показатели, отражающие (в том числе в сопоставлении со значениями соответствующих показателей экономически развитых стран) уровень достижения результатов реализации и цели Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации**

1. Внутренние затраты на исследования и разработки за счет всех источников в текущих ценах в процентах от валового внутреннего продукта.
2. Отношение внебюджетных средств и бюджетных ассигнований в составе внутренних затрат на исследования и разработки.

**II. Показатель, отражающий влияние науки и технологий на социально-экономическое развитие Российской Федерации, обусловленное в том числе переходом к модели больших вызовов**

3. Объем внебюджетных средств, привлеченных в рамках реализации комплексных научно-технических программ (проектов), федеральных научно-технических программ и проектов центров Национальной технологической инициативы.

**III. Показатели, отражающие состояние и результативность сферы науки, технологий и инноваций**

4. Место Российской Федерации по удельному весу в общем числе статей в областях, определяемых приоритетами научно-технологического развития, в изданиях, индексируемых в международных базах данных.
5. Место Российской Федерации по удельному весу в общем числе заявок на получение патента на изобретение, поданных в мире по областям, определяемым приоритетами научно-технологического развития.
6. Доля инновационной продукции (товаров, услуг), созданной с использованием результатов интеллектуальной деятельности, права на которые принадлежат российским правообладателям, в валовом внутреннем продукте.
7. Доля организаций, осуществляющих технологические инновации, в общем числе организаций.
8. Соотношение экспорта и импорта технологий и услуг технологического характера (включая права на результаты интеллектуальной деятельности).
9. Экспорт российских высокотехнологичных товаров.

---

<sup>83</sup> Перечень показателей утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 15.08.2019 № 1824-р.

**IV. Показатели, отражающие качество государственного регулирования и сервисного обеспечения научной, научно-технической и инновационной деятельности**

10. Доля исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности российских исследователей.

11. Техническая вооруженность сектора исследований и разработок (балансовая стоимость машин и оборудования в расчете на одного исследователя).

**Приложение 4**  
**Информация о наличии показателей реализации СНТР**  
**и их целевых значений в иных стратегических документах сферы**  
**научно-технологического развития**

№ п/п	Перечень показателей в соответствии с распоряжением Правительства РФ от 15.09.2019 № 1824-р	Стратегия НТР		ГП «Развитие науки и технологий» *		ГП НТР **		ГП НТР ***		НП Наука ****		НП Наука и университеты*****	
		Наличие / плановое значение	План по годам	Наличие / плановое значение	План по годам	Наличие / плановое значение	План по годам	Наличие / плановое значение	План по годам	Наличие / плановое значение	План по годам	Наличие / плановое значение	План по годам
1.	Внутренние затраты на ИР за счет всех источников в текущих ценах в процентах от ВВП	да / +	2035 – 2	нет / -	2022 – 1,02 2023 – 1,02 2024 – 1,02	да / +	2022 – 1,03 2023 – 1,03 2024 – 1,04	нет / -	нет / -	нет / -	нет / -	нет / -	нет / -
2.	Отношение внебюджетных средств и бюджетных ассигнований в составе внутренних затрат на ИР	да / +	2035 – 1	нет / -		да / +	2022 – 0,56 2023 – 0,57 2024 – 0,58	нет / -	нет / -	нет / -	нет / -	нет / -	2021 – 0,55 2022 – 0,56 2023 – 0,57 2024 – 0,58
3.	Объем внебюджетных средств, привлеченных в рамках реализации КНТП, ФНТП и проектов центров НТИ, млн руб.	да / -		нет / -		нет / -							

№ п/п	Перечень показателей в соответствии с распоряжением Правительства РФ от 15.09.2019 № 1824-р	Стратегия НТР		ГП «Развитие науки и технологий» *		ГП НТР **		ГП НТР ***		НП Наука ****		НП Наука и университеты*****	
		Наличие / плановое значение	План по годам	Наличие / плановое значение	План по годам	Наличие / плановое значение	План по годам	Наличие / плановое значение	План по годам	Наличие / плановое значение	План по годам	Наличие / плановое значение	План по годам
4.	Место РФ по удельному весу в общем числе статей в областях, определяемых приоритетами НТР, в изданиях, индексируемых в международных базах данных, место	да / -		нет / -		да / +	2022 – 8 2023 – 6 2024 – 5	нет ***** / -		да / +	2018 – 11 2019 – 11 2020 – 11 2021 – 10 2022 – 8 2023 – 6 2024 – 5	нет ***** / -	
5.	Место РФ по удельному весу в общем числе заявок на получение патента на изобретение, поданных в мире по областям, определяемым приоритетами НТР, место	да / -		нет / -		да / +	2022 – 7 2023 – 6 2024 – 5	нет ***** / -		да / +	2018 – 8 2019 – 8 2020 – 8 2021 – 7 2022 – 7 2023 – 6 2024 – 5	нет ***** / -	

№ п/п	Перечень показателей в соответствии с распоряжением Правительства РФ от 15.09.2019 № 1824-р	Стратегия НТР		ГП «Развитие науки и технологий» *		ГП НТР **		ГП НТР ***		НП Наука ****		НП Наука и университеты*****	
		Наличие / плановое значение	План по годам	Наличие / плановое значение	План по годам	Наличие / плановое значение	План по годам	Наличие / плановое значение	План по годам	Наличие / плановое значение	План по годам	Наличие / плановое значение	План по годам
6.	Доля инновационной продукции (товаров, услуг), созданной с использованием РИД, права на которые принадлежат российским правообладателям, в ВВП, %	да / -		нет / -		нет / -		нет / -		нет / -		нет / -	
7.	Доля организаций, осуществляющих технологические инновации, в общем числе организаций, %	да / -		нет / -		нет / -		нет / -		нет / -		нет / -	
9.	Экспорт российских высокотехнологичных товаров, %	да / -		нет / -		нет / -		нет / -		нет / -		нет / -	
10.	Доля исследователей в возрасте до 39 лет в общей численности российских исследователей, %	да / -		да / +	2022 – 48,2 2023 – 49,3 2024 – 50,1	да / +	2022 – 45,5 2023 – 46,5 2024 – 47,5	да / +	2018 – 43,3 2019 – 44,2 2020 – 45,6 2021 – 47,0 2022 – 48,2 2023 – 49,3 2024 – 50,1	да / +	2022 – 45,5 2023 – 46,5 2024 – 47,5		



№ п/п	Перечень показателей в соответствии с распоряжением Правительства РФ от 15.09.2019 № 1824-р	Стратегия НТР		ГП «Развитие науки и технологий» *		ГП НТР **		ГП НТР ***		НП Наука ****		НП Наука и университеты*****	
		Наличие / плановое значение	План по годам	Наличие / плановое значение	План по годам	Наличие / плановое значение	План по годам	Наличие / плановое значение	План по годам	Наличие / плановое значение	План по годам	Наличие / плановое значение	План по годам
11.	Техническая вооруженность сектора исследований и разработок (балансовая стоимость машин и оборудования в расчете на одного исследователя), тыс. руб./чел.	да / -		нет / -		нет / -		да / +		нет / -		да / +	
								2022 – 1118,2 2023 – 1144,6 2024 – 1183,0				2022 – 1118,2 2023 – 1144,6 2024 – 1183,0	

**Источники:** Отчет Счетной палаты Российской Федерации о результатах экспертно-аналитического мероприятия «Анализ достигнутых результатов Стратегии научно-технологического развития и инструментов ее реализации в 2016–2021 годах». – М.: 2022.

\* Постановление Правительства Российской Федерации от 15.04.2014 № 301 (ред. от 29.03.2018) «Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Развитие науки и технологий» на 2013–2020 годы»

\*\* Показатели паспорта ГП НТР от 18.12.2018

\*\*\* ГП НТР, утвержденная в 2021 году.

\*\*\*\* Утвержден Президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам (протокол от 24.12.2018 № 16)

\*\*\*\*\* Показатель в паспорте ГП НТР – «Соотношение темпа роста внутренних затрат на исследования и разработки за счет всех источников к темпу роста ВВП»

\*\*\*\*\* Показатель учитывается в составе комплексного показателя «Место Российской Федерации по объему научных исследований и разработок, в том числе за счет создания эффективной системы высшего образования»

\*\*\*\*\* Направление «Наука и университеты» с 2021 года.

## **Приложение 5. Методика балльной оценки проектов научных тем научных исследований**

Принята координационным советом  
Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 годы)

Протокол заседания от 30 марта 2022 года  
№ 03-2022

### **МЕТОДИКА БАЛЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ПРОЕКТОВ НАУЧНЫХ ТЕМ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ (пилотный проект)**

#### **Основание для применения балльной оценки научных тем**

Решение заседания координационного совета Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 годы) (далее – Программа).

#### **Область применения балльной оценки научных тем**

Балльная оценка применяется федеральным государственным бюджетным учреждением «Российская академия наук» (далее – Российская академия наук, РАН) для рейтингования новых проектов научных тем, предложенных научными организациями и образовательными организациями высшего образования (далее – организации) при планировании научных исследований на 2023 финансовый год в рамках реализации Программы.

Баллы носят рекомендательный характер и могут быть применены в целях принятия решения главными распорядителями бюджетных средств (далее – ГРБС) о финансировании за счет средств ассигнований федерального бюджета тех проектов научных тем, которые начинаются в 2023 году и получили более высокую балльную оценку в пределах одного направления науки (третий уровень Плана фундаментальных и поисковых научных исследований Программы).

Для проектов научных тем, включенных в Программу, которые носят продолжающийся характер, а также иным проектам научных тем, в том числе по прикладным научным исследованиям, поступающим на экспертизу в Российскую академию наук, балльная оценка применяется с целью «пилотирования» методологии и подготовки предложений по нормативному закреплению такого подхода, который может лечь в основу механизма перераспределения средств ассигнований федерального бюджета, выделенных на научные исследования, с учетом приоритетов научно-технологического развития.

Результаты балльной оценки по указанным проектам научных тем могут быть представлены для сведения ГРБС и организациям по их запросу.

### **Порядок присвоения баллов научным темам**

Эксперты Российской академии наук, привлекаемые к проведению экспертизы в соответствии с пунктами 3.4 и 3.5 Порядка организации и осуществления экспертной деятельности в федеральном государственном бюджетном учреждении «Российская академия наук»<sup>84</sup>, производят балльную оценку проекта научной темы по следующим критериям<sup>85</sup>, включенным в форму заключения РАН (далее – Пункты, включенные в форму заключения РАН)<sup>86</sup>:

- актуальность проводимых научных исследований в рамках научной темы;
- научная новизна темы, значение для развития соответствующего направления (направлений) фундаментальных, поисковых, прикладных научных исследований;
- достижимость заявленных в научной теме результатов и показателей с учетом оценки кадрового потенциала;
- потенциал практического применения ожидаемых научных и научно-технических результатов, в том числе с учетом приоритетов Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642;
- соответствие научной темы приоритетным направлениям фундаментальных и поисковых научных исследований в Российской Федерации на 2023 год и на плановый период 2024 и 2025 годов в условиях санкций, утвержденных координационным советом Программы<sup>87</sup>.

Количество баллов, выставляемое экспертом по каждому *Пункту, включенному в форму заключения РАН*, – целое число от 0 до 20.

Общая сумма баллов  $A$ , выставленная экспертом по проекту научной темы, – целое число от 0 до 100, рассчитываемое по формуле  $A = \sum_{i=1}^5 a_i$ , где  $a_i$  – количество баллов, выставленное экспертом по каждому из *Пунктов, включенных в форму заключения РАН*.

В случае если сумма баллов по всем *Пунктам, включенным в форму заключения РАН*, меньше 50, результирующей оценкой должен быть вывод о нецелесообразности реализации научной темы в следующем финансовом году за счет средств ассигнований федерального бюджета.

С учетом балльной оценки, произведенной экспертами РАН, привлеченными к экспертизе проекта научной темы, коллегиальные органы отделений РАН

---

<sup>84</sup> Приложение к распоряжению РАН от 05.07.2019 № 10110-692.

<sup>85</sup> Приложение № 5 к приказу Минобрнауки России от 18.01.2021 № 22.

<sup>86</sup> Приложение № 4 к приказу Минобрнауки России от 18.01.2021 № 22.

<sup>87</sup> Решение координационного совета Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021–2030 годы) от 30 марта 2022 года

по областям и направлениям наук или региональных отделений РАН (далее – коллегиальный орган) производят собственную балльную оценку по *Пунктам, включенным в форму заключения РАН*.

Количество баллов, выставяемое коллегиальным органом по *Пунктам, включенным в форму заключения РАН*, является целым числом от 0 до 20; при этом рекомендовано следовать условию, что по каждому *Пункту, включенному в форму заключения РАН*, выставяется балл, который не может быть меньше минимального и больше максимального балла, выставленного экспертами, привлеченными к оценке проекта, по данному пункту.

В случае несогласия коллегиального органа с балльными оценками экспертов РАН к экспертизе проекта научной темы привлекается (-ются) дополнительный(-е) эксперт(-ы) РАН, либо ставится балл вне диапазона баллов экспертов с обоснованием в соответствующем поле.

Общая сумма баллов  $A$ , выставленная коллегиальным органом по проекту научной темы, – целое число, рассчитываемое по формуле  $A = \sum_{i=1}^5 a_i$ , где  $a_i$  – количество баллов, выставленное коллегиальным органом отделения РАН по *Пунктам, включенным в форму заключения РАН*.

Вице-президент РАН, подписывающий заключение РАН по проекту научной темы, может внести изменения в балльную оценку, представленную коллегиальным органом отделения РАН. Количество баллов, выставяемое вице-президентом РАН по *Пунктам, включенным в форму заключения РАН*, является целым числом от 0 до 20; при этом рекомендовано следовать условию, что по каждому *Пункту, включенному в форму заключения РАН*, выставяется балл по данному *Пункту*, который не может быть меньше минимального и больше максимального балла, выставленного экспертами, привлеченными к оценке проекта, и коллегиальным органом.

В случае несогласия вице-президента РАН с балльными оценками экспертов РАН к экспертизе проекта научной темы привлекается (-ются) дополнительный(-е) эксперт(-ы) РАН, либо ставится балл вне диапазона баллов экспертов с обоснованием в соответствующем поле.

Общая сумма баллов  $A$ , выставленная вице-президентом РАН и являющаяся окончательной балльной оценкой РАН по проекту научной темы, – целое число, рассчитываемое по формуле  $A = \sum_{i=1}^5 a_i$ , где  $a_i$  – количество баллов, выставленное вице-президентом РАН по каждому из *Пунктов*, приведенных выше.

Балльная оценка проекта научной темы не публикуется в печатной форме заключения РАН, передаваемой для хранения в единую государственную информационную систему учета научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ гражданского назначения (ЕГИСУ НИОКТР).

На основании балльных оценок, выставленных в *Заключениях РАН* по проектам научных тем, которые начинаются в 2023 году, Российская академия наук формирует рейтинг, направляемый в ГРБС для принятия решений о финансировании за счет средств ассигнований федерального бюджета тех проектов научных тем, которые начинаются в 2023 году.

## Приложение 6

### КНТП, предложения о разработке которых согласованы Координационным советом по приоритетным направлениям

КНТП: Тип (Совет) / Наименование	Цель	Сроки, гг.	Финансирование, млн рублей Бюджет / Внебюджет / Общее		Заказчики	Отв. испол. – координатор	Статус	
Проект (20В) «Создание пилотного производства отечественных белковых комплексов – основы сухих молочных продуктов для питания новорожденных и детей до 6 месяцев»	Разработка и внедрение в производство эффективных и экономичных комплексных технологических решений для промышленного получения углеводнобелкового компонента заменителей грудного молока для обеспечения детей первых 6 месяцев жизни отечественными адаптированными сухими молочными смесями	2021 – 2024 <sup>88</sup>	300	1 200	1 500,0	ООО «Победа-1»	Минсельхоз России	Реализуется
Проект (20Б) «Создание экологически безопасных промышленных производств базовых высокотехнологических химических продуктов для автомобильной, строительной, медицинской и пищевой промышленности из углеводородного сырья на основе инновационных отечественных научных разработок»	Снижение экологической нагрузки на окружающую среду и население при производстве и применении продукции нефтехимии на основе введения в хозяйственный оборот комплексов, экономически высококорентабельных и экологически совершенных нефтехимических технологических процессов	2022–2027	980	4 100	5 080,0	АО «Группа компаний «Титан» АО «Омский каучук» ООО «Псковский завод «Титан-Полимер»	Минпромторг России	Реализуется

<sup>88</sup> Изменения по срокам реализации проекта внесены распоряжением Правительства Российской Федерации от 20.10.2022 № 3095-р.

КНТП: Тип (Совет) / Наименование	Цель	Сроки, гг.	Финансирование, млн рублей Бюджет / Внебюджет / Общее	Заказчики	Отв. исп. – координатор	Статус
Программа (20Б) «Разработка и внедрение комплекса технологий в областях разведки и добычи твердых полезных ископаемых, обеспечения промышленной безопасности, биоремедиации, создания новых производств глубокой переработки из угольного сырья при последовательном снижении экологической нагрузки на окружающую среду и рисков для жизни населения»	Создание комплекса технологий, повышающих эффективность угледобычи и углепереработки, обеспечивающих высокий уровень промышленной безопасности и экологии, снижающих риски профессиональных заболеваний, а также формирование эффективной системы управления исследованиями, инновациями, производством и выводом на рынок новых продуктов на основе научно-производственного партнерства научно-образовательных организаций и реального бизнеса	2022–2026	1 560,8 + 94,0 (РФ + Регион) 1 940,1 3 594,90	АО «Кузбассразрезуголь» ПАО «Кокс» ПАО «КАМАЗ» АО «Угольная компания» «Северный Кузбасс» ЗАО «Углеметан Сервис» ООО «ЭКСПЕРТ» АО «Центральная обогатительная фабрика» «Березовская» ООО НПК «Спирит» АО «Гормашэкспорт» ООО «Кузбасский центр сварки и контроля» ООО «ИнЛаб» ЗАО «НеоКор»	Минэнерго России	Реализуется
Программа (20А) «Новые композиционные материалы: технологии конструирования и производства»	Обеспечение технологического суверенитета и научно-технологического лидерства страны за счет создания передовых технологий производства композиционных материалов и изделий из них для удовлетворения расту-	2022–2026	3 572,813 3 572,813 7 145,626	АО «ЮМАТЕКС» ООО «Завод углеродных и композиционных материалов» АО «Препрег – современные	ГК «Росатом»	Внесена в Правительство РФ

КНТП: Тип (Совет) / Наименование	Цель	Сроки, гг.	Финансирование, млн рублей Бюджет / Внебюджет / Общее			Заказчики	Отв. исполнители	Статус
	цели повышения эффективности экономики Российской Федерации (атомной, транспортной, строительной, энергетики)					композиционные материалы» ООО «Инновационные технологии и материалы» ООО «НПФ «РЕ-КОН» ФГУП «ВИАМ» НИЦ «Курчатовский институт»		
Проект (20А) «Робототехнические технологии вывода из эксплуатации объектов использования атомной энергии»	Повышение эффективности и конкурентоспособности национальной интегрированной глобальной многофункциональной спутниковой системы посредством: – развития новых видов коммерчески востребованных комплексов космических услуг на базе интегрирования геоинформационных и инфокоммуникационных сервисов, – разработки комплекса новых прорывных отечественных технологий для создания космической техники; – внедрения комплексных адаптивных цифровых решений на всех стадиях жизненного цикла космических комплексов	2022–2026	25 335,0	25 500,0	50 835,0	1. Организации ГК «Роскосмос»; АО «ИСС», АО «НПП «Квант», ПАО «РКК «Энергия», АО «НПО им. С.А. Лавочкина», АО «Композит», ООО «Газпром СПКА» 2. Операторы услуг связи: АО «Газпром Космические системы», ФГУП «Космическая связь»,	ГК «Роскосмос»	Направлена в Миннауки России. Находится на рассмотрении

КНТП: Тип (Совет) / Наименование	Цель	Сроки, гг.	Финансирование, млн рублей Бюджет / Внебюджет / Общее			Заказчики	Отв. исп. – координатор	Статус
Проект (20А) <i>«Робототехнические технологии вывода из эксплуатации объектов атомной энергии»</i>	Снижение экологического ущерба и минимизация технологий, предполагающих использование персонала в опасных зонах при выводе из эксплуатации объектов использования атомной энергии, за счет создания робототехнических комплексов, конкурентоспособных на мировом рынке, достижение научно-технологического лидерства в критически важной области и независимости России от иностранных технологий	2022–2026	1 800,0	2 573,03	4 373,03	АО «СС «Гонец», АО «Зонд-Холдинг» 3. Другие предприятия: АО «ЦНИИСМ», АО «НПП «Радиосвязь», АО «ЗНЦФ», АО «Завод «Протон», АО «ЗИЦФ», ПАО «Сагурь», АО «НИИМЭ»	ГК «Росатом»	Внесен в Комиссию НТР. Дорабатывается



## Приложение 7

### Мероприятия, проведенные в рамках международного научно-технического сотрудничества в 2022 году

В 2022 году в рамках осуществления международного сотрудничества в сфере научной и научно-технической деятельности совместно с научными организациями иностранных государств состоялись следующие мероприятия, в которых приняли активное участие делегации Российской академии наук:

- подписание Соглашения о научном сотрудничестве между Российской академией наук и Женевским университетом по итогам встречи руководства РАН с ректором Женевского университета, профессором доктором Ивом Флюккигером;

- заседание Российско-Британского круглого стола по вопросам международной академической мобильности в рамках Российско-Британского Года знаний, объявленного в 2022 году;

- 35-е заседание Совета Международной ассоциации академий наук (МААН) под председательством Национальной академии наук Республики Беларусь при активной поддержке РАН;

- заседание сопредседателей Межправительственной российско-эфиопской комиссии по вопросам экономического, научно-технического сотрудничества и торговли;

- 10-е заседание Совета по сотрудничеству в области фундаментальной науки государств – участников СНГ;

- 23-е заседание Межправительственной комиссии по сотрудничеству между Российской Федерацией и Республикой Казахстан;

- презентация разрабатываемой РАН онлайн платформы-лектория «Lectorium. Open a window to science» в целях продвижения российской научной повестки, фундаментального образования и фундаментальных знаний, а также поиска и установления новых научных контактов;

- встреча с Послом по науке, технологиям и инновациям, почетным исполнительным секретарем Французской академии наук Катрин Брешиньяк, в рамках которой состоялось обсуждение вопросов сотрудничества в сфере науки и возможности взаимодействия в рамках санкционной политики;

- встреча руководства РАН с Чрезвычайным и Полномочным Послом Государства Катар в Российской Федерации Аль-Тани Ахмед бен Нассером в рамках развития двустороннего сотрудничества по вопросам создания в Катаре палеонтологического центра при поддержке РАН;

- обсуждение вопросов сотрудничества с Генеральным секретарем Парламентской ассамблеи Черноморского экономического сотрудничества (ПАЧЭС) Гаджиевым Асафом Гаджи оглы;

- встреча президента РАН академика РАН Г.Я. Красникова с президентом Вьетнамской академии наук и технологий Тьяу Ван Минем, в ходе которой достигнута договоренность о переподписании Соглашения о сотрудничестве

между РАН и Вьетнамской академией естественных наук и технологий, а также о разработке «дорожной карты». Стороны обсудили функционирование Российско-вьетнамского тропического научно-исследовательского и технологического центра;

- встреча вице-президента РАН академика РАН В.Я. Панченко с директором Китайского Центра передачи технологий государств – членов ШОС Чжао Чжуньюанем;

- обсуждение аспектов развития сотрудничества в области медицины, физики, агротехнологий во время встречи с Чрезвычайным и Полномочным Послом Аргентинской Республики в Российской Федерации Эдуардо А. Зуайном;

- встреча президента РАН академика РАН Г.Я. Красникова с делегацией Исламской Республики Иран во главе с министром энергетики Исламской Республики Иран Мехрабиан Али Акбаром;

- Форум молодых учёных государств – участников СНГ «Наука без границ», приуроченный к 300-летию Российской академии наук и 30-летию образования Содружества Независимых Государств;

- Саммит S20 по вопросам глобальных вызовов, изменения климата и окружающей среды, участия РАН в деятельности ЮНЕСКО по открытой науке в режиме ВКС;

- 13-е заседание Совета по научно-техническому и инновационному сотрудничеству в рамках БРИКС;

- встреча с генеральным секретарём Пагуошского движения учёных профессором Паоло Котта-Рамусино;

- международная конференция «Ядерный фактор в новой реальности отношений России и Запада»;

- Всемирный научный форум;

- заседание Управляющего совета Международного института космических исследований;

- Глобальный финансовый форум ECUMENE 2022;

- Международный научный форум «Опыт многосторонних исследований в евразийском измерении», посвященный практике и перспективам сотрудничества ученых России и других стран Евразии;

- IV Форум ученых государств – участников СНГ, прошедший в Бишкеке;

- Форум «Нейродегенеративные заболевания и пластичность мозга: новые идеи и направления научных исследований»;

- Научный форум «Опыт многосторонних исследований в евразийском измерении»;

- Форум молодых ученых государств – участников СНГ «Наука без границ»;

- Форум академий наук стран – участниц БРИКС «Большие данные для устойчивого развития»;

- Международная конференция «Ядерный фактор в новой реальности отношений России и Запада»;

- Российско-индийский вебинар на тему «Технологии аддитивного производства»;

- заседание Российского комитета по биоэтике при Комиссии Российской Федерации по делам ЮНЕСКО;
- 26-е заседание Российско-Китайской подкомиссии по научно-техническому сотрудничеству;
- 12-е заседание Межправительственной Российско-Туркменской комиссии по экономическому сотрудничеству;
- Российско-узбекистанский научный семинар «Проект “Суффа”» и перспективы развития миллиметровой и субмиллиметровой астрономии»;
- 2-ая Международная конференция высокого уровня по Международному десятилетию действий «Вода для устойчивого развития», 2018–2028 гг.;
- семинар специалистов рабочей группы «СМИ и гражданское общество» форума «Диалог Россия – Республика Корея» (ДРРК).

## Приложение 8

### Результаты опроса российских ученых «Будущее российской науки: Академия и наукоемкие отрасли»

В приложении приведены некоторые результаты опроса российских ученых на тему «Будущее российской науки: Академия и наукоемкие отрасли», проведенного в период с 21 сентября по 4 октября 2022 года. Его выборку составили российские исследователи – авторы статей в научных изданиях, индексируемых в Web of Science, опубликованных в 2017–2021 гг. (N = 4 275 человек, 68% – мужчины, 32% – женщины).

Полная информация по результатам опроса представлена в отчете Института психологии РАН и ООО «Социологической службы “Решающий голос”».<sup>89</sup>

**Табл. 1.** Ответы на вопрос: «По Вашей оценке, насколько возможна реализация Ваших исследовательских замыслов, профессиональных планов в ближайшие 5 лет?» в зависимости от возраста респондентов, %

Вариант ответа	29 лет	30–39 лет	40–49 лет	50–59 лет	60–69 лет	70 лет и старше
Возможна в той мере, в которой мне бы хотелось	8,3	13,4	15,4	14,6	17,5	13,9
Возможна, но меньше, чем мне бы хотелось	30,5	33,5	38,4	37,3	38,3	36,1
Возможна, но маловероятна по независящим от меня причинам	45,9	39,6	36,2	38,4	34,6	40,6
Невозможна	9,4	8,9	6,4	5,5	5,0	5,1
Другое	3,0	3,8	3,0	3,2	2,3	3,0
Затруднились ответить	3,0	0,9	0,6	1,0	2,3	1,3

**Табл. 2.** Распределение ответов на вопрос «Какие из перечисленных ниже действий в наибольшей степени повысят влияние российских ученых на научную политику и другие стратегические государственные решения в нашей стране?», %

Вариант ответа	Доля респондентов
Обязательное присутствие представителей науки в органах власти	40,2
Формирование и отстаивание научным сообществом (в т.ч. РАН, научными ассоциациями) консолидированной экспертной позиции по наиболее важным для общества вопросам через СМИ и социальные медиа	38,6

<sup>89</sup> Отчет «Будущее российской науки: академия и наукоемкие отрасли» / Институт психологии РАН, ООО «Социологическая служба “Решающий голос”». – М.: 2022. – 148 с.

<b>Вариант ответа</b>	<b>Доля респондентов</b>
Создание экспертных и научных сообществ, включающих ученых, работающих в научных подразделениях крупных российских государственных и частных корпораций	34,7
Восстановление и развитие с учетом новых условий межгосударственных научно-технических связей	31,5
Повышение информированности населения о научных достижениях	30,9
Придание РАН статуса государственной академии с правом законодательных инициатив	27,5
Вовлечение более широкого круга российских ученых в работу экспертных советов и комиссий РАН	25,9
Организация совещательных органов с участием представителей ученых при федеральных и региональных органах исполнительной власти	25,3
Более активное омоложение РАН, в том числе за счет введения молодежных вакансий при выборах в РАН	25,2
Конструктивное взаимодействие научных сообществ и организаций с органами исполнительной власти	23,6
Обеспечение целостного научно-методического руководства РАН научными центрами и вузами	17,8
Развитие научной дипломатии	15,7
Создание коалиций для совместного продвижения общих вопросов (в партнерстве с РАН, институтами развития, госкорпорациями, бизнесом, региональными правительствами, университетами, профессиональными сообществами и др.)	13,9
Участие ученых в политике («партии учёных»)	12,5
Негласное лоббирование решений с учетом предложений ученых в коридорах власти	8,1
Официальные письма от научных организаций и сообществ (в т.ч. президиума РАН) Президенту Российской Федерации, Правительству Российской Федерации, Минобрнауки России	7,6
Другое	7,8
Вариант «затрудняюсь ответить»	3,1

Количество ответов 4 255. Допускался выбор не более пяти вариантов ответа.

**Табл. 3.** Распределение ответов на вопрос «Как Вы думаете, чем в первую очередь должна заниматься Российская академия наук в ближайшие годы?», %

<b>Вариант ответа</b>	<b>Доля респондентов</b>
Проводить фундаментальные исследования, расширять знания об устройстве мира и человека	67,5
Определять научную политику и направления научно-технологического развития нашей страны	46,8
Разрабатывать предложения по организации новых крупных научных программ и проектов	40,6
Добиваться социальной защищенности ученых, справедливой оплаты их труда	36,7
Проводить прикладные научные исследования и разработки для разных отраслей экономики	36,1
Осуществлять экспертные функции, проводить экспертизу планов и отчетов НИР по государственному заданию	35,8
Анализировать отечественные и зарубежные научные достижения и давать рекомендации по их использованию в интересах нашей страны	34,9
Развивать научное сотрудничество с другими странами	33,9
Заниматься исследованиями, повышающими обороноспособность и безопасность страны	32,5
Способствовать интеграции науки и образования	29,6
Защищать права ученых, в том числе в случае возбуждения против них судебных дел	28,4
Публично высказывать позицию академических ученых по наиболее важным проблемам развития российского общества	27,7
Разрабатывать научно обоснованные прогнозы	26,0
Давать научно обоснованные рекомендации органам власти, предоставлять научно-консультативные услуги	25,4
Заниматься популяризацией науки, достижений науки и техники	25,2
Готовить предложения, направленные на развитие материальной базы науки	18,9
Заниматься научной дипломатией, содействовать мирному разрешению глобальных проблем	18,3
Укреплять научные связи и взаимодействие с субъектами научной и (или) научно-технической деятельности	15,1
Быть почетным клубом известных ученых	4,9
Другое	2,5
Затрудняюсь ответить	3,4

Количество ответов 3 747. Допускался выбор не более 7 вариантов ответа.

**Табл. 4.** Распределение ответов на вопрос «Оцените, в какой степени Вы лично заинтересованы в предлагаемых мероприятиях», %

Вариант ответа	Доля респондентов, выбравших вариант ответа				
	Очень заинтересован	Скорее заинтересован	Скорее не заинтересован	Не заинтересован	Затрудняюсь ответить
Обеспечение доступа к зарубежной научно-технической информации, полнотекстовым базам журналов	75,3	20,5	2,1	1,0	1,0
Единая электронная система «одного окна», которая освобождала бы ученых от бюрократической нагрузки, дублирования отчетности	58,5	27,0	2,8	2,9	8,9
Помощь в закупке за рубежом научного оборудования, расходных материалов, реагентов, программного обеспечения	47,8	27,6	7,5	7,4	9,6
Содействие в выстраивании научных связей с зарубежными коллегами из дружественных стран	41,5	41,8	6,3	3,5	7,0
Государственная система библиометрической информации как национальный аналог Web of Science, Scopus	39,0	35,2	9,6	11,7	4,5
Система удаленного доступа к центрам коллективного пользования, к научному оборудованию внешних организаций для проведения отдельных исследований, испытаний, измерений	38,3	39,6	7,8	7,0	7,3
Единая издательская цифровая платформа для российских научных журналов (с возможностью отправки статьи в журнал, прохождения рецензирования и электронной публикации на сайте журнала)	36,5	37,8	8,3	7,4	10,0
Организация доступа к большим данным, накапливаемым государством и крупными компаниями, в исследовательских целях	35,4	36,3	10,0	6,4	11,9
Российские отраслевые научные ассоциации в профильной для Вас области исследований	20,2	40,6	14,6	9,2	15,5

Количество ответов 3 440.

**Табл. 5.** Распределение ответов на вопрос «Какие из перечисленных ниже мер по развитию науки в регионах должны быть реализованы в первую очередь федеральной властью?», %

<b>Вариант ответа</b>	<b>Доля респондентов</b>
Предоставить регионам целевые субсидии из федерального бюджета на создание новых научных организаций, обеспечивающих развитие высокотехнологичных отраслей субъекта Российской Федерации	39,5
Разработать и принять стратегию научно-технологического развития регионов Российской Федерации	37,3
Снять существующие нормативные ограничения на поддержку развития и обновления приборного парка научных организаций 2-й категории, которых в регионах большинство	36,0
Ввести дополнительные меры поддержки наукоградов и закрытых административно-территориальных образований, придать особый статус наукоёмким регионам	31,9
Оценивать научно-технологическую политику региональных властей не только по формальным статистическим данным, но и на основе опросов предпринимателей и экспертов	30,2
Определить головные научные организации, ответственные за проведение исследований в ключевых направлениях научно-технологического развития страны	26,6
Создать центры технологических компетенций с учетом специализации регионов	26,2
Обеспечить координацию научной политики регионов в рамках Совета по региональной политике РАН	21,2
Создать региональные научно-технологические кластеры двойного назначения, ориентированные на задачи оборонно-промышленного комплекса и импортозамещение	19,3
Поручить РАН разработку индекса научной активности российских регионов	11,4
Другое	5,8
Ничего из вышеперечисленного	3,5
Затрудняюсь ответить	13,3

Количество ответов 3 320. Допускался выбор не более 5 вариантов.

**Табл. 6.** Распределение ответов на вопрос «Что из перечисленного должны в первую очередь сделать региональные власти для развития науки в своем регионе?», %

<b>Вариант ответа</b>	<b>Доля респондентов</b>
Обеспечить жилищные условия для молодых ученых (за счет инструментов Дом.РФ, государственных субсидий, льготной ипотеки)	50,2



Вариант ответа	Доля респондентов
Выступать в статусе квалифицированного заказчика научных исследований	43,0
Создавать и развивать научно-образовательные центры мирового уровня	38,6
Развивать связи с отделениями РАН, академиями наук субъектов Российской Федерации и другими региональными научными центрами	33,6
Развивать передовые инженерные школы на базе университетов в партнерстве с высокотехнологичными компаниями	33,1
Развивать базовые школы РАН (средние школы под патронажем РАН)	27,5
развивать корпоративную науку на высокотехнологичных предприятиях региона	25,1
Планировать развитие региона и муниципальных образований на 20–30 лет, что позволит выстроить региональную научную политику	22,9
Развивать региональный инновационный научный кластер, опираясь на опыт развития науки в Сибири	20,2
Создать региональный научно-технический совет, содействующий руководству региона в разработке и реализации научно-технической политики	12,2
Развивать региональные школы технологического предпринимательства	9,3
Создать консорциум, объединяющий технологические университеты региона	6,5
Другое	3,3
Ничего из перечисленного	2,0
Затрудняюсь ответить	10,6

Количество ответов 3 329. Допускался выбор не более 5 вариантов ответа.

**Табл. 7.** Ответы на вопрос «Каким, на Ваш взгляд, должно быть соотношение содержательной экспертной оценки полученных результатов и достигнутых наукометрических показателей при оценке деятельности научных коллективов, если распределить между ними 100?» (средний вес)

Вариант ответа	Средний вес
Содержательная экспертная оценка полученных результатов представителями научного сообщества	49,3
Достигнутые наукометрические показатели	31,8
Другие критерии (в том числе для прикладных исследований – оценка заказчика, военно-техническая приемка и т.п.)	18,9

Количество ответов 3 370.

# ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ, ПОЛУЧЕННЫЕ РОССИЙСКИМИ УЧЕНЫМИ

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

### 1. Алгебры рефлексии для предикативных расширений арифметики Пеано

Работа относится к исследованию классификации систем аксиом, необходимых для формального построения математических теорий. Идеи алгебраического подхода к такой классификации возникли в начале 2000-х годов. В их основе лежат далеко идущие обобщения известных теорем Гёделя о неполноте. Ключевую роль играют алгебраические структуры, возникающие на множествах высказываний того или иного формального языка. Однако применение таких методов до сих пор ограничивалось относительно слабыми системами аксиом арифметики натуральных чисел.

Эти методы авторами распространены на существенно более широкий класс аксиоматических теорий, в которых, в том числе, могут быть доказаны основные теоремы математического анализа (так называемые предикативные теории, характеризующиеся эффективными вполне упорядоченными структурами, не превосходящими границы, известной как ординал Фефермана-Шютте  $\Gamma_0$ ) (Рис. 1).

*Организация и основные публикации:*

Математический институт им. В.А. Стеклова РАН

Lev D. Beklemishev, Fedor N. Pakhomov, “Reflection algebras and conservation results for theories of iterated truth”, *Ann. Pure Appl. Logic*, 173:5 (2022), 103093, 41 pp.

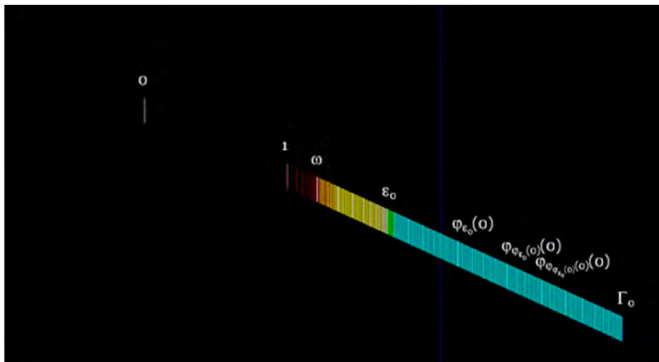


Рис. 1. Визуализация ординалов предикативных теорий.

## 2. Разделение энцефалограммы на сигнал от мозга и физиологический шум, идентификация его источников

Разработан новый метод реконструкции электрической функциональной структуры тела человека по данным неинвазивных магнитных измерений.

С помощью суперкомпьютеров вычисляется пространственное распределение элементарных источников в различных органах и тканях. Впервые получено разделение полной магнитной энцефалограммы на сигнал, производимый мозгом, и шум, производимый физиологическими источниками вне мозга, выполнена идентификация этих источников (Рис. 2).

Результат открывает новые возможности для диагностики.

*Организация и основные публикации:*

Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН

Llinás R.R., Rykunov S.D., Walton K.D., Boyko A.I., Ustinin M.N. Splitting of the magnetic encephalogram into «brain» and «non-brain» physiological signals based on the joint analysis of frequency-pattern functional tomograms and magnetic resonance images // *Frontiers in Neural Circuits*. 2022. 16:834434. doi: 10.3389/fncir.2022.834434

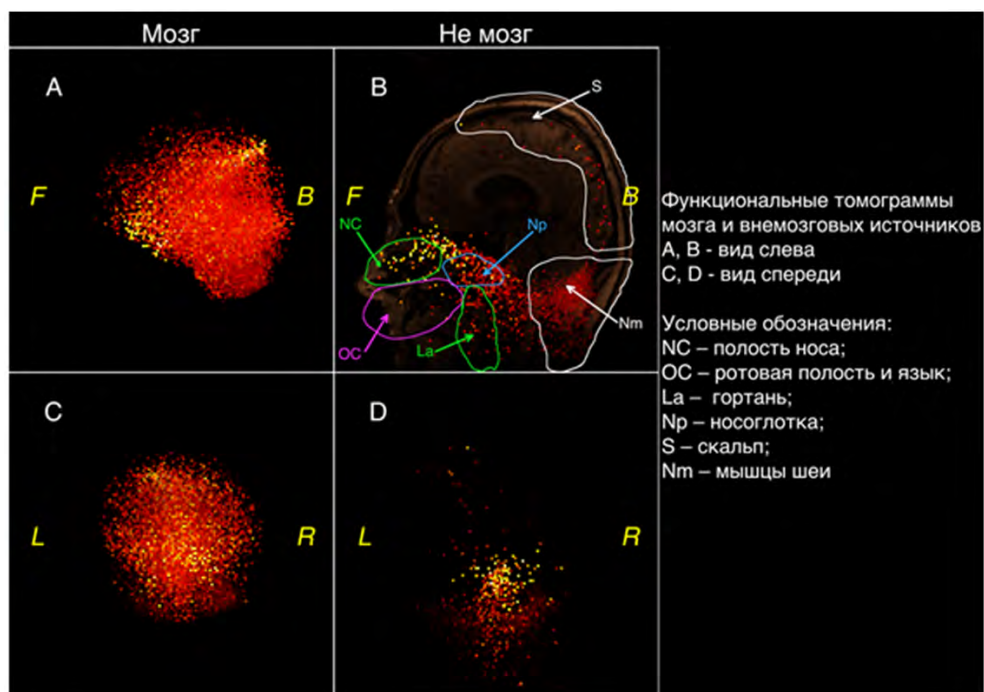


Рис. 2. Функциональные томограммы мозга и внемозговых источников.

### 3. Система прогнозирования климатических аномалий на срок от 1 до 5 лет

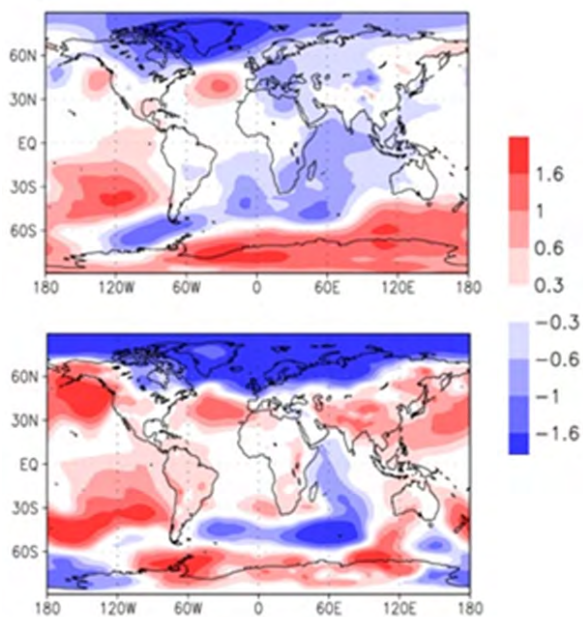
На основе модели климата ИВМ РАН создана первая в России система прогнозирования аномалий климата на срок от 1 до 5 лет. Система учитывает как начальное состояние атмосферы, океана, криосферы и почвы, так и изменение внешних воздействий на климатическую систему. Тестирование системы показало адекватное воспроизведение аномалий 1980–2021 гг., по качеству сопоставимое с зарубежными аналогами (Рис. 3).

Система создана с целью оперативного ежегодного формирования прогнозов на срок от 1 до 5 лет для использования в Гидрометцентре России.

*Организация и основные публикации:*

Институт вычислительной математики им. Г.И. Марчука РАН

Воробьева В.В., Володин Е.М., Грицун А.С., Тарасевич М.А. Ретроспективный прогноз состояния Земной системы на срок до 5 лет с помощью модели климата INMCM5 // *Метеорология и гидрология*, 2023.



**Рис. 3.** Аномалии давления на уровне моря (гПа) в 2020г. по отношению к среднему за 1980–2014 г. по данным прогностической системы (при старте с 1 ноября 2019г. (вверху) и по данным наблюдений (внизу). Коэффициент пространственной корреляции между этими полями равен 0.57

### 4. Комплекс методов моделирования и верификации средств защиты информации в облачных средах

Разработаны фундаментальные методы и программные инструменты для моделирования и верификации средств защиты информации в облачных средах. Разработки базируются на новейших технологиях (гомоморфное шифро-

вание, глубокая верификация и верификация криптографических протоколов передачи информации), что позволило на порядок увеличить скорость кодирования и декодирования, в 2–3 раза повысить процент обнаруживаемых и исправляемых ошибок, на два порядка сократить размеры анализируемых структур, что критически важно для промышленных протоколов.

Результаты обеспечивают противодействие полному спектру киберугроз на стадиях хранения, передачи и обработки информации в распределенных системах, включая web-сервисы, центры обработки данных и сервисы облачных вычислений. Программные средства прошли апробацию в АО «Лаборатория Касперского», ГК «Astra Linux», ООО «Базальт СПО», ФАУ «ГосНИИАС».

*Организация и основные публикации:*

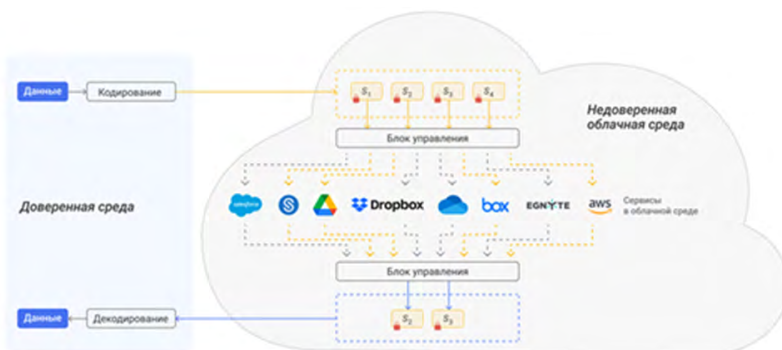
Институт системного программирования им. В.П. Иванникова РАН

1. A. Tchernykh, R.M. Canosa-Reyes, J.M. Cortés-Mendoza, B. Pulido-Gaytan, R. Rivera-Rodriguez, J.E. Lozano-Rizk, E.R. Concepción-Morales, H.E. Castro Barrera, C.J. Barrios-Hernandez, F. Medrano-Jaimes, A. Avetisyan, M. Babenko, A.Yu. Drozdov. Dynamic performance-Energy tradeoff consolidation with contention-aware resource provisioning in containerized clouds. PLoS ONE. 2022. Vol. 17(1): e0261856.

2. N.V. Yevtushenko, V.V. Kuliamin, N. Kushik. Evaluating the complexity of deriving adaptive  $S^3$ -homing and  $S^3$ -synchronizing sequences for nondeterministic FSMs. Softw. Qual. J. 30(1): 161-180 (2022).

3. L. Andrei Tchernykh, J. Cortés-Mendoza, M. Babenko, G. Radchenko, A. Avetisyan, A. Drozdov. Privacy-Preserving Neural Networks with Homomorphic Encryption: Challenges and Opportunities. Special Issue on Advances in Privacy-Preserving Computing. Peer-to-Peer Networking and Applications. Springer, 2021. DOI 10.1007/s12083-021-01076-8. Q1.

4. С.Е. Прокопьев. Формальный язык первичных спецификаций криптографических протоколов. «Труды ИСП РАН». 2021;33(5):117-136. DOI 10.15514/ISPRAS-2021-33(5)-7. RSCI K1.



**Рис. 4.** Схема реализации обработки зашифрованных данных в недоверенной облачной среде при использовании гомоморфного шифрования

## 5. Мультирежимная модель и алгоритмы сквозного счета зарождения, развития и ветвления усталостных квазитрещин

Разработаны модель и алгоритмы сквозного счета зарождения, развития и ветвления усталостных квазитрещин.

Результаты математического моделирования (рис. 5) показали воспроизведение экспериментально наблюдаемого эффекта смены типа зародившейся квазитрещины при изломе или ветвлении траектории ее развития (Z- и X-образные квазитрещины).

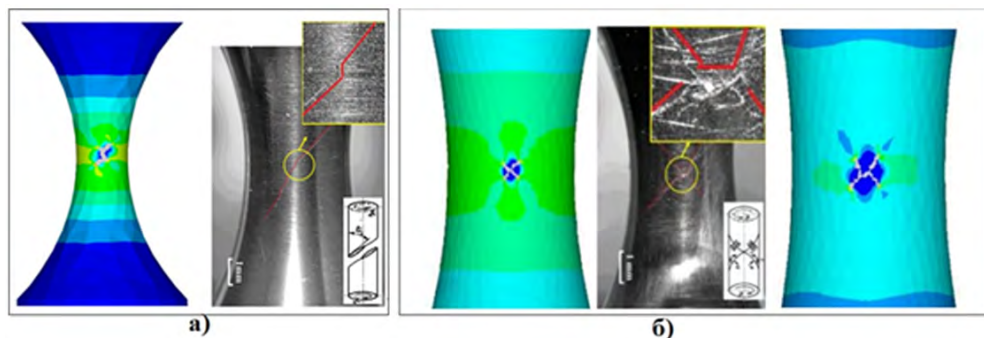
Промоделированы процессы зарождения и развития усталостных квазитрещин в процессе эксплуатации элемента компрессора газотурбинного двигателя-диска с лопаткой под действием центробежных и аэродинамических нагрузок. Полученные результаты показали реалистичные оценки долговечности эксплуатации реальных элементов авиационных конструкций.

*Организация и основные публикации:*

Институт автоматизации проектирования РАН

Nikitin I.S., Nikitin A.D. Multi regime model and numerical algorithm for calculations on various types quasi crack developing under cyclic loading// Computer Research and Modeling. 2022. Vol. 14. No. 4. Pp. 871–883.

Shanyavskiy A.A., Nikitin I.S., Nikitin A.D. The in-service fatigue fracture mechanisms for the I-stage low-pressure compressor disk of the aircraft engine D30KU-154// Fatigue Fracture Eng Mater Struct. 2023. Vol. 46. No 2. Pp. 728-741. WoS Q1



**Рис. 5.** Результаты численного моделирования развития усталостной трещины: а) – при поверхностном зарождении (Z-трещина), б) – при подповерхностном зарождении (X-трещина)

## 6. Как выглядит случайная многокомпонентная кривая на поверхности с большим числом ручек?

Мариам Мирзахани, лауреат премии Филдса 2014 года, поставила вопрос: Как выглядит случайная многокомпонентная кривая (мультикривая) на поверх-

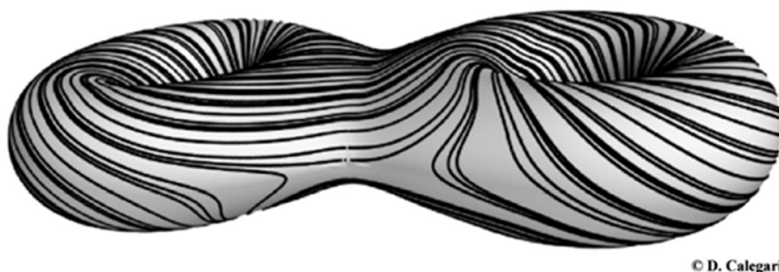
ности с большим числом ручек? (Рис. 6). Другими словами, случайным образом рисуем на поверхности с  $g$  ручками  $n$  замкнутых кривых, которые не пересекают сами себя и не пересекаются друг с другом. Какова вероятность того, что эта случайная конфигурация кривых на поверхности будет совпадать с заранее заданной?

В работе дан исчерпывающий ответ на этот вопрос. Показано, что примитивные компоненты случайной мультикривой на поверхности с большим числом ручек  $g$  реализуют линейно независимые классы гомологий с асимптотической вероятностью 1, а их кратности все равны 1 с асимптотической вероятностью  $\sqrt{2}/2$ . Доказано, что число компонент случайной мультикривой очень хорошо приближается числом циклов случайной перестановки относительно некоторой явной неоднородной меры на симметрической группе из  $3g-3$  элементов.

*Организация и основные публикации:*

Санкт-Петербургское отделение Математического института им. В.А. Стеклова РАН

V. Delecroix, E. Goujard, P. Zograf, A. Zorich, Large genus asymptotic geometry of random square-tiled surfaces and of random multicurves, *Invent. Math.* 230, 123–224 (2022) <https://doi.org/10.1007/s00222-022-01123-y>



© D. Calegari

Рис. 6. Мультикривая на поверхности с двумя ручками

## 7. Дистанционно регулярные антиподальные накрытия полных графов и связанные с ними ассоциативные схемы

В алгебраической комбинаторике особое значение имеют метрические схемы, эквивалентные дистанционно регулярным антиподальным накрытиям полных графов. С помощью таких накрытий выразима структура многих важных алгебраических, геометрических и комбинаторных объектов, с другой стороны – их конструкции находят приложения в фундаментальных вопросах дискретной геометрии и квантовой теории информации.

Получено описание полутранзитивных накрытий, применение которого в общей задаче классификации реберно транзитивных накрытий позволило: (1) полностью решить задачу в почти простом случае для индуцируемой на анти-



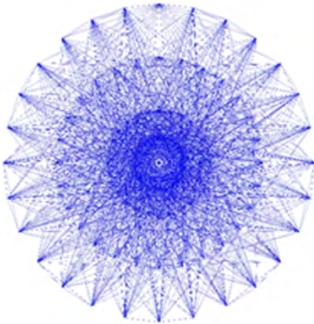
подальных классах 2-однородной группы, (2) в аффинном случае – свести к небольшому числу локальных подслучаев.

Исследовано устройство шуровых ассоциативных схем, у которых граф некоторого базисного отношения является накрытием полного графа. Разработана новая техника исследования подобных схем. С ее помощью получена обобщенная конструкция реберно-транзитивных накрытий в почти простом случае, которая дает унифицированное описание бесконечных семейств таких накрытий из шести основных известных конструкций; обнаружены новые бесконечные семейства реберно-транзитивных графов, допускающих разбиение множества вершин на совершенные 1-коды; найдены бесконечные семейства графов смежных классов и графов  $\pi$ -локального слияния ряда простых групп лиева типа, принадлежащие классу графов делимых дизайнов (Рис. 7).

*Организация и основные публикации:*

Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского УрО РАН

L. Yu. Tsioukina, “Covers of complete graphs and related association schemes”, Journal of Combinatorial Theory Series A. Vol. 191 C (2022), art. No. 105646 (33 pages). DOI: 10.1016/j.jcta.2022.10564



**Рис. 7.** Единственное реберно-транзитивное дистанционно регулярное антиподальное 4-накрытие графа  $K_{28}$  с параметром  $\mu=8$  (изоморфно графу коллинеарности унитарного обобщенного четы-рехугольника  $GQ(3,9)$  с удаленным циклическим спредом, дает равноугольный жесткий фрейм (размера 28) в  $\mathbb{R}^7$ )

## **8. Эллиптические кривые и эллиптические поля с периодическими элементами**

Эллиптические кривые традиционно играют очень важную роль в математике. В 2017 году В.П. Платоновым была поставлена проблема о классификации над полями алгебраических чисел эллиптических кривых, построенных по кубическому многочлену  $f$ , для которых поле рациональных функций обладает периодическим разложением  $\sqrt{f}$  в непрерывную дробь. Эта фундаментальная и сложная проблема берет начало от классических работ Абеля и Чебышёва XIX века, но результаты по ее исследованию в основном принадлежат XXI веку.

Эта проблема полностью решена над алгебраическими числовыми полями  $K$  степени не выше 3. Удивителен результат, что несмотря на то, что таких числовых полей бесконечно много, множество неэквивалентных нетривиальных многочленов  $f$ , задающих эллиптическую кривую и обладающих перио-



дическим разложением квадратного корня в функциональную непрерывную дробь в поле  $K((x))$ , конечно, и исчерпывается 7 многочленами. А для всех квадратичных расширений (множество которых бесконечно), к трем многочленам, определенным над полем рациональных чисел, добавляется всего один, с коэффициентами в поле  $Q(\sqrt{21})$  (Рис. 8).

*Организация и основные публикации:*

ФНЦ НИИ системных исследований РАН

В.П. Платонов, В.С. Жгун, М.М. Петрунин «О проблеме периодичности разложений в непрерывную дробь  $\sqrt{f}$  для кубических многочленов  $f$  над полями алгебраических чисел», Математический сборник, 213:3, 2022, с. 139–170. DOI: <https://doi.org/10.4213/sm9578>.

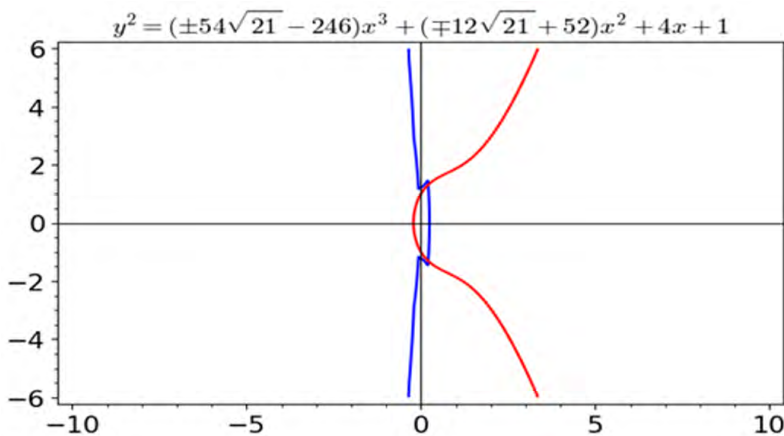


Рис. 8. Эллиптическая кривая, заданная многочленом  $f$  с коэффициентами в поле  $Q(\sqrt{21})$

## 9. Метод расширения признакового пространства в задачах нейросетевого прогнозирования с использованием характеристик смешанных вероятностных моделей

Во многих областях процессы успешно моделируются с использованием стохастических дифференциальных уравнений и возникающих при их решении смешанных вероятностных распределений.

Предложен принципиально новый подход к формированию расширенного признакового пространства в задачах обучения нейронных сетей [1] на основе параметров моделей – от моментных характеристик [1] до введенных компонент локальной непрерывности [2], определяемых в режиме скользящего окна. Метод успешно использован при прогнозировании экспериментальных рядов турбулентной плазмы, полученных на теллараторе Л-2М (Институт общей

физики имени А.М. Прохорова РАН), и данных о потоках тепла между океаном и атмосферой (Институт океанологии имени П.П. Ширшова РАН) [1, 3]. Средняя точность при расширении признакового пространства характеристиками моделей для кратко- и среднесрочных прогнозов возросла на 15.94% и 11.88%, соответственно (Рис. 9). Эти же принципы позволили разработать эффективную автоматизированную торговую стратегию [2] на основе ансамблевой рекуррентной LSTM-сети, доходность которой на 23.3%–32.2% превышает значения для известных решений. Таким образом, метод является достаточно универсальным для его развития и применения в различных прикладных исследованиях.

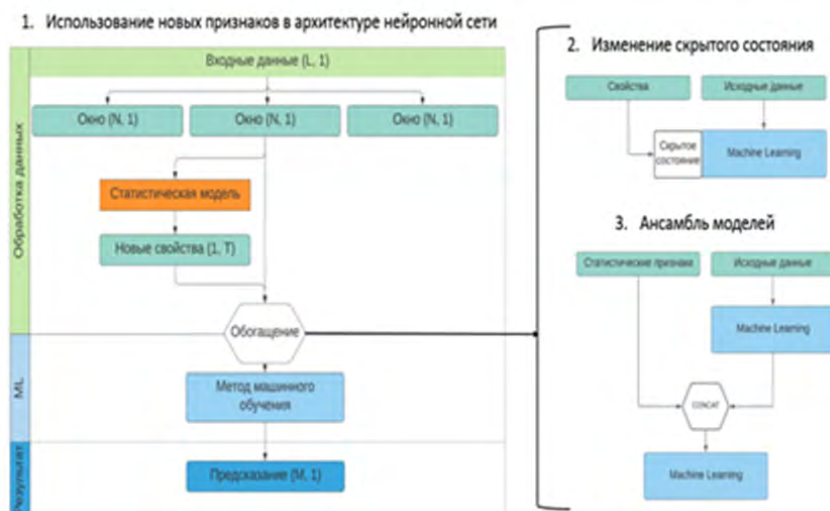
*Организация и основные публикации:*

ФИЦ «Информатика и управление» РАН

[1] Gorshenin A.K., Kuzmin V.Yu. Statistical Feature Construction for Forecasting Accuracy Increase and its Applications in Neural Network Based Analysis // Mathematics, 2022. Vol. 10. Iss. 4. Art. No. 589 <https://doi.org/10.3390/math10040589>

[2] Gorshenin A.K., Vilyaev A.L. Finite Normal Mixture Models for the Ensemble Learning of Recurrent Neural Networks with Applications to Currency Pairs // Pattern Recognition and Image Analysis, 2022. Vol. 32. No. 4. P. 807–819. <https://doi.org/10.1134/S1054661822040058>

[3] Горшенин А.К., Кузьмин В.Ю. Программный пакет анализа эффективности моделей расширения признакового пространства смешанными распределениями в методах машинного обучения. Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2022664764 от 04.08.2022.



**Рис. 9.** Расширение признакового пространства с помощью математических моделей для повышения точности прогнозирования неоднородных данных

## 10. Математическое моделирование процесса распространения затопленной нагретой струи внутри замкнутой полости, заполненной холодной жидкостью

На основе уравнения Навье-Стокса с учетом силы плавучести и теплопереноса в среде выполнено математическое моделирование нестационарного процесса распространения затопленной нагретой струи внутри замкнутой полости, заполненной холодной жидкостью (Рис. 10). Феноменологические параметры модели были определены на основе сопоставления с данными экспериментального исследования [1, 2]. Численное моделирование данного процесса позволило анализировать явления, связанные с схлопыванием паровых пузырьков при кипении жидкости на торце лазерного нагревателя, а также пространственный перенос тепла до границы области при различной мощности лазерного излучения. Полученный результат использован для обоснования хирургического лечения сосудистых аномалий [3].

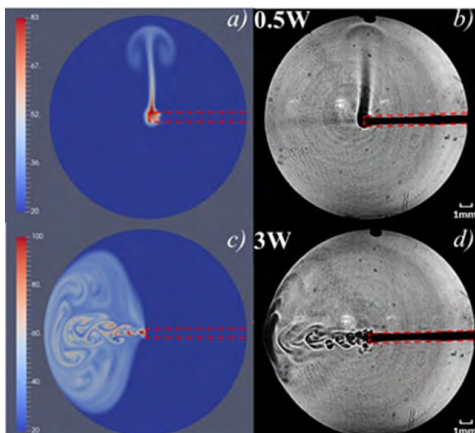
*Организация и основные публикации:*

Институт прикладной математики ДВО РАН

[1]. С.Н. Мокрин, М.А. Гузев, Д.А. Терешко, А.В. Кулик, С.С. Минаев, И.А. Абушкин, В.М. Чудновский. Селективный лазерный нагрев оболочек замкнутых полостей, заполненных жидкостью. Доклады РАН. Физика, технические науки. 2022. Т. 507. С. 68-72.

[2]. А.В. Кулик, С.Н. Мокрин, А.М. Краевский, С.С. Минаев, М.А. Гузев, В.М. Чудновский. Особенности динамики струйного потока, генерируемого при поверхностном кипении жидкости на лазерном нагревателе. Письма в ЖТФ. 2022. Том 48, вып. 2. С. 20-23.

[3]. И.А. Абушкин, В.М. Чудновский, М.А. Гузев, Ю.А. Поляев, Р.В. Гарбузов. Лазерная внутритканевая термотерапия в хирургическом лечении сосудистых аномалий. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2022. Том 174, № 9. С. 396-400.



**Рис. 10.** Распределение температуры, полученное численным моделированием (слева) и соответствующие экспериментальные теневые изображения (справа). а) Рассчитанное поле температур в случае свободной конвекции, б) теневое изображение, полученное из эксперимента при мощности лазерного излучения 0.5W, в) поле температур, рассчитанное в случае генерации микроструй в режиме пузырькового кипения, д) теневое изображение, полученное из эксперимента при мощности лазерного излучения 3W. Контур оптоволоконна выделен красной прерывистой линией

# ФИЗИЧЕСКИЕ НАУКИ

## 1. Галактика и метagalктика в жестких рентгеновских лучах – обзор неба с помощью телескопа ART-XC орбитальной обсерватории Спектр-РГ

Выпущен каталог источников, зарегистрированных в жестких рентгеновских лучах с помощью телескопа ART-XC им. М.Н. Павлинского обсерватории Спектр-РГ по данным первого года обзора всего неба. С помощью наблюдений на всех крупных российских оптических телескопах определена природа новых объектов, обнаруженных в ходе этого обзора. Открыто несколько десятков ранее неизвестных аккрецирующих белых карликов и нейтронных звезд в нашей Галактике, а также активно растущих сверхмассивных черных дыр в ядрах других галактик (Рис. 11). Обнаружены транзиентные события разной природы – мощные вспышки на звездах, необычные объекты в Галактике, гамма-всплески; впервые построены детальные карты остатков вспышек сверхновых в жестких рентгеновских лучах. Для проведения более полной «переписи» рентгеновских источников в Галактике, начиная с марта 2022 года, телескоп ART-XC проводит глубокое сканирование Млечного Пути. Это позволяет отыскивать слабые источники жесткого рентгеновского излучения даже на дальнем крае Галактики, заглянув туда сквозь толщу пыли и газа.

*Организация и основные публикации:*

Институт космических исследований РАН

1. Pavlinsky M., Sazonov S., Burenin R. et al. “SRG/ART-XC all-sky X-ray survey: Catalog of sources detected during the first year”. *Astronomy & Astrophysics*, 661, A38 (2022).

2. Zaznubin I., Sazonov S., Burenin R. et al. “Identification of three cataclysmic variables detected by the ART-XC and eROSITA telescopes on board the SRG during the all-sky X-ray survey”. *Astronomy & Astrophysics*, 661, A39 (2022).

3. Mereminskiy I., Dodin A., Lutovinov A. et al. “Peculiar X-ray transient SRGA J043520.9+552226/AT2019wey discovered with SRG/ART-XC”. *Astronomy & Astrophysics*, 661, A32 (2022).

4. Lutovinov A., Tsygankov S., Mereminskiy I. et al. “SRG/ART-XC discovery of SRGA J204318.2+443815: Towards the complete population of faint X-ray pulsars”. *Astronomy & Astrophysics*, 661, A28 (2022).

5. De. K., Mereminskiy I., Soria R. et al. “SRGA J181414.6-225604: A New Galactic Symbiotic X-Ray Binary Outburst Triggered by an Intense Mass-loss Episode of a Heavily Obscured Mira Variable”. *The Astrophysical Journal*, 935, id.36 (2022)

Гранты РФФИ 19-12-00396, 19-12-00423, 21-12-00210

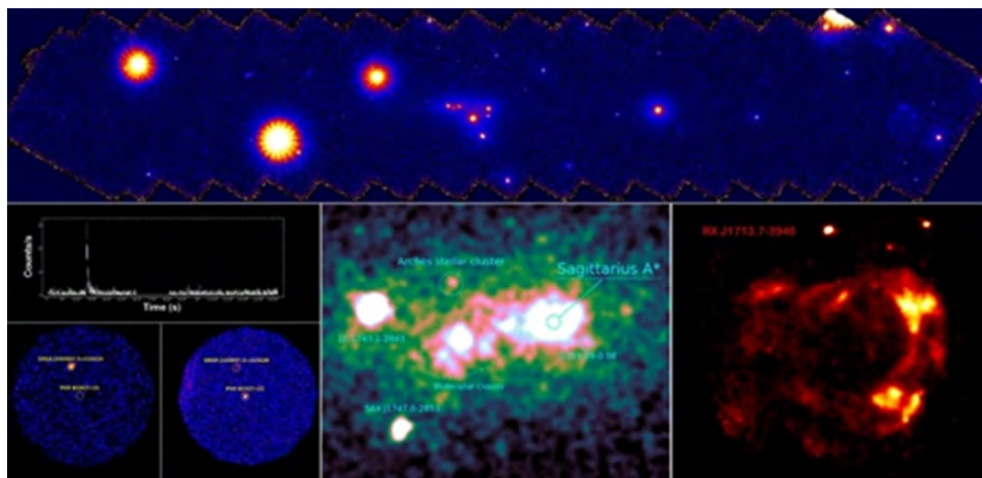


Рис. 11. Галактика и метagalктика в жестких рентгеновских лучах – обзор неба с помощью телескопа ART-XC орбитальной обсерватории СРГ

## 2. Генерация последовательности гигаваттных ультракоротких СВЧ-импульсов с наносекундным периодом следования

Реализована схема генерации периодической последовательности ультракоротких ( $\approx 10^{-9}$  с) СВЧ-импульсов с пиковой мощностью  $\approx 10^9$  Вт и частотой следования импульсов более  $10^8$  Гц. В основе схемы – релятивистская лампа обратной волны в режиме сверхизлучения, в которой изменению подверглись части как со стороны входа электронного пучка, так и на коллекторном крае, где обеспечено частичное отражение электромагнитной волны. Эксперимент выполнен на основе высокоточного электронного ускорителя СИНУС-330М с модифицированной формирующей линией, обеспечивающей импульс напряжения утроенной ширины (37 нс), с амплитудой на катоде  $-280$  кВ, при токе пучка 3,9 кА. Впервые достигнут гигаваттный уровень пиковой мощности ультракоротких СВЧ-импульсов в режиме генерации их периодической последовательности со стабильной амплитудой и формой (Рис. 12 а). Центральная частота в спектре колебаний каждого пакета импульсов 10 ГГц (Рис. 12 б). СВЧ-генератор с данными характеристиками имеет значимый потенциал применений.

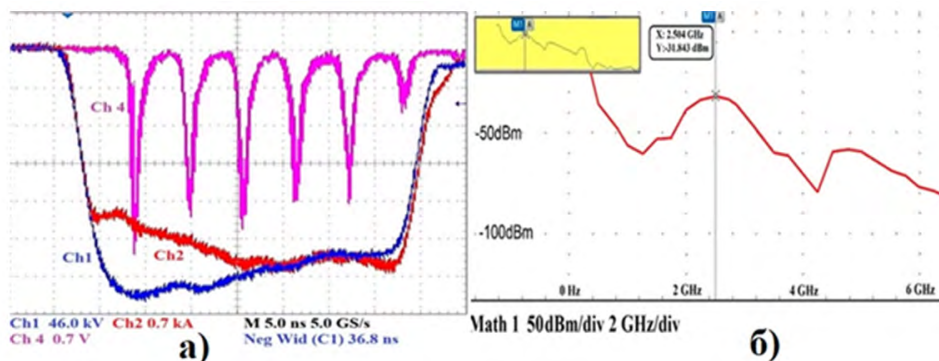
*Организация и основные публикации:*

Институт сильноточной электроники СО РАН

Е.М. Тотьменинов, В.Ю. Конев, А.И. Климов, И.В. Пегель. Экспериментальная реализация способа генерации последовательности ультракоротких гигаваттных импульсов черенковского сверхизлучения с наносекундным пе-

риодом следования. Письма в ЖЭТФ. 2022. Т. 115. вып. 8. С. 479–483. DOI: 10.31857/S1234567822080031.

Государственное задание № 0291-2021-0002 (FWRM-2021-0002), тема «Фундаментальные основы создания генераторов мощного микроволнового и сверхширокополосного излучения, сильноточной ускорительной техники и развитие их применений»



**Рис. 12.** Создания генераторов мощного микроволнового и сверхширокополосного излучения: а) наложение 20 пакетов импульсов (Ch1 – ускоряющее напряжение, Ch2 – ток электронного пучка, Ch4 – продетектированный СВЧ-сигнал); б) спектр колебаний промежуточной частоты ( $F = F_{\text{get}} + \Delta F$ , где  $F_{\text{get}} \approx 7,5$  ГГц – частота гетеродина,  $\Delta F \approx 2,5$  ГГц – промежуточная частота)

### **3. Новые алмазные композиты с совершенными межзеренными границами, рекордной износостойкостью и термической стабильностью на основе микро- и нано-алмазов**

Использование для спекания в условиях высоких давлений и температур наноалмазов с фторированной поверхностью позволило изменить принцип формирования совершенных границ раздела и разработать новый класс конкурентных сверхтвёрдых композитов. При синтезе реализуется эффект аномально быстрого роста наноалмазов с фторированной поверхностью в присутствии алюминия. Найдены оптимальные составы и термобарические условия получения композитов из фторированных смесей микро и нано алмазов спеканием гомогенных смесей и инфильтрацией металлических расплавов. Оригинальная связующая фаза в виде интерметаллидов  $\text{Co}(\text{Ni})\text{Al}$  обеспечивает образование прочного алмазного каркаса и увеличение термической устойчивости (Рис. 13). Сравнительные испытания, проведенные в нефтесервисной компании Бейкер Хьюз, показали, что износостойкость новых композитов при точении гранита более чем в два раза выше, чем у лучших коммерческих аналогов. Новые композиты могут иметь широкую область промышленного применения, в частности для оснащения ими буровых инструментов нового поколения.



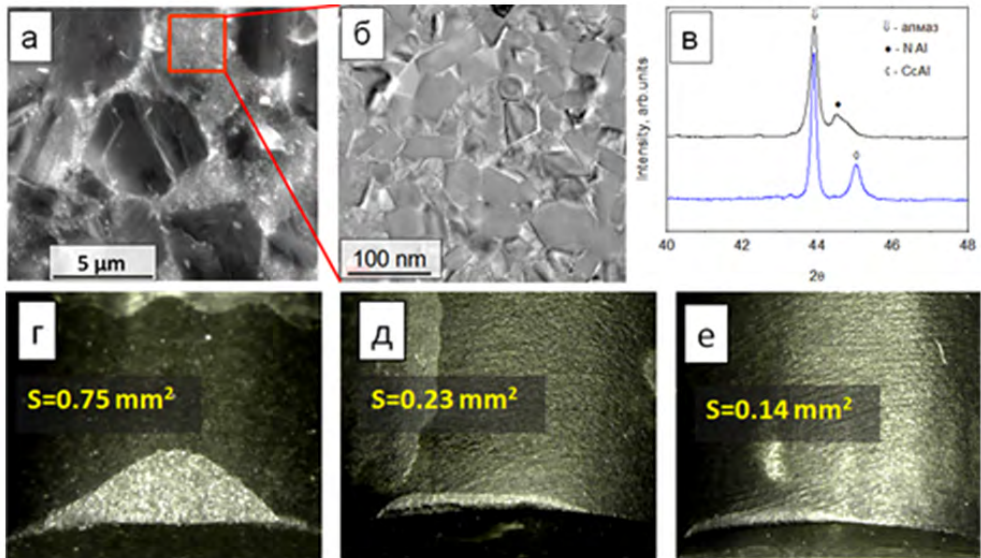
### Организация и основные публикации:

Институт физики высоких давлений им. Л.Ф. Верещагина РАН в кооперации с Университетом Райса, Хьюстон, США

1. V.N. Khabashesku, V.P. Filonenko, R.K. Bagramov, I.P. Zibrov, "Diamond Composites Produced from Fluorinated Mixtures of Micron-Sized and Nanodiamonds by Metal Infiltration", *Materials*, 15, 24936, 2022. doi.org/10.3390/ma15144936.

2. В.П. Филоненко, В.Н. Хабашеску, «Перспективы использования фторированных нанодIAMAZОВ для синтеза сверхтвердых композитов», *Российские нанотехнологии*, 17, № 4, 77–82, 2022.

Госзадание FFUW-2021-0003, тема: «Синтез при высоких давлениях новых материалов, в том числе функциональных наноматериалов, и исследование их свойств».



**Рис. 13.** Микроструктура (а,б) и рентгенофазовый анализ (в) экспериментальных композитов. Пятна износа после точения гранита: (г) – коммерческий композит компании US Synthetic, (д) – композит из гомогенной смеси алмаз-2Al-6Co, (е) – композит с дополнительной инфильтрацией никеля

## 4. Магнитные наноструктуры спинтроники с рекордными функциональными характеристиками

Разработана магнетронная технология синтеза магнитных наноструктур с эффектом гигантского магнитосопротивления (ГМС), имеющих рекордные функциональные характеристики. Уникальные свойства полученных наноструктур обусловлены выбором оптимальной композиции и использованием в них оригинальных магнитных и немагнитных сплавов. Разработаны обменно-связанные металлические сверхрешетки CoFeNi/CuIn, которые по величине

не магнитосопротивления, минимальности гистерезиса и высокой линейности по магнитному полю, превышают зарубежные аналоги и являются лучшими в своем классе магниточувствительных наноматериалов (Рис. 14). Сверхрешетки устойчивы к воздействию высоких температур вплоть до  $T = 300^{\circ}\text{C}$  и могут выступать в качестве исходных магниточувствительных сред для создания магнитных сенсоров. Оптимизированные для конкретных задач наноструктуры, нанесенные на кремниевые пластины, в настоящее время используются на предприятиях радиоэлектронной промышленности для создания инновационных изделий магнитоэлектроники и спинтроники.

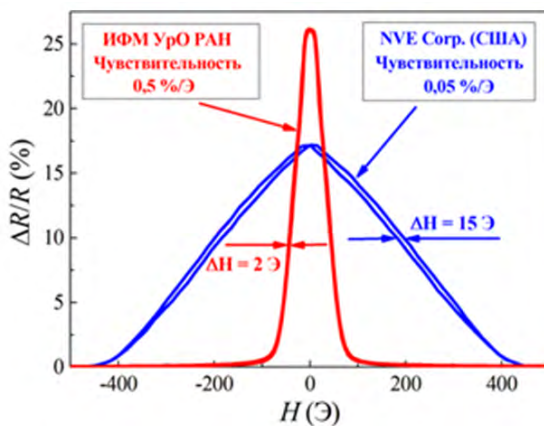
*Организация и основные публикации:*

Институт физики металлов имени М.Н. Михеева УрО РАН

1. M.A. Milyaev, L.I. Naumova, V.V. Proglyado, A.Yu. Pavlova, M.V. Makarova, E.I. Patrakov, N.P. Glazunov, V.V. Ustinov. Advantages of using  $\text{Cu}_{1-x}\text{In}_x$  alloys as spacers in GMR multilayers / Journal of Alloys and Compounds. 2022. V. 917. P. 165512–165518.

2. M.A. Milyaev, N.S. Bannikova, L.I. Naumova, V.V. Proglyado, E.I. Patrakov, N.P. Glazunov, V.V. Ustinov. Effective Co-rich ternary  $\text{CoFeNi}$  alloys for spintronics application. Journal of Alloys and Compounds. 2021. V. 854. P. 157171–157177.

Госзадание № 122021000036-3, шифр «Спин».



**Рис. 14.** Сравнение магниторезистивных кривых для сверхрешетки  $\text{CoFeNi/CuIn}$ , полученной в ИФМ УрО РАН, и базового ГМС материала, используемого фирмой NVE Corporation (США) для изготовления линейки магниточувствительных сенсоров

## 5. Транспортируемые оптические часы на одиночном ионе иттербия

Созданы первые в России компактные транспортируемые оптические часы на одиночном ионе иттербия. Оптические часы – это сложные и чувствительные устройства, что позволяет применять их в широком круге прикладных и



фундаментальных задач. Такие часы позволят построить карту гравитационного потенциала Земли и необходимы для повышения точности систем спутниковой навигации. Однако для этого необходимо, чтобы оптические часы были транспортируемыми, достаточно компактными и автономными. На создание таких часов направлены усилия многих лабораторий мира. Созданные часы имеют массу около 300 кг и объем менее 1 м<sup>3</sup>, включая модуль преобразования оптического сигнала в радиодиапазон и электронику, что делает представленную систему одной из наиболее компактных на сегодняшний день (Рис. 15). Часы достигают уровня относительной нестабильности частоты менее  $5 \times 10^{-16}$  на времени усреднения около 10000 с.

*Организация и основные публикации:*

Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН, АО РКС, ООО Авеста, Сколтех и Институт лазерной физики СО РАН

1. Khabarova K. et al. Toward a New Generation of Compact Transportable Yb<sup>+</sup> Optical Clocks //Symmetry. 2022. Т. 14. №. 10. С. 2213. DOI 10.3390/sym14102213. URL: <https://www.mdpi.com/2073-8994/14/10/2213>.

Госзадание, тема: «Перспективные платформы для реализации квантовых симуляторов и универсальных квантовых вычислителей»

Грант МОН РФ: УИН RFMEFI61017X0010 в рамках реализации ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014–2020 годы»



Рис. 15. Транспортируемые оптические часы на одиночном ионе иттербия

## 6. Новое поколение жаропрочных сплавов

Создана новая группа жаропрочных сплавов для применения в области температур выше 1200°C. Структурно новые материалы представляют собой естественные композиты, в которых роль матрицы выполняют твердые растворы на основе молибдена, а упрочняющих фаз – тугоплавкие карбиды. Проведенные высокотемпературные механические испытания новых сплавов показали

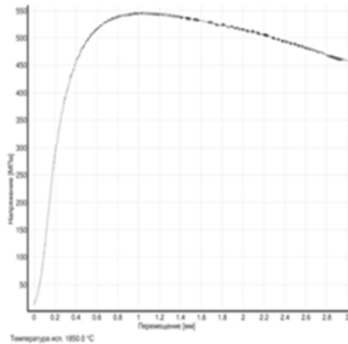
их возможность выдерживать высокие нагрузки при температурах 1200°C и выше в течение нескольких тысяч часов.

Разработан новый жаропрочный сплав на основе молибдена, способный выдерживать нагрузку в 300 МПа при температуре 1600°C. По жаропрочности он значительно превосходит применяемые в настоящее время сплавы. При испытании на растяжение при температуре 1450°C его предел прочности более чем в 3 раза превышает предел прочности молибденового сплава ТСМ-7 (Рис. 16). Отличительной особенностью сплава является высокая чистота по наиболее вредной примеси – кислороду. Исходной заготовкой при изготовлении продукции является слиток, получаемый методом последовательного проведения вакуумной электронно-лучевой и вакуумной электро-дуговой плавки. Производство продукции из сплава осуществляется классическими методами обработки давлением и термообработки. Возможно также получение гранул для последующего применения в аддитивных технологиях.

*Организация и основные публикации:*

Институт физики твердого тела имени Ю.А. Осипяна РАН

Госзадание, тема: «Физика и технологии новых материалов и перспективных структур»



**Рис. 16.** Диаграмма испытания образца жаропрочных сплава на 3-точечный изгиб при 1850 °С (предел прочности составил 548 МПа)

## **7. Достижение субтермоядерных температур в компактном «Сферическом токамаке Глобус-М2»**

В 2022 году проведены эксперименты на модернизированной уникальной научной установке «Сферический токамак Глобус-М2» с достижением величин магнитного поля до 1 Тл и протекающего по плазме тока – до 0.5 МА. Полученные параметры плазмы оказались в хорошем соответствии с наиболее оптимистичными прогнозами, ранее сделанными учеными: температура плазмы при инжекции в токамак двух пучков атомарного водорода высокой

энергии достигла 45 миллионов градусов (4 кэВ) (Рис. 17), что всего вдвое меньше температуры, необходимой для зажигания реакции управляемого термоядерного синтеза изотопов водорода. Достигнутая на Глобус-М2 температура плазмы высокой плотности продемонстрирована впервые в отечественных исследованиях на установках типа токамак. В мировой практике сравнимые температуры регистрировались в установках гораздо больших размеров, работающих при более высоком магнитном поле, что указывает на большие потенциальные возможности сферических токамаков как основы для создания компактных термоядерных устройств различного назначения.

*Организация и основные публикации:*

Физико-технический институт имени А. Ф. Иоффе РАН

1. G.S. Kurskiev et al. Nucl. Fusion 62 (2022) 104002.

Программа «Развитие техники, технологий и научных исследований в области использования атомной энергии в Российской Федерации на период до 2024 года».

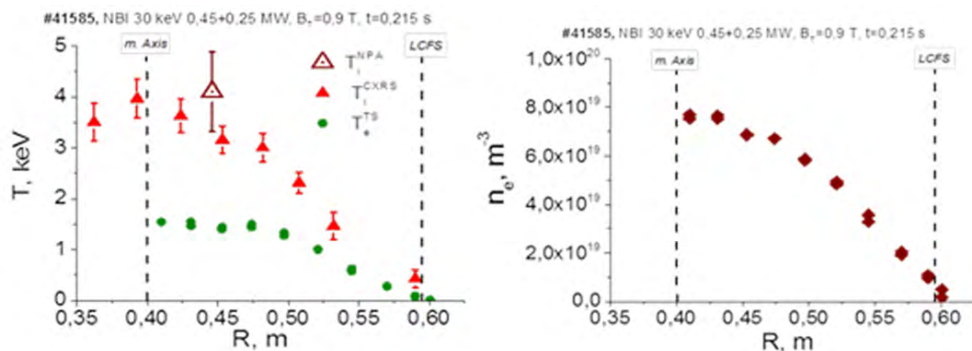


Рис. 17. Результаты экспериментов на модернизированной уникальной научной установке «Сферический токамак Глобус-М2»

## 8. Физика нейтрино и астрофизические аспекты физики элементарных частиц

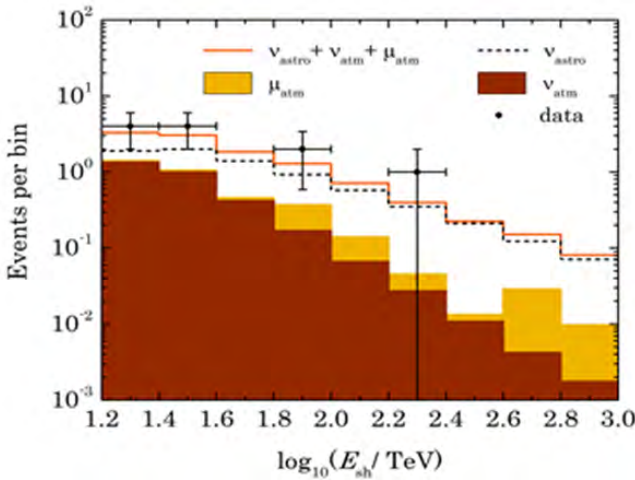
С вводом в апреле 2022 года двух новых кластеров рабочий объем Байкальского глубоководного нейтринного телескопа Baikal-GVD превысил в этом году 0.4 куб.км в задаче регистрации событий от нейтрино высоких энергий (свыше 100 ТэВ). Детектор содержит в своем составе 10 кластеров глубоководных гирлянд регистрирующей и управляющей аппаратуры (2916 оптических модулей) и является крупнейшим нейтринным телескопом Северного полушария. При анализе данных, полученных при работе детектора в конфигурациях 2018–2021 годов, были выделены 11 каскадных событий с энергией свыше 15 ТэВ из-под горизонта, инициированных нейтрино астрофизической природы,

что на уровне достоверности  $3\sigma$  подтверждает результаты первого наблюдения потока астрофизических нейтрино высоких энергий на антарктическом детекторе IceCube (Рис. 18).

*Организация и основные публикации:*

Институт ядерных исследований РАН, Объединенный институт ядерных исследований, коллаборация Baikal GVD

Baikal-GVD Collaboration (V.A. Allakhverdyan et al.), Diffuse neutrino flux measurements with the Baikal-GVD neutrino telescope, e-Print:2211.09447 [astro-ph.HE], Physical Review D, январь 2023.



**Рис. 18.** Распределения по энергии экспериментальных и теоретически ожидаемых событий в рамках анализа каскадных событий из-под горизонта: экспериментальные события – черные точки; распределение событий, ожидаемое от диффузного потока нейтрино астрофизической природы с параметрами, полученными из данных Baikal-GVD за 2018–2021 г.г. – пунктирная гистограмма; фоновые события от атмосферных мюонов и атмосферных нейтрино – состыкованные желтая и коричневая закрашенные области; суммарное число ожидаемых сигнальных и фоновых событий – оранжевая гистограмма

## 9. Экспериментальное изучение процесса электрон-позитронной аннигиляции в пару нейтрон-антинейтрон на коллайдере ВЭПП-2000

В 2022 году в эксперименте СНД на электрон-позитронном коллайдере ВЭПП-2000 была завершена многолетняя работа по изучению процесса рождения пары нейтрон-антинейтрон в электрон-позитронной аннигиляции в области энергии вблизи порога, от 1884 до 2000 МэВ в системе центра масс. Результат основывается на данных, набранных в эксперименте в 2017 г. и 2019 г. (при полном интеграле  $30 \text{ пб}^{-1}$ ). Было зарегистрировано более 2000 пар нейтрон-антинейтрон и измерено сечение процесса ( $0.3\text{--}0.5 \text{ нб}$ ), а также впер-

вые вблизи порога измерены эффективный времениподобный электромагнитный формфактор нейтрона (Рис. 19, слева) и отношение электрического и магнитного формфакторов нейтрона [1]. Это впервые позволило количественно описать структуру сильного взаимодействия нейтрона и его античастицы вблизи порога рождения. Полученные на детекторе СНД результаты стыкуются с измерениями китайского детектора BESIII при большей энергии.

Электрон-позитронный коллайдер ВЭПП 2000, с диапазоном энергий от 160 до 1000 МэВ в пучке, работает с двумя детекторами СНД и КМД 3 с 2010 г. После завершения в 2016 году модернизации инжектора, производительность по позитронам выросла на порядок. ВЭПП 2000 продолжает набор данных с постоянным наращиванием своей эффективности (Рис. 19, справа). В сезоне 2021–22 г. были достигнуты рекордные для энергии пучков 890 МэВ пиковая светимость  $L = 9 \cdot 10^{31} \text{ см}^{-2}\text{с}^{-1}$  и суточный темп набора данных – 4 пб<sup>-1</sup> [2]. Полный интеграл, набранный в сезоне, превышает 300 пб<sup>-1</sup> на один детектор – треть экспериментальной программы! Это позволит в дальнейшем значительно увеличить точность всех физических измерений.

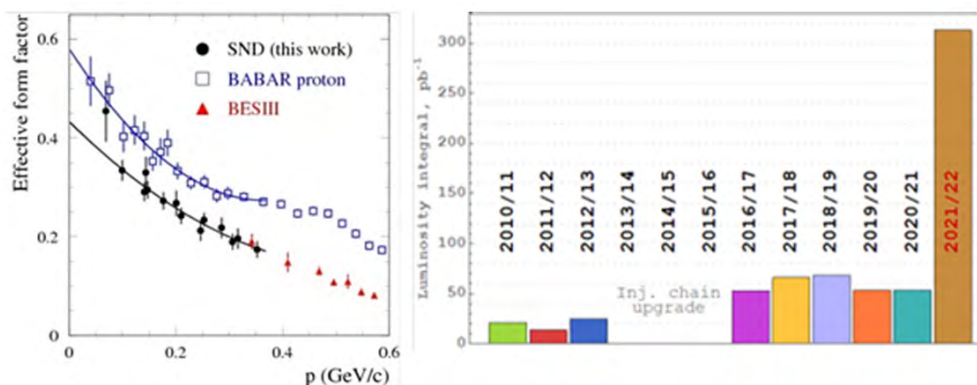
*Организация и основные публикации:*

Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН

1. M.N. Achasov et al, Experimental study of the  $e^+e^- \rightarrow n \bar{n}$  process at the VEPP-2000 collider with the SND detector, European Physical Journal C 82, 761 (2022); <https://doi.org/10.1140/epjc/s10052-022-10696-0>.

2. E.A. Kozyrev et al., Results from low energy  $e^+e^-$  facilities of BINP // 19th Int. Conf. in memoriam Simon Eidelman (HADRON 2021), Vol. 3, № 3 (2022); DOI 10.31349/SuplRevMexFis.3.0308007.

Государственное задание № 15.2.3, тема: «Исследования электромагнитной структуры легких адронов и ядер».



**Рис. 19.** Слева: измеренный на детекторе СНД в работе [1] формфактор нейтрона (кружки) в сравнении с результатами BESIII (треугольники) и измеренным в эксперименте ВаВаг формфактором протона (квадраты). Справа: объем данных (интеграл светимости), набранный на каждом детекторе на ВЭПП-2000 по годам

## 10. Изучение спектров сверхтяжелых водородов ${}^7\text{H}$ , ${}^6\text{H}$ и обнаружение новой моды спонтанного распада с испусканием 4-х нейтронов на фрагмент-сепараторе ACCULINNA-2

Обработаны и опубликованы результаты первой экспериментальной кампании (2018–2020 гг.) фрагмент-сепаратора ACCULINNA-2, посвященной поиску сверхтяжелых изотопов водорода  ${}^6\text{H}$  и  ${}^7\text{H}$ . Получены спектры  ${}^7\text{H}$ , позволяющие разрешить низколежащие состояния этого изотопа. Полученная энергия основного состояния  ${}^6\text{H}$  требует пересмотра существующих в базах данных результата и является экспериментальным обоснованием того, что основное состояние ядра  ${}^7\text{H}$  распадается по уникальному «истинно 5-частичному» каналу – то есть с одновременным испусканием четырех нейтронов и тритона (Рис. 20). Это первый доказанный случай существования данной новой моды спонтанного ядерного распада.

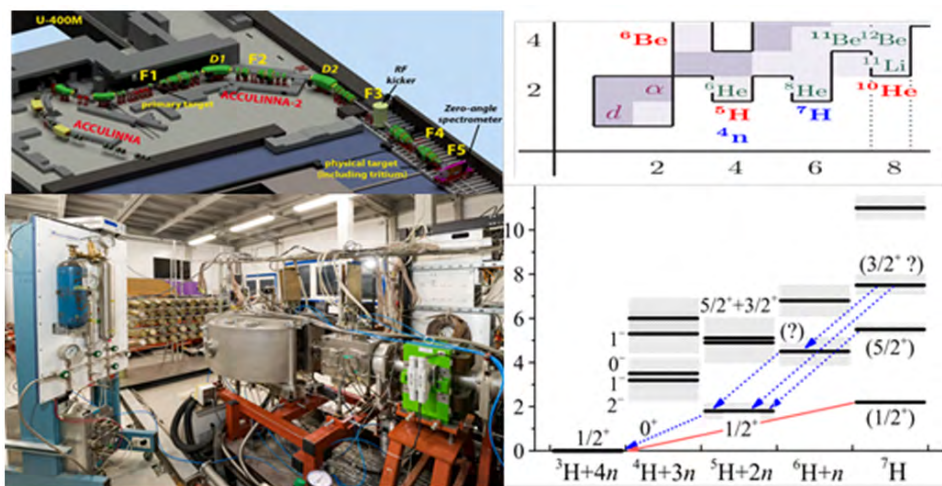
*Организация и основные публикации:*

Объединенный институт ядерных исследований

1. A.A. Bezbakh et al., Physical Review Letters 124 (2020) 022502 [arXiv:1906.07818].

2. I.A. Muzalevskii et al., Physical Review C 103 (2021) 044313 [arXiv:2010.09655].

3. E. Yu. Nikolskii et al., Physical Review C 105 (2022) 064605 [arXiv:2105.04435].  
Грант РФФ 22-12-00054



**Рис. 20.** Слева: Общий вид – фрагмент сепаратора ACCULINNA-2 и низкофононая экспериментальная зона в фокальной точке F5. Справа: Фрагмент карты нуклидов в области  ${}^6\text{H}$ ,  ${}^7\text{H}$  и новая схема сверхтяжелых уровней изотопов водорода, полученных в экспериментах ОИЯИ

## 11. Энергетический спектр гамма-квантов от Крабовидной туманности по данным Астрофизического комплекса TAIGA

В Тункинской долине (в 50 км от озера Байкал) завершено развертывание первой очереди Астрофизического комплекса TAIGA (Tunka Advanced Instrument for cosmic ray physics and Gamma-ray Astronomy). На данный момент Астрофизический комплекс TAIGA – самая северная гамма-обсерватория мирового уровня. В программу наблюдения обсерватории входят источники, время наблюдения которых достаточно большое для северного расположения обсерватории: Крабовидная туманность, Dragonfly Nebula, остатки сверхновых Тихо Браге, СТА-1, G106.3+2.7, источники в туманности Sygnus Cooson, блазары Mrk501, Mrk421 и др. Гамма-источник в Крабовидной туманности наблюдался первым атмосферным черенковским телескопом 150 часов в течение двух сезонов (2019–2020 и 2020–2021). Выделены 563 событий от гамма-квантов в энергетическом диапазоне 5–100 ТэВ. Уровень значимости такого числа событий над фоном заряженных космических лучей составляет 12 сигма. Разработана методика восстановления энергии гамма-квантов по данным только одного атмосферного телескопа. При восстановлении энергии частиц использовалась процедура, настроенная по М-К расчетам, приводящая к точности определения энергии около 30 %, и позволяющая восстановить энергетический спектр событий (Рис. 21). Полученный спектр частиц достаточно хорошо совпадает с мировыми данными в области от 5 до 100 ТэВ.

*Организация и основные публикации:*

Коллаборация TAIGA: НИИЯФ МГУ, НИИПФ ИГУ, ОИЯИ, НИЯУ МИФИ, ИЯИ РАН, ИЯФ СО РАН, НГУ, ИЗМИРАН, АлтГУ.

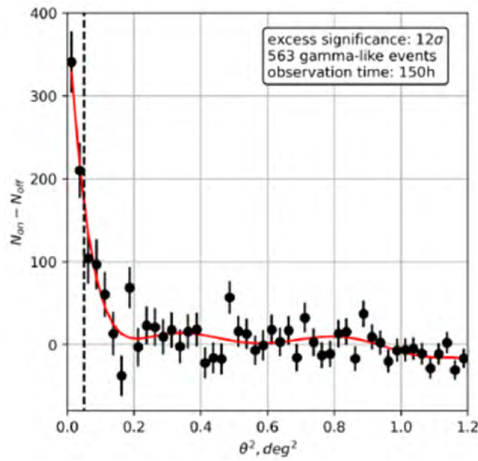
1. N Budnev et al (TAIGA collaboration) TAIGA—A hybrid array for high energy gamma-ray astronomy and cosmic-ray physics, Nuclear Inst. and Methods in Physics Research, A 1039 (2022) 167047

2. Л.Г. Свешникова, П.А. Волчугов, Е.Б. Постников и др. (коллаборация TAIGA) Энергетический спектр гамма-квантов от Крабовидной туманности по данным астрофизического комплекса TAIGA. Изв. РАН, серия физ. Принято к печати.

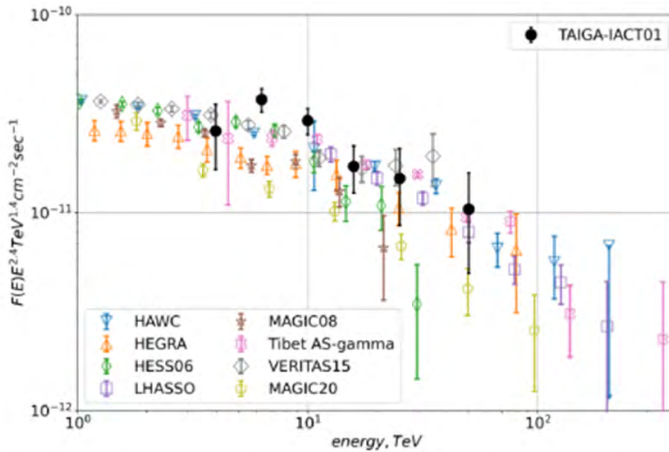
Госзадание, тема: «Гамма-астрономия высоких энергий и исследование космических лучей с помощью наземных установок», а также поддержка Минобрнауки России (соглашение ЕВ-075-15-2021-675),

Гранты: РФФИ (проект 19-72-20067), РФФИ (проект №19-02).





**Рис. 21.1.**  $\Theta^2$  – распределение событий после вычитания фоновых событий. Избыток событий над фоном при  $\Theta^2 < 0.05$  град<sup>2</sup> равно 563. Значимость такого превышения над фоном  $12\sigma$ .  $\Theta$  – угол между направлением на источник и восстановленным направлением прихода события



**Рис. 21.2.** Восстановленный энергетический спектр гамма-квантов от Крабовидной туманности по данным первого телескопа эксперимента TAIGA в сравнении с результатами измерений других обсерваторий

## 12. Комплекс ускорителей тяжелых ионов

Завершено создание комплекса ускорителей тяжелых ионов, включающего в себя источник электронно-струнного типа, линейный ускоритель тяжелых ионов, промежуточный сверхпроводящий синхротрон – бустер, основной ускоритель комплекса NICA – нуклотрон, и все связывающие их каналы транспортировки пучка. В 2022 г. на комплексе осуществлено ускорение ионов углерода, аргона и ксенон (Рис. 22). На пучках аргона проведено испытание станции облучения устройств микроэлектроники (СОЧИ – Станция Облучения



ЧИпов). Начаты эксперименты на фиксированных мишенях. В ходе весеннего сеанса продолжительностью более 2000 часов на пучках углерода с энергией 3 ГэВ/н проведены эксперименты по программе исследования короткодействующих корреляций нуклонов в ядрах.

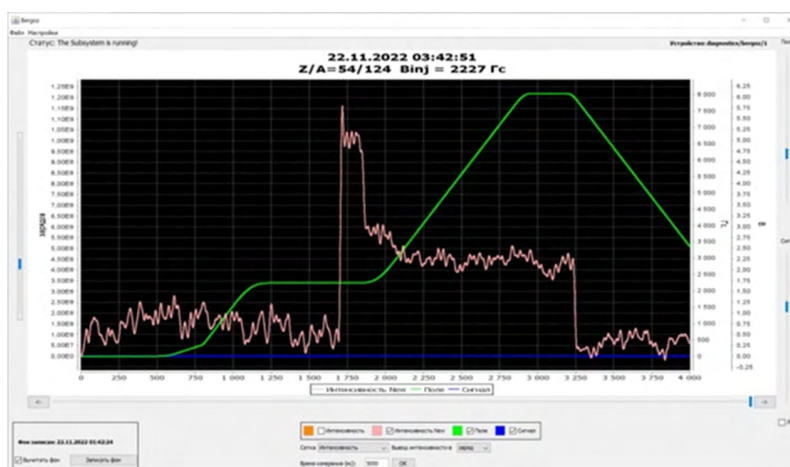
Завершена подготовка к проведению экспериментов и получена рекордная интенсивность на выведенных пучках ускоренных ионов ксенона. Помимо инъекции в коллайдер пучков ионов вплоть до золота и висмута, комплекс обеспечит решение многих физических и прикладных задач.

*Организация и основные публикации:*

Объединенный институт ядерных исследований

1. Butenko A. et al. First Experiments with Accelerated Ion Beams in the Booster of the NICA Accelerator Complex // Proceedings of IPAC 2021, 2021.

2. Syresin E. et al. NICA Ion Collider and Plans of its First Operations // Proceedings of IPAC 2022, 2022.



**Рис. 22.** Цикл магнитного поля нуклотрона и интенсивность пучка ядер ксенона, измеренная параметрическим трансформатором тока, в процессе настройки для эксперимента VM@N. Интенсивность ускоренного пучка примерно 107 частиц

### **13. Получение прямых доказательств реликтового происхождения крупномасштабных магнитных полей химически пекулярных звезд**

Завершен спектрополяриметрический обзор на 6-м телескопе БТА всех химически пекулярных (CP) звезд, отождествленных в ассоциации молодых звезд Oгiон OB1. Выборка объединяет 56 CP звезд возрастом 1–15 млн лет, имеющих общее в пределах ассоциации происхождение. У 31 звезды обнаруживается магнитное поле сильнее 500 Гс, включая 14 звезд, чье поле впервые

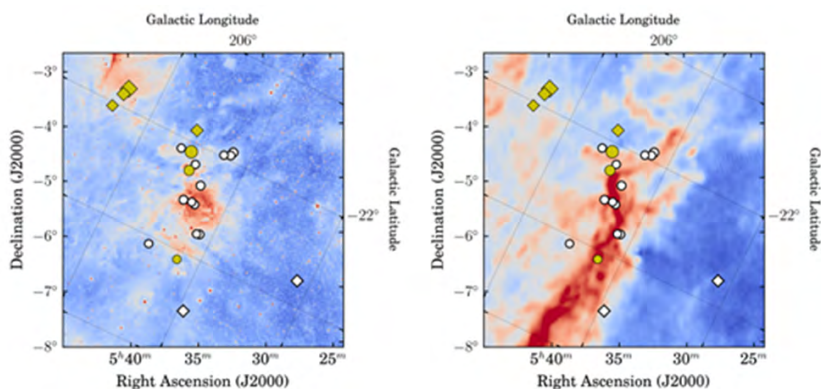
найденно в рамках нашего обзора. Результаты анализа полученных данных показывают снижение с возрастом доли CP звезд в целом и доли магнитных CP в частности по отношению к нормальным звездам того же класса, но без выраженных химических аномалий. Впервые обнаружено, что у объектов моложе 1 млн лет магнитное поле не обнаруживается, в дальнейшем происходит перестройка структуры звезды и магнитное поле становится видимым, достигая максимума на временах порядка 2–3 млн лет и в дальнейшем падает в 3 раза на временах порядка 10 млн лет. Полученный результат (рис. 23) является прямым и статистически достоверным подтверждением реликтового происхождения магнитных полей звезд ранних спектральных классов.

*Организация и основные публикации:*

Специальная астрофизическая обсерватория РАН

I.Semenko E., Romanyuk I., Yakunin I., Kudryavtsev D., Moiseeva A. Spectropolarimetry of magnetic Chemically Peculiar stars in the Orion OB1 association, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Volume 515, Issue 1, pp. 998-1011 Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 515, 998 (2022).

Грант РФФ № 21-12-00147.



**Рис. 23.** Распределение химически peculiarных звезд в области туманности Ориона (закрашенными символами отмечены звезды с магнитным полем, кружками показаны звезды, входящие в состав населения туманности): слева – вид участка неба в видимом диапазоне в псевдоцветовой палитре; справа – та же область неба на частотах 353, 545 и 857 ГГц в данных миссии Planck)

## 14. Первая оценка параметров волны Рэдклиффа по мазерам и молодым звездам

Показано наличие волны Рэдклиффа в положениях, а также в вертикальных скоростях мазеров и радиозвезд, принадлежащих Местному рукаву. Амплитуда волны  $W_{max}$  по вертикальным скоростям мазеров  $W$  определена впервые. Волна распространяется вдоль Местного рукава, напоминает локальный высо-

коамплитудный всплеск, быстро сходящийся на нет. Наибольшую амплитуду эта структура имеет в непосредственной близости от Солнца, где главными «вкладчиками» являются звезды Пояса Гулда (Рис. 24). На основе спектрального анализа мазеров с измеренными тригонометрическими параллаксами получены следующие оценки геометрических и кинематических характеристик волны: наибольшее значение вертикальной координаты  $z$  равно  $z_{\max} = 87 \pm 4$  пк и длина волны  $2,8 \pm 0,1$  кпк, амплитуда возмущения вертикальных скоростей  $W$  достигает значения  $W_{\max} = 5,1 \pm 0,7$  км/с и длина волны, найденная по вертикальным скоростям,  $3,9 \pm 1,6$  кпк. Волна Рэдклиффа проявляется и в положениях очень молодых звезд, не достигших стадии главной последовательности. По ним получены следующие оценки:  $z_{\max} = 118 \pm 3$  пк и длина волны  $2,0 \pm 0,1$  кпк.

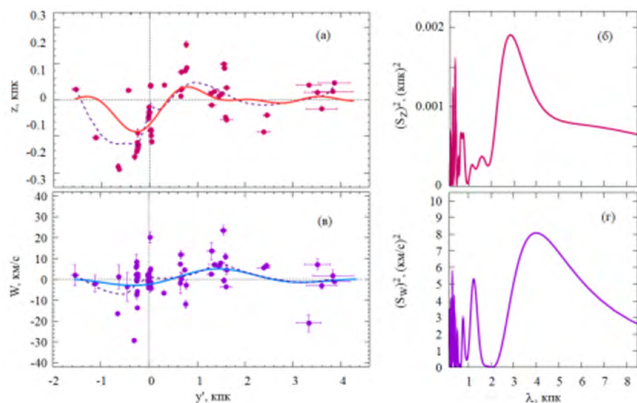
#### *Организация и основные публикации:*

Главная астрофизическая обсерватория РАН при содействии Южного федерального университета

1. Бобылев В.В., Байкова А.Т. Параметры галактической спиральной волны плотности по мазерам с ошибками параллакса менее 10%. Письма в Астрон. журн. 2022, 48, 492.

2. Бобылев В.В., Байкова А.Т., Мишуrow Ю.Н., 2022, Параметры волны Рэдклиффа по мазерам, радиозвездам и звездам типа Т Тельца. Письма в Астрон. журн., 48, 553.

3. Бобылев В.В., Байкова А.Т., Мишуrow Ю.Н., 2022, Мистическая волна Рэдклиффа. Астрофизика, 65, No 4, 603.



**Рис. 24.** Координаты мазеров  $z$  в зависимости от расстояния  $y'$  (а) и их спектр мощности (б), вертикальные скорости мазеров  $W$  в зависимости от расстояния  $y'$  (в) и их спектр мощности (г), периодические кривые, показанные сплошными жирными линиями, отражают результаты спектрального анализа, пунктирными линиями показаны сглаженные средние значения

## **15. Синтез и магнитные свойства фаз полигидридов железа при высоких давлениях мегабарного диапазона**

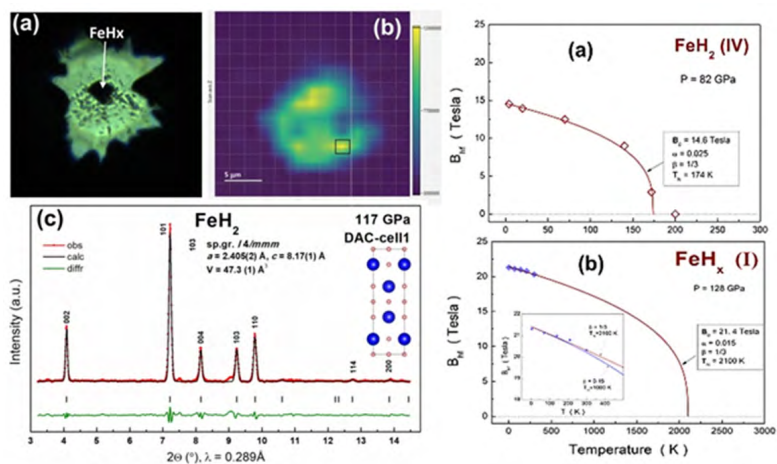
В условиях высоких давлений до 157 ГПа и высоких температур до 2000 К впервые синтезированы семь различных соединений железа с водородом  $\text{FeH}_x$  с совершенно разными электронными и магнитными свойствами. Синтез проводился в системе Fe – боразан ( $\text{NH}_3\text{BH}_3$ ) в камерах с алмазными нако-

вальными при лазерном нагреве образца. Обнаружено, что одно из этих соединений  $\text{FeH}_2$  имеет тетрагональную кристаллическую структуру  $I4/mmm$  и при давлении 82 ГПа является магнетиком до температуры около 174 К (Рис. 25 a,b,c слева). Также удивительным результатом является обнаружение одной из фаз  $\text{FeH}_x$ , неизвестного пока состава, которая при давлении 128 ГПа остается магнитоупорядоченной в интервале температур от 4 до 300 К, а экстраполированное значение температуры Нееля может достигать  $\sim 2100$  К (Рис. 25 b справа). Существование магнитных фаз соединений железа при таком рекордно высоком давлении является уникальным и не наблюдалось до настоящего времени. Следует отметить, что такие высокие давления характерны для области, находящейся на границе между нижней мантией и внешним ядром Земли, в составе которой преобладает железо. Поэтому полученные экспериментальные данные о магнитном состоянии и электронных свойствах фаз железа очень важны как с фундаментальной точки зрения физики металлов и их магнетизма, так и с точки зрения физики Земли и земного магнетизма.

*Организация и основные публикации:*

ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН при участии Center for High Pressure Science and Technology Advanced Research (HPSTAR), Shanghai, China и Института ядерных исследований РАН

Гаврилюк, А.Г. Синтез и магнитные свойства фаз полигидридов железа при высоких давлениях мегабарного диапазона/ А.Г. Гаврилюк, В.В. Стружкин, С.Н. Аксёнов, А.Г. Иванова, А.А. Миронович, И.А. Троян, И.С. Любутин. // JETP Letters. 116. issue 11. (2022).



**Рис. 25.** Фотография образца в камере высоко давления (а слева). Показано распределение фазы  $\text{FeH}_2$  по образцу (b слева), а также дифрактограмма фазы  $I4/mmm - \text{FeH}_2$  и её кристаллическая структура (с слева), (а справа). Температурная зависимость магнитного сверхтонкого поля  $B_{hf}$  на ядрах Fe-57 в тетрагональной фазе  $I4/mmm - \text{FeH}_2$  при давлении 82 ГПа, температура Нееля  $\sim 174$  К. (b справа). Температурная зависимость магнитного сверхтонкого поля  $B_{hf}$  на ядрах Fe-57 в фазе  $\text{FeH}_x$  (I) при давлении 128 ГПа. Экстраполированное значение температуры Нееля  $\sim 2100$  К

## 16. Фокусировка петаваттного лазерного импульса после посткомпрессии при помощи адаптивной оптической системы

Впервые продемонстрировано, что нелинейные искажения волнового фронта петаваттного фемтосекундного лазерного импульса, сжатого по технологии CafCA (Compression after Compression Approach), можно эффективно корректировать при помощи деформируемого зеркала и датчика волнового фронта гартмановского типа (Рис. 26). Таким образом, CafCA позволяет не только многократно поднять пиковую мощность лазерного импульса при сохранении его энергии, но и пропорционально увеличить интенсивность излучения в фокусе. В экспериментах с фокусирующей системой F/2,5 получена пиковая интенсивность в 52% от теоретического предела.

*Организация и основные публикации:*

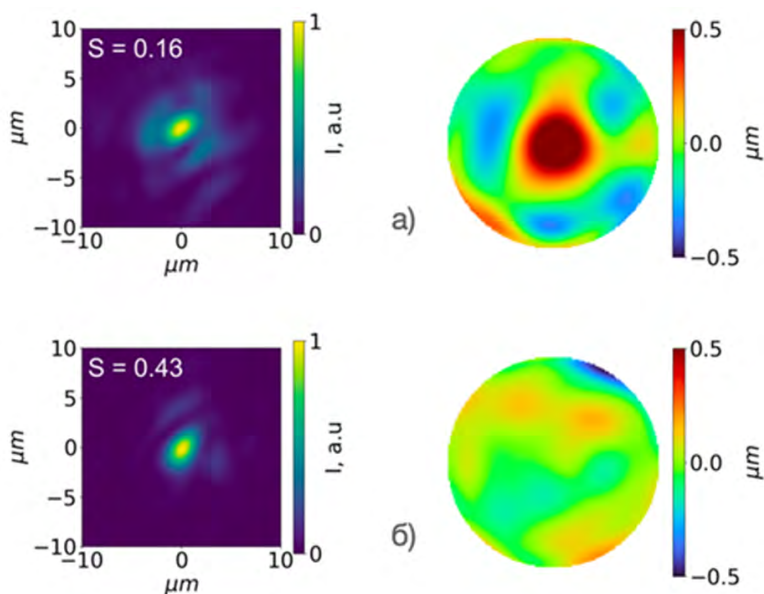
Институт прикладной физики РАН

1. Soloviev A. et al. // Optics Express. – 2022. – V. 30. – №. 22. – P. 40584-40591

2. Martyanov M. et al. // JOSA B. – 2022. – V. 39. – №. 7. – P. 1936-1944.

Контактный автор: Соловьев Александр Андреевич, тел. +7 910 378 35 51, e-mail: so\_lo@ipfran.ru

Гранты: РФФ, проект № 20-62-46050; РФФИ/Росатом, проект № 20–21-00023.



**Рис. 26.** Распределения светового потока в области фокуса (слева) и искажений волнового фронта (справа) без коррекции (а) и с коррекцией (б) волнового фронта

## 17. Пионерские эксперименты в области топологической фотоники

Топологические изоляторы являются перспективными системами в области фотоники для разработки широкого класса топологически защищённых устройств: оптические делители и переключатели. Чтобы продемонстрировать возможность надежного переключения излучения между двумя такими структурами были изготовлены массивы с нетривиальной топологией, состоящие из нескольких пар волноводов (димеров), и в них впервые были экспериментально зарегистрированы переключения топологических краевых состояний между двумя близко расположенными топологическими массивами, динамику которых можно контролировать и даже полностью подавить, увеличивая мощность входного излучения (Рис. 27 а). Процессы нелинейной локализации и формирование уникальных топологических солитонов наблюдались также в более сложной реализации топологических массивов (тримерах волноводов). Экспериментально наблюдались синфазные и противофазные топологические солитоны, что является прямым доказательством сосуществования и возможности избирательного возбуждения в одной и той же или в разных запрещённых зонах двух типов топологических краевых солитонов с различной внутренней структурой (Рис. 27 б).

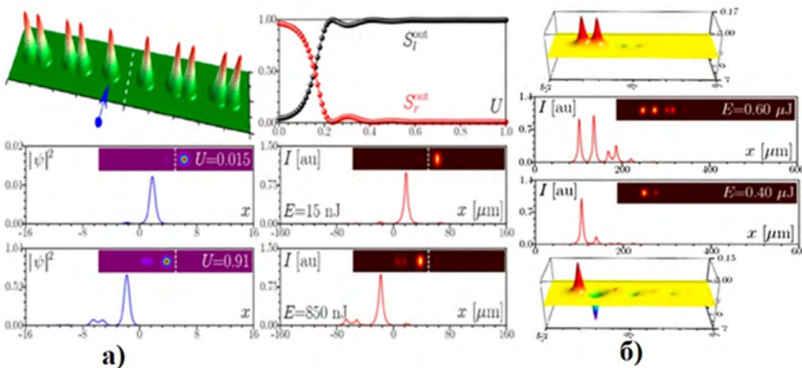
### Организация и основные публикации:

Институт спектроскопии РАН в коллаборации с Центром Квантовых Технологий МГУ и Institut de Ciencies Fotoniques (ICFO), Барселона, Испания.

1. Observation of Edge Solitons in Topological Trimer Arrays. Phys.Rev.Lett. 128, 093901, 2022.

2. Observation of nonlinearity-controlled switching of topological edge states. Nanophotonics. 11(16) 3653, 2022.

Грант РФФ 21-12-00096.



**Рис. 27.** Демонстрация переключения топологических краевых состояний между двумя близко расположенными топологическими массивами: а) наблюдение синфазных и противофазных топологических солитонов; б) избирательное возбуждение в запрещённых зонах двух типов топологических краевых солитонов с различной внутренней структурой



# НАНОТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

## 1. Аппаратный базис реализации надежных суперкомпьютеров на основе сбоеустойчивой самосинхронной схемотехники и средств их автоматизированного проектирования

Разработаны методы и библиотеки проектирования сбоеустойчивых самосинхронных (СС) вычислительных систем, апробированные на математическом сопроцессоре – СС-умножителе с накоплением с высокой степенью параллельных процессов (более 1000). Его проверка на самосинхронность была обеспечена собственными программными средствами СС-анализа (Рис. 28.1). Уровень сбоеустойчивости сопроцессора в 1,9 раза выше, чем у синхронных аналогов. Предложена методология сравнительного численного анализа уровня сбоеустойчивости синхронных и СС-схем. Разработаны схемотехнические и топологические методы повышения сбоеустойчивости вычислительно-управляющих СС-систем, увеличивающие время их бессбойной работы в сравнении с синхронными аналогами: комбинационных – до 4,0 раз, последовательностных – до 7,1 раза (Рис. 28.2). Библиотека СС-элементов полностью защищена патентами: 39 патентов РФ и 2 патента США.

*Организация и основные публикации:*

ФИЦ «Информатика и управление» РАН

1. Sokolov I. A., Stepchenkov Y. A., Rogdestvenski Y. V., Diachenko Y. G. Approximate Evaluation of the Efficiency of Synchronous and Self-Timed Methodologies in Problems of Designing Failure-Tolerant Computing and Control Systems // Automation & Remote Control, 2022. 83(2): 264–272.

2. Степченков Ю.А., Дьяченко Ю.Г., Рождественский Ю.В., и др. Самосинхронный троичный сумматор с повышенной сбоеустойчивостью // Известия вузов. Электроника, 2022. 27(5): 624–634.

3. Sokolov I.A., Stepchenkov Y.A., Rogdestvenski Y.V., Diachenko Y.G., Diachenko D.Y., Rogdestvenskene A.V. Self-Timed Fused Multiply-Add Unit Performance Improvement // 2022 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIconRus) St. Petersburg, Moscow, Russia, January 25-28, 2022. P. 459-463.

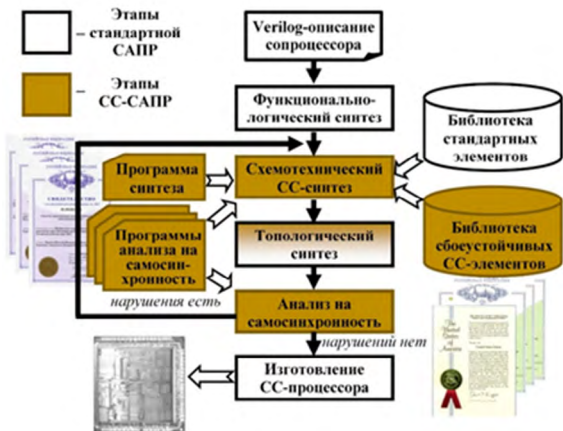


Рис. 28.1. Интеграция подсистем автоматизированного проектирования СС-схем в САПР синхронных СБИС

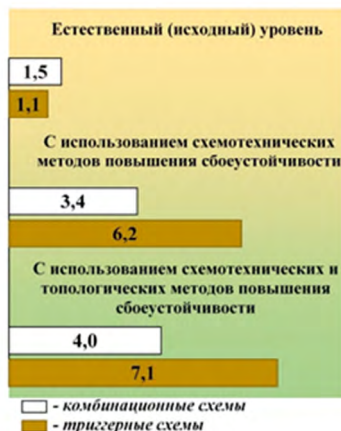


Рис. 28.2. Преимущество СС-схем в сравнении с синхронными аналогами по уровню сбоеустойчивости

## 2. Космические эксперименты по гиперспектральному дистанционному зондированию Земли на основе Кубсатов

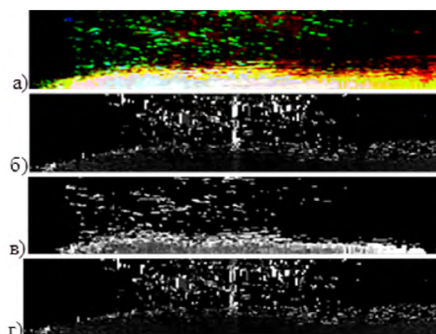
Разработана и экспериментально исследована в космосе полезная нагрузка для наноспутников для дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) формата Кубсат 3U ( $U=10 \times 10 \times 10$  см<sup>3</sup>): видеокамера с объективом на основе дифракционной гармонической линзы и наземной нейросетевой коррекцией полученных изображений выведена на орбиту 22 марта 2021 года на наноспутнике МИЭМ-ВШЭ «Cube SX Sirius HSE»; гиперспектрометр видимого диапазона на основе модифицированной схемы Оффнера, имеющий 190 спектральных каналов, выведен на орбиту 9 августа 2022 года на наноспутнике «ИСОИ». Полученные в ноябре 2022 года со спутника «ИСОИ» гиперспектральные данные позволили рассчитать ряд важных вегетационных индексов (рис. 29). Эксперименты показали перспективность использования наноспутников формата Кубсат 3U для точного земледелия и в образовательном процессе. Результаты исследования являются основой для развертывания отечественной группировки наноспутников, обеспечивающей оперативное получение данных дистанционного зондирования Земли для отраслей экономики Российской Федерации.

### Организация и основные публикации:

Институт систем обработки изображений РАН – филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН

Ivliev N., Evdokimova V., Podlipnov V., Petrov M., Ganchevskaya S., Tkachenko I., Abrameshin D., Yuzifovich Y., Nikonorov A., Skidanov R., Kazanskiy N., Soifer V. First Earth-Imaging CubeSat with Harmonic Diffractive Lens // Remote Sensing, 2022, Vol. 14(9), Art. No. 2230. <https://doi.org/10.3390/rs14092230>; IF=5,349.





**Рис. 29.** Гиперспектральные данные, полученные со спутника «ИСОИ»: цветосинтезированное изображение (а); вегетационный индекс  $NDVI_{0.705}$  (б) показывает наличие зеленой массы; вегетационный индекс PRI (фотохимический индекс отражения, в местах максимума индекса растительность находится в стрессовом состоянии) (в); первый индекс красного края Вогельмана (VOG1) определяет концентрацию хлорофилла в растениях (г)

### **3. Модели, методы и программные средства анализа данных социальных сетей для оценивания характеристик участников различных сообществ и интенсивности эпизодов их поведения**

Разработаны модели и методы автоматизированного извлечения, обработки, унификации и представления извлекаемых из социальных сетей данных, позволяющих оценить психологические, поведенческие и иные личностные особенности пользователей, определить интенсивность их рискообразующего поведения с учетом неполноты и неточности данных об эпизодах этого поведения. Разработан принципиально новый программный инструментарий, обеспечивающий снижение размерности параметрического пространства характеристик участников различных сообществ, применяемый для агрегации и синтеза сведений о выраженности личностных, поведенческих особенностей пользователей (Рис. 30), которые используются в качестве предикторов для анализа защищенности от социоинженерных атак, ресоциализации прошедших боевые действия, профориентирования и т.п.

*Организация и основные публикации:*

СПИИРАН – структурное подразделение СПб ФИЦ РАН

1. Олисеенко В.Д., Абрамов М.В., Тулупьев А.Л., Иванов К.А. Прототип программного комплекса для анализа аккаунтов пользователей социальных сетей: веб-фреймворк Django // Программные продукты и системы. 2022. Т. 35. № 1. С. 45–53. DOI: 10.15827/0236-235X.137.

2. Абрамов М.В., Тулупьева Т.В., Тулупьев А.Л., Бушмелев Ф.В. Цифровизация публичного управления: социоинженерные риски // Научные труды Северо-Западного института управления РАНХиГС. Том 13. Выпуск 1(53). С. 5–17.

3. Sokolov B. V., Yusupov R. M. Scientific Basis of Management and Cybernetics Methodologies Integration // International Conference System Analysis In Engineering And Control. – Springer, Cham, 2022. – pp. 52–59.

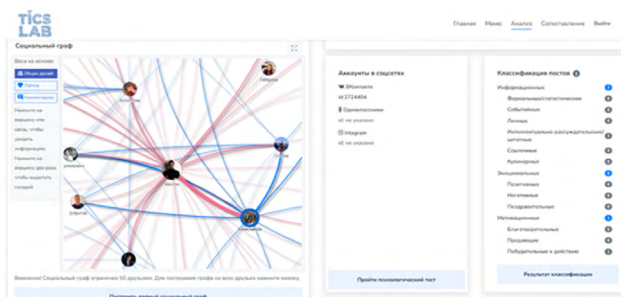


Рис. 30. Интерфейс веб-фреймворка, предназначенного для агрегации и синтеза сведений о выраженности личностных, поведенческих особенностей пользователей

#### 4. Метод мультискважинной деконволюции данных о дебите и давлении нефтяных скважин с помощью CRM-моделей с учетом обводнения исследуемых скважин

Работа посвящена задаче мультискважинной деконволюции данных о дебите и забойном давлении обводняющихся нефтяных скважин. Ранее мультискважинная деконволюция для обводняющихся скважин считалась невозможной, поскольку в процессе обводнения изменяется модель течения. В качестве инструмента для решения задачи была создана специальная CRM-модель. Предложено 6 разных способов учета обводнения в модели. Разработанный метод позволяет определять фильтрационно-емкостные свойства пласта в окоскважинном и межскважинном пространствах, восстанавливать динамику пластового давления, анализировать взаимовлияние скважин, прогнозировать работу скважин. Метод показал хорошие результаты при тестировании на теоретических и промысловых данных (Рис. 31).

Метод имеет высокую практическую значимость для анализа, контроля и регулирования разработки нефтяных месторождений при заводнении. Он позволяет обеспечить выполнение проектных показателей разработки нефтяных месторождений (что является актуальной проблемой отрасли) и повысить нефтеотдачу.

*Организация и основные публикации:*

ФНЦ НИИ системных исследований РАН

1. Afanaskin I.V., Kryganov P.V., Volpin S.G., Kolevatov A.A., Glishakov A.A., Yalov P.V. Multi-well deconvolution issue solving for producing well with increasing water-cut through CRM-model application // Journal of Petroleum Science and Engineering (WoS Q1) - 2022. – Vol. 215. 110679. DOI 10.1016/j.petrol.2022.110679.

2. Афанаскин И.В., Крыганов П.В., Ахапкин М.Ю., Дяченко А.Г., Чен-лен-сон Ю.Б., Штейнберг Ю.М. Применение CRM-модели для мультискважинной деконволюции данных о дебите и забойном давлении обводняющейся скважины // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений – 2022. – №10 (370). – С. 44-56. DOI 10.33285/2413-5011-2022-10(370)-44-56.

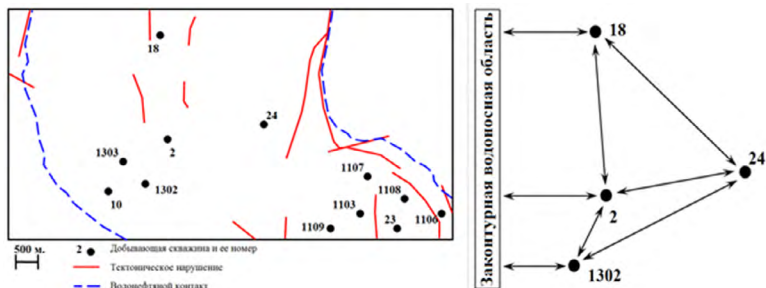


Рис. 31. Промысловый пример – нефтяное месторождение в республике Коми. Схема расположения скважин и границ (слева) и схема связей в CRM-модели (справа)

## 5. Технология создания цифровых двойников для описания процессов работы инфраструктурных объектов

Предложена новая технология создания цифровых двойников для описания процессов работы инфраструктурных объектов Байкальской природной территории, использующих природосберегающее оборудование (Рис. 32). Она ориентирована на исследование, прогнозирование и оптимизацию технологических, экономических и экологических показателей работы объектов на основе анализа потоков предметных данных в среде моделирования. Суть и новизна технологии по сравнению с известными заключаются в интеграции методов факторного анализа, многокритериальной оптимизации, искусственного интеллекта, инженерии знаний, концептуального и сервис-ориентированного программирования, обработки больших данных, распределенных вычислений и мультиагентных систем.

*Организация и основные публикации:*

Институт динамики систем и теории управления имени В.М. Матросова СО РАН

1. Feoktistov A., Gorsky S., Kostromoin R., Fedorov R., Bychkov I. Integration of Web Processing Services with Workflow-Based Scientific Applications for Solving Environmental Monitoring Problems // ISPRS International Journal of Geo-Information. 2022. Vol. 11, № 1. P. 8. (WoS: Q2, JSR: IF 3.099; Scopus: Q1, SJR: IF 0.721).

2. Bychkov I.V., Feoktistov A.G., Gorsky S.A., Kostromin R.O., Fedorov R.K. Automation in Integrating Web Processing Services of Environmental Monitoring

3. Бычков И.В., Феоктистов А.Г., Костромин Р.О., Башарина О.Ю., Сидоров И.А. Моделирование работы природосберегающего оборудования инфраструктурных объектов в микросервисной среде // Вычислительные технологии. 2022. Т. 27, № 5. С.30–42. (Scopus: Q4, SJR: IF 0.218, Q4).

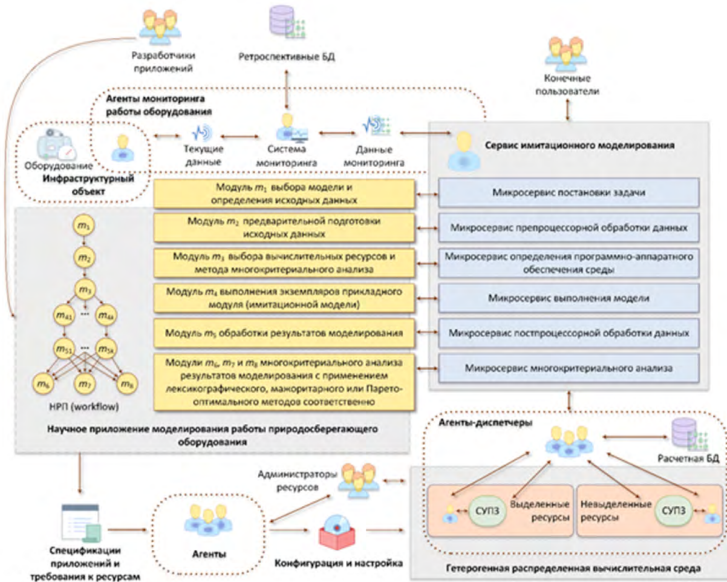


Рис. 32. Схема создания и применения цифровых двойников

## 6. Динамика трехфотонного лазерного возбуждения мезоскопических ансамблей холодных ридберговских атомов рубидия

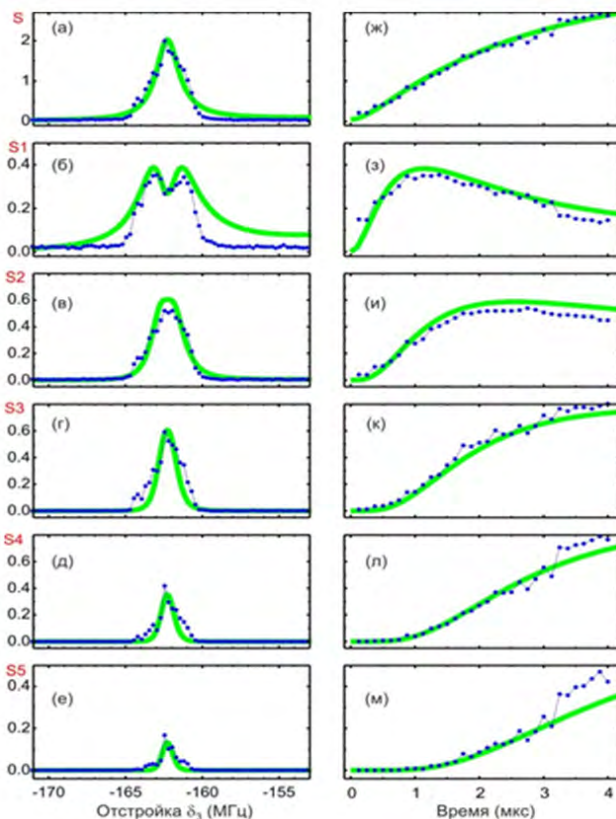
Впервые исследована временная динамика трехфотонного лазерного возбуждения  $5S_{1/2} \rightarrow 5P_{3/2} \rightarrow 6S_{1/2} \rightarrow 39P_{3/2}$  мезоскопических ансамблей холодных атомов Rb в ридберговские состояния в магнитооптической ловушке с использованием на каждой ступени непрерывных одночастотных лазеров. Ансамбли состояли из  $N = 1-5$  атомов и регистрировались методом селективной полевой ионизации с постселекцией по числу атомов. Измерена зависимость вероятности возбуждения от длительности возбуждающих лазерных импульсов и числа регистрируемых ридберговских атомов (Рис. 33). При малых временах взаимодействия наблюдался линейный рост вероятностей, а при больших временах вероятности выходили на насыщение, при этом для каждого числа атомов имелись свои особенности. Проведено сравнение экспериментальных зависимостей с результатами численных расчетов в рамках четырехуровневой

модели и получено их хорошее согласие. Определены условия, необходимые для наблюдения осцилляций населенностей Раби. Полученные результаты важны для реализации двухкубитовых квантовых операций на основе взаимодействий ридберговских атомов.

*Организация и основные публикации:*

Институт физики полупроводников имени А.В. Ржанова СО РАН

Д.Б. Третьяков, В.М. Энтин, Е.А. Якшина, И.И. Бетеров, И.И. Рябцев. Динамика трехфотонного лазерного возбуждения мезоскопических ансамблей холодных атомов рубидия в ридберговские состояния. Квантовая электроника, т. 52, в. 6, с. 513-522, 2022.



**Рис. 33.** (а)-(е) Точками изображены экспериментальные записи спектров трехфотонного лазерного возбуждения ридберговского состояния  $39P_{3/2}$  при сканировании отстройки  $\delta_3$  лазера третьей ступени и времени взаимодействия  $t = 4$  мкс. Запись S представляет собой сигнал, соответствующий среднему числу ридберговских атомов, регистрируемых на лазерный импульс. Записи  $S_1$ - $S_5$  представляют собой спектры возбуждения мезоскопических ансамблей с определенным числом ридберговских атомов  $N=1-5$ . Их сумма дает полный измеряемый сигнал S. Сплошные кривые – результат численного моделирования при трехфотонной частоте Раби  $\Omega/(2\pi)=0,2$  МГц, среднем числе атомов  $N_0 = 10$  и вероятности их регистрации  $T= 0,6$ . (ж)-(м) То же самое для амплитуды резонансов в центре линии перехода в зависимости от времени возбуждения при  $N_0 = 13$

## 7. Ранняя диагностика рака кожи и внутренних органов на базе технологий радиофотоники

На базе технологий радиофотоники предложен, обоснован и разработан новый метод диагностики рака и других патологий кожных покровов и внутренних органов, а также диабета с использованием принципа многоспектральной обработки световых полей и изображений при последовательном программно-управляемом облучении светом с большим количеством длин волн. Разработан и изготовлен лабораторный экспериментальный макет (Рис. 34.1), на котором впервые проведен комплекс исследований на пациентах с различными видами кожных новообразований и повреждений, подтвердивший работоспособность и эффективность предложенного метода. Впервые показана целесообразность использования высокоселективных акустооптических перестраиваемых фильтров при формировании облучающего пучка света, что позволяет за счет значительного увеличения числа используемых для анализа длин волн обеспечить быстроедействие процесса и высокую достоверность диагностики, в частности рака внутренних органов гибридными эндоскопами (Рис. 34.2).

*Организация и основные публикации:*

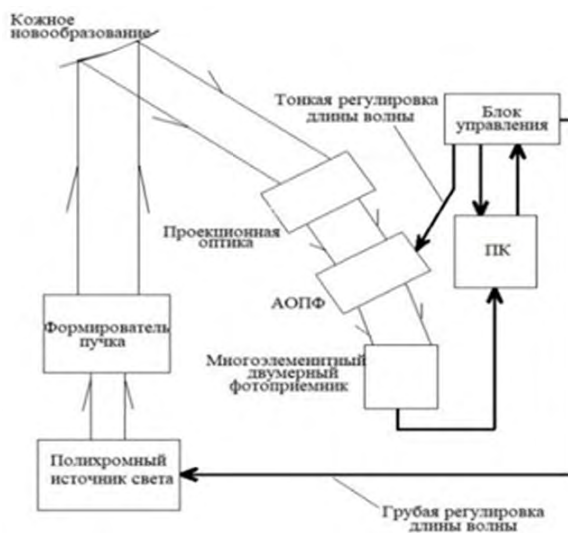
Институт аналитического приборостроения РАН

1. Zaichenko K.V., Gurevich B.S. Spectral selection using acousto-optic tunable filters for the skin lesions diagnostics // Proceedings of SPIE. 2021, vol. 11922, pp. 119221C. doi: 10.1117/12.2615808.

2. Zaichenko K.V., Gurevich B.S. Development of images multispectral processing for the skin cancer early diagnostics // Proceedings of SPIE. 2022, vol. 12144, pp. 121440E-1 – 121440E-6. doi: 10.1117/12.2624329.

3. Zaichenko K.V., Gurevich B.S. Svyatkina V.I. Polychromic light source for the realization of multispectral processing method of skin malignant lesions images // Scientific and Technical Journal of Information Technologies, Mechanics and Optics, 2022, vol. 22, no. 5, pp. 846–853. doi: 10.17586/2226-1494-2022-22-5-846-853.

4. Зайченко К.В., Гуревич Б.С., Беляев А.В., Святкина В.И. Гибридный эндоскоп с телевизионной и многоспектральной обработкой изображений для диагностики рака внутренних органов // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2022. Т. 22, № 6, С. 1031–1036.



**Рис. 34.1.** Структурная схема макета устройства диагностики рака кожи на основе многоспектрального анализа



**Рис. 34.2.** Структурная схема макета гибридного эндоскопа для диагностики рака внутренних органов на основе многоспектрального анализа (АОПФ – акустооптический перестраиваемый фильтр; 1 – оптоволоконный облучатель; 2 – оптоволоконный датчик изображений; 3 – TV-камера)

## 8. Изменение структуры и проницаемости бислойных липидных мембран под действием наночастиц феррита кобальта

Обнаружены структурные изменения фосфатидилхолиновых липидных мембран, вызванные их взаимодействием с магнитными наночастицами феррита кобальта. В работе использовались наночастицы нескольких типов: с кубическим ядром феррита кобальта размером 12 или 27 нм, покрытым гидрофильной оболочкой из человеческого сывороточного альбумина или поли-



этиленгликоля. Методом кондуктометрии зарегистрировано образование метастабильных проводящих пор с аномально высоким временем жизни, обусловленных взаимодействием рассматриваемых наночастиц с липидным бислоем. Обнаружено, что, несмотря на наноразмерный радиус пор, характерное время их существования составляет около секунды (Рис. 35). Важность полученного результата состоит в создании основы для решения актуальной задачи, направленной на разработку новых эффективных терапевтических стратегий адресной управляемой доставки лекарственных веществ в целевые области организма человека и животных.

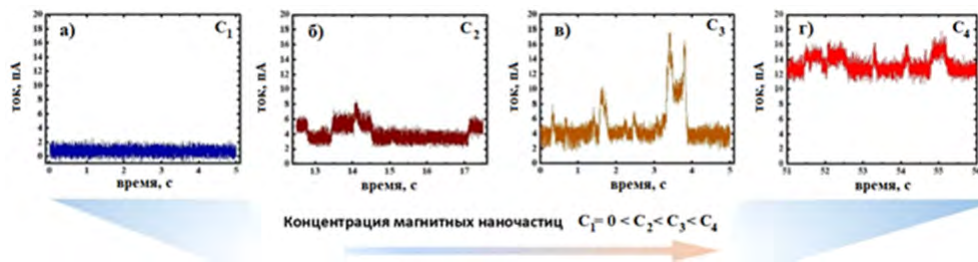
#### *Организация и основные публикации:*

Институт радиотехники и электроники имени В.А. Котельникова РАН, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Минздрава России, ФИЦ ПХФ МХ РАН

1. Anosov A. et al. Effect of Cobalt Ferrite Nanoparticles in a Hydrophilic Shell on the Conductance of Bilayer Lipid Membrane //Membranes. – 2022. – Т. 12. – №. 11. – С. 1106. DOI: 10.3390/membranes12111106.

2. Anosov A. et al. Surface and Structure of Phosphatidylcholine Membranes Reconstructed with CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> Nanoparticles //Langmuir. 2022, 38, 47, 14517–14526 DOI: 10.1021/acs.langmuir.2c02659.

3. А.А. Аносов, Е.А. Корепанова, О.В. Коплак, В.А. Казаманов, А.С. Дерунец, Р.Б. Моргунов, Рост электрической проводимости и появление липидных пор под действием магнитных наночастиц CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub> в бислоевой липидной мембране, Электрохимия, 2022, том 58, № 4, с. 179–187 DOI: 10.31857/S0424857022030033.



**Рис. 35.** Увеличение проводимости липидной мембраны с ростом концентрации  $C_1 = 0 < C_2 < C_3 < C_4$  наночастиц феррита кобальта. Напряжение на мембране 30 мВ.

## **9. СВЧ-фотодиоды на основе гетероструктур InAlAs/InGaAs/InP**

Использование оптических технологий обеспечивает значительные преимущества для систем передачи и обработки сверхвысокочастотных (СВЧ) сигналов. Так, передача СВЧ-сигнала по оптоволокну обеспечивает снижение

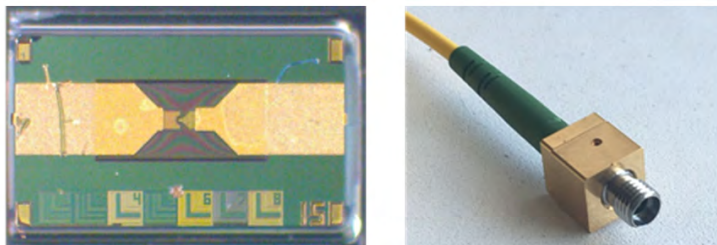


потерь передачи в сотни, тысячи раз по сравнению с традиционным коаксиальным кабелем. В ходе работы были разработаны конструкция и технология изготовления мощных бескорпусных СВЧ-фотодиодов для спектрального диапазона 1,0–1,65 мкм, не производимых в России. Фотодиоды изготавливаются на основе гетероструктур InAlAs/InGaAs/InP и представляют собой меза-структуры с барьером Шоттки (Рис. 36 слева). Рабочая частота фотодиодов диаметром  $\varnothing 10$  мкм достигает 40 ГГц, а максимальная выходная СВЧ-мощность на частоте 20 ГГц для фотодиодов  $\varnothing 15$  мкм составила 58 мВт. Показано, что фотодиоды перспективны для систем генерации и передачи аналоговых СВЧ-сигналов с высокими требованиями к фазовым шумам. Разработаны также *pin*-фотодиоды, на основе которых совместно с ООО «Ай Эм Тех» и ТУСУР (г. Томск) и АО НПЦ «ЭЛВИС» (г. Зеленоград) изготовлены высокоскоростные фотоприемники с волоконным вводом излучения (Рис. 36 справа), а также гибридные фотоприемники с трансимпедансными усилителями.

*Организация и основные публикации:*

Институт физики полупроводников имени А.В. Ржанова СО РАН

Zhuravlev K. S., Chizh A. L., Mikitchuk K. B et al. High-power InAlAs/InGaAs Schottky barrier photodiodes for analog microwave signal transmission. Journal of Semiconductors, v.43, №1, с.012302, 2022.



**Рис. 36.** Слева – бескорпусной чип-фотодиод; справа – фотоприемник с волоконным вводом излучения на основе разработанных фотодиодов (совместно с ООО «Ай Эм Тех» и ТУСУР)

## **10. Методы и средства программирования гетерогенных конфигурируемых интегральных схем для реализации требуемой функциональности**

Гетерогенные конфигурируемые большие интегральные схемы (БИС) включают в себя как программируемую логику, так и типовые сложно функциональные блоки: процессоры, интерфейсные схемы, блоки цифровой обработки сигналов. Разработанные и реализованные методы и средства программирования таких схем представляют собой систему автоматизированного проектирования (САПР) программирующей информации и позволяют создать БИС с требуемой функциональностью, причем программирование соединений и, соответствен-

но, обеспечение требуемой функциональности БИС осуществляется оперативно, путем записи управляющей информации в распределенную память заранее изготовленных гетерогенных конфигурируемых БИС (Рис. 37).

Разработчикам отечественной микроэлектронной аппаратуры необходима широкая номенклатура интегральных схем при небольших объемах их потребления. Применение конфигурируемых БИС совместно с разработанной САПР позволяет в короткие сроки реализовать большое количество необходимых в настоящее время заказных микросхем путем программирования их функциональности, что в значительной мере обеспечивает их импортозамещение.

*Организация и основные публикации:*

Институт проблем проектирования в микроэлектронике РАН, АО «НИИ молекулярной электроники»

1. Эннс В.И., Гаврилов С.В., Хватов В.М., Курбатов В.Г. Проектирование ПЛИС и реконфигурируемых СнК с использованием методов программного анализа и прототипирования // Микроэлектроника. 2021. Т. 50. № 6. С. 467–480.

2. Гаврилов С.В., Железников Д.А., Заплетина М.А., Хватов В.М., Чочаев Р.Ж., Эннс В.И. Маршрут топологического синтеза для реконфигурируемых систем на кристалле специального назначения // Микроэлектроника. 2019. Т. 48. № 3. С. 211–223.



**Рис. 37.** Алгоритм программирования БИС с требуемой функциональностью

## **11. Технология эпитаксиального роста гетероструктур на основе нитрида галлия для транзисторов и светодиодов на подложках кремния диаметром до 150 мм**

Разработана отечественная технология выращивания гетероструктур на основе нитрида галлия для СВЧ транзисторов на сверхвысокоомных эпитакси-

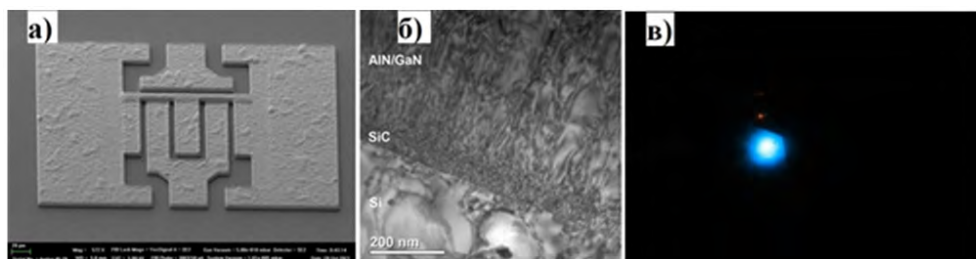
альных структурах кремния диаметром 100–150 мм. На разработанных структурах получены СВЧ транзисторы (Рис. 38 а) с максимальным током стока насыщения 1200 мА/мм, крутизной не менее 300 мСм/мм, напряжением обратного пробоя более 80 В и граничной частотой ( $F_t$ ) около 80 ГГц. Выращены светодиодные гетероструктуры (Рис. 38 б) с использованием темплейтов SiC/Si, синтезированных методом согласованного замещения атомов. Разработана технология изготовления кристаллов светодиодов (Рис. 38 в), используя удаление подложки для увеличения эффективности вывода света.

*Организация и основные публикации:*

НТЦ микроэлектроники и субмикронных гетероструктур РАН

1. Федотов С.Д., Лундин В.В., Заварин Е.Е., Сахаров А.В., Цацунников А.Ф., Соколов Е.М., Стаценко В.Н., Егоркин В.И., Земляков В.Е., Зайцев А.А., Чуканова О.Б. Использование сверхвысокоомных эпитаксиальных структур кремния диаметром до 150 мм для роста Ga(Al)N соединений методом МОГФЭ. Наноиндустрия т.15, № S8-1 (113), (2022) с.113-117.

2. Markov L.K., Kukushkin S.A., Smirnova I.P., Pavlyuchenko A.S., Grashchenko A.S., Osipov A.V., Svyatets G.V., Nikolaev A.E., Sakharov A.V., Lundin V.V., Tsatsulnikov A.F. A Light-Emitting Diode Based on AlInGaN Heterostructures Grown on SiC/Si Substrates and Its Fabrication Technology. Technical Physics Letters, 2022, V. 48, № 2, p.31-34.



**Рис. 38.** а – поперечный срез затвора транзистора на сверхвысокоомной эпитаксиальной структуре кремния; б – изображение просвечивающей электронной микроскопии структуры AlGaIn/SiC/Si в поперечном сечении; в – излучение чипа с удаленной подложкой

## 12. Экспериментальная световая установка для вегетации растений

Результат относится к осветительным устройствам, состоит из четырех боксов со следующим светодиодным освещением: WW (теплый белый), SB (солнечный бокс), RGB (красно-зелено-синий) и FS (красно-синий). Соотношение энергий (B:G:R, %) составляет: WW – 14:48:38, SB – 26:41:33, RGB – 32:19:49, FS – 27:11:62. Сводные спектральные характеристики приведены на рисунке 39. Новизна заключается в точном дозировании вариаций искусственного освещения, влияющих на регуляцию ростовых и фитохимических характеристик рас-

тений. Значимость определяется использованием устройства для получения новых знаний в исследовании влияния вариаций искусственного освещения для применения в тепличном растениеводстве с целью получения максимального энергоэффективного результата в зависимости от вида культур. Результат необходим для разработки основ технологии увеличения урожайности растительных культур в агроиндустриальной промышленности на основе вариаций искусственного освещения.

*Организация и основные публикации:*

Институт автоматики и процессов управления ДВО РАН

Nakonechnaya, O.V., Kholin, A.S., Subbotin, E.P. et al. Development of Tomato Plants under Illumination of Different Spectral Composition. Russ J Plant Physiol 69, 88 (2022). <https://doi.org/10.1134/S1021443722050168>. IF 1.419, Q3.

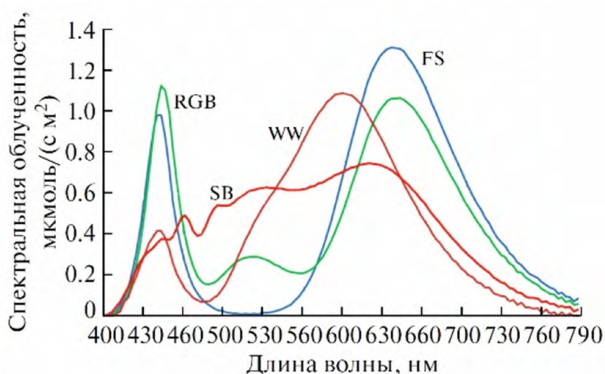


Рис. 39. Сводные спектры излучения источников света экспериментальной установки

### 13. Применение кольцевых электронных потоков в мощных клистронах

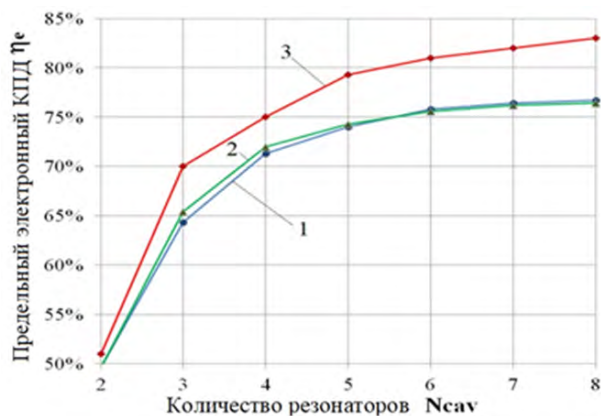
Широкому внедрению кольцевых электронных потоков в мощных клистронах мешает недостаточная исследованность условий их эффективного применения. Проведенные исследования подтвердили возможность увеличения КПД многорезонаторного клистрона на 5%–6% за счет использования кольцевых электронных потоков. Полученные в результате оптимизационных расчетов сравнительные зависимости предельных значений электронного КПД для клистронов со сплошным (график 1) и кольцевым пучком (график 3) представлены на рис. 40.1. Показано, что замена сплошного электронного пучка на кольцевой позволяет увеличить силу тока пучка и мощность прибора на 30%–100% при том же значении КПД (см. графики 1, 2 на рис. 40.1). Получено аналитическое выражение для выбора параметров кольцевого электронного потока, обеспечивающее такую замену. На рисунке 40.2 приведены зависимости относительного увеличения силы тока кольцевого пучка от коэффици-

ента заполнения пучка при различных значениях толщины кольцевого пучка. В миллиметровом диапазоне применение кольцевых электронных потоков может позволить обеспечить рекордные значения выходной мощности однолучевых клистронов.

*Организация и основные публикации:*

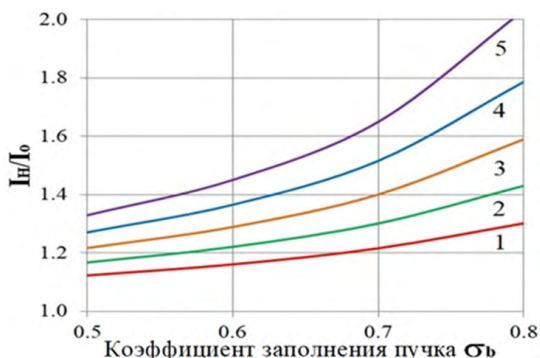
Институт проблем лазерных и информационных технологий РАН – филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН

Родякин В.Е., Аксенов В.Н. Особенности группирования кольцевых электронных потоков в мощных клистронах // Известия Российской академии наук. Серия физическая. – 2022. – Т. 86. – № 1. – С. 88–92. – DOI 10.31857/S0367676522010215.



**Рис. 40.1.** Зависимость предельных электронных КПД клистронов от числа резонаторов для различных величин тока электронного пучка  $I_0$ :

- (1) – сплошной пучок,  $I_0 = 17.25$  А;
- (2) – кольцевой пучок,  $I_0 = 27.3$  А;
- (3) – кольцевой пучок,  $I_0 = 17.25$  А.



**Рис. 40.2.** Зависимость увеличения силы тока  $I_0$  при замене сплошного пучка кольцевым при сохранении значения КПД от коэффициента заполнения пучка  $\sigma_b$  для различных значений толщины кольцевого пучка: (1) –  $\sigma_b = 0.5$ ; (2) –  $\sigma_b = 0.6$ ; (3) –  $\sigma_b = 0.7$ ; (4) –  $\sigma_b = 0.8$ ; (5) –  $\sigma_b = 0.96$

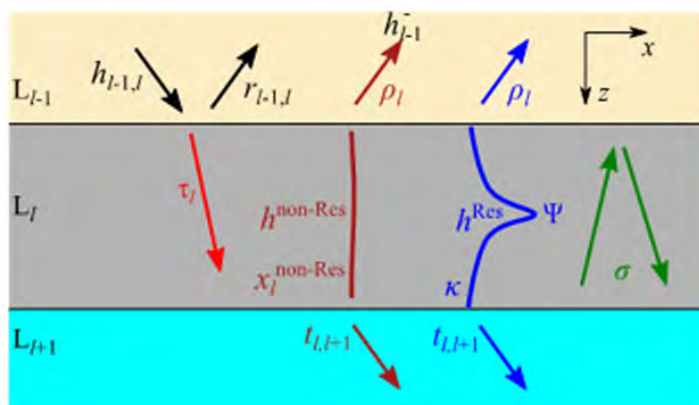
## 14. Теория связанных мод для описания резонансов Фано в спектрах слоистых структур для спектроскопии на основе усиления поля

Выделение отдельных эффектов, ассоциированных с возбуждением и связью мод в структурах, а также описание физики резонансов и формирования резонансного профиля Фано может быть осуществлено на основе теории связанных мод (СМ). В отличие от традиционных теорий СМ с феноменологическими постоянными коэффициентами, в работе впервые аналитически были получены формулировки моделей СМ для структур, допускающих возбуждение как одиночных, так и связанных волноводных мод, мод Фабри-Перо, симметричных и антисимметричных плазмонных мод (Рис. 41.1). Также получены явные аналитические выражения, связывающие резонансные характеристики, такие как высота, положение, ширина, наклон резонанса, максимальное усиления поля, чувствительность к изменению оптических характеристик окружающей среды и т.п. интерференционных структур с их физическими и геометрическими параметрами. Полученные строгие формулировки СМ необходимы для физического понимания эффектов связи между амплитудами колебаний локальных полей резонаторов и послужат основой для разработки общей формулировки СМ для связанных резонансных систем. Разработанная аналитическая теория согласуется с результатами моделирования (рис. 41.2).

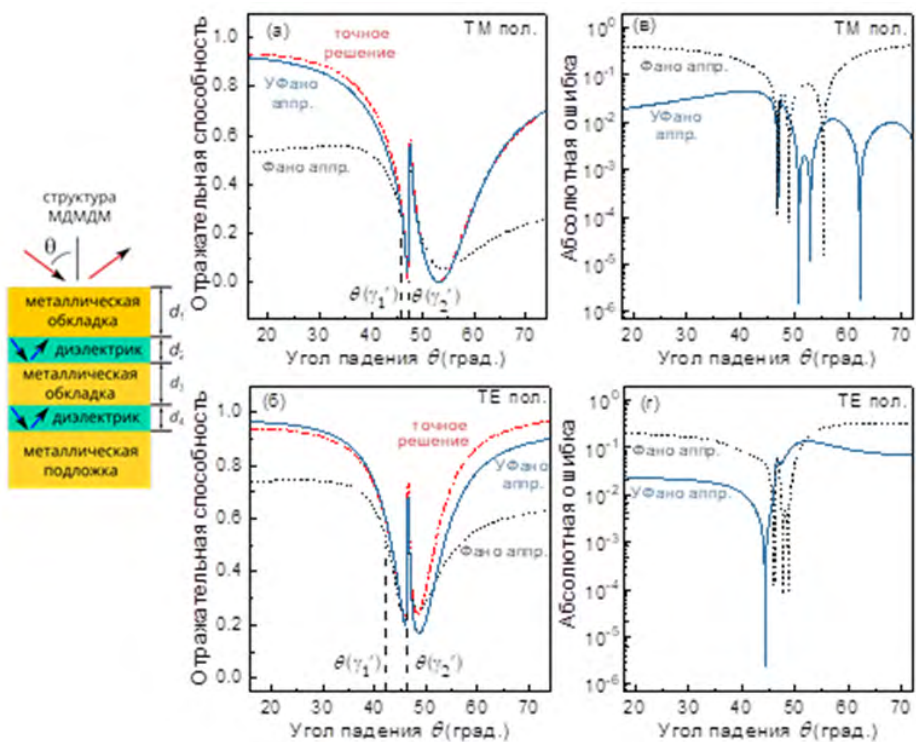
*Организация и основные публикации:*

Институт систем обработки изображений РАН – филиал ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН

D.V. Nesterenko, S. Hayashi, and V. Soifer, “Ab initio spatial coupled-mode theory of Fano resonances in optical responses of multilayer interference resonators”, Physical Review A 106(2), 023507 (2022).



**Рис. 41.1.** Пример модели возбуждения резонансных (синяя) и нерезонансных (красная) колебаний поля в случае интерференционного резонатора.



**Рис. 41.2.** Примеры спектров отражения [слева], точные значения (красная линия) и их аппроксимации разработанными (синяя) и традиционными (черная) моделями СМ в случае связанных мод Фабри-Перо в металло-диэлектрических структурах и их соответствующие отклонения от точных значений [справа]

## 15. Экспериментальная установка на основе $\text{CO}_2$ лазера с обратной связью для автоматизированного прецизионного выпаривания биологических тканей

Создана установка на основе  $\text{CO}_2$ -лазера с обратной связью для прецизионного автоматизированного выпаривания биологических тканей. Послойное выпаривание ткани осуществляется с использованием гальванометрического сканатора внутри заранее определяемой зоны любой формы, задаваемой с помощью компьютера. Установка позволяет в процессе выпаривания записывать автодинный сигнал и его производные в заданном частотном диапазоне и одновременно осуществлять видеозапись процесса выпаривания с помощью цифрового микроскопа (Рис. 42). Автодинная диагностика (прием на резонатор лазера обратно рассеянного из зоны испарения излучения) послойного лазерного сканирования позволяет контролировать процесс испарения биоткани одного типа и определять границы между тканями различных типов как в плоскости сканирования, так и по глубине ткани. Созданная установка может быть ис-

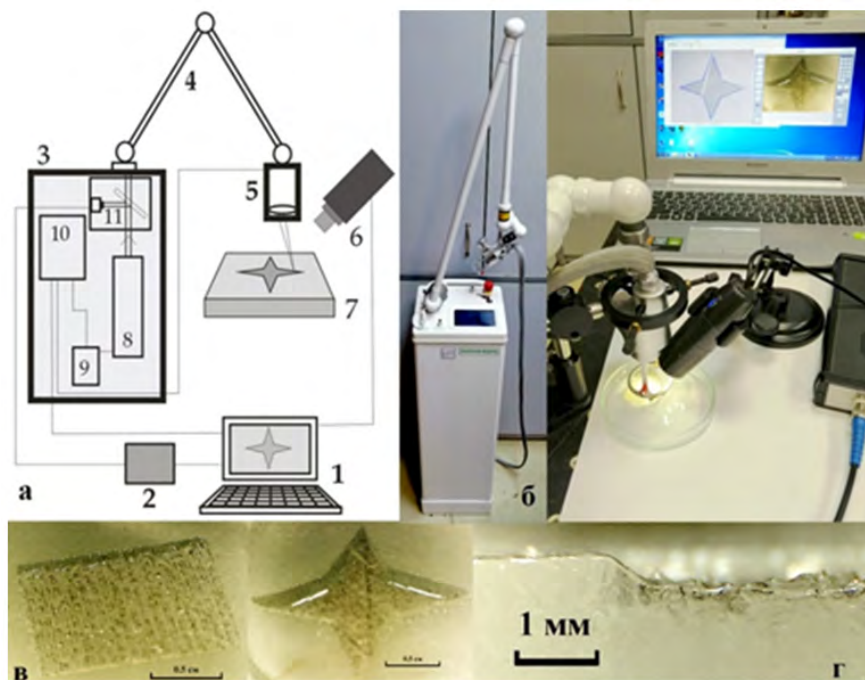


пользована для исследований и отработки новых подходов к прецизионным малотравматичным лазерным операциям с применением роботизированных хирургических систем с обратной связью.

*Организация и основные публикации:*

Институт фотонных технологий ФНИЦ «Кристаллография и фотоника» РАН

A.K. Dmitriev, A.N. Konovalov, V.N. Kortunov, and V.A. Ulyanov. An Apparatus Based on a CO<sub>2</sub>-Laser with Feedback for Automated Precision Evaporation of Biological Tissues. *Instruments and Experimental Techniques*, 2022, v. 65, № 2, pp. 332-335. WoS (Q3), IF=1,142.



**Рис. 42.** Лазерная установка по автоматизированному выпариванию биотканей:

- а** – схема установки (1 – компьютер, 2 – аналого-цифровой преобразователь, 3 – лазерный блок, 4 – шарнирно-зеркальный манипулятор, 5 – гальвано-сканатор, 6 – микроскоп, 7 – образец, 8 – лазерный излучатель на основе CO<sub>2</sub>-лазера, 9 – блок питания лазера, 10 – контроллер управления лазерным модулем, 11 – оптический блок); **б** – фотография лазерной установки; **в** – изображения разных форм на поверхности образцов (под углом к поверхности) из агара, полученные при сканировании лазерным пучком со скоростью 15 мм/с при мощности лазерного излучения 5 Вт; **г** – фотография среза области сканирования образца из агара



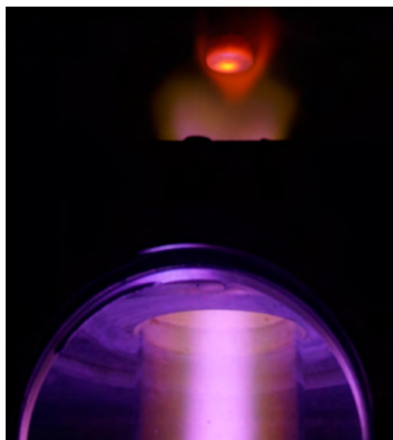
# ЭНЕРГЕТИКА, МЕХАНИКА, МАШИНОСТРОЕНИЕ И ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ

## 1. Исследования по совмещенному радиационному и конвективному нагреву высокотемпературного материала

Впервые выполнены исследования по совмещенному радиационному и конвективному нагреву высокотемпературного материала. Эксперименты проведены на ВЧ-плазмотроне ВГУ-4 (уникальная научная установка РФ). В качестве источника излучения использовался волоконный лазер. Образец из теплозащитного плиточного материала орбитального корабля «Буран» подвергался совместному воздействию дозвуковой струи азотной плазмы и лазерного излучения (Рис. 43). Успешно продемонстрирован рост тепловой нагрузки на материал во время испытания в плазмотроне, показаны возможности по пространственно-временной модуляции теплового потока. Новый технический подход позволит повысить максимальные реализуемые температуры поверхности и существенно расширить области экспериментального моделирования аэродинамического нагрева, в том числе для лабораторного воспроизведения условий входа космического аппарата в атмосферы Марса, Венеры, других планет Солнечной системы и их спутников. Результаты таких испытаний востребованы профильными предприятиями и организациями отечественной аэрокосмической отрасли

*Организация:*

Институт проблем механики имени А.Ю. Ишлинского РАН



**Рис. 43.** Фотография образца под воздействием дозвуковой струи азотной плазмы и дополнительно нагретого лазерным излучением

## **2. Аналитико-численный метод оценки термовязкоупругих свойств композитных материалов с промежуточным межфазным слоем**

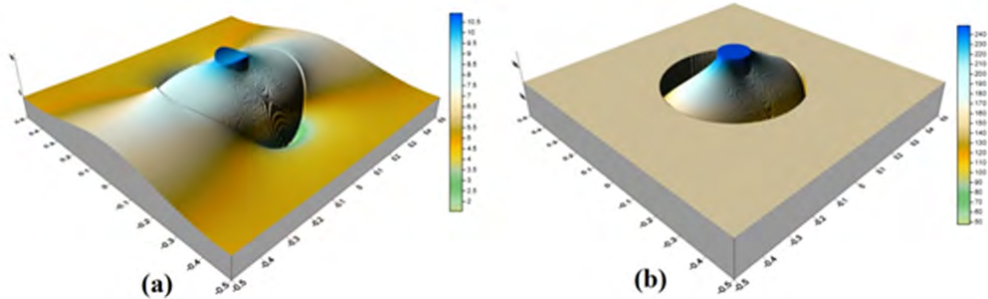
Разработан аналитико-численный метод оценки термовязкоупругих свойств композитных материалов с промежуточным межфазным слоем. Разработан параметрический метод определения термовязкоупругих характеристик (теплофизических и вязкоупругих) композитных материалов на основе вязкоупругой матрицы и включений с промежуточным межфазным слоем. Этот метод базируется на теории асимптотического усреднения уравнений с быстроосциллирующими коэффициентами в параметрическом пространстве и аналитическом решении обобщенной задачи Эшелби для многослойного включения. На основе такого подхода с помощью новой конечно-элементной технологии, базирующейся на представлении Папковича-Нейбера, построен эффективный алгоритм решения задачи на ячейке (Рис. 44.1) для определения термовязкоупругих характеристик композитов, в частности, модулей накопления и потерь, определяющих их демпфирующие свойства. С помощью разработанного алгоритма проведено исследование зависимости жесткостных и демпфирующих свойств эпоксидной смолы, армированной углеродными волокнами, от вязкоупругих характеристик межфазного слоя и матрицы при различной температуре, объемного наполнения и частоты вибрации при гармонических колебаниях (Рис. 44.2). Отмечены эффекты локального усиления демпфирующих свойств при определенных соотношениях параметров межфазного слоя и матрицы. Метод применим в строительстве, машиностроении, автомобилестроении, аэрокосмической областях, а также в медицине. Термовязкоупругие материалы могут использоваться для снятия стресса и боли в теле человека, для защиты хрупких компонентов в различных типах машин и оборудования, а также в высокотемпературном аддитивном производстве (HT-FRAM).

*Организация и основные публикации:*

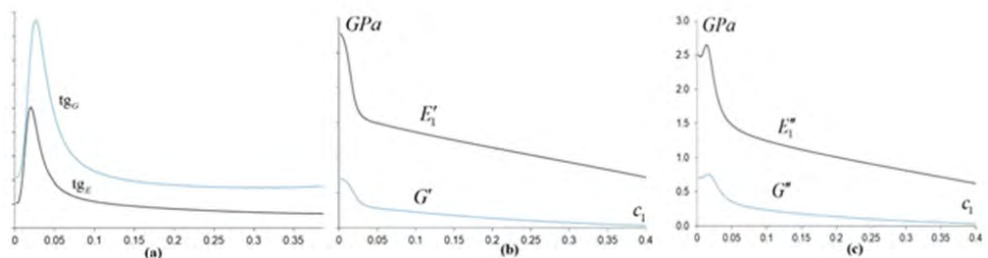
Институт прикладной механики РАН

1. A.N. Vlasov, D.B. Volkov-Bogorodsky, V.L. Savatorova Calculation of the effective properties of thermo-viscoelastic composites using asymptotic homogenization in parametric space // Mechanics of Time-Dependent Materials <https://doi.org/10.1007/s11043-021-09501-4>

2. A.N. Vlasov, D.B. Volkov-Bogorodsky, V. Savatorova Using asymptotic homogenization to determine effective thermo-viscoelastic properties of fibrous composites with interphase layer // Mathematics and Mechanics of Solids (принята к печати) Manuscript ID MMS-22-0241.R



**Рис. 44.1.** Компонента напряжений  $\sigma_x$  в задаче на ячейке с волокном и функционально-градиентным слоем при деформации 1% вдоль оси в эпоксидной (а) и почти несжимаемой эластомерной (б) матрице



**Рис. 44.2.** Зависимость эффективных модулей накопления Юнга и сдвига (а), потерь Юнга и сдвига (б) и тангенса угла потерь (с) в зависимости от объемной доли межфазного слоя  $c_1$  в плоскости изотропии для случая мягкого и вязкого межфазного слоя

### 3. Моделирование трещинообразования в материалах с сильно-фрагментированной структурой, сформированной в ходе больших пластических деформаций

На основе проведенных электронно-микроскопических исследований деформированных до разрушения образцов, предложена модель, описывающая трещинообразование в материалах с сильно-фрагментированной структурой, сформированной в ходе больших пластических деформаций. Установлено, что зарождение трещин в такой структуре происходит в окрестности ротационно-сдвиговых мезодефектов, накапливающихся на границах и в стыках фрагментов вследствие несовместности пластической деформации. В рамках предложенной модели определены области существования стабильных микротрещин и построены карты распределения их длин в конфигурационном пространстве параметров, характеризующих дефектную структуру материалов.

Полученные результаты важны для построения физической теории вязкого разрушения и разработки методов диагностики прочностного состояния металлов и сплавов (Рис. 45).

*Организация и основные публикации:*

Институт проблем машиностроения РАН Н.Новгород, Институт прикладной физики РАН, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, ЦНИИ конструкторских материалов «Прометей»

Zolotarevsky N., Rybin V., Ushanova E., Ermakova N., Perevezentsev V. Large-scale fragmentation of grains in plastically deformed polycrystalline iron // Materials Today Communications. – 2022. – Vol. 31. – P. 103816.

Perevesentsev V.N., Kirikov S.V., Zolotarevsky N.Yu. Analysis of the conditions of crack nucleation during lattice dislocations transition through grain boundary // Materials Physics and Mechanics. – 2022. – Vol. 49. – No 1. – P. 173–181.

Kirikov S.V, Perevezentsev V.N., Pupynin A.S., Svirina J.V. Crack arrest by the elastic field of wedge disclination and planar shear mesodefekt // Materials Physics and Mechanics. – 2022. – Vol. 48. – No 1. – P. 61–68.

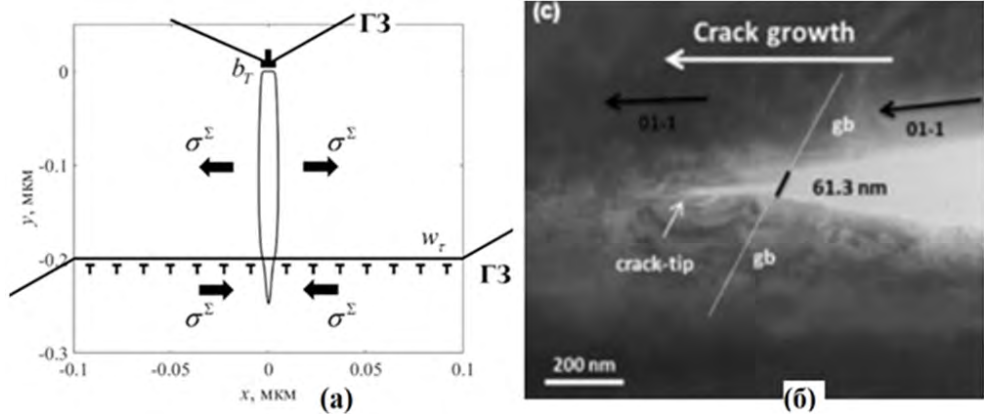


Рис. 45. Расчетный профиль (а) и наблюдаемый профиль (б)

#### 4. Упругопластическая модель прямого численного моделирования разрушающейся гетерогенной среды

Построена замкнутая дискретная упругопластическая модель прямого численного моделирования разрушающейся гетерогенной среды, позволяющая предсказывать отклик среды от ударного воздействия, с высокой точностью воспроизводя процессы деформирования, разрушения и образования трещин (начало зарождения и направление распространения откольной трещины, размер и скорость движения образовавшейся откольной тарелки) в металлокерамических материалах, созданных с помощью аддитивных технологий. Предло-

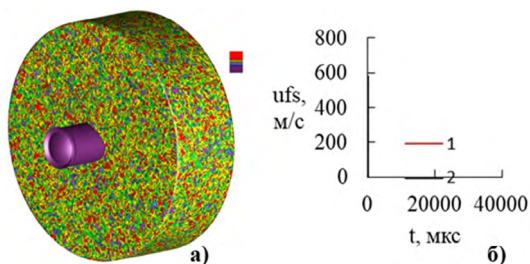
женная авторами модель позволяет предсказывать отклик гетерогенной среды, как по физико-механическим, так и по прочностным свойствам, без привлечения дополнительных знаний о материале.

На рисунке 46 б, в качестве примера, показано сравнение рассчитанного методом прямого численного моделирования профиля скорости движения свободной поверхности в гетерогенном металлокерамическом материале (WC+Co) при концентрации кобальта 8%. Сравнение показывает, что авторская модель с хорошей точностью описывает откольное разрушение металлокерамического композита.

#### *Организация и основные публикации:*

Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича  
СО РАН

Fomin V.M., Kraus A.E., Kraus E.I., Shabalin I.I., Buzyurkin A.E. Accounting for functions of distribution of mechanical properties of metals in dynamic processes of deformation and destruction of barriers // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. - 2022. -Vol.95, No.7. -P. 1625–1633. DOI: 10.1007/s10891-022-02631-7



**Рис. 46.** а) металлокерамический композит б) профиль скорости движения свободной поверхности WC-2Co, 1 – экспериментальные данные; 2 – результат расчета

## **5. Новый подход к настройке и оптимизации параметров ПИД-регулятора**

Предложен новый – основанный на сведении проблемы к задаче оптимизации – подход к настройке и оптимизации параметров ПИД-регулятора. Качество регулятора оценивается по квадратичному критерию от выхода системы: ПИД-регулятор настраивается в зависимости от неопределенности в начальных условиях так, чтобы выход системы был равномерно малым, при этом дополнительно гарантируется заданная степень устойчивости замкнутой системы. Выписан градиентный метод для отыскания параметров ПИД-регулятора. Предлагаемая рекуррентная процедура является весьма эффективной и приводящей ко вполне удовлетворительным по инженерным критериям качества ПИД-регуляторам.

На рисунке 47 показаны траектории выхода тестовой линейной системы при ненулевом начальном условии и единичном ступенчатом возмущении, замкнутой построенным ( $K_*$ ) и ранее известными ПИД-регуляторами.

*Организация:*

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН

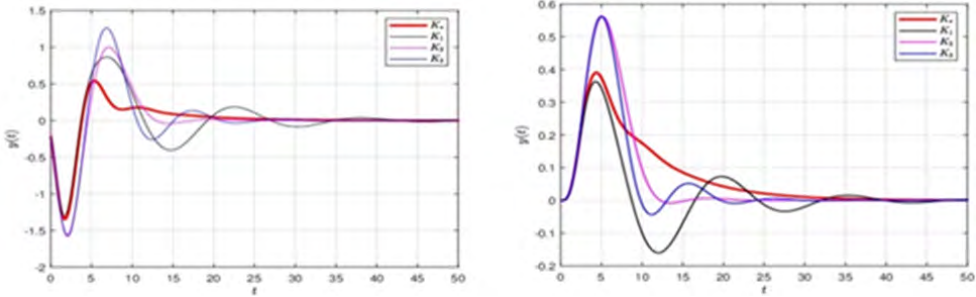


Рис. 47. Траектории выхода тестовой линейной системы

## 6. Динамика мобильных систем с управляемой конфигурацией

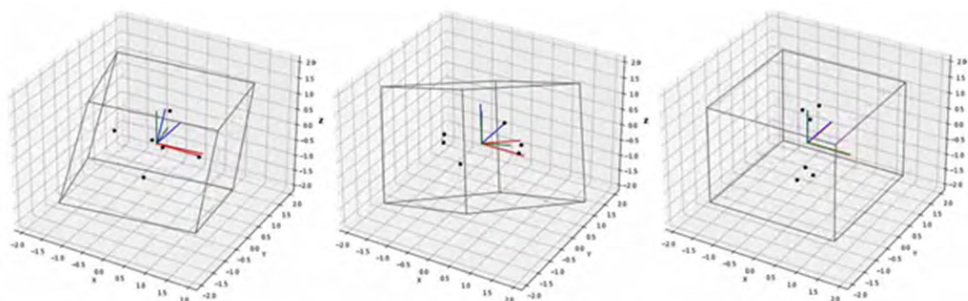
Завершен многолетний цикл фундаментальных исследований, посвященных проблемам динамики и управления движением мобильных систем, способных перемещаться в различных средах за счет целенаправленного изменения их конфигурации. У этих систем отсутствуют такие традиционные движители как колеса, ноги, гусеницы, гребные винты; их движение осуществляется путем изменения формы или взаимного расположения составляющих тел при сохранении контакта с внешней средой. Такие способы перемещения широко распространены в живой природе (ползание змей и червей, плавание рыб и животных) и используются для осуществления локомоции мобильных робототехнических систем. Среди мобильных роботов можно выделить бионические системы, движение которых в значительной степени имитирует движение живых прототипов, и системы, не имеющие прямых аналогов в живой природе. К последним относятся, в частности, капсульные мобильные роботы, состоящие из жесткого корпуса и внутренних тел, управляемых при помощи приводов и совершающих определенные движения относительно корпуса. Капсульные системы просты конструктивно, не требуют сложных трансмиссионных механизмов для передачи движений от приводов к движителям, легко поддаются миниатюризации. Корпус капсульных роботов может быть герметичным и гладким, без выступающих деталей. Эти свойства делают капсульные роботы перспективными для использования в «ранимых» средах, в том числе внутри тела человека в целях медицинской диагностики и доставки медикаментов. Построены и исследованы математические модели динамики мобильных си-

стем с изменяемой конфигурацией разнообразных типов. Изучены вопросы управляемости таких систем в зависимости от конструктивных параметров системы и свойств внешней среды. Построены различные режимы движения, при этом основное внимание уделяется периодическим режимам, при которых конфигурация системы (относительное положение составляющих тел) и скорости ее тел относительно среды изменяются периодически. Найдены оптимальные конструктивные параметры и оптимальные законы управления, при которых мобильная система движется с максимальной средней скоростью или с минимальными затратами энергии на единицу пути (Рис. 48). Результаты значительно расширяют теоретические знания в области механики локомоторных систем и имеют перспективы использования для разработки мобильных робототехнических систем новых типов.

*Организация и основные публикации:*

Институт проблем механики имени А.Ю. Ишлинского РАН

Черноусько Ф.Л., Болотник Н.Н. «Динамика мобильных систем супрвляемой конфигурацией». – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2022. – 464 с.



**Рис. 48.** Анимация оптимального управления по приведению куба с шестью подвижными материальными точками к заданной ориентации

## **7. Комплекс моделей для управления стратегическим развитием транспортной инфраструктуры страны**

Разработанный комплекс моделей является дальнейшим развитием моделей, вошедшим в работу, получившую Премию Правительства РФ 2022 года в области науки и техники и содержит 4 блока моделей. 1-й блок позволяет на основе анализа целей стратегического развития транспортной инфраструктуры формировать систему ранжирования и отбора приоритетных проектов, обеспечивающую их рациональное бюджетирование. 2-й блок моделей поддерживает экспертизу крупномасштабных проектов развития транспортной инфраструктуры. 3-й блок позволяет проводить экспертизу влияния крупномасштабных проектов развития транспортной инфраструктуры на развитие



социально-экономической системы страны, основываясь на построении и использовании когнитивных карт, описывающих взаимосвязи проектов и других факторов. 4-й блок моделей включает модели согласованного планирования, стимулирования и реструктуризации системы управления функционированием крупномасштабных транспортных сетей на основе их разбиения на полигоны управления (Рис. 49).

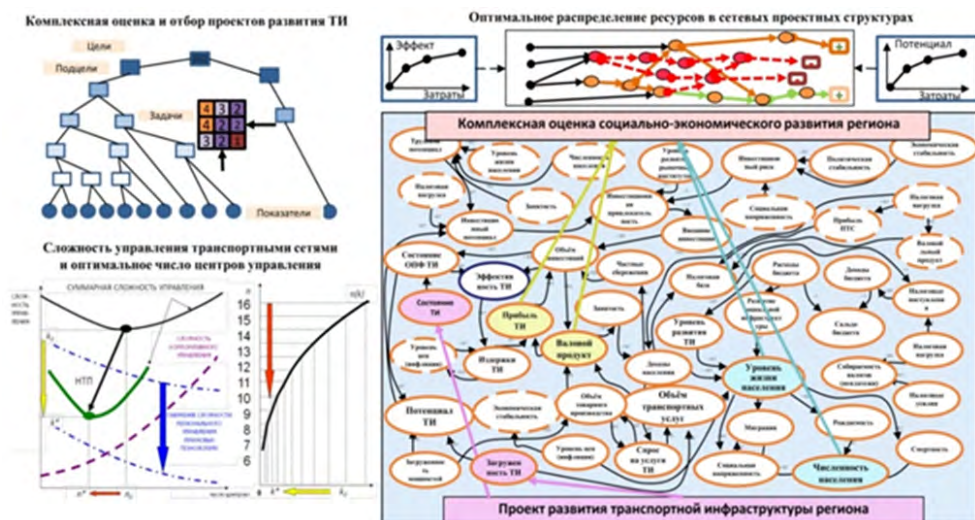
*Организация и основные публикации:*

Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН

1. Tsyganov V.V., Savushkin S.A. Model-Software Complex for Predicting Transport Development // IFAC-PapersOnLine. – 2022. – Vol. 55(1). – p. 186–191. (DOI: 10.1016/j.ifacol.2022.04.031).

2. Малыгин И.Г., Гурлев И.В., Цыганов В.В., Савушкин С.А., и др. Комплексное освоение территории РФ на основе транспортных пространственно-логистических коридоров. Актуальные проблемы реализации мегапроекта Единая Евразия: ТЕПР – ИЕТС / Отв. ред. ак. РАН Козлов В.В., член-корр. РАН Макоско А.А. – М.: Наука, 2019. – 463 с.

3. Малыгин И.Г., Савушкин С.А., Гурлев И.В., Цыганов В.В., Еналеев А.К. и др. Инфраструктура Сибири, Дальнего Востока и Арктики. Состояние и три этапа развития до 2050 года / под ред. члена-корр. РАН А.А. Макоско. – СПб.: ИПТ РАН, 2019. – 468 с.



**Рис. 49.** Комплекс моделей на основе анализа целей стратегического развития транспортной инфраструктуры



## 8. Метод идентификации кинематических параметров промышленных роботов без использования внешних измерительных устройств

Проведена разработка и экспериментальные исследования метода идентификации кинематических параметров промышленных роботов без использования внешних измерительных устройств. Предложен метод идентификации механических параметров промышленных роботов, который не требует использования сложного и дорогостоящего оборудования для высокоточных внешних измерений положения и ориентации рабочего инструмента в декартовой системе координат. Этот метод с помощью простых и доступных инструментов (см. Рис. 50.1) позволяет уточнить механические параметры роботов и тем самым значительно повысить точность перемещения их рабочих инструментов при выполнении различных технологических операций. Предлагаемый способ экспериментально проверен (см. Рис. 50.2) и может быть применен непосредственно на производственных линиях.

*Организация и основные публикации:*

Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН

Gubankov A., Yukhimets D. Development and Experimental Studies of an Identification Method of Kinematic Parameters for Industrial Robots without External Measuring Instruments // Sensors. – 2022. – Vol. 22. – Is. 9. – 3376. <https://doi.org/10.3390/s22093376> (JCR IF 3.576, Q1, CiteScore 5.8).

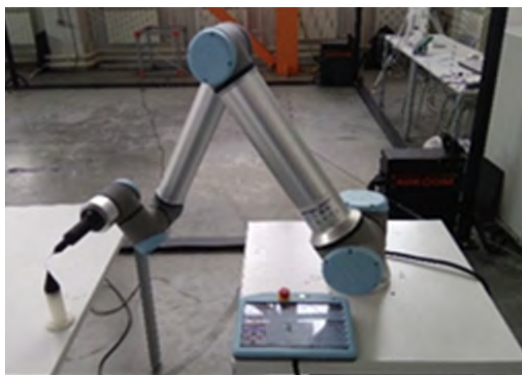


Рис. 50.1. Процесс получения данных для идентификации параметров

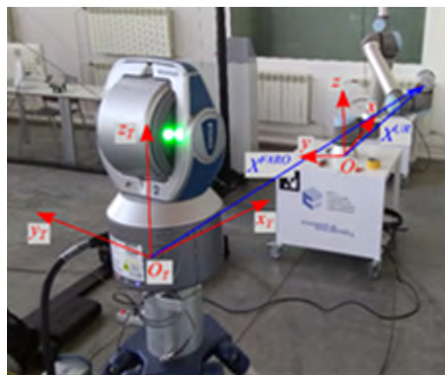


Рис. 50.2. Экспериментальные исследования

## 9. Теории скрытых колебаний и их приложения

Созданы и развиты теории скрытых колебаний, что позволило продвинуться в решении ряда известных фундаментальных задач и оказалось широко востребованным для актуальных прикладных исследований. На практике переход состояния системы управления к скрытому аттрактору, вызванный внешними воз-

мущениями, приводит к нежелательным режимам работы и часто является причиной аварий и катастроф. Теория скрытых колебаний открыла принципиально новые возможности определения границ устойчивости и выявления нежелательных колебаний для предотвращения технологических и техногенных катастроф.

Выявление скрытых колебаний в нелинейных системах управления и контр-примерах к проблеме Р.Е. Калмана, в замкнутой модели управления гидроагрегатом Саяно-Шушенской ГЭС, в моделях буровых установок, в нелинейных моделях подавления флаттера (задача М.В. Келдыша), открытие скрытого аттрактора в генераторе Л. Чуа (Рис. 51), решение задач У. Игана и Ф. Гарднера для систем фазовой автоподстройки. С 2019 г. эти результаты применялись совместно с промышленными компаниями для решения ряда актуальных практических задач, в т.ч. при проектировании систем электроснабжения подвижного состава железнодорожного применения, перспективного электрифицированного самолета и моделей МЭМС гироскопов.

*Организация и основные публикации:*

Институт проблем машиноведения РАН

Санкт-Петербургский государственный университет

1. Kuznetsov, N., Mokaev, T., Ponomarenko, V. et al. Hidden attractors in Chua circuit: mathematical theory meets physical experiments. *Nonlinear Dyn* (2022). <https://doi.org/10.1007/s11071-022-08078-y> [Q1]

2. N.V. Kuznetsov, B. Andrievsky, E.V. Kudryashova, O.A. Kuznetsova, Stability and hidden oscillations analysis of the spacecraft attitude control system using reaction wheels, *Aerospace Science and Technology*, 131, 2022, 107973 (<https://doi.org/10.1016/j.ast.2022.107973>) [Q1]

N.V. Kuznetsov, Y.V. Belyaev, A.V. Styazhkina, M.V. Yuldashev, R.V. Yuldashev, Effects of PLL Architecture on MEMS Gyroscope Performance, *Gyroscopy and Navigation*, 13(1), 2022, 44-52 (<https://doi.org/10.1134/S2075108722010047>)

I.M. Boiko, N.V. Kuznetsov, R.N. Mokaev, T.N. Mokey, M.V. Yuldashev, R.V. Yuldashev, On counter-examples to Aizerman and Kalman conjectures, *International Journal of Control*, 95(4), 2022, 906–913 (<https://dx.doi.org/10.1080/00207179.2020.1830304>) [Q1]

A.M. Zand, M.S. Tavazoei, N.V. Kuznetsov, Chaos and Its Degradation-Promoting-Based Control in an Antithetic Integral Feedback Circuit, *IEEE Control Systems Letters*, 6, 2022, 1622–1627 (<https://dx.doi.org/10.1109/LCSYS.2021.3129320>) [Q1]

N.V. Kuznetsov, D.G. Arseniev, M.V. Blagov, M.Y. Lobachev, Z. Wei, M.V. Yuldashev, R.V. Yuldashev. The Gardner problem and cycle slipping bifurcation for type-2 phase-locked loops, *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 32(9), 2022, 2250138 (<https://doi.org/10.1142/S0218127422501383>) [Q1]

N.V. Kuznetsov, E.D. Akimova, E.V. Kudryashova, O.A. Kuznetsova, M.Y. Lobachev, R.N. Mokaev, T.N. Mokaev, Global Stability Boundaries and Hidden Oscillations in Dynamical Models with Dry Friction, *Mechanics and Control of Solids and Structures* (Eds. V.A. Polyanskiy, A.K. Belyaev), *Advanced Structured Materials*, 164, 387–411, Springer Nature, 2022 ([https://doi.org/10.1007/978-3-030-93076-9\\_20](https://doi.org/10.1007/978-3-030-93076-9_20))

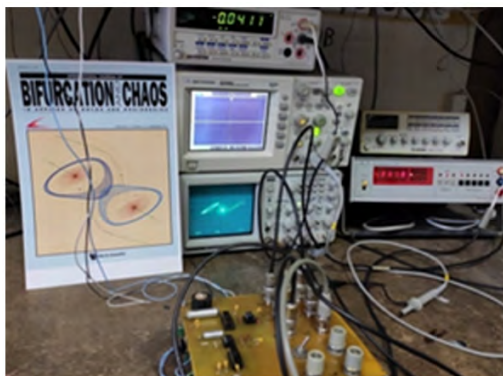


Рис. 51. Экспериментальное подтверждение скрытого аттрактора в генераторе Чуа

## 10. Аналитические результаты для решения задачи наискорейшего бокового перехвата предписано движущейся цели машиной Дубинса

Получены аналитические результаты для решения задачи наискорейшего бокового перехвата предписано движущейся цели машиной Дубинса (Рис. 52). Выявлены новые свойства трёхмерного множества достижимости машины Дубинса, позволяющие существенно сузить классы управлений, которые являются кандидатами в оптимальные. Выделено десять непустых классов оптимальных траекторий перехвата. В соответствии каждому предложенному классу аналитически получено вещественное уравнение одной неизвестной, наименьший неотрицательных корень которого является оптимальным временем перехвата. Предложен алгоритм синтеза оптимального управления.

*Организация:*

Институт проблем управления им. В.А.Трапезникова РАН

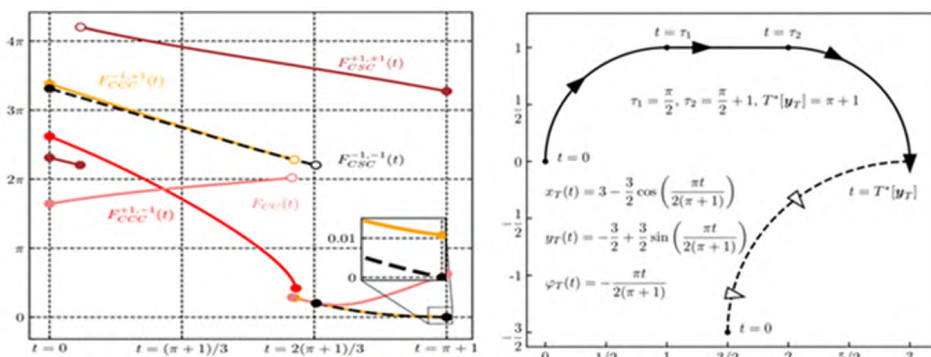


Рис. 52. Алгоритм синтеза оптимального управления

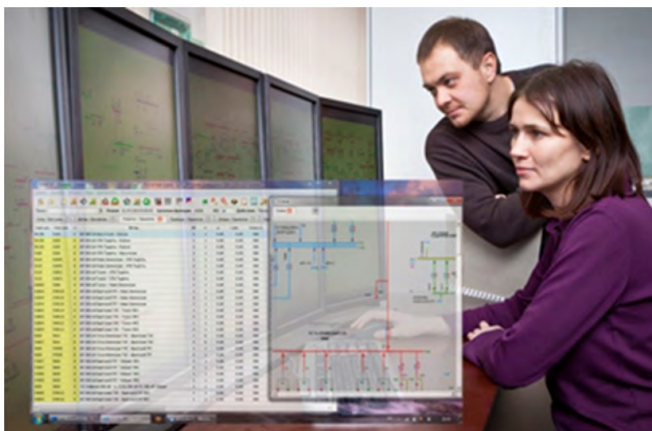
## 11. Технология интеллектуального управления режимами электроэнергетических систем

Разработана технология интеллектуального управления режимами электроэнергетических систем (Рис. 53). Технология предназначена для применения в системах диспетчерского оперативного управления электроэнергетическими системами (ЭЭС). Технология значительно расширяет возможности оперативного управления, позволяя учитывать комплексные характеристики и свойства режимов, а также строить эффективное управление на основе прогнозирования режимов работы ЭЭС на различных территориальных уровнях диспетчерского управления. Технология реализована в парадигме модульной архитектуры в составе программной платформы «АНАРЭС» и уже интегрирована с системами обработки телеметрической информации. Технология прошла апробацию на реальных энергетических объектах и готова к промышленной эксплуатации. Основным эффектом от внедрения – это повышение качества и эффективности автоматического управления ЭЭС различного масштаба и конфигурации через интеллектуализацию с использованием продвинутых математических моделей и алгоритмов. При этом обеспечивается более гибкое и адаптивное управление режимами электрической сети с получением значительного экономического эффекта в виде снижения потерь энергии и увеличения пропускной способности электрических сетей. Ядром технологии является возможность динамической оптимизации электрических режимов для определения наиболее эффективных управляющих воздействий на ЭЭС. Динамическая оптимизация выполняется на данных телеметрии для точной модели энергосистемы через прогнозирование режимов работы с помощью искусственных глубоких нейронных сетей. Специально подобранная архитектура нейронных сетей с долгой краткосрочной памятью (LSTM) позволяет прогнозировать режимы в реальном времени, что необходимо для практических нужд оперативного диспетчерского управления. Также в технологии впервые применен метод количественной оценки гибкости системы, в котором в качестве меры гибкости рассматривается величина, показывающая уровни и сочетания небалансов (неопределенностей), которые могут быть скомпенсированы без возникновения дефицита мощности или ввода аварийных резервов. Постоянно определяемая в режиме реального времени характеристика гибкости энергосистемы особенно важна для управления системами с большой долей стохастической генерации энергии от возобновляемых источников и активных потребителей.

Технология успешно апробирована при разработке отраслевых технологических решений для энергетических компаний, в числе которых ФСК ЕЭС, ИнтерРАО, Иркутскэнерго, Магаданэнерго, Иркутская электросетевая компания и другие.

*Организация:*

Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева СО РАН



**Рис. 53.** Демонстрация возможностей технологии интеллектуального управления режимами электроэнергетических систем

## **12. Реконструкция и оценка радиационных последствий аварии на АПЛ в 1985 г. в бухте Чажма**

Завершены многолетние исследования по реконструкции и оценке радиационных последствий самой крупной в истории атомных флотов мира ядерной аварии на атомной подводной лодке, произошедшей в 1985 г. на Дальнем Востоке в б. Чажма. Определены ее радиационные последствия для населения Приморья и приграничной провинции Хэйлунцзян Китая. Систематизирована информация и проведен анализ последствий теплового взрыва ядерного реактора, инициированного неконтролируемой самоподдерживающейся цепной реакцией, возникшей на атомной подводной лодке К-431 Тихоокеанского флота 10 августа 1985 г. в бухте Чажма под Владивостоком в Приморском крае. Авария произошла на судоремонтном заводе при восстановлении энергоресурса ядерной энергетической установки. Определены поражающие факторы ядерной аварии, их количественная оценка, нанесенный ущерб. Приведена полная радиационная и радиоэкологическая обстановка в местах образования радиоактивного следа и за его пределами (Рис. 54). Впервые представлен целостный ретроспективный прогноз начального этапа возникновения аварии и ее последующие стадии в интересах обеспечения безопасности персонала и населения. Определены дозовые нагрузки и допустимость проживания населения в районах радиоактивного выпадения в Приморском крае и сопредельной части Китайской Народной Республики. Рассмотрены направления и эффективность реабилитации, нерешенные вопросы, социально-экономические последствия. Оценен фактор психологического воздействия на население Дальнего Востока в условиях ограниченного объема официальной информации о последствиях аварии и постоянного давления со стороны представителей местных и международных экологических организаций.

Организация:

Институт проблем безопасного развития атомной энергетики РАН

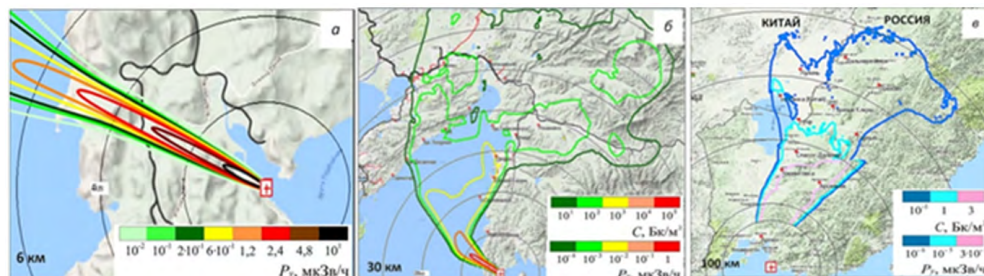


Рис. 54. Изменение мощности дозы и плотности выпадения  $^{60}\text{Co}$  на п-ве Дунай (а), акватории Уссурийского залива (б), территории Приморья и в приграничной зоне Китая (в)

### 13. Создание современной установки, имитирующей воздействие экстремального теплового потока на сверхтугоплавкие керамики в окислительной среде с помощью лазерного излучения

В рамках решения важнейшей проблемы применения сверхтугоплавких керамик, связанной с деградацией их свойств при окислении и их работоспособности при воздействии экстремально высоких тепловых потоков, создана современная установка, имитирующая воздействие экстремального теплового потока на сверхтугоплавкие керамики в окислительной среде с помощью лазерного излучения. Впервые получены данные по динамике формирования оксидного слоя карбидов циркония и тантала, определена температура кипения оксида тантала ( $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ), составившая 2400 К, которая всего на 250 К превысила температуру его плавления (MP) (Рис. 55). Уникальные свойства материалов из сверхтугоплавких керамик (УНТС-Ultra High Temperature Ceramics) с температурами плавления, близкими к 4000 °К, делают их незаменимыми для перспективных технических проектов ближайшего будущего – теплозащитных покрытий, элементов камер сгорания и источников энергии для летательных аппаратов различного назначения и др. Прогресс в разработке и применении сверхтугоплавких материалов необходим для технологического лидерства и обеспечения независимости Российской Федерации.

Организация и основные публикации:

Объединенный институт высоких температур РАН

Шейндлин М. А., Брыкин М. В., Бгашева Т. В., Васин А. А., Вервикишко П. С., Петухов С. В., Фролов А. М., Сверхтугоплавкие карбиды при воздействии излучения мощного технологического лазера. Photonics, vol. 16, No 2, 142–155 (2022)



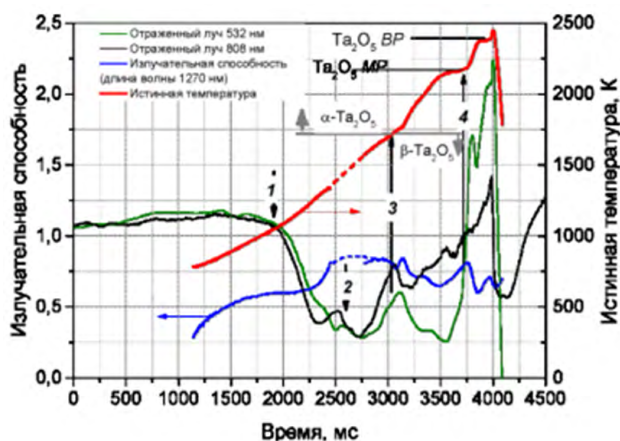


Рис. 55. Термограмма нагрева образца в потоке воздуха

## 14. Использование гигантского комбинационного рассеяния для обнаружения гликированного сывороточного альбумина человека

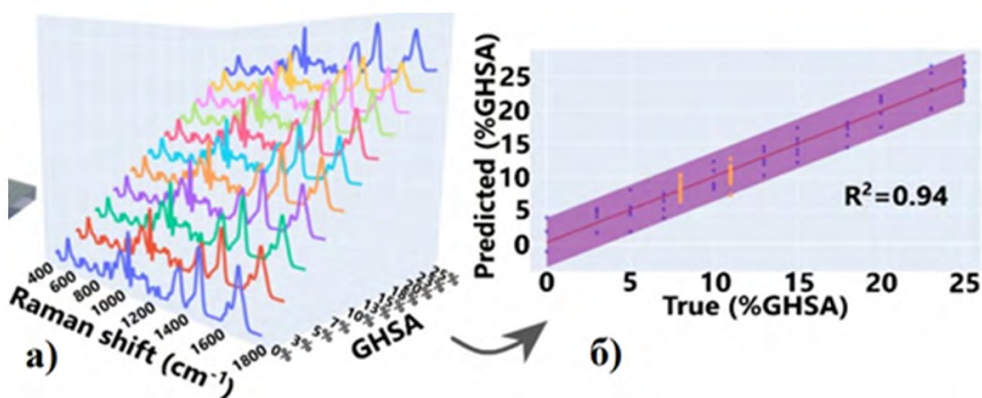
Широко используемые в медицинской практике методы определения уровня глюкозы в крови дают оценку среднего содержания глюкозы в организме либо на масштабе нескольких часов (по уровню глюкозы в крови), либо на масштабе 3–4 месяцев (по гликированному гемоглобину). Гликированный сывороточный альбумин человека (GHSA) позволяет оценивать уровень глюкозы с периодом накопления 2–3 недели, поэтому он может эффективно использоваться как в качестве маркера диабета 2-го типа, так и для мониторинга лечения. Однако существующие методы обнаружения GHSA требуют трудоемкой подготовки образцов, использования множества реагентов, сложного оборудования и не могут быть использованы в стационарных условиях. Использование ГКР может облегчить обнаружение GHSA благодаря упрощению подготовки образцов, автоматизации измерений и обработки результатов. В нашем исследовании [1] предложена сенсорная система для прямого определения уровня гликированного альбумина человека для медицинского применения. В качестве сенсорных элементов использовались разработанные в ИТПЭ РАН ГКР-активные подложки на основе тонких наноструктурированных пленок серебра. Спектры ГКР регистрировались на образцах, полученных сушкой капли анализируемого раствора, нанесенного на поверхность таких пленок. Использование методов распознавания образов, применяемых к спектрам ГКР гликированного альбумина и сывороточного альбумина человека, позволило избежать сложной подготовки образцов и определить содержание GHSA в биологически значимых концентрациях. В частности, удалось определить GHSA при концентрациях менее 25% от общего значения альбумина на образцах для

валидации с концентрацией GHSA 8% и 11% (Рис. 56). Таким образом, ГКР в сочетании с методами искусственного интеллекта может быть мощным и эффективным инструментом для количественного анализа белковых смесей.

*Организация и основные публикации:*

Институт теоретической и прикладной электродинамики РАН

1. SERS Sensor for Human Glycated Albumin Direct Assay Based on Machine Learning Methods Ekaterina A. Slipchenko, Irina A. Boginskaya, Robert R. Safiullin, Ilya A. Ryzhikov, Marina V. Sedova, Konstantin N. Afanasev, Natalia L. Nechaeva, Ilya N. Kurochkin, Alexander M. Merzlikin and Andrey N. Lagarkov. // Chemosensors. – 2022. – №10. – P.5 20. DOI:10.3390/chemosensors10120520.



**Рис. 56.** а) Спектры ГКР смесей HSA – GHSA; б) результаты применения линейной регрессионной модели с механизмом регуляризации к экспериментальным данным, прогнозируемые концентрации валидации



# ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ И НАУКИ О МАТЕРИАЛАХ

## 1. Новый подход разработки нано-структурированных катализаторов, заключающийся в анализе данных электронной микроскопии с помощью алгоритмов искусственного интеллекта

Предложен принципиально новый подход разработки нано-структурированных катализаторов, заключающийся в анализе данных электронной микроскопии с помощью алгоритмов искусственного интеллекта (Рис. 57). Разработана уникальная методика визуального наблюдения каталитических и органических процессов на микрометровом и нанометровом уровнях. Ключевым этапом разработанного подхода является высокоскоростная обработка больших объемов данных о нано-структуре катализатора с применением машинного обучения. В результате проведённой работы были обобщены фундаментальные и прикладные знания в области катализа и созданы катализаторы, превышающие по активности современные мировые аналоги. Для востребованного в органическом синтезе процесса кросс-сочетания на катализаторе Pd/C впервые в мире зафиксирована рекордная эффективность катализа с количеством оборотов каталитического центра, достигающим одного миллиарда (TON ~ 109). В настоящее время это самый активный гетерогенный катализатор, известный для процесса тонкого органического синтеза. В работе установлен мировой рекорд по каталитической активности и разработана механистическая концепция полностью определенного катализа (Totally Defined Catalysis), которая открывает новые возможности для исследований и разработки высокоэффективных катализаторов. Для исследования процессов динамического превращения каталитических систем впервые разработан универсальный алгоритм для полно-размерной интерпретации данных масс-спектров высокого разрешения и выявлены ключевые Pd-содержащие интермедиаты в процессе кросс-сочетания.

*Организация и основные публикации:*

Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН  
J. Am. Chem. Soc., 144 (2022) 6071–6079

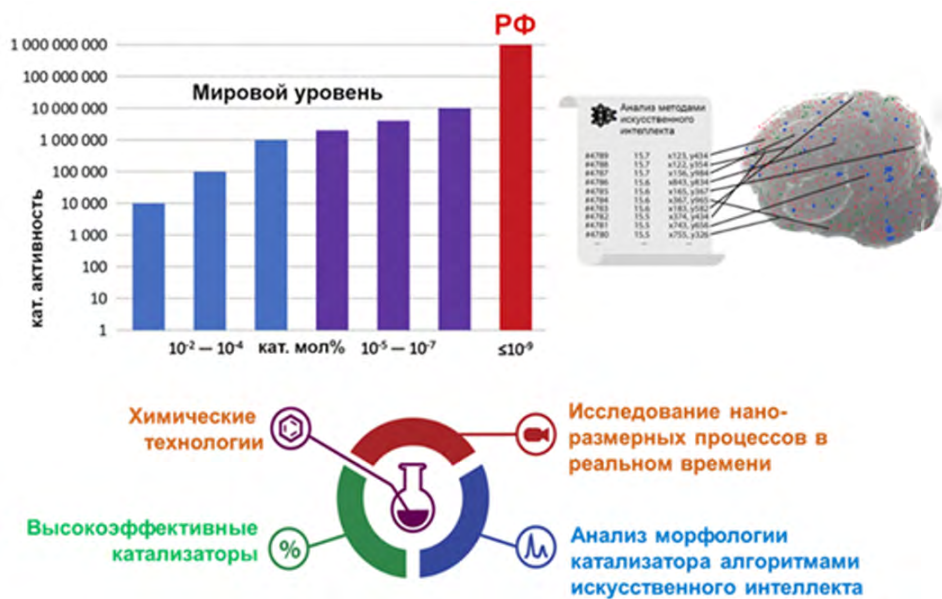


Рис. 57. Анализ данных электронной микроскопии с помощью алгоритмов искусственного интеллекта

## 2. Новые литий-селективные экстрагенты и способ извлечения лития на их основе

Для извлечения лития из водных сред впервые был рассмотрен ряд орто-замещенных фенолов (Рис. 58.1). С применением методов компьютерной химии была предсказана и путём проведения экстракционных исследований подтверждена их способность к селективному извлечению лития. Разработан способ извлечения лития из водных сред и предложена принципиальная технологическая схема извлечения лития с применением наиболее литий-селективных орто-замещенных фенолов (Рис. 58.2). Проведенное лабораторное моделирование экстракционного процесса методом полного противотока показало высокую эффективность извлечения лития из рассолов с его содержанием от 10 мг/л, обеспечивая высокую степень и избирательность извлечения лития для широкого диапазона источников литиевого сырья. Используемые в данном способе экстрагенты в сравнении с существующими аналогами имеют лучшие экстракционные характеристики и более низкую стоимость, что позволяет разработать отечественную технологию извлечения лития.

*Организация и основные публикации:*

Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН

1. Патент 2784157 Российская Федерация, МПК С22В 26/12 (2006.01). Способ селективного экстракционного извлечения лития из водного щелочного

раствора, содержащего хлориды лития, натрия, калия и гидроксид натрия / А.А. Бездомников; заявитель и патентообладатель ИФХЭ РАН. – № 2022115330; заявл. 07.06.2022; опубл. 23.11.2022 Бюл. № 33.

2. Tsivadze A.Y., Bezdornikov A.A., Baulin V.E., Demina L.I., Birin K.P., Baulin D.V., Rogacheva Y.I. A new extraction system based on isopropyl salicylate and trioctylphosphine oxide for separating alkali metals // *Molecules*. 2022. V. 27. № 10. P. 3051.

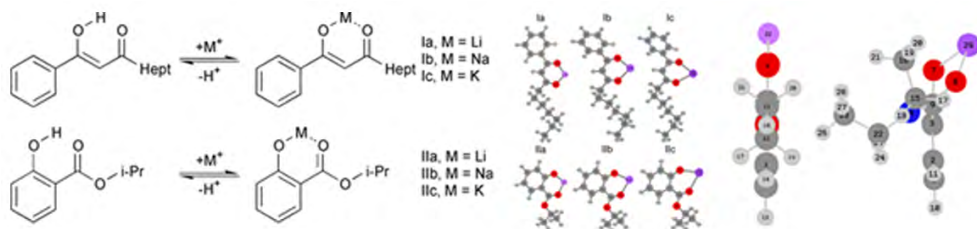


Рис. 58.1. Структура орто-замещенных фенолов

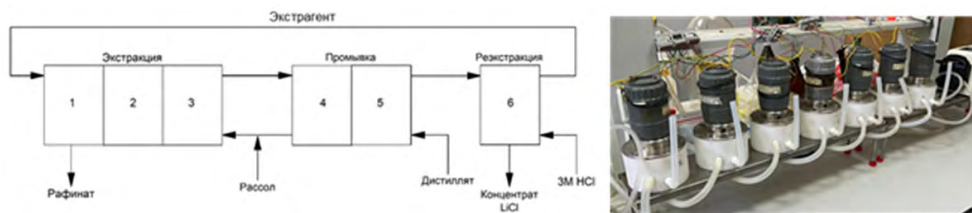


Рис. 58.2. Принципиальная схема и фотография демонстрационной экстракционной установки

### 3. Функционализация белого фосфора (P4)

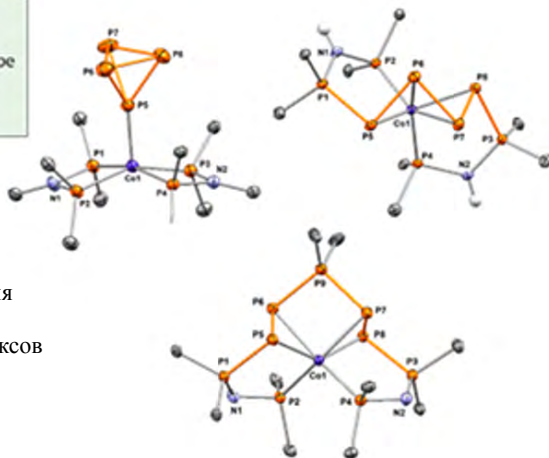
Разработан новый подход к функционализации молекулы белого фосфора (P4), позволяющий эффективно получать новые полифосфорные соединения в координационной сфере комплексов переходных металлов. Установлен механизм и структура интермедиатов процесса металлокомплексной активации, трансформации и последующей функционализации молекулы P4 в координационной сфере комплексов кобальта с PNP лигандами (Рис. 59).

*Организация и основные публикации:*

Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова ФИЦ КазНЦ РАН

*Angew. Chem. Int. Ed.*, (2022) DOI: 10.1002/anie.202210973 Q1;

*Molecules*, 26 (2021) 538 Q2



**Рис. 59**

Активация и функционализация молекулы белого фосфора P<sub>4</sub> в координационной сфере комплексов кобальта с PNP лигандами

#### **4. Разработка оборудования и сварочных материалов для механизированной и автоматической подводной мокрой сварки, наплавки и резки высокопрочных низколегированных сталей**

В целях монтажа и оперативного ремонта подводных магистральных нефтегазопроводов и оффшорных конструкций на повышенных глубинах погружения разработаны и запатентованы уникальная отечественная технология, оборудование и сварочные материалы для механизированной и автоматической подводной мокрой сварки, наплавки и резки высокопрочных низколегированных сталей, физические и термодинамические модели подводной резки бейнитных, аустенитных сталей, бронзы и алюминиевых сплавов с применением порошковых проволок (Рис. 60). Полученные сварные соединения полностью соответствуют требованиям нормативной документации. На основе полученных результатов ООО «ГазпромНИИГАЗ» разработаны СТО Газпром 2-2.3-1104 и 2-2.3-1155, а созданная технология рекомендована для внедрения в нефтегазовую промышленность для ремонта и монтажа трубопроводов, проходящих через водные преграды, реки, озера и моря с глубинами до 60 м, а при дополнительной оптимизации – до 300 м.

Механические свойства сварного шва при подводной мокрой сварке стали X70 API

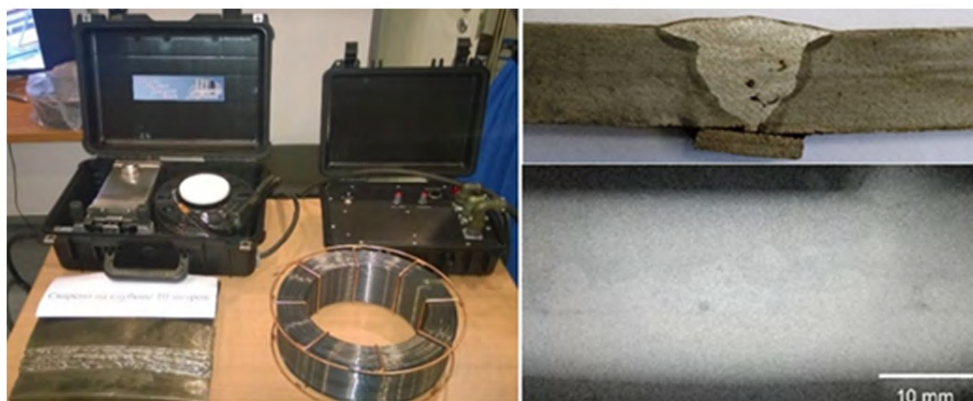
Сварочный материал	Предел прочности, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение, %	Ударная вязкость, KCV, Дж/см <sup>2</sup>	Твердость шва, HV
Порошковая проволока ППС-API12 (ФГАОУ ВО СПбГУ)	433–462	330–356	4–12,6	67–98	162–200
Покрытые электроды UW/CS-1 (США)	498–545	440–468	6–12	68–89	165–203
Порошковая проволока ППС-АН1 (Украина)	371–458	323–336	2–11,2	62–73	135–212

*Организация и основные публикации:*

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

1. Rudksoi, A.I., Karkhin, V.A., Starobinskii, E. B., Parshin, S. G. Modeling of Hydrogen Diffusion in Inhomogeneous Steel Welded Joints. *Materials*. 2022. 15(21). P. 7686.

2. Рудской А.И., Паршин С.Г. Электрохимическое удаление гидроксидов и диффузионного водорода в алюмофтористых шлаках сварочных порошковых проволок// Доклады Российской академии наук. Химия, науки о материалах. 2022. Т. 504. С. 62–66.



**Рис. 60.** Портативный сварочный комплекс, порошковые проволоки, опытное сварное соединение, макроструктура и рентгеновский контроль шва толщиной 21,3 мм из бейнитной стали API X70

## 5. Новые полупроводники n-типа для высокоэффективных органических солнечных батарей

Синтезирован новый органический нефуллереновый акцептор (полупроводник n-типа) для органических солнечных батарей (ОСБ), который представляет собой донорно-акцепторное производное тиенопирролоиндола с концевыми инданондициновинильными электрон-акцепторными группами. Использование данного материала в качестве одного из компонентов в активном слое ОСБ позволяет достичь КПД до 18%, находится на мировом уровне для органической фотовольтаики, а также увеличивает срок службы таких устройств. Данный результат является крайне важным для дальнейшей разработки и коммерциализации материалов для эффективных солнечных батарей. Работа была отмечена редакционной коллегией *Journal of Materials Chemistry A*, которая выпустила журнал с лицевой обложкой, посвящённой данной работе (Рис. 61).

*Организация и основные публикации:*

Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова РАН.  
J. Mater. Chem. A, 2022,10, 17122-17131  
<https://doi.org/10.1039/D2TA04463C>

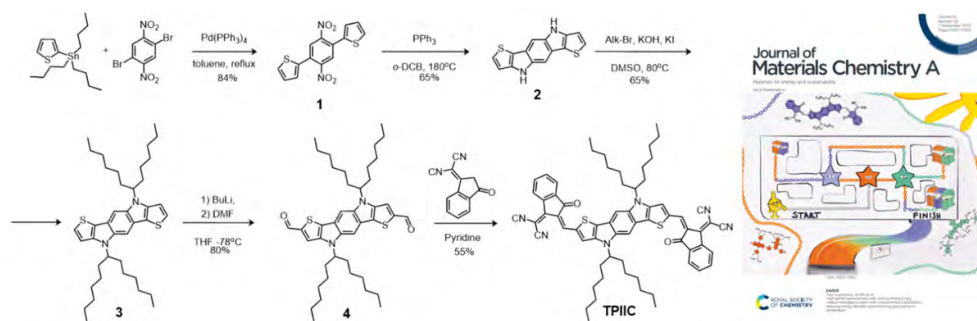


Рис. 61. Создание новых полупроводники n-типа для высокоэффективных органических солнечных батарей

## 6. Разработка баллистических модулей на основе трижды периодических поверхностей минимальной энергии и изделий сложной формы методами аддитивной технологии на основе композита «Идеал»

Методом аддитивных технологий разработаны металлические модули нового поколения со структурой на основе трижды периодических поверхностей минимальной энергии (ТППМЭ) для тепловых и механических нагрузений (Рис. 62.1). Использование ТППМЭ геометрии позволило сочетать три эффек-



та: 1) создание разнесенных конструкций в виде нескольких слоев материала, расположенных с зазором, что позволяет эффективно осуществлять защиту конструкции; 2) формирование криволинейного рельефа на поверхности бронепреграды, что способствует поглощению большей доли энергии; 3) позволяет наиболее эффективно распределять энергию нагружения. За счет распределения нагрузки такие материалы обладают высокими энергопоглощающими свойствами, что подтверждается моделированием и экспериментальными результатами.

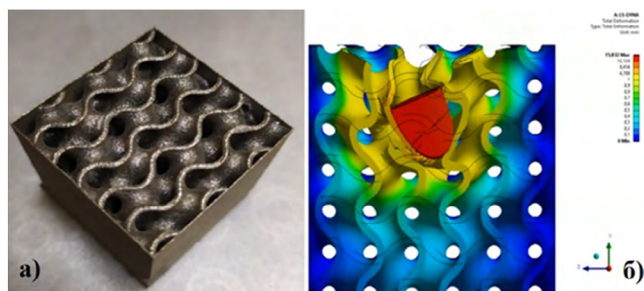
С использованием аддитивных технологий предложена методика получения керамических образцов и материалов сложной формы из нового композита алмаз-карбид кремния («Идеал»). Установлена возможность получать изделия различной формы: опорные подшипники, сопла, теплозащитные экраны, защитные материалы, роторы турбин, бронезащитные элементы и др. (Рис. 62.2).

*Организация и основные публикации:*

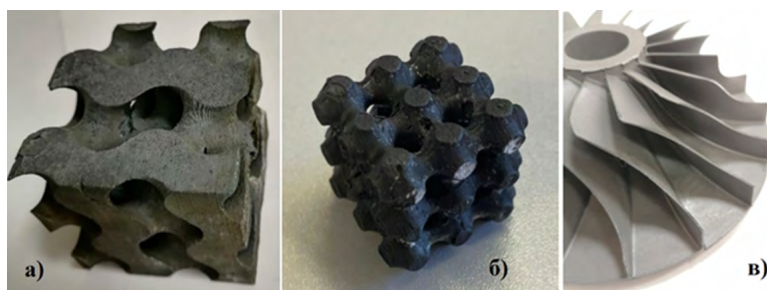
НИЦ «Курчатовский институт» – ЦНИИ КМ «Прометей», Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова РАН

1. Shevchenko V.Y., Makogon A.I., Sychov M.M., Nosonovsky M., Skorb E.V. Reaction–diffusion pathways for a programmable nanoscale texture of the diamond–SiC Composite // *Langmuir*. 2022. 38. 49. 15220–15225.

2. Shevchenko V.Y., Perevislov S.N. Microstructure and properties of composite materials diamond–silicon carbide // *Refractories and Industrial Ceramics*. 2022. V. 62. № 5. P. 548–553.



**Рис. 62.1.** а) образец модуля, полученный аддитивными технологиями, б) моделирование распределения динамической нагрузки модуля



**Рис. 62.2.** Изделия сложной формы из материала «Идеал»: а) часть элемента защиты с геометрией «Гироид»; б) часть элемента защиты с геометрией «примитив Шварца»; в) часть ротора турбины

## 7. Разработка порошковой технологии алюминиевых бронз, обладающих улучшенными механическими свойствами

Разработан новый вариант порошковой технологии получения алюминиевых бронз, обладающих улучшенными механическими свойствами (Рис. 63). Сначала проводится кратковременная обработка исходных порошков в высокоэнергетической планетарной шаровой мельнице, в результате которой образуется твердый раствор алюминия в меди с размером кристаллитов 35–40 нм и уровнем микронапряжений ~1%, а затем проводится кратковременное электроискровое спекание (5 мин, 800 °С). Получаемые по разработанной технологии монофазные алюминиевые бронзы с размером зерна  $\approx 100$  нм легко поддаются обработке давлением при высоких и низких температурах и перспективны для изготовления деталей, работающих при высоких нагрузках и больших скоростях (червячные колеса и шестерни), а также различных фасонных изделий высокого давления.

Механические свойства полученной монофазной алюминиевой бронзы:

Температура спекания, °С	Предел текучести $\sigma_{0.2}$ при сжатии, МПа	Прочность на сжатие, МПа	Деформация разрушения, %	Твердость, $HV_1$
700	$430 \pm 20$	$435 \pm 25$	$1.0 \pm 0.1$	$280 \pm 20$
800	$760 \pm 5$	$960 \pm 10$	$4.6 \pm 0.4$	$280 \pm 20$

*Организация и основные публикации:*

Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН

Институт гидродинамики им. М.А. Лаврентьева СО РАН

D.V. Dudina, T.F. Grigoreva, V.I. Kvashnin, E.T. Devyatkina, S.V. Vosmerikov, A.V. Ukhina, A.N. Novoselov, M.A. Legan, M.A. Esikov, Y.L. Lukyanov, A.G. Anisimov, S.A. Kovaleva, N.Z. Lyakhov. Microstructure and properties of Cu-10 wt% Al bronze obtained by high-energy mechanical milling and spark plasma sintering // Materials Letters. 2022. V. 312. Art. 131671.

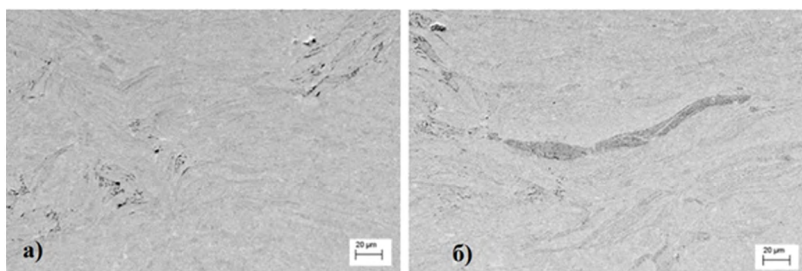


Рис. 63. Микроструктура бронзы, спеченной при: а) 700 °С, б) 800 °С



## **8. Высокоэффективная орто-пара конверсия водорода, катализируемая металл-органическими координационными полимерами, и метод индуцированной параводородом поляризации ядер для изучения активных центров гетерогенных катализаторов**

Разработаны высокоэффективные катализаторы – металл-органические координационные полимеры (МОКП) – для высокоэффективной орто-пара конверсии водорода, открывающие новые горизонты в энергоэффективном хранении и практическом использовании водорода. Было обнаружено, что удельная константа скорости протекания орто-пара конверсии на поверхности Ni-MOF-74 в 145 раз выше, чем у промышленно используемых катализаторов. Применение жидкого водорода в качестве топлива является перспективной альтернативой ископаемому топливу. Молекулярный водород может существовать в виде двух ядерных спиновых изомеров - ортоводорода и параводорода; однако безопасное хранение и транспортировка могут быть реализованы лишь для параводорода. В связи с этим, разработка способов высокоэффективной конверсии ортоводорода в параводород для получения чистого параводорода является одним из ключевых этапов перехода к водородной энергетике (Рис. 64).

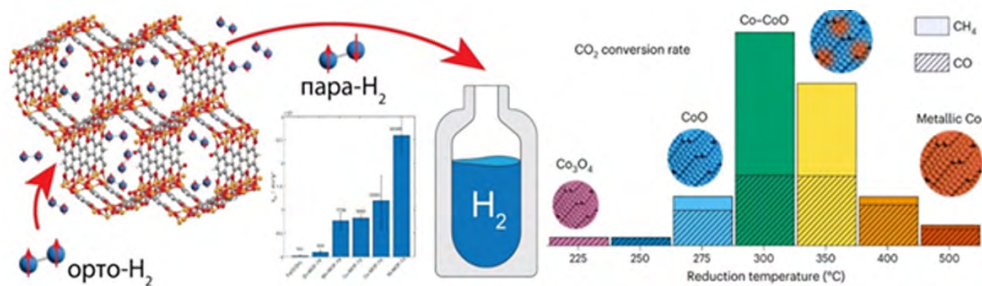
Показано, что структурная чувствительность реакции метанирования  $\text{CO}_2$  на кобальтовых наночастицах, нанесенных на смешанный оксид циркония и церия, может быть преодолена за счет разработки каталитических центров на границе раздела Co-CoO-CeO<sub>2</sub>. Детально исследована природа активных центров и их состав; показано, что активная фаза состоит из нанесенных на носитель наночастиц дефектного оксида кобальта, стабилизирующих кластеры кобальта. Современные спектроскопические методы характеристики, а также кинетические исследования наряду с экспериментами по индуцированной параводородом поляризации ядер указывают на то, что активные центры на разделе металл-оксид обладают необычными свойствами. Малоатомные кластеры кобальта, диспергированные на частицах оксида кобальта(II) размером 3 нм, представляют собой высокоактивный катализатор метанирования  $\text{CO}_2$  с удельной активностью выше, чем у более крупных частиц в тех же условиях.

### *Организация и основные публикации:*

Институт «Международный томографический центр» СО РАН, Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова СО РАН, Технический университет Эйндховена (Нидерланды)

Daniil M. Polyukhov, Nikita A. Kudriavkyh, Sergey A. Gromilov, Alexey S. Kiryutin, Artem S. Poryvaev, and Matvey V. Fedin. Efficient MOF-Catalyzed Ortho-Para Hydrogen Conversion for Practical Liquefaction and Energy Storage. ACS Energy Lett. 2022, 7, 4336–4341. <https://doi.org/10.1021/acsenergylett.2c02149> (Impact Factor 23.991)

Parastaev A., Muravev V., Huertas Osta E., Kimpel T.F., Simons J.F.M., van Hoof A.J.F., Uslamin E., Zhang L., Struijs J.J.C., Burueva D.B., Pokochueva E.V., Kovtunov K.V., Koptuyug I.V., Villar-Garcia I.J., Escudero C., Altantzis T., Liu P., B  ch   A., Bals S., Kosinov N., Hensen E.J.M. Breaking structure sensitivity in CO<sub>2</sub> hydrogenation by tuning metal–oxide interfaces in supported cobalt nanoparticles. *Nature Catalysis*. 2022, 5, 1051–1060. <https://doi.org/10.1038/s41929-022-00874-4> (Impact Factor 2022 40.706)



**Рис. 64.** Высокоэффективная орто-пара конверсия водорода, катализируемая металл-органическими координационными полимерами

# БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

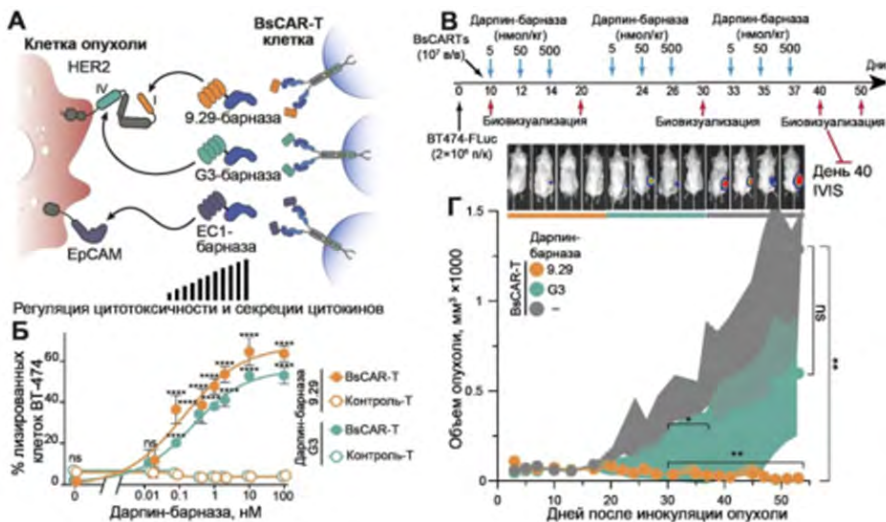
## 1. Универсальные модульные CAR на основе взаимодействия барназы с барстаром

Разработка терапии Т-клетками с химерными антигенными рецепторами (CAR) стала важной вехой в современной онкотерапии. Несмотря на замечательную эффективность *in vitro*, проблема безопасности и эффективности CAR-Т-клеточной терапии против солидных опухолей осложняется отсутствием опухолеспецифических антигенов, необходимых для предотвращения целевых внеопухолевых эффектов. Здесь высокое сродство и способность системы бактериальный токсин-антитоксин барназа-барстар были использованы для направления CAR Т-клеток к солидным опухолям. В результате данного исследования потенциально станет возможным удаление солидных опухолей с помощью специальных иммунных Т-клеток, несущих т.н. химерный антигенный рецептор (CAR-Т клетки). В данной работе реализован модульный принцип, который дает возможность менять нацеливание CAR-Т клеток на разные части антигена (т.е. раковой клетки), а также на другие ассоциированные с опухолью антигены. Становится возможным осуществлять контроль активности CAR-Т клеток (Рис. 65), что позволит преодолеть опасности, сопряженные с терапией CAR-Т клетками (гиперцитокинемия (цитокиновый шторм), синдром лизиса опухоли).

*Организация и основные публикации:*

Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН

Stepanov AV et al. (2022) Switchable targeting of solid tumors by BsCAR T cells. Proc Natl Acad Sci USA (IF=12.779)



**Рис. 65.** Контроль активности CAR-T клеток

- А) За счет модульности можно менять нацеливание CAR-T клеток на разные части антигена, а также на другие ассоциированные с опухолью антигены.
- Б) Подтверждение регуляции активности *in vitro* (цитотоксический тест на клетки с гиперэкспрессией HER2, с двумя видами молекул-посредников 9.29-барназа и G3-барназа).
- В, Г) Подтверждение работоспособности системы *in vivo*.

## 2. Новая группа микрохищников PROVORA

Открыта новая группа микрохищников, названная Провора (Provoga или «протисты-пожиратели»). Группа включает микробных хищников, которые широко распространены в морских, солоноватых и пресных водах. Морфологический анализ с использованием электронной микроскопии выявил очень древний план строения их клеток. Эти одноклеточные организмы питаются, частично откусывая клетки жертвы, демонстрируя, что жгутиконосцы пико-размеров могут питаться более крупными одноклеточными. Это следует учитывать при моделировании микробных пищевых сетей, потоков вещества и энергии в водных экосистемах. У них активно экспрессируются гены, кодирующие порообразующие цитолитические белки, которые функционируют в иммунных системах животных. У этих протистов они, по-видимому, играют важную роль в хищничестве и вовлечены в механизмы прикрепления к жертве, выстреливания стрекательных органелл и лизиса мембран. Жгутиконосцы Provoga находятся на втором месте среди всех эукариот по количеству белок-кодирующих генов в митохондриальном геноме (Рис. 66).

*Организация и основные публикации:*

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, соисполнители: МГУ, СПбГУ, ЗИН РАН, ИППИ РАН, Университет Британской Колумбии (Канада), Университет Виктории (Канада)

Tikhonenkov D.V., Mikhailov K.V., Gawryluk R.M.R., Belyaev A.O., Mathur V., Karpov S.A., Zagumyonnyi D.G., Borodina A.S., Prokina K.I., Mylnikov A.P., Aleoshin V.V., Keeling P.J. (2022) Microbial predators form a new supergroup of eukaryotes. *Nature*. 10.1038/s41586-022-05511-5. IF: 69.504.

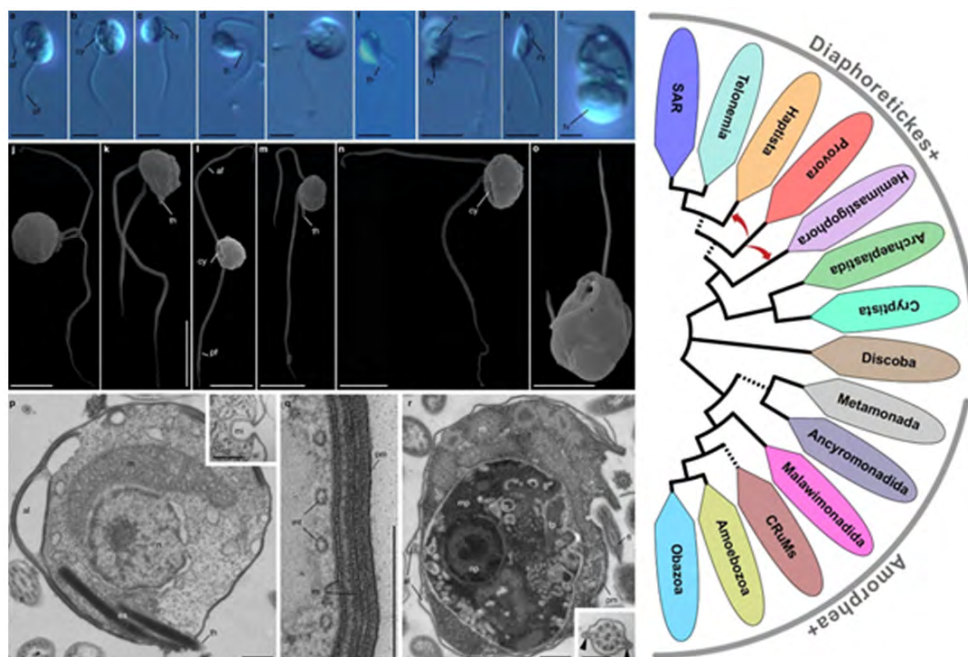


Рис. 66. Морфология и филогенетическое положение новой супергруппы эукариот Provoga

### 3. Патологические эффекты isoAsp7-A $\beta$ и Zn $^{2+}$ подавляются тетрапептидом НАЕЕ

В лаборатории конформационного полиморфизма белков в норме и патологии (зав. лабораторией академик А.А. Макаров) доказана ключевая роль бета-амилоида (A $\beta$ ) с изомеризованным остатком Asp7 (isoA $\beta$ ) в качестве необходимого компонента для конформационного превращения эндогенных молекул A $\beta$  и их последующей патологической агрегации с использованием трансгенных нематод в качестве модели болезни Альцгеймера. Выявлено, что иницирование цинк-зависимой олигомеризации эндогенного A $\beta$  под влиянием isoA $\beta$  сопровождается двукратным повышением уровня амилоидных агрегатов и значительным сокращением продолжительности жизни животных. В то же время, обработка нематод тетрапептидом НАЕЕ, который был разработан для ингибирования образования цинк-зависимых интерфейсов между A $\beta$  и его лигандами за счет специфического ион-комплементарного связывания с A $\beta$ , полностью нейтрализует негативное действие isoA $\beta$  на нематод. НАЕЕ проходит гемато-

энцефалический барьер и является молекулярным агентом, способным блокировать патологический процесс на уровне организма, что предлагает перспективы его использования в качестве средства для превентивной антиамилоидной терапии болезни Альцгеймера.

*Организация и основные публикации:*

Институт молекулярной биологии имени В. А. Энгельгардта РАН

Mitkevich V.A., Barykin E.P., Eremina S., Pani B., Katkova-Zhukotskaya O., Polshakov V.I., Adzhubei A.A., Kozin S.A., Mironov A.S., Makarov A.A., Nudler E. (2022) Zn-dependent  $\beta$ -amyloid Aggregation and its Reversal by the Tetrapeptide HAAE. *Aging and Disease*, DOI: 10.14336/AD.2022.0827

### Патологические эффекты isoAsp7-А $\beta$ и Zn<sup>2+</sup> подавляются тетрапептидом HAAE

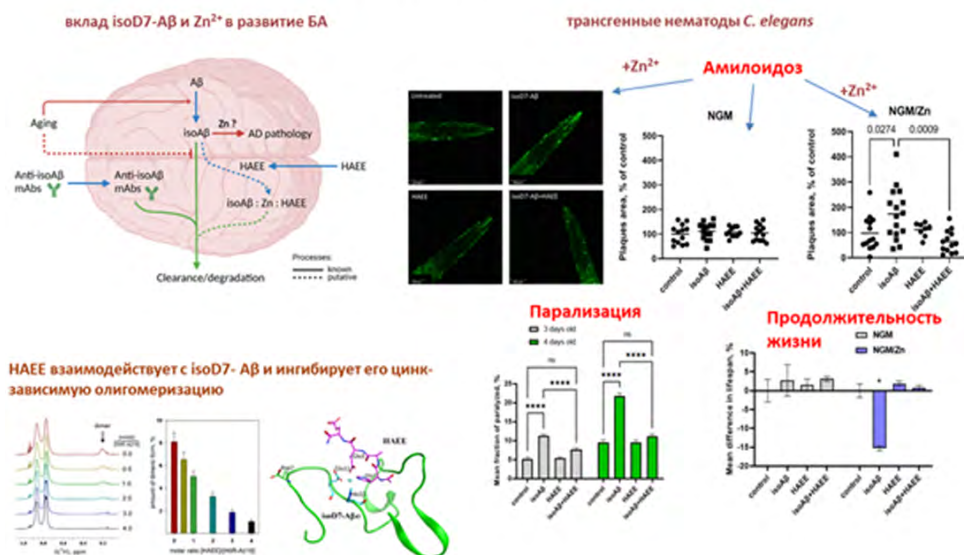


Рис. 67

## 4. Выявлено таксономическое разнообразие флоры бокоплодных мхов на территории России

Выявлено таксономическое разнообразие флоры бокоплодных мхов (Рис.68), произрастающих на территории России. Эта наиболее молодая, быстро эволюционирующая и сложная в систематическом отношении группа мхов является одним из важнейших компонентов растительного покрова страны. До настоящего времени она не являлась предметом специального изучения. Всего зарегистрировано 453 вида, относящихся к 163 родам и 36 семей-



ствам. В работе сочетались методы сравнительной анатомии и молекулярной филогенетики, в результате чего уточнены представления об объеме многих таксонов. В частности, описаны как новые для науки 5 семейств, 15 родов и свыше 20 видов бокоплодных мхов.

*Организация и основные публикации:*

Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН

Результаты опубликованы в двух томах «Флоры мхов России» (2020–2022):

Флора мхов России. Т. 6. Hypnales (Calliergonaceae – Amblystegiaceae) / Отв. ред. Игнатов М.С. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2022. 472 с.

Флора мхов России. Т. 5. Hypopterygiales – Hypnales (Plagiotheciaceae – Brachytheciaceae) / Отв. ред. Игнатов М.С. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2020. 600 с.



**Рис. 68.** Новые для науки виды бокоплодных мхов: *Enrothia platyclada* и *Pseudanomodon attenuatus*

## **5. Стрептоциннамиды А и В: выделение и структурный анализ новой структурной группы антибиотиков**

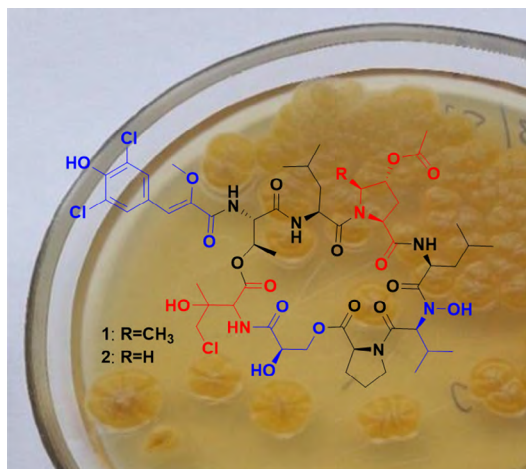
Стрептоциннамиды А и В (Рис. 69), первые представители новой структурной группы антибиотиков, были получены из бактерии *Streptomyces* sp. КММ 9044 из пробы донных осадков, собранной в северо-западной части Японского моря. Установлено, что эти соединения являются хлорированными депсигептапептидами, содержащими в 26-членном цикле вместе с обычными и ранее неизвестные аминокислоты, 3-гидрокси-4-хлорвалин и новый изомер 4-ацетокси-5-метилпролина, а также глицериновую кислоту. Показано, что полученные антибиотики избирательно ингибируют рост клеток некоторых видов грамположительных бактерий. Наибольшую активность показал стрептоциннамид А в отношении *Micrococcus* sp. (минимальная ингибирующая концентрация 4 нг/мл). Выделение и структурный анализ таких веществ открывают возможность синтеза новых антибиотиков на основе стрептоциннамидов как модельных соединений.

*Организация и основные публикации:*

Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г.Б. Елякова ДВО РАН совместно с ИБХ им. М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН, РНИМУ им Н.И. Пирогова МЗ РФ

Makarieva T.N., Romanenko L.A., Mineev K.S., Shubina L.K., Guglya E.B., Kalinovskaya N.I., Ivanchina N.V., Guzii A.G., Belozerova O.A., Kovalchuk

S.I., Popov R.S., Denisenko V.A., Mikhailov V.V., Babenko V.V., Ilina E.N., Malakhova M.V., Terekhov S.S., Kudzhaev A.M., Dmitrenok P.S., Yampolsky I.V., Stonik V.A. (2022) Streptocinnamides A and B, depsipeptides from *Streptomyces* sp. KMM 9044. *Organic Letters*, Vol. 15, N 27, P. 4892–4895.



**Рис. 69.** Структуры стрептоциннамидов А и В из бактерии *Streptomyces* sp. KMM 9044

## 6. Создание ДНК-микрочипа для генотипирования крупного рогатого скота

Разработан прототип ДНК-чипа для определения происхождения, чистопородности, оценки хозяйственно-значимых признаков крупного рогатого скота (Рис. 70), в том числе молочной и мясной продуктивности и моногенных заболеваний крупного рогатого скота с использованием более 1000 молекулярных маркеров.

Предлагаемая технология значительно повышает эффективность племенной оценки животных. ДНК-чип является отечественной инновационной разработкой и имеет высокий потенциал для использования в геномной селекции и для сохранения генофондов отечественных пород сельскохозяйственных животных.

*Организация и основные публикации:*

Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН

Столповский Ю.А., Кузнецов С.Б., Солоднева Е.В., Шумов И.Д. Новая система генотипирования крупного рогатого скота на основе технологии ДНК-микрочипов // *Генетика*. 2022, том 58. № 8. С. 857–871. doi: 10.31857/S0016675822080094.

Кузнецов С.Б., Солоднева Е.В., Семина М.Т. Бекетов С.В., Турбина Е.С., Столповский Ю.А. Новые сочетания аллелей в вариантах генов казеинового



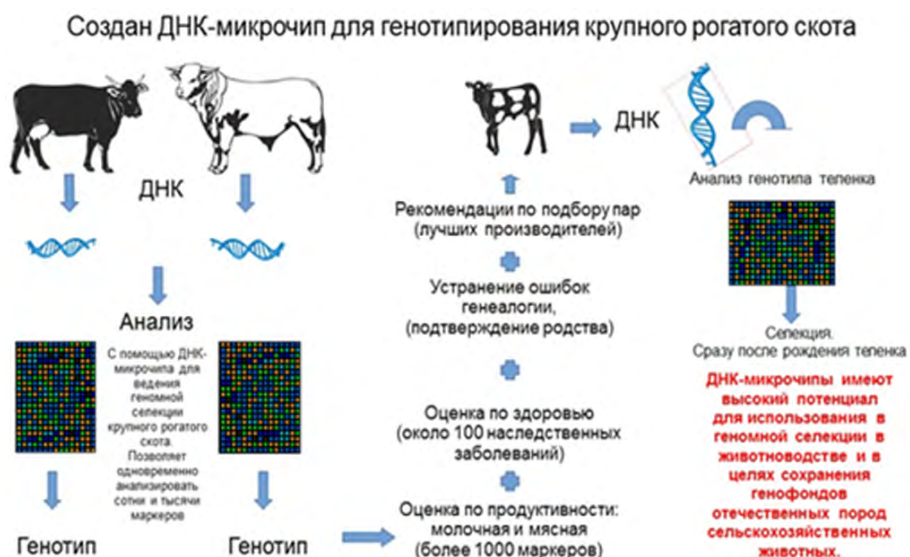


Рис. 70

## 7. Идентификация антигенов, распознаваемых Т-клеточным рецептором, ассоциированным с анкилозирующим спондилитом

Анкилозирующий спондилоартрит (АС) – ревматологическое заболевание аутоиммунной природы. В основе развития аутоиммунных патологий лежит реализация иммунного ответа организма против антигенов собственных клеток. Идентификация антигенов, распознаваемых рецепторами Т-лимфоцитов, в особенности аутоантигенов, на данный момент представляет технологически весьма сложную задачу. К настоящему времени удалось охарактеризовать антигенную специфичность буквально лишь нескольких таких Т-клеточных рецепторов (TCR). При этом получаемые сведения совершенно необходимы как для понимания общих правил распознавания Т-клетками специфических антигенов, так и для понимания механизма развития аутоиммунного заболевания и разработки терапевтических подходов подобных состояний. В Лаборатории сравнительной и функциональной геномики Отдела геномики адаптивного иммунитета ИБХ им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН удалось установить полную последовательность для TCR, ассоциированного с анкилозирующим спондилоартритом. Совместно с американскими коллегами удалось расширить группу АС-ассоциированных TCR с известной последовательностью и определить узнаваемые ими Т-клеточные эпитопы (антигены). С

помощью рентгеноструктурного анализа нескольких комплексов TCR с соответствующими комплексами пептид-МНС удалось определить ключевые аминокислотные остатки, определяющие узнавание антигенных пептидов. Были найдены распознаваемые этими TCR антигенные пептиды из белков организма человека и ряда кишечных бактерий.

Полученные результаты поддерживают гипотезу кросс-реактивности Т-клеток при узнавании микробных антигенов и антигенов клеток собственного организма как механизма запуска аутоиммунной реакции при АС. Знание структуры антигенов, распознаваемых АС-ассоциированными TCR, открывает широкие возможности для изучения механизма участия этой группы Т-клеток в патогенезе заболевания и развития принципиально новых подходов к терапии анкилозирующего спондилита.

*Организация и основные публикации:*

Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН

Yang X et al. (2022) Autoimmunity-associated T cell receptors recognize HLA-B\*27-bound peptides. Nature 612, pages 771–777 (IF = 69.504).

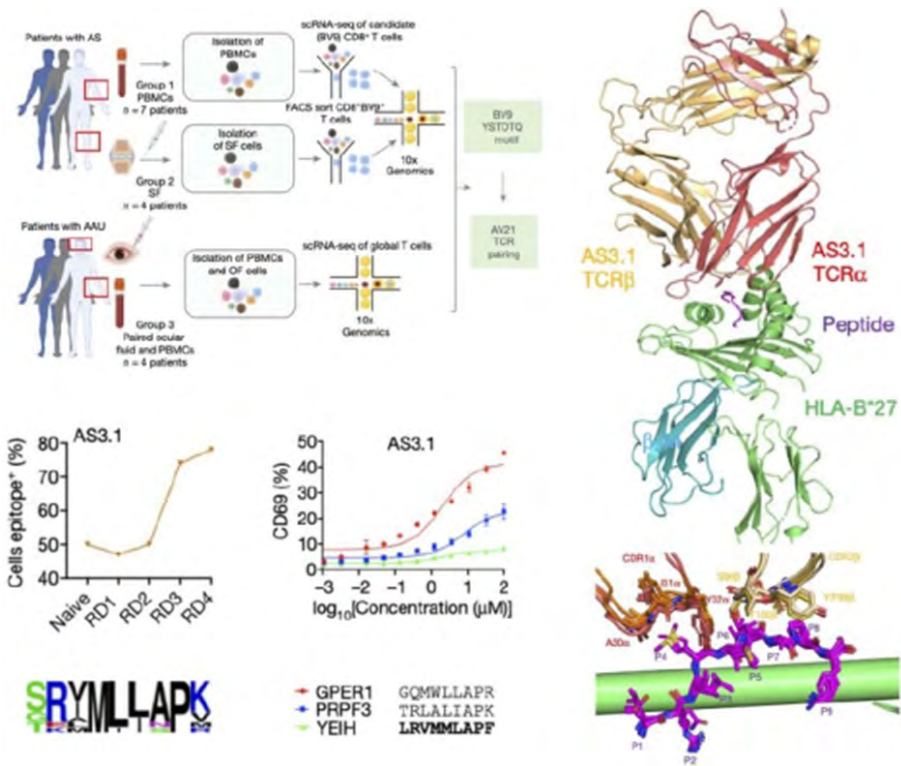


Рис. 71. Идентификация эпитопов, распознаваемых Т-клеточным рецептором, ассоциированным с анкилозирующим спондилитом

## 8. Опубликовано: Красная книга Российской Федерации (том Животные) и Красная книга города Москвы

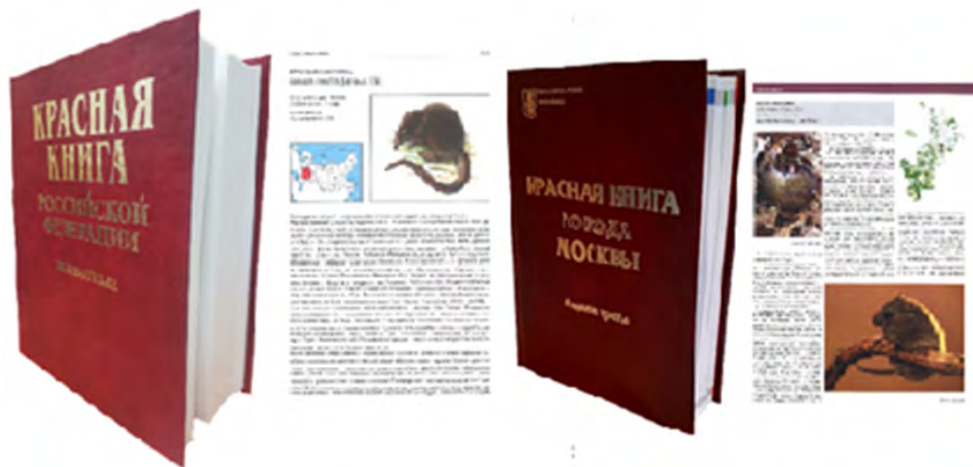
В Красной книге Российской Федерации приведены сведения о 443 видах животных (вместе с подвидами и популяциями 491 объект), включающие их систематическое положение, природоохранные статусы, современное распространение, места обитания и особенности экологии, численность, лимитирующие факторы, принятые и необходимые меры охраны. Председатель Главной редакционной коллегии Красной книги РФ академик РАН Д.С. Павлов, ответственный секретарь - академик РАН В.В. Рожнов. Красные книги являются не только важным правовым документом, устанавливающим природоохранный статус конкретных видов животных и растений Российской Федерации, но и инструментом для решения проблем сохранения биологического разнообразия всей планеты.

*Организация и основные публикации:*

Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, соисполнители: «ВНИИ Экологии» (Минприроды России) и Правительство г. Москвы

Красная книга Российской Федерации, том «Животные». 2-ое издание. М.: ФГБУ «ВНИИ Экология», 2021. 1128 с. (Книга вышла на рубеже 2021 и 2022 г.);

Красная книга города Москвы. 3-е издание. М.: «Подольская фабрика офсетной печати», 2022. 848 с. (ИПЭЭ РАН).



**Рис. 72.** Красная книга Российской Федерации (том Животные) и Красная книга города Москвы

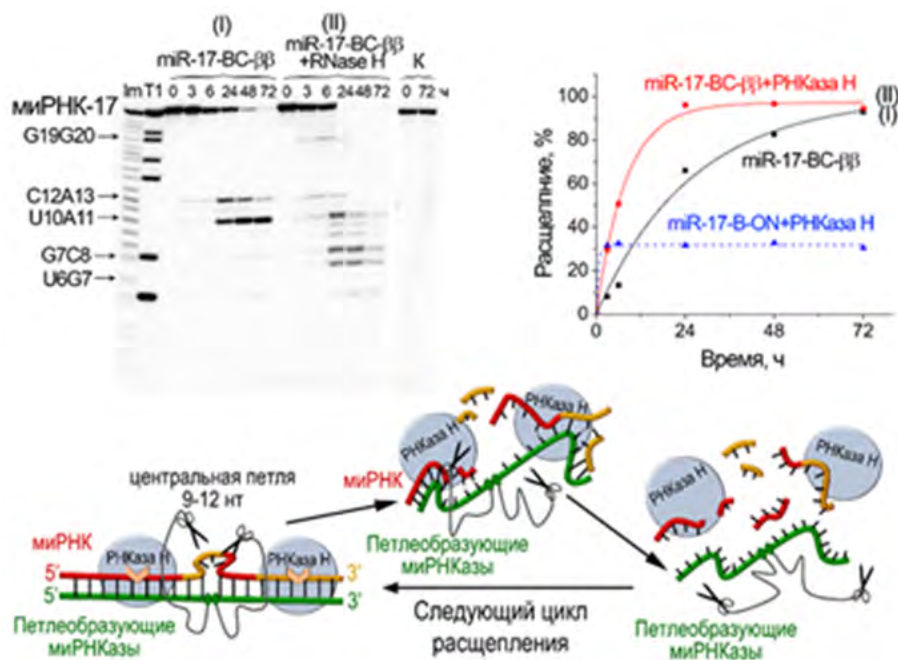
## 9. Петлеобразующие би-пептидные миРНКазы осуществляют высокоэффективное расщепление онкогенных миРНК в функционально значимой области

Разработана серия миРНК-направленных искусственных рибонуклеаз (миРНКаз), представляющих собой петлеобразующие олигонуклеотид-пептидные конъюгаты, специфичные в отношении онкогенных микроРНК – миРНК-21 и миРНК-17 (Рис. 73). Показано, что конъюгат miR-17-DC-ββ, содержащий два каталитических пептида в β-конфигурации, является соединением-лидером, количественно и селективно расщепляющим микроРНК-мишень по связям внутри петли. Важным фактором является синергическое действие конъюгата и внутриклеточной РНКазы H, что приводит к расщеплению миРНК по функционально значимым областям и полной ее инактивации.

*Организация и основные публикации:*

Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН

Olga Patutina, Daria Chiglintseva, Bahareh Amirloo, David Clarke, Svetlana Garonova, Valentin Vlassov, Elena Bichenkova, and Marina Zenkova (2022) Bulge-Forming miRNases Cleave Oncogenic miRNAs at the Central Loop Region in a Sequence-Specific Manner. *Int J Mol Sci.*, 23, 6562. Doi:10.3390/ijms23126562. IF – 6.208. Q 1. SJR – Q 1



**Рис.73.** Эффективность расщепления миРНК и предполагаемый механизм реакции с одновременным участием петлеобразующих би-пептидных миРНКаз и РНКазы H

## 10. Завершено исследование вредоносного цветения водорослей, произошедшего осенью 2020 года у берегов Камчатки

Завершено исследование Вредоносного цветения водорослей (ВЦВ) – одного из распространенных явлений в водных экосистемах (Рис. 74), произошедшего осенью 2020 года у берегов Камчатки и сопровождавшегося массовой гибелью гидробионтов и отравлениями людей. Исследования показали, что возбудителями ВЦВ были динофлагеллаты рода *Karenia*. Масштабы цветения, которое продолжалось более двух месяцев и охватывало обширную акваторию юго-восточного и юго-западного побережья п-ва Камчатка, оценивали с помощью дистанционных методов. Молекулярная филогения показала, что доминировал вид *K. selliformis*, принадлежащий к холодноводной группе I и идентичен виду, вызвавшему ВЦВ в октябре 2021 г. у берегов Хоккайдо в Японии, сопровождавшегося катастрофической гибелью морских ежей.

### Организация и основные публикации:

Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского ДВО РАН совместно с КамчатНИРО, ДВФУ и Университетом Токио, Япония

Orlova T.Y., Aleksanin A.I., Lepskaya E.V., Efimova K.V., Selina M.S., Morozova T.V, Stonik I.V., Kachur V.A., Karpenko A.A., Vinnikov K.A., Adrianov A.V.,

Iwataki M. (2022) A massive bloom of *Karenia* species (Dinophyceae) off the Kamchatka coast, Russia, in the fall of 2020. Harmful Algae, Vol. 120. P. 102337. DOI: 10.1016/j.hal.2022.102337 (Q1, 13.2 балла Г3)

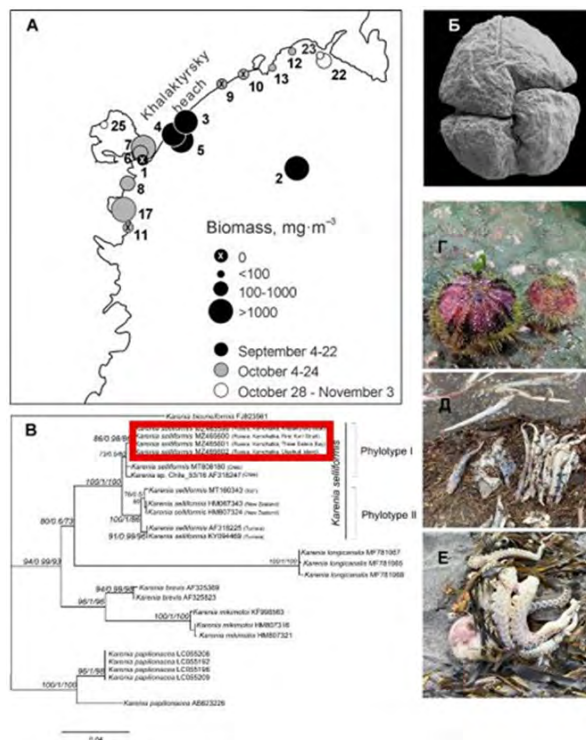


Рис. 74. Исследование Вредоносного цветения водорослей

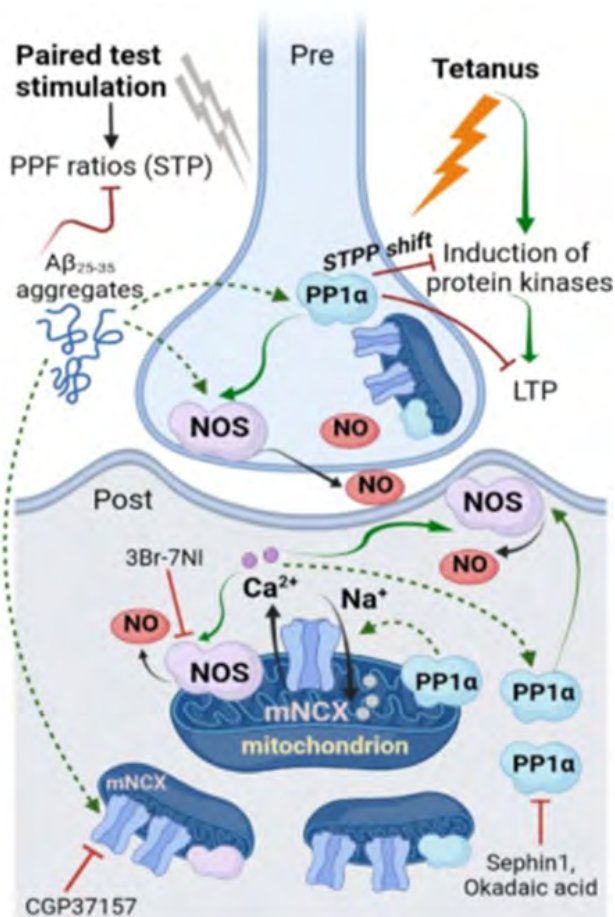


# ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

## 1. Молекулярные механизмы токсического действия бета-амилоида 25–35 открывают новые пути компенсации нейродегенерации

В экспериментах на срезах мозга позвоночных показано, что олигомеры бета-амилоида 25-35, образующиеся при нейродегенеративных процессах в мозге, вызывают активацию синтеза свободного радикала оксида азота и сдвиг киназно-фосфатазного баланса, приводящие к значительному подавлению пластичности нейронных сетей. (Рис. 75).

Полученные данные о предотвращении токсических эффектов бета-амилоида 25-35 путем блокады стресс-индуцируемой фосфатазы 1 и митохондриального натрий-кальциевого обменника открывают новые пути компенсации нейродегенеративных процессов.



*Организация и основные публикации:*

Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН

Рис. 75. Предполагаемая схема событий в синапсе при действии агрегатов Aβ<sub>25-35</sub>

## **2. Реактивация латентных внутриклеточных инфекций человека в условиях годовой экспедиции на российской антарктической станции «Восток»**

Изучено влияние комплекса факторов подготовки экспедиции и долгосрочного пребывания на антарктической станции «Восток» на реактивацию латентных внутриклеточных инфекций (герпесвирусов-вирусов простого герпеса (ВПГ), вируса герпеса человека (ВГЧ) Варицеллы Зостер (ВЗВ), вируса Эпштейна-Барр (ВЭБ), бактерий *Micoplasma hominis*, *Ureaplasma urealiticum* и *Chlamidia trachomatis*. Выявлено, что уже на этапе подготовки у 8 из 11 членов экспедиции наблюдалось выделение в слюне ДНК хотя бы одного герпесвируса. Годовое пребывание на станции приводит к реактивации ВЭБ, ВГЧ-6 и (ВПГ-1 2-х типов). Реактивация ВГЧ-6 характеризуется возрастающей динамикой, достигая своего максимума на завершающих этапах экспедиции. Реактивация ВЭБ характеризуется 2-фазной кривой, при этом пики реактивации коррелируют с периодами максимального понижения температур до  $-82\text{ }^{\circ}\text{C}$  и периодами повышенной геомагнитной активности. Почти у всех полярников были обнаружены высокие уровни специфических антител к ВПГ-1 и ЦМВ, а у некоторых – к ВЗВ, ВПГ-2 и исследованным бактериальным инфекциям.

Условия антарктической экспедиции приводят к реактивации латентных внутриклеточных инфекций. Отмечаются признаки функционального истощения В-клеточного звена иммунитета, ответственного за гуморальный ответ против ВЭБ, ВПГ-1,2 и ВГЧ-6.

*Организация и основные публикации:*

ГНЦ РФ Институт медико-биологических проблем РАН

Шульгина С.М. Реактивация латентных внутриклеточных инфекций человека в условиях годовой экспедиции на российской антарктической станции «Восток» // XX Конференция молодых ученых, специалистов и студентов с международным участием, посвященная 165-летию со дня рождения К.Э. Циолковского: сборник материалов. Москва, 2022. С 45–46.



## ГНЦ РФ-ИМБРАН Реактивация латентных внутриклеточных инфекций человека в условиях годовой экспедиции на российской антарктической станции «Восток»

Шутьгина С.М., Рыкова М.П., Антропова Е.Н., Шаров В.А., Кутыко О.В., Орлова К.Д., Власова Д.Д., Садова А.А., Лысенко Е.А., Жирова Э.А., Пономарев С.А., Пономарев С.А. - тел.: (499)195-63-89, e-mail: pomomarev@imbr.ru

**Изучали** влияние комплекса факторов, ассоциированных с долгосрочным пребыванием человека в условиях Российской антарктической станции «Восток», на реактивацию латентных внутриклеточных инфекций у 11 участников экспедиции (2019 год).

**Объекты изучения - Вирусы сем. Herpesviridae:** Вирус простого герпеса-1,2 (ВПГ), Вирус Эпштейна-Барр (ВЭБ), Вирус Варцелла Зостер (ВЗВ), Цитомегаловирус (ЦМВ), Вирус герпеса человека (ВГЧ)-6, ВГЧ-8.

**Бактерии:** *Mycoplasma hominis*, *Ureaplasma urealyticum*, *Chlamidia trachomatis*

**Показано**, что уже на этапе предэкспедиционной подготовки у 8 из 11 членов экспедиции наблюдалось выделение в слюне ДНК хотя бы одного герпесвируса (рис. 1).

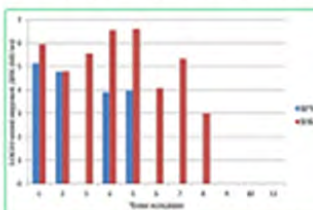


Рис.1 – Фоновые значения содержания ДНК ВГЧ-6 и ВЗВ в образцах слюны участников экспедиции

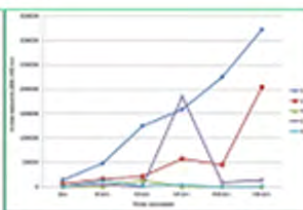


Рис.2 – Динамика содержания ДНК ВГЧ-6 в слюне участников экспедиции

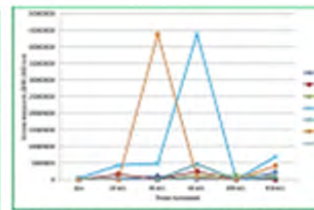


Рис.3 – Динамика содержания ДНК ВЭБ в слюне участников экспедиции. Пик реактивации при температуре -82,1°C

Годовое пребывание на полярной станции приводит к реактивации ВЭБ, ВГЧ-6 и (ВПГ-1 и 2 типов) у некоторых участников экспедиции (рис. 2). В отличие от ВГЧ-6, ВЭБ характеризуется преимущественно 2-фазной кривой реактивации, при этом пик реактивации хорошо коррелирует с периодами максимального понижения температур вплоть до  $-82,1^{\circ}\text{C}$  и периодами повышенной геомагнитной активности (рис. 3).

### Заключение

Условия антарктической экспедиции приводят к реактивации ряда латентных внутриклеточных инфекций вирусной природы. В ходе исследования отмечаются признаки функционального истощения В-клеточного звена иммунной системы, ответственного за гуморальный ответ против ВЭБ, ВПГ-1,2 и ВГЧ-6.

Работа выполнена в рамках темы 65.1-ФНИ РАН

Публикация Шутьгина С.М. Реактивация латентных внутриклеточных инфекций человека в условиях годовой экспедиции на российской антарктической станции «Восток» // КХ Биомедицина: проблемы, перспективы и стратегии / международный сборник, посвященный 140-летию Российской Федерации. М.: издательство «Образы человека». Москва, 2022. С.40-46.

Рис. 76.

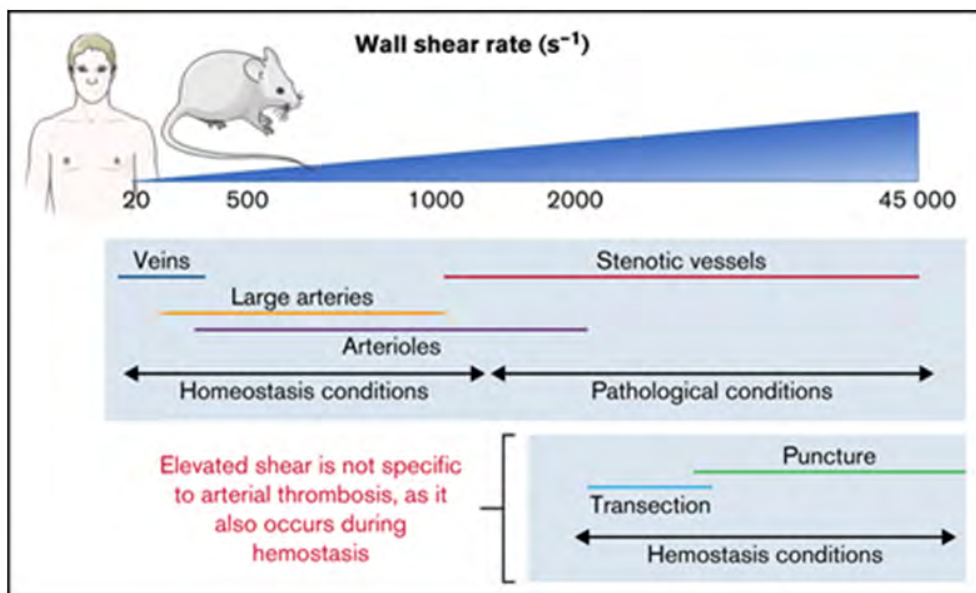
### 3. Травматические повреждения сосудов, инициирующие гемостаз, создают условия высокого сдвига

Впервые показано, что различные типы повреждений в малых и крупных сосудах мыши и человека приводят к высоким скоростям сдвига и удлиненным потокам. Относительное гидродинамическое сопротивление сосуда и раны объясняет уменьшение скорости сдвига с увеличением размера повреждения.

*Организация и основные публикации:*

Центр теоретических проблем физико-химической фармакологии РАН  
Yakusheva AA, Butov KR, Bykov GA, Závodszy G, Eckly A, Ataulakhanov FI, Gachet C, Pantelev MA, Mangin PH. Traumatic vessel injuries initiating hemostasis generate high shear conditions. Blood Adv. 2022 Aug 23;6(16):4834-4846. doi: 10.1182/bloodadvances.2022007550. PMID: 35728058





**Рис. 77.** Различные типы повреждений в малых и крупных сосудах мыши и человека приводят к высокой скорости сдвига и удлинению потоков. Относительное гидродинамическое сопротивление сосуда и раны объясняет снижение скорости сдвига с увеличением размера повреждения

#### **4. Иммуноterapia против маринобуфагенина как новый подход для предотвращения фиброза сосудов при хронической почечной недостаточности**

Хроническая почечная недостаточность (ХПН) – терминальная стадия медленно прогрессирующего нарушения выделительной функции почек, сопровождающаяся риском развития сердечно-сосудистых осложнений, в том числе фиброзом тканей сердца и сосудов. Применение «традиционных» антигипертензивных препаратов при ХПН ограничено, поэтому в настоящее время ведутся интенсивные разработки новых терапевтических стратегий для облегчения тяжести этого заболевания. Ранее было показано, что одним из факторов развития ХПН является избыточный синтез одного из кардиотонических стероидов – маринобуфагенина (МБГ). Поэтому новым и относительно безопасным подходом к терапии ХПН может быть иммуноterapia антителами к МБГ (аМБГ). В работе была проанализирована возможность применения аМБГ для облегчения симптомов ХПН и предотвращения процессов развития фиброза кровеносных сосудов в модельных экспериментах на крысах. Было показано, что ХПН, индуцированная нефрэктомией, привела к повышению артериального давления и развитию сосудистого и сердечного фиброза, в основе которого лежат подавление экспрессии транскрипционного фактора *Fli1*, увеличение

экспрессии про-коллагена-I и избыточный синтез коллагена-I. Введение животным антител к МБГ не только снижало артериальное давление, но и частично восстанавливало уровень Fli1 и коллагена, т.е. предотвращало про-фибротические процессы в тканях сердечно-сосудистой системы (Рис. 78).

Полученные данные могут быть одной из эффективных терапевтических стратегий для облегчения состояния пациентов с ХПН и замедления процессов развития фиброза в тканях сердечно-сосудистой системы.

#### *Организация и основные публикации:*

Институт эволюционной физиологии и биохимии имени И.М. Сеченова РАН  
 Agalakova N.I., Grigorova Y.N., Ershov I.A., Reznik V.A., Mikhailova E.V., Nadei O.V., Samuilovskaya L., Romanova L.A., Adair C.D., Romanova I.V., Bagrov A.Y. Canrenone Restores Vasorelaxation Impaired by Marinobufagenin in Human Preeclampsia. *Int. J. Mol. Sci.* 2022, 23(6):3336. doi: 10.3390/ijms23063336.

Agalakova N.I., Reznik V.A., Ershov I.A., Lupanova E.A., Nadei O.V., Ivanov D.O., Adair C.D., Bagrov A.Y. Silencing of Fli1 Gene Mimics Effects of Preeclampsia and Induces Collagen Synthesis in Human Umbilical Arteries. *Am. J. Hypertens.* 2022, 35(9):828-832. doi: 10.1093/ajh/hpac065.



**Рис. 78.** Введение антител к МБГ крысам с ХПН восстанавливает нормальный уровень артериального давления и снижает степень развития фиброза сердца и сосудов

## **5. Гиперцитокинемия препятствует спонтанному восстановлению дыхания в постгипоксическом периоде**

Установлено, что при повышении системного уровня ключевых провоспалительных цитокинов ИЛ-1 $\beta$ , ФНО- $\alpha$  и ИЛ-6 острая нарастающая гипоксия приводит к необратимой остановке дыхания. Выживаемость в постгипоксическом периоде в контрольном эксперименте составляет 100%, при действии

ИЛ-1 $\beta$  и ФНО- $\alpha$  – 50 %, при действии ИЛ-6 – только 10%. Невозможность восстановления дыхания после снятия гипоксической нагрузки на фоне действия ИЛ-1 $\beta$  и ФНО- $\alpha$  может быть связана с дисфункцией рефлекторных механизмов регуляции дыхания, о чем свидетельствует ослабление вентиляционного ответа на гипоксию: снижение гипоксических приростов инспираторных колебаний внутригрудного давления, дыхательного объема и вентиляции легких. При повышении системного уровня ИЛ-6 компенсаторный ответ на гипоксию не ослабевает. Сделан вывод о многофакторном механизме летального действия острой гипоксии при гиперцитокинемии (Рис. 79).

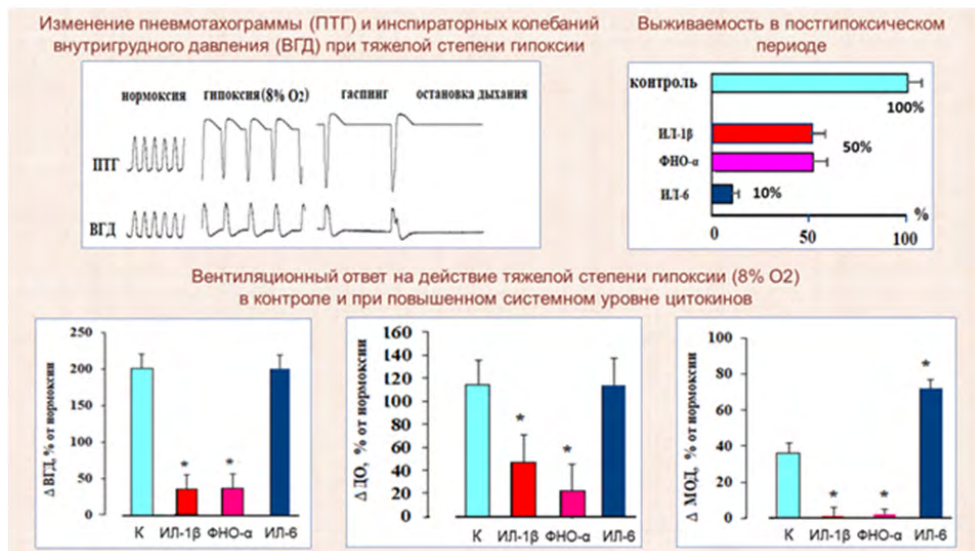
*Организация и основные публикации:*

Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН

Александрова Н.П. Механизмы влияния цитокинового шторма на функцию внешнего дыхания. Успехи физиологических наук. 2022. 53 (3): 3-14. DOI: 10.31857/S0301179822030043 (IF=1,048), Scopus, RSCI

Donina Zh. A. Causes of Hypoxemia in COVID-19. Journal of Evolutionary Biochemistry and Physiology. 2022. V. 58, №1, P. 73–80. DOI: 10.1134/S0022093022010070 (IF=1,621) WOS, Q4

Баранова Е.В., Донина Ж.А. Изменения инспираторного усилия при тяжелой гипоксии на фоне действия интерлейкина-6 и фактора некроза опухолей. Интегративная физиология, 2022, Т3, №3 РИНЦ



**Рис. 79.** Компенсаторный ответ системы внешнего дыхания и выживаемость при тяжелой степени острой гипоксии в условиях повышенного системного уровня провоспалительных цитокинов ИЛ-1 $\beta$ , ФНО- $\alpha$  и ИЛ-6. Обозначения: ДО – дыхательный объем, МОД- минутный объем дыхания, ВГД – амплитуда инспираторных колебаний внутригрудного давления. Контроль – внутривенное введение физиологического раствора. \* – достоверные отличия от контрольной величины

## **6. Выявлены мишени фармакологического воздействия при разработке терапевтических средств в ходе развития осложнений сердца при сахарном диабете**

Сахарный диабет (СД) – широко распространённое социально-значимое заболевание, обусловленное гибелью или снижением функциональной активности  $\beta$ -клеток поджелудочной железы. Инсулин-продуцирующие клетки (ИПК), помимо островков Лангерганса, встречаются в ацинарной части поджелудочной железы (Рис. 80.1). При СД2 эти клетки меньше подвержены разрушению и дисфункции по сравнению с островковыми ИПК. Введение противовоспалительного препарата аминофталгидразида натрия (АФГ натрия) крысам с диабетом повышает количество внеостровковых ИПК, что сопровождается снижением гликемии. Таким образом, была показана возможность использования противовоспалительных средств для терапии диабета и его осложнений.

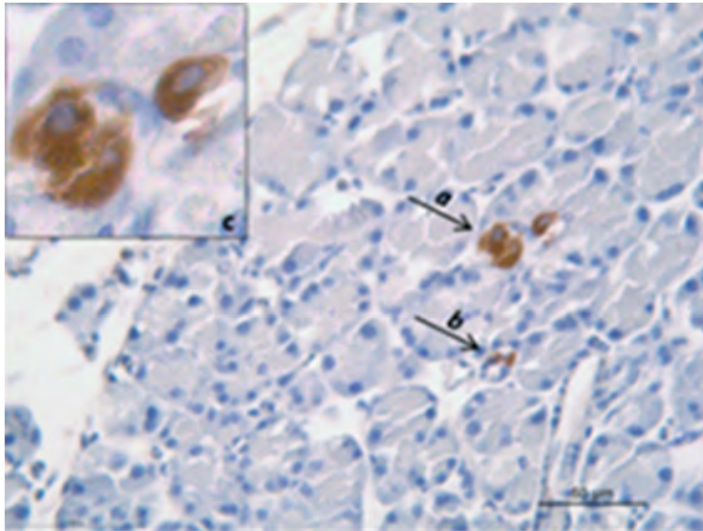
Одним из частых осложнений диабета является ишемическая болезнь сердца и диабетическая кардиомиопатия. В условиях СД1 происходит изменение механической функции одиночных кардиомиоцитов, а именно подавляется сократительная способность кардиомиоцитов из левого и правого желудочка сердца, тогда как сократительная функция кардиомиоцитов из межжелудочковой перегородки в основном сохраняется (Рис. 80.2).

### *Организация и основные публикации:*

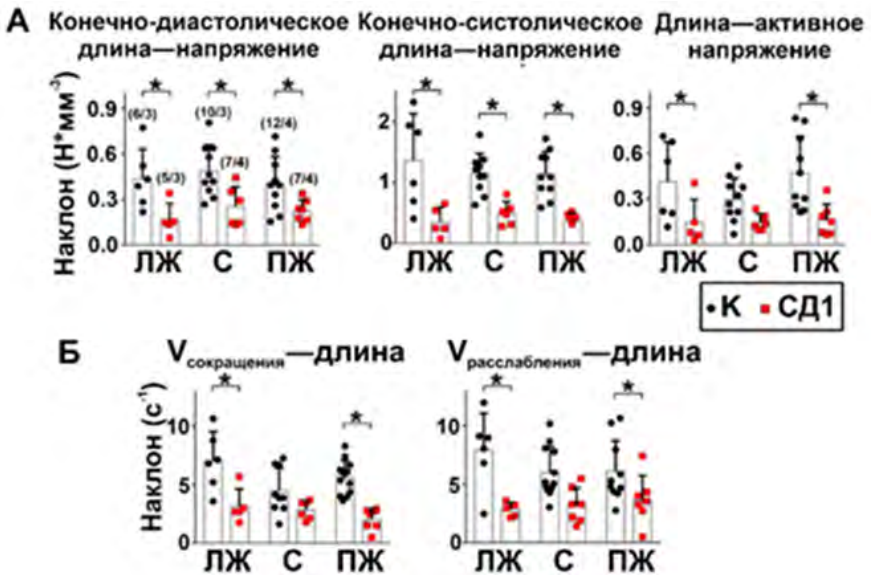
Институт иммунологии и физиологии УрО РАН

Musa T. Abidov, Ksenia V. Sokolova, Irina F. Gette, Irina G. Danilova Accelerated Generation of Extra-Islet Insulin-Producing Cells in Diabetic Rats, Treated with Sodium Phthalhydrazide // International Journal of Molecular Sciences 2022, 23(8), 4286; <https://doi.org/10.3390/ijms23084286> (WoS, Q1, IF = 6.208)

Khokhlova A, Myachina T, Volzhaninov D, Butova X, Kochurova A, Berg V, Gette I, Moroz G, Klinova S, Minigalieva I, Solovyova O, Danilova I, Sokolova K, Kopylova G, Shchepkin D. Type 1 Diabetes Impairs Cardiomyocyte Contractility in the Left and Right Ventricular Free Walls but Preserves It in the Interventricular Septum // International Journal of Molecular Sciences 2022 Feb 2;23(3):1719. doi: 10.3390/ijms23031719. (WoS, Q1, IF = 6.208)



**Рис. 80.1.** Иммуногистохимическое окрашивание среза поджелудочной железы с использованием антител к проинсулину и инсулину. а – ИПК в ацинусе железы; б – ИПК в протоке железы; с – увеличенный фрагмент



**Рис. 80.2.** Влияние СД1 на отношения «длина клетки—напряжение» (А) и «длина клетки—скорость» (Б) в аутономически сокращающихся одиночных кардиомиоцитах левого и правого желудочков, а также межжелудочковой перегородки

## **7. Обнаружен набор генов устойчивости к кислотному и окислительному стрессу, обеспечивающих адаптацию к условиям биотопа; установлено отсутствие генов истинной вирулентности**

В результате сравнительного исследования геномов четырех вагинальных штаммов *Corynebacterium amycolatum* обнаружен набор генов устойчивости к кислотному и окислительному стрессам, обеспечивающих адаптацию к условиям биотопа, и установлено отсутствие генов истинной вирулентности.

Впервые у коринебактерий выявлены кластеры генов, участвующие в биосинтезе вторичных метаболитов, включая ТЗrks (поликетидсинтазы III типа), Nrps (нерибосомный пептид), Nrps-подобные метаболиты и терпены. В геномах штаммов ICIS 9 и ICIS 99 идентифицированы уникальные локусы, кодирующие продукцию антибактериального протеина – сактипептида. С использованием газовой хромато-масс-спектрометрии в метаболитах штамма *C. amycolatum* ICIS 53 (ВКМ Ас-2844D) определены азотсодержащие гетероциклические соединения: 2,5-дикетопиперазин и 2-пирролидон, обладающие антибактериальной и антигрибковой активностью (Рис. 81). Эффективность противомикробного действия штаммов *C. amycolatum* ICIS 9 и ICIS 53 доказана в экспериментах *in vitro*.

Полученные результаты подтверждают безопасность исследованных штаммов *C. amycolatum* и перспективу их использования в качестве пробиотиков и продуцентов антимикробных соединений.

### *Организация и основные публикации:*

Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН

Gladysheva IV, Cherkasov SV, Khlopko YA, Plotnikov AO. Genome Characterization and Probiotic Potential of *Corynebacterium amycolatum* Human Vaginal Isolates. *Microorganisms*. 2022; 10(2): 249. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10020249> (Web of Science, Q2)

Gladysheva IV, Khlopko YA, Cherkasov SV, Kataev VYa. Genome sequence of *Corynebacterium amycolatum* ICIS 99 isolated from human vagina reveals safety and beneficial properties. *Arch Microbiol*, 2022 Mar 29;204(4):226. doi: 10.1007/s00203-022-02852-7 (Web of Science, Q4)

Gladysheva I.V., Chertkov K.L., Cherkasov S.V., Khlopko Y.A., Kataev V.Y., Valyshev A.V. Probiotic Potential, Safety Properties, and Antifungal Activities of *Corynebacterium amycolatum* ICIS 9 and *Corynebacterium amycolatum* ICIS 53 Strains. *Probiotics Antimicrob. Proteins*. 2021. Nov 22. doi: 10.1007/s12602-021-09876-3. (Web of Science, Q2)

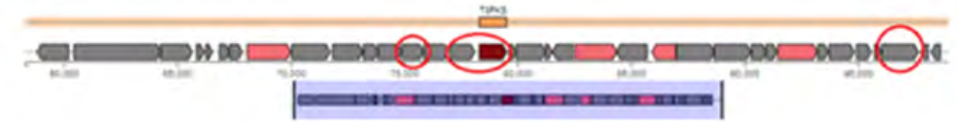
Гладышева И.В., Строганова Е.А., Черкасов С.В. Средство для продуцирования органических соединений, обладающих антибактериальной и антигрибковой активностью. Патент РФ 2774192 от 16.06.2022, Бюл. № 17.



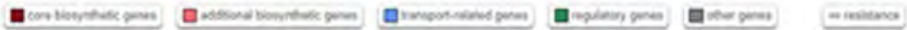
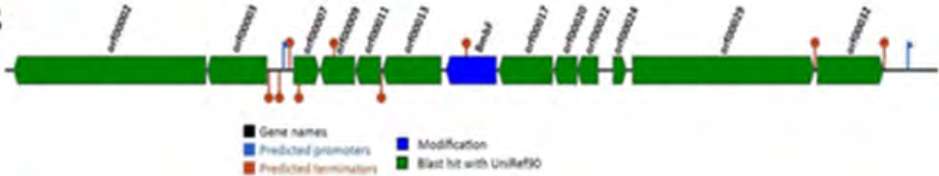
**A**Strain *Corynebacterium amycolatum* ICIS 53

c00020\_g1063... - Region 1 - T3PKS

Location: 58,323 - 99,513 nt. (total: 41,191 nt)



Legend:

**Б**

**Рис. 81.** Предполагаемый кластер биосинтетических генов T3rks (поликетидсинтазы III типа) в *C. amycolatum* ICIS 53 (A). Предполагаемый кластер биосинтетических генов сактипептидов, предсказанные в геноме *C. amycolatum* ICIS 9 (Б), *C. amycolatum* ICIS 53 (СЭМ) (В)

## 8. Установлен новый физиологический NO-зависимый механизм регуляции уровня молочной кислоты (лактата) при максимальных аэробных нагрузках

Установлен новый физиологический NO-зависимый механизм регуляции уровня молочной кислоты (лактата) при максимальных аэробных нагрузках, реализующийся у элитных спортсменов с наивысшими спортивными результатами. Показано, что для лыжников-гонщиков характерны наибольшие пока-

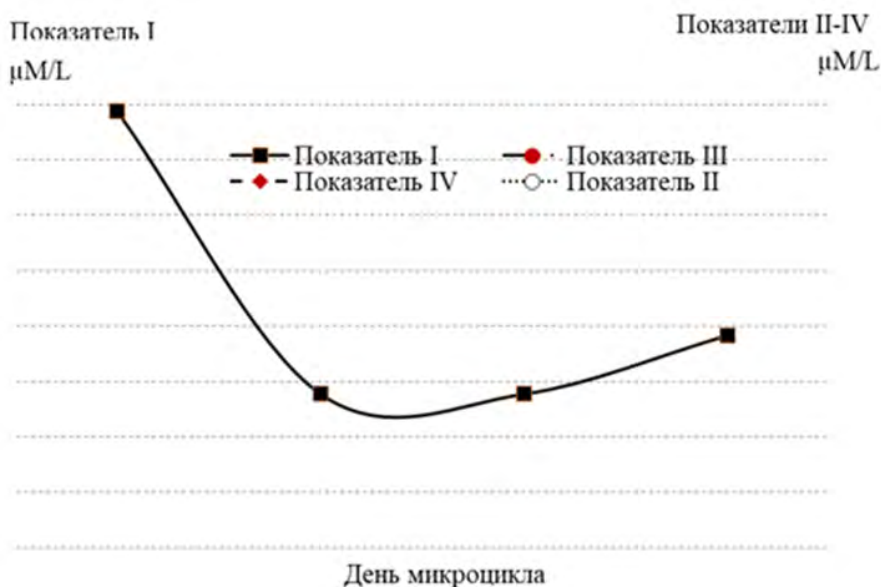
затели максимального потребления кислорода при физической нагрузке среди всех исследованных групп спортсменов. Показатели свободнорадикального процесса являются перспективными маркерами оценки функционального состояния и выносливости высококвалифицированных спортсменов зимних циклических видов спорта в динамике микроцикла при интенсивных физических нагрузках (Рис. 82).

*Организация и основные публикации:*

Институт физиологии Коми НЦ УрО РАН

Parshukova O.I.; Varlamova N.G.; Potolitsyna N.N.; Lyudinina A.Y.; Wojko E.R. Features of metabolic support of physical performance in highly trained cross-country skiers of different qualifications during physical activity at maximum load // Cells.– 2022, 11, 39. <https://doi.org/10.3390/cells11010039> (WoS Q2).

Паршукова О.И., Варламова Н.Г., Потолицына Н.Н., Бойко Е.Р. Особенности метаболического обеспечения физической работоспособности у высококвалифицированных лыжников-гонщиков разной спортивной квалификации при физической нагрузке максимальной мощности / В сборнике: Актуальные вопросы подготовки лыжников-гонщиков высокой квалификации. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции тренеров по лыжным гонкам (Россия, г. Сочи, сентябрь 2022 г.). Под редакцией А.В. Гурского. Смоленск. – 2022. – С. 147–153



**Рис. 82.** Динамика показателей процесса свободнорадикального окисления в крови серебряного призера олимпийских игр во время микроцикла «олимпийская неделя» при подготовке к XXIV Зимним Олимпийским играм (2022, Пекин)



## **9. Сконструированы, синтезированы и фармакологически изучены препараты АДК 1017 и АЛМ 802**

Сконструированы, синтезированы и фармакологически изучены препараты, повышающие адаптацию к экстремальным изменениям температурных режимов АДК-1017, восстанавливающие физическую работоспособность после острого утомления АЛМ-802. Результаты могут быть использованы в рамках двойных технологий.

АДК-1017 – препарат, обладающий актопротекторной (термопротекторной) активностью.

В ФГБНУ «НИИ фармакологии имени В.В. Закусова» сконструировано и синтезировано соединение АДК-1017, производное адамантана (Рис. 83.1). В условиях гипертермии, при повышении температуры в термокамере до +40°C, у контрольных животных величина пройденной дистанции в тесте принужденного бега уменьшалась на 30% по сравнению с нормотермией. АДК-1017 на 85% увеличивал физическую работоспособность животных в сравнении с контрольной группой. АДК-1017 превосходил препарат ладастен, эффективность которого составила лишь 27%

АЛМ-802 обладает способностью восстанавливать физическую работоспособность после острого утомления. Показана способность препарата АЛМ-802 восстанавливать физическую работоспособность животных после острого утомления, которое достигалось за счет принудительного бега мышей по беговой дорожке (Рис. 83.2). На следующий день после острого утомления мыши, получавшие АЛМ-802, увеличивали дистанцию пробега на 68% по сравнению с контрольными животными. По данному показателю АЛМ-802 значительно превосходил препарат сравнения триметазидин, эффективность которого составила 20%.

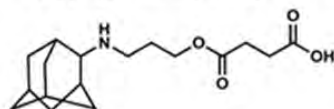
### *Организация и основные публикации:*

НИИ фармакологии имени В.В. Закусова

Патент РФ № 2784543 от 28.11.2022 – Крыжановский С.А., Качалов К.С., Захаров А.Д., Столярук В.Н., Вититнова М.Б., Цорин И.Б., Авдюнина Н.И., Грушевская Л.Н., Сергеева М.С., Минаев С.В., Дурнев А.Д., Середенин С.Б. «Моноадамант-2-иламинопропиловый эфир янтарной кислоты, обладающий актопротекторной (термопротекторной) активностью».

Патент РФ № 2784542 от 28.11.2022 – Крыжановский С.А., Столярук В.Н., Вититнова М.Б., Цорин И.Б., Барчуков В.В., Мокров Г.В., Дурнев А.Д., Середенин С.Б. «Вещество, восстанавливающее физическую работоспособность после острого утомления».

Структура молекулы АДК-1017



Влияние АДК-1017 на физическую работоспособность животных в условиях нормотермии и гипертермии

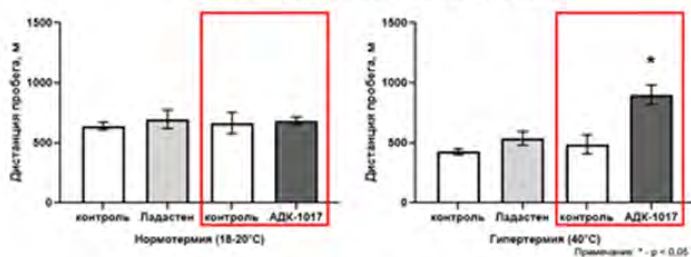


Рис. 83.1

Структура молекулы АЛМ-802

Влияние АЛМ-802 на физическую работоспособность животных после острого утомления

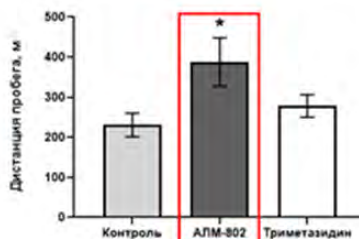
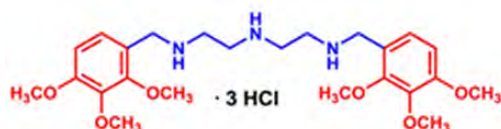


Рис. 83.2

## 10. Осуществлен синтез и доказаны антидиабетические свойства низкомолекулярного миметика фактора роста нервов (ГК-2)

В ФГБНУ «НИИ фармакологии имени В.В. Закусова» в течение ряда лет разрабатывается приоритетная стратегия создания низкомолекулярных миметиков нейротрофических факторов. Исходя из данных о дефиците фактора роста NGF при диабете и его необходимости для функционирования поджелудочной железы, оригинальный миметик NGF, соединение ГК-2 (гексаметилендиамид бис-(*N*-моносукцинил-*L*-глутамил-*L*-лизина)) изучен на моделях метаболического синдрома и сахарного диабета разной степени тяжести. Установлено, что ГК-2 обладает выраженной антидиабетической активностью: снижает уровень глюкозы в крови, нормализует массу тела, устраняет жажду (Рис. 84). Терапия

ГК-2 способствует сохранению числа инсулин-продуцирующих клеток поджелудочной железы, снижает проявления оксидативного стресса и устраняет характерные для диабета нарушения структуры ДНК.

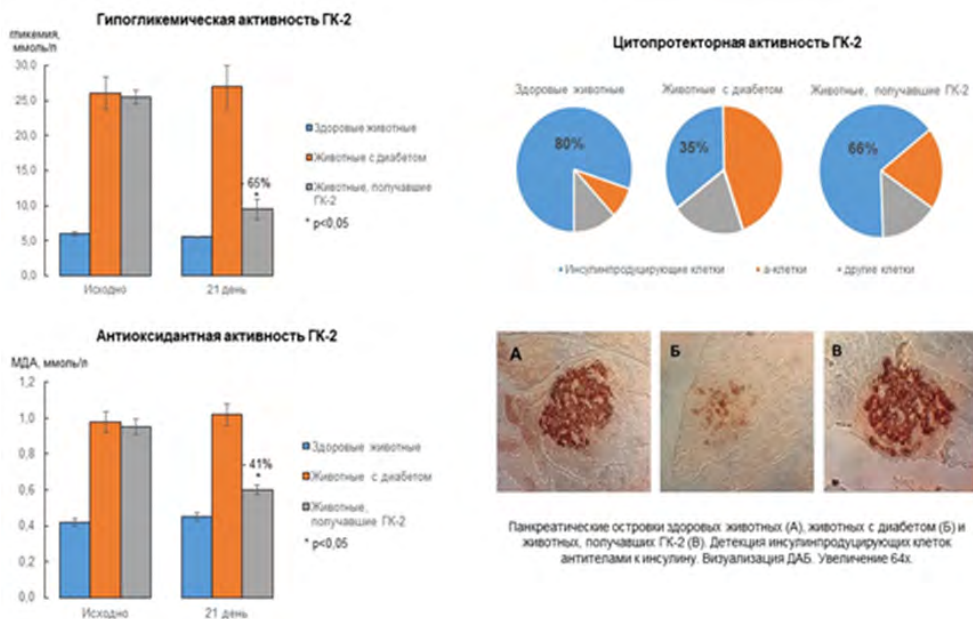
ГК-2 выгодно отличается от применяемых в настоящее время антидиабетических препаратов отсутствием побочных эффектов и эффективностью в условиях длительного перорального введения, что определяет перспективность разработки нового инновационного антидиабетического средства. Приоритет разработки подтвержден 2 патентами и 8 публикациями в отечественной и зарубежной научной прессе.

*Организация и основные публикации:*

НИИ фармакологии им. В.В. Закусова

Ivanov S.V., Ostrovskaya R.U., Kolyasnikova K.N., Alchinova I.B., Demorzhii M.S., Gudashева T.A., Seredenin S.B. Low molecular weight NGF mimetic GK-2 normalizes the parameters of glucose and lipid metabolism and exhibits a hepatoprotective effect on a prediabetes model in obese Wistar rats // *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*. – 2022. – Vol.49, N10. – P.1116–1125.

Патент РФ № 2613314 от 15.03.2017 – Середенин С.Б., Гудашева Т.А., Островская Р.У., Поварнина П.Ю., Озерова И.В. «Малые молекулы с NGF-подобной активностью, обладающие антидиабетическими свойствами».



**Рис. 84.** Антидиабетическая активность соединения ГК-2

## **11. Потенциальный нейрометаболический маркер лекарственного паркинсонизма на основе параметров энергетического метаболизма мозга человека по данным позитронно-эмиссионной томографии**

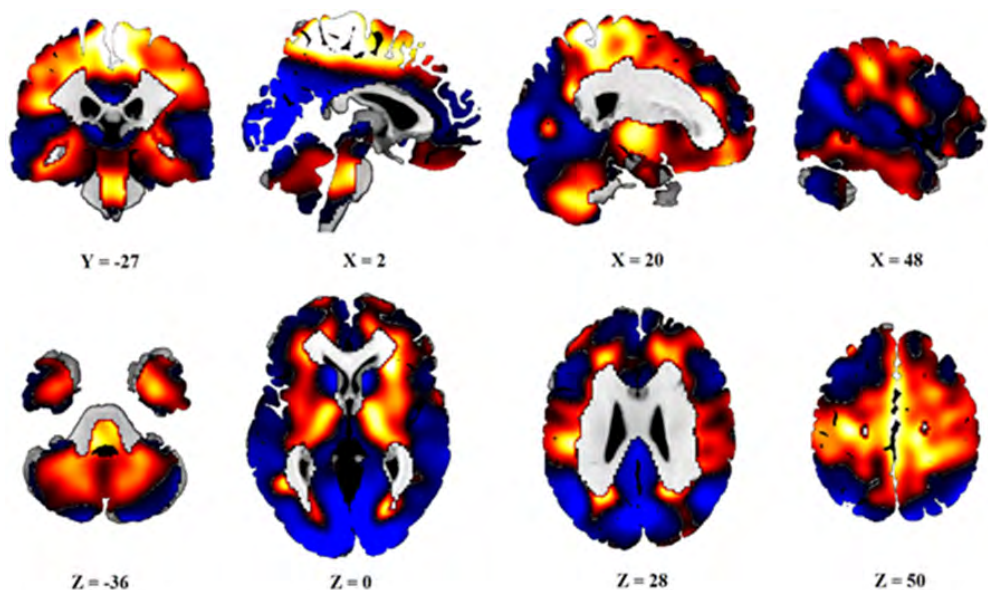
Лекарственный паркинсонизм является одним из распространённых побочных действий фармакологического лечения психических расстройств, в том числе психозов, которое может существенно затруднять лечение, снижая его эффективность. Однако, диагностические и прогностические критерии лекарственного паркинсонизма на сегодняшний день не разработаны, что во многом связано с недостаточным знанием о его патогенетических механизмах. Для преодоления данного ограничения, было проведено исследование по изучению энергетического метаболизма мозга человека с помощью позитронно-эмиссионной томографии (ПЭТ) (Рис. 85), в котором были получены новые данные. Использование ковариационных статистических подходов к оценке изменений метаболизма глюкозы в мозге при лечении нейролептиками, сопровождающемся и не сопровождающемся паркинсонической симптоматикой, позволило определить, что экспрессия ПЭТ-паттерна, характерного для идиопатической болезни Паркинсона, может быть использована как нейромаркер лекарственного паркинсонизма.

Полученный результат открывает новые возможности для ПЭТ-диагностики и прогноза развития лекарственного паркинсонизма.

*Организация и основные публикации:*

Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой РАН

Результаты будут опубликованы в журнале *Diagnostics* (WOS, IF 4.64). Ivan Kotomin, Alexander Korotkov, Mikhail Didur, Denis Cherednichenko and Maxim Kireev. Parkinson disease related brain metabolic pattern is expressed in schizophrenia patients during neuroleptic drug induced parkinsonism. *Diagnostics* 2022, 12, x. <https://doi.org/10.3390/xxxxx>. В печати



**Рис. 85.** Топография ПЭТ-паттерна изменений метаболизма глюкозы, характерных для идиопатической болезни Паркинсона (синий цвет – снижение, красный – повышение), экспрессия которого также является потенциальным нейромаркером лекарственного паркинсонизма

## 12. Технология лечения дыхательной недостаточности у больных, перенесших тяжелые формы COVID-19

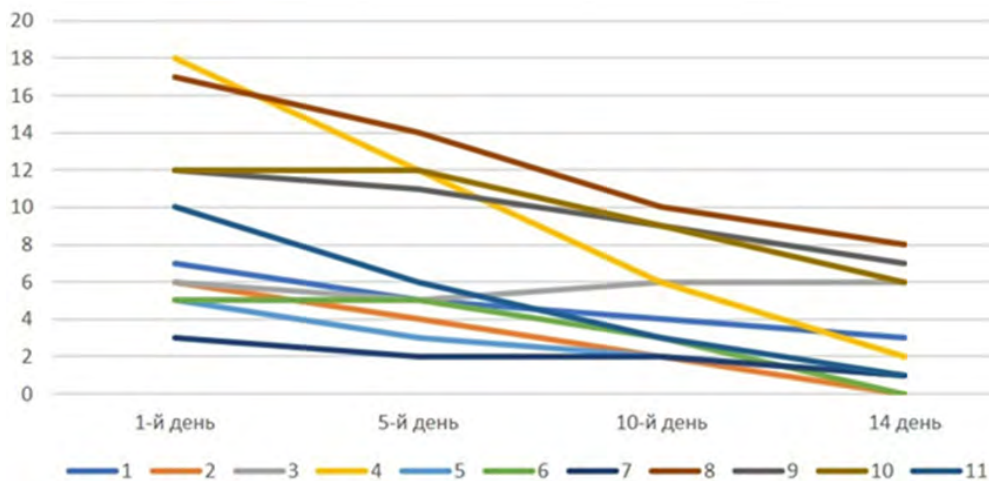
Разработан метод лечения пациентов, перенесших двустороннюю полисегментарную вирусную пневмонию тяжелого течения в рамках COVID-19, у которых после выписки из инфекционного стационара сохраняется выраженная дыхательная недостаточность, требующая постоянной кислородной поддержки, без тенденции к уменьшению зависимости от кислорода. Метод основан на патогенетическом механизме постковидного поражения легких, который формируется за счет нарушения синтеза эндогенного сурфактанта альвеолоцитами II, несущими рецепторы АПФ 2 – являющихся лигандами S-белка SARS-CoV-2. В результате в легких формируются множественные ателектазы, которые резко ограничивают газообменную поверхность и приводят к длительной дыхательной недостаточности.

Авторы разработали технологию лечения, которая состоит из 2-х этапов: Сначала проводится расправление ателектазированных (спавшихся) зон легких путем применения сеансов неинвазивной (масочной) вентиляции легких (НИВЛ) в течение 30 минут с давлением на выдохе 6–8 см вод. ст. Сразу после сеанса НИВЛ пациент ингалирует через небулайзер раствор препарата сурфак-

танта (Сурфактант-БЛ, производство «Биосурф», Россия) 75 мг, растворенного в 5 мл 0,9% натрия хлорида. Применение такого лечения трижды в день уже к 5-му дню приводит к существенному снижению потребности в кислороде в среднем на 45%, а к 14-му дню на 65% (Рис. 86).

*Организация и основные публикации:*

Федеральный научно-клинический центр ФМБА России, соисполнитель: Научно-исследовательский институт пульмонологии» ФМБА России  
Аверьянов А.В., Данилевская О.В. «Диффузные поражения легких после перенесенного COVID-19». Вестник РАН 2022, том 92, №7 стр. 671-677.



**Рис. 86.** Динамика потребности в кислороде (л/мин) у пациентов, получавших лечение комбинацией неинвазивной вентиляции легких и ингаляций сурфактанта. 1–11 – номера пациентов

### 13. Эффект электромиостимуляции у пациентов с дефицитом движения и нарушениями равновесия и ходьбы

Показан положительный эффект курса электростимуляции мышц (ЭМС) нижних конечностей на ходьбу и равновесие пациентов пожилого и преклонного возраста ( $73,8 \pm 7,0$  лет) с дефицитом двигательной нагрузки.

Эффект шести 20-ти минутных сеансов ЭМС (несущая частота 5 кГц с модуляцией 50 Гц, амплитуда стимуляции  $23,6 \pm 1,5$  мА) проявлялся в достоверном улучшении результатов стандартных клинических тестов: «Индекс мобильности Ривермид», «Общая оценка», «Общая оценка ходьбы», «Тест Тинетти», «Тест Up & Go». Объективно, по изменениям площади стадокинезиограммы и скорости перемещения центра давления при вертикальной стойке, выявляе-



но увеличение стабильности стойки по сравнению с исходными данными. В контрольной группе достоверных изменений исследуемых показателей не отмечалось. Применение ЭМС неврологическим пациентам позволит повысить качество их жизни и эффективность двигательной реабилитации.

Работа выполнена в рамках соглашения № 075-15-2022-298 от 16.04.2022 о предоставлении гранта в форме субсидий из федерального бюджета на осуществление государственной поддержки создания и развития научного центра мирового уровня «Павловский центр «Интегративная физиология – медицине, высокотехнологичному здравоохранению и технологиям стрессоустойчивости» при участии ГБУЗ НПЦ им. Соловьева Департамента здравоохранения г. Москвы.

*Организация и основные публикации.*

ГНЦ РФ Институт медико-биологических проблем РАН

Amiriva L., Avdeeva M., Shishin N., Gudkova A., Duekht A., Tomilovskaya E. Effect of Modulated Electromyostimulation on the Motor System of Elderly Neurological Patients. Pilot Study of Russian Currents Also Known as Kotz Currents. Front. Physiol. 2022. 13:921434. doi: 10.3389/fphys.2022.921434

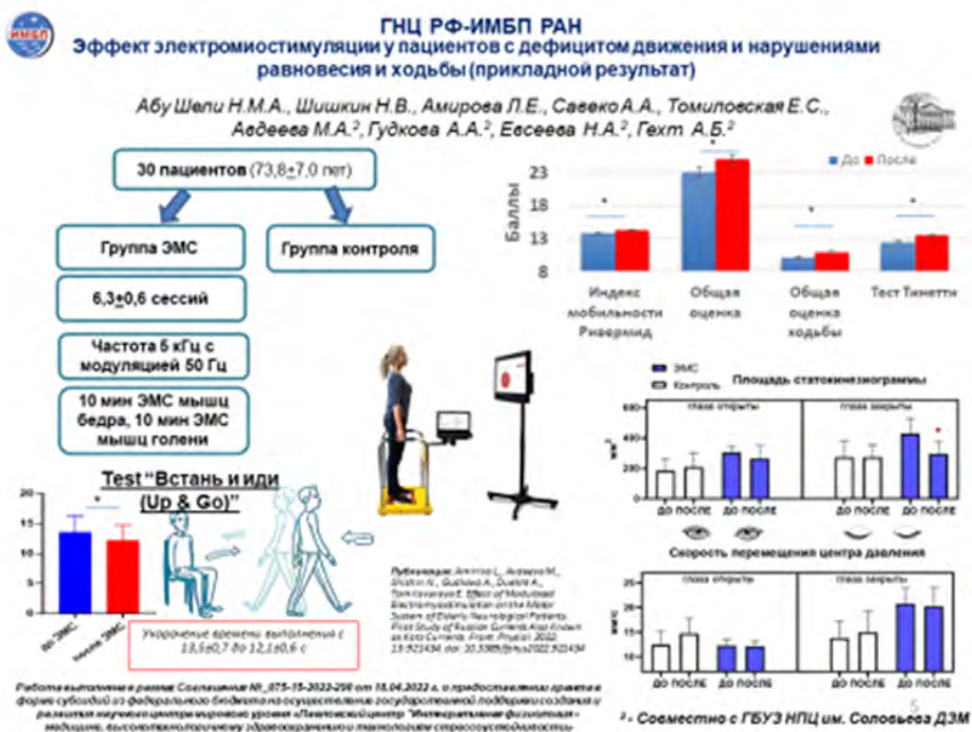


Рис. 87

## 14. Технология выделения и наращивания опухоле-инфильтрирующих лимфоцитов для терапии злокачественных новообразований

Разработана отечественная технология выделения и наращивания опухоле-инфильтрирующих лимфоцитов (ОИЛ) для терапии злокачественных новообразований, позволяющая получать не менее 1 млрд жизнеспособных Т-лимфоцитов не позднее 6 недель с момента взятия биологического материала опухоли от пациента. На сегодняшний день адоптивная терапия ОИЛ является наиболее многообещающим методом лечения резистентных к иммунотерапии ингибиторами иммунных контрольных точек солидных опухолей, в первую очередь, меланомы (Рис. 88). По данным клинических исследований при резистентной меланоме объективные ответы составляют до 72%, а у 20% пациентов возможен полный регресс.

### *Организация и основные публикации:*

Санкт-Петербургский клинический научно-практический центр специализированных видов медицинской помощи (онкологический)

Bogdanov A., Bogdanov A., Chubenko V., Volkov N., Moiseenko F., Moiseyenko V. Tumor acidity: From hallmark of cancer to target of treatment // *Frontiers in Oncology*. – 2022. – Т. 12. – С. 979154.

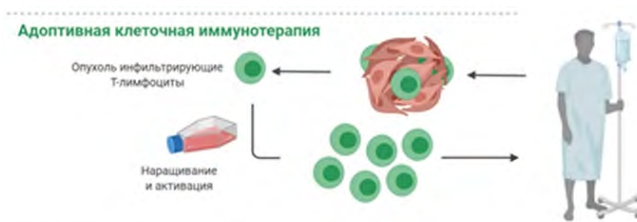
Moiseenko F., Bogdanov A., Egorenkov V., Volkov N., Moiseyenko V. Management and Treatment of Non-small Cell Lung Cancer with MET Alteration and Mechanisms of Resistance // *Current Treatment Options in Oncology*. – 2022. – Т. 23, № 12. – С. 1664–1698.

Moiseenko F. V., Volkov N. M., Zhabina A. S., Stepanova M. L., Rysev N. A., Klimenko V. V., Myslik A. V., Artemieva E. V., Egorenkov V. V., Abduloeva N. H., Ivantsov A. O., Kuligina E. S., Imyanitov E. N., Moiseyenko V. M. Monitoring of the presence of EGFR-mutated DNA during EGFR-targeted therapy may assist in the prediction of treatment outcome // *Cancer Treatment and Research Communications*. – 2022. – Т. 31. – С. 100524.

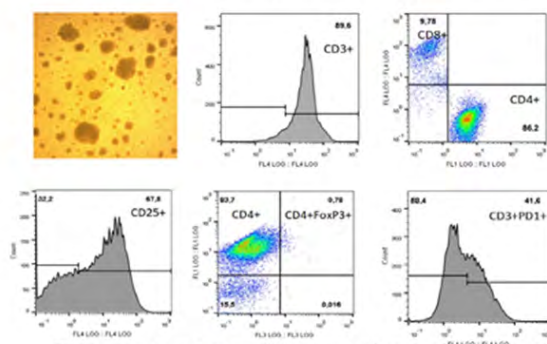
Van Cutsem E., Danielewicz I., Saunders M. P., Pfeiffer P., Argilés G., Borg C., Glynne-Jones R., Punt C. J. A., Van de Wouw A. J., Fedyanin M., Stroyakovskiy D., Kroening H., Garcia-Alfonso P., Wasan H., Falcone A., Fougeray R., Egorov A., Amellal N., Moiseyenko V. First-line trifluridine/tipiracil + bevacizumab in patients with unresectable metastatic colorectal cancer: final survival analysis in the TASCO1 study // *Br J Cancer*. – 2022. – Т. 126, № 11. – С. 1548–1554.

Moiseenko F. V., Fedyanin M., Volkov N., Abduloeva N., Levchenko N., Chubenko V., Zhabina A., Stepanova M., Kramchaninov M., Artemeva E., Moiseyenko V. Comparison of the results of treatment of patients with unrespectable NSCLC in the framework of clinical trials and in real





Схематическое изображение процедуры адоптивной терапии опухоль инфильтрирующими лимфоцитами



Пример характеристики ОИЛ (микрофотография в левом верхнем углу), выделенных из фрагментов меланомы и наращенных до  $10^9$  клеток, методом проточной цитометрии

**Рис. 88.** Технология выделения и наращивания опухоль-инфильтрирующих лимфоцитов для терапии злокачественных новообразований

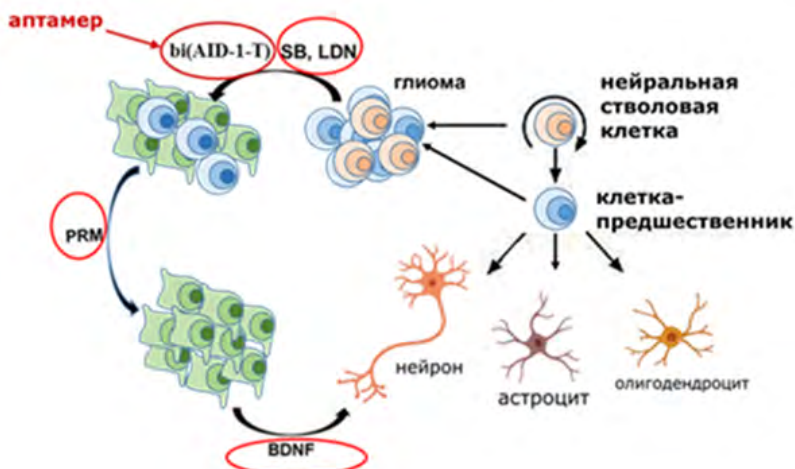
## 15. Дифференцировочная терапия – новый подход к лечению глиомы головного мозга человека

На данный момент не существует эффективного способа лечения глиомы мозга человека. Все применяемые методы лечения направлены на торможение развития патологии. В наших экспериментах применена прямо противоположная стратегия – стимулирование «созревания» опухолевых клеток, что приведет к потере их пролиферативного потенциала. Принципиально новый подход к лечению глиомы («дифференцировочная терапия») основан на цитостатическом воздействии на опухолевые клетки направленно созданной молекулы (аптамер bi(AID-1-T)) в комбинации с молекулами-индукторами, управляющими каскадами нейрогенеза – SB431542, LDN-193189, Purmorphamine, BDNF (Рис. 89.1). При временном торможении деления опухолевых клеток после воздействия аптамера, молекулы-индукторы способны направить дифференцировку клеток опухоли в зрелое состояние, прекращая пролиферацию по опухолевому типу. Дифференцировочная терапия эффективна и для опухолевых стволовых клеток глиомы, устойчивых к химиотерапии и лучевой терапии. Предложенный новый подход может кардинально изменить путь терапии глиомы, приводя к остановке роста опухоли и апоптозу клеток без некрозов и рецидивов.

*Организация и основные публикации:*

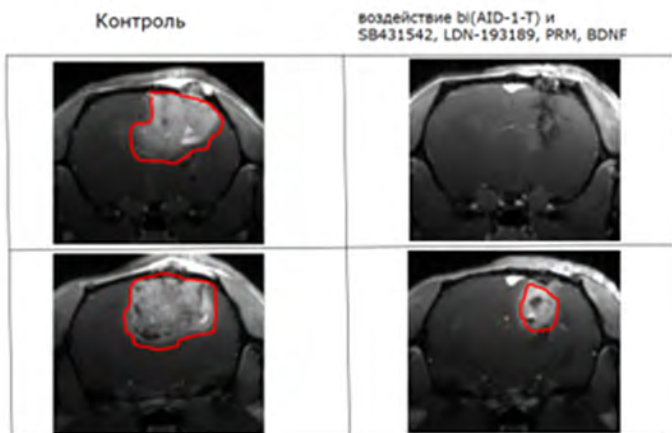
Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН, МГУ им М.В. Ломоносова; НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко

Pavlova G, Kolesnikova V, Samoilenkova N, Drozd S, Revishchin A, Shamadykova D, Usachev DY, Kopylov A. A Combined Effect of G-Quadruplex and Neuro-Inducers as an Alternative Approach to Human Glioblastoma Therapy. *Front Oncol.* 2022 Apr 28; 12:880740. doi: 10.3389/fonc.2022.880740.



**Рис. 89.1.** Схема «дифференцировочной терапии», основанной на управлении дифференцировкой незрелых клеток глиомы человека для перевода их в зрелое состояние, что приводит к снижению или блокированию их пролиферативного потенциала

**Комбинация ДНК-аптамера bi(AID-1-T) и SB431542, LDN-193189, PRM, BDNF снижает рост глиобластомы крысы 101/8 через 15 дней**



**Рис. 89.2.**

# НАУКИ О ЗЕМЛЕ

## 1. Монография «Сейсмостратиграфия, палеогеография и палеотектоника Арктического глубоководного бассейна и его российских шельфов»

Монография уникальна по объему представленных новых материалов из разных источников и качеству их обработки ведущими специалистами по геологии Арктики, представляющими разные ведомства и научные школы. Полученные результаты имеют первостепенную важность в решении практических задач геологии, в частности, в обосновании заявки Российской Федерации внешней границы ее континентального шельфа в Северном Ледовитом океане, направленной в Комиссию ООН.

*Организация и основные публикации:*

Геологический институт РАН

Никишин А.М. и др. Сейсмостратиграфия, палеогеография и палеотектоника Арктического глубоководного бассейна и его российских шельфов. ГИН РАН, вып. 632

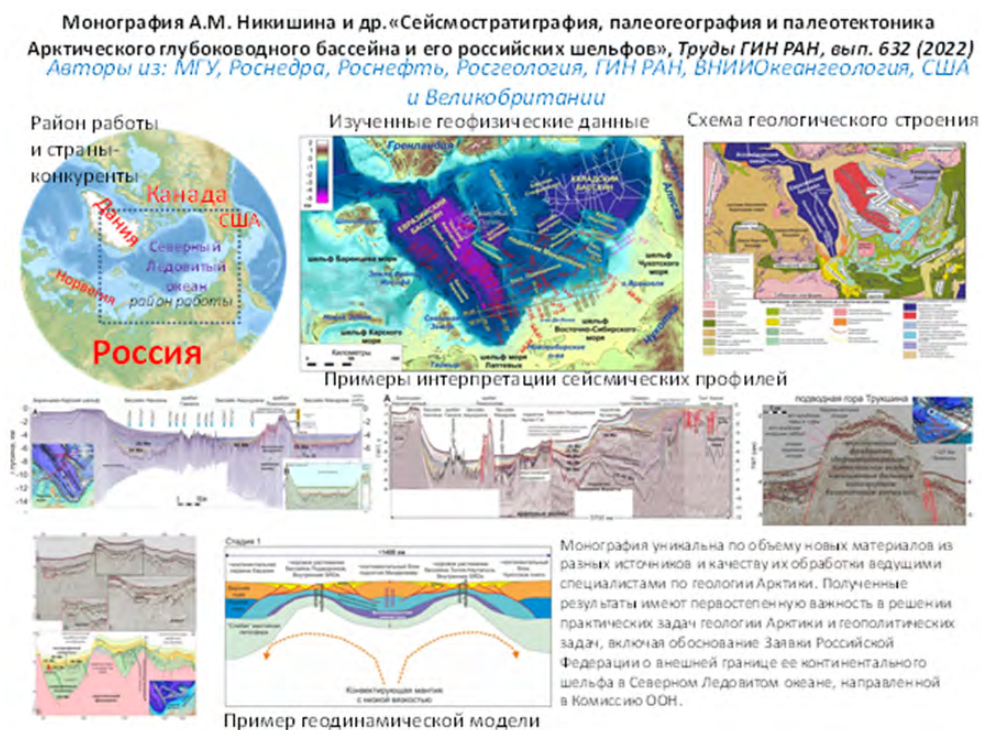


Рис. 90.

## 2. Технология интерпретации данных скважинной геоэлектрики на основе современных вычислительных алгоритмов и машинного обучения для обеспечения импортонезависимости в нефтегазовой отрасли

Для количественной интерпретации данных скважинной электротометрии разработаны быстрые нейросетевые алгоритмы численного моделирования и инверсии сигналов гальванических и электромагнитных зондов в классе двумерных геоэлектрических моделей. Апробацией на практических данных из скважин Западной Сибири показана высокая эффективность и точность созданного программного обеспечения, что достигается использованием оригинальных алгоритмов вычисления сигналов методом конечных элементов, расчетом обучающих выборок в широком диапазоне значений электрофизических характеристик разрезов Западной Сибири, учетом конструктивных особенностей каротажных приборов. Применение алгоритмов направлено на определение электрофизических характеристик нефтегазовых коллекторов в условиях влияния на сигналы вмещающих отложений и измененных при бурении при-скважинных зон (Рис. 91.1, 91.2).

*Организация и основные публикации:*

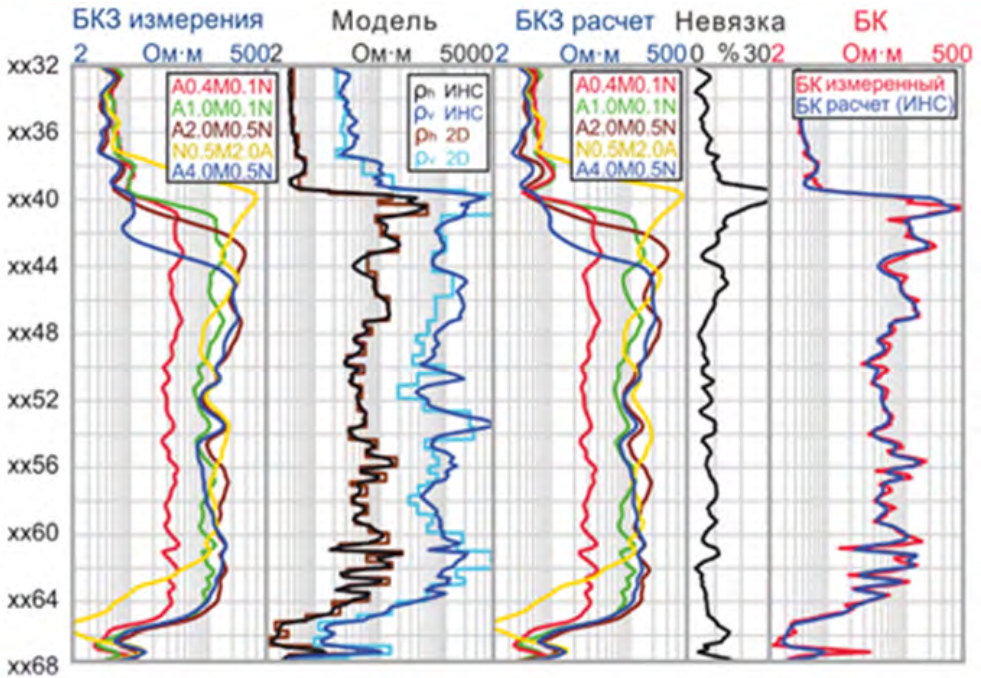
Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН  
Danilovskiy K., Petrov A., Asanov O., Sukhorukova K. Deep-Learning-Based Noniterative 2D-Inversion of Unfocused Lateral Logs // Russian Geology and Geophysics. 2022 (August). P. 1-7. DOI: 10.2113/RGG20224457;

Эпов М.И., Петров А.М., Даниловский К.Н., Нечаев О.В. и др. Способ определения удельного электрического сопротивления терригенных нефтяных коллекторов по данным электрокаротажа субвертикальных скважин с использованием искусственных нейронных сетей / Патент РФ № 2774819.



Рис. 91.1. Архитектура искусственной нейронной сети для экспресс-инверсии сигналов электротометрии в геоэлектрические модели





**Рис. 91.2.** Данные скважинной электрометрии, измеренные на интервале нефтегенерирующей баженовской свиты (Западная Сибирь); трансверсально макроанизотропная геоэлектрическая модель по результатам прямой экспресс- и итерационной инверсий; практически совпадающие измеренные и рассчитанные в модели сигналы электрического зондирования в скважине

### 3. Уральский артинский ярус признан легитимным подразделением Международной стратиграфической шкалы

27 января 2022 года предложение В.В. Черных и Б.И. Чувашова, сделанное совместно с сотрудниками университетов Калгари (Канада), Милана (Италия), Британской геологической службы (Киурт, Ноттингемшир), Института геологии алмаза и благородных металлов (ИГАБМ СО РАН, Якутск), Геологического института (ГИН РАН, Москва), Палеонтологического института (ПИН РАН, Москва) и Казанского университета, принять разрез Дальний Тюлькас (Башкортостан) в качестве эталонного для нижней границы артинского яруса Международной стратиграфической шкалы ратифицировано Исполнительным комитетом Международного союза геологических наук.

Этим решением уральский артинский ярус признан легитимным подразделением Международной стратиграфической шкалы. Предложение касается размещения разреза и точки глобальной границы (GSSP) на уровне первого появления конодонта *Sweetognathus asymmetricus*: на высоте 0,6 м над основанием слоя 4b в разрезе Дальний Тюлькас на территории Башкортоста-

на. Интерполированный геохронологический возраст между  $290,1 \pm 0,2$  млн лет и  $290,5 \pm 0,4$  млн лет, значения стронциевого отношения около 0,70767 и многие дополнительные группы окаменелостей, особенно аммоноидеи и фузулины, служат дополнительными маркерами для корреляции границы (Рис. 92.1).

*Организация и основные публикации:*

Институт геологии и геохимии им. А.Н. Заварицкого УрО РАН

<https://stratigraphy.org/gssps/#permian> Chernykh V.V., Henderson C.M., Kutygin R.V., Filimonova T.V., Sungatullina G.M., Afanasieva M.S., Isakova T.N., Sungatullin R.Kh., Stephenson M.H., Angiolini L., Chuvashov B.I. (2022). Final proposal for the Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the base-Artinskian Stage (Lower Permian). *Permophiles*, 72, p. 14-48. ISSN 1684-5927.

### Dalny Tulkas section



Рис. 92.1



[www.iugs.org](http://www.iugs.org)

**President**

Prof. John LUDDEN CBE  
The Lyell Centre,  
Heriot-Watt University, Edinburgh  
Edinburgh | EH14 4AP  
United Kingdom  
Tel: +44 (0) 7895 331 504  
Email: J.Ludden@hw.ac.uk

**Secretary General**

Prof. Stanley G. FINNEY  
Department of Geological Sciences  
California State University - Long Beach  
Long Beach, CA 90840  
USA  
Email: Stan.Finney@csulb.edu

**Treasurer**

Prof. Hiroshi KITAZATO  
Tokyo University of Marine Science & Technology  
Building No. 5, Room 310  
4-5-7 Kanari, Minato-ku, Tokyo 108-8477  
JAPAN  
Tel: +81-3-5463-4053  
e-mail: kitazatohirosh2@gmail.com

**Past President**

Prof. Qiuming CHENG  
Founding Director, State Key Lab of Geological  
Processes and Mineral Resources,  
China University of Geosciences  
29 Xueyuan Rd, Beijing 100083  
388 Lumo Rd, Wuhan 430074  
CHINA  
Tel: 86-10-82322133 (Beijing)  
Tel: 86-27-67885096 (Wuhan)  
Email: qiuming.cheng@iugs.org

**Vice Presidents**

Prof. Hassina MOURI (SOUTH AFRICA)  
Prof. Daekyo CHEONG (REP. OF KOREA)

**Councillors**

Dr. Silvia PEPPOLONI (ITALY)  
Dr. Claudia Inés MORA (USA)  
Prof. Jennifer MCKINLEY (UK)  
Dr. Ludwig STROINK (GERMANY)

**Secretariat**

IUGS Secretariat  
c/o Chinese Academy of Geological Sciences  
No. 26, Baiwanzhuang Road  
Xicheng District, Beijing 100037  
CHINA  
Tel: +86-(10)-6809-9619  
Fax: +86-(10)-6831-0854  
Email: secretariat@iugs.org

2 February 2022

Prof. Philipp Gibbard  
Secretary General, International Commission on Stratigraphy

Dear Prof. Gibbard,

I am pleased to inform you that the IUGS Executive Committee has voted overwhelmingly to ratify the GSSP proposal for the base of the Artinskian Stage of the Cisuralian Series and Permian System as approved by the International Commission on Stratigraphy and forward to the IUGS EC on 27 January 2022.

Congratulations to the International Commission on Stratigraphy. Also please send congratulations from the IUGS EC to Prof. Lucia Angiolini, Chair of the International Subcommittee on Permian Stratigraphy, and to Dr. Valery V. Chernykh, the lead author of the ratified GSSP proposal.

Sincerely,

Stan Finney  
Secretary General, International Union of Geological Sciences

---

## International Union of Geological Sciences

**Рис. 92.2.** Второй «золотой гвоздь» в практике стратиграфических исследований по разработке международной стратиграфической шкалы, проводимых в России

## 4. Обоснование методов глубокой переработки эвдиалитового концентрата

Научно и экспериментально обоснованы энергетические и физико-химические методы интенсификации процессов и технологии комплексного извлечения и селективного разделения редких и редкоземельных элементов при глубокой переработке эвдиалитового концентрата (Рис. 93) Ловозерского месторождения, обеспечивающие снижение потерь ценных компонент с силикагелем на 29,0% и повышение извлечения Zr на 8,5%, РЗЭ – на 4,3%.

*Организация и основные публикации:*

Институт проблем комплексного освоения недр им. ак. Н.В. Мельникова РАН

Чантурия В.А. Научное обоснование и разработка инновационных процессов извлечения циркония и РЗЭ при глубокой и комплексной переработке эвдиалитового концентрата // Записки Горного института. 2022. Т. 256. Scopus Q1. С. 505-516. DOI: 10.31897/PMI.2022.31

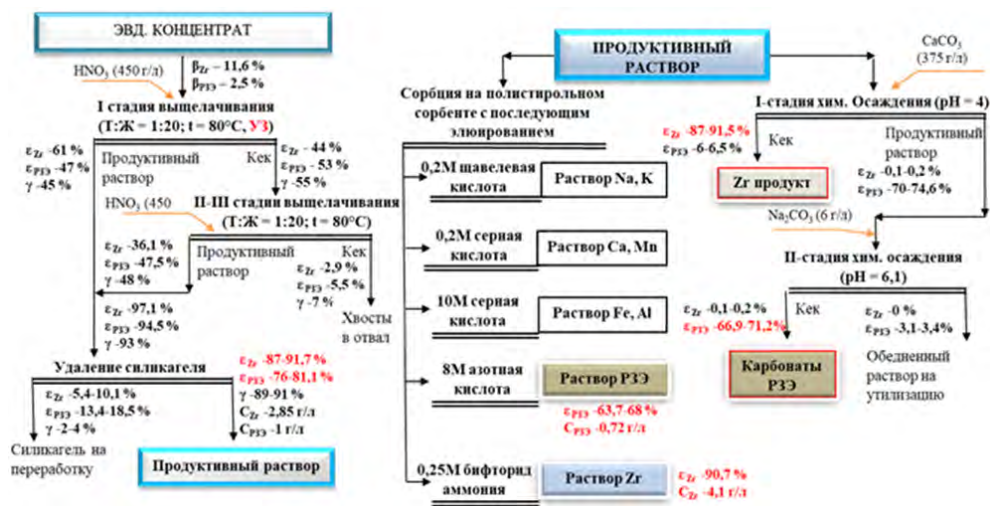


Рис. 93. Схема глубокой переработки эвдиалитового концентрата

## 5. Новая модель геотермального теплового потока для Арктики

В результате изучения термической структуры арктической литосферы по комплексу геофизических данных получена модель геотермального теплового потока. Для построения новой модели был использован каталог Международной комиссии по тепловому потоку (IHFC), представленный на рисунке 94, и его гло-

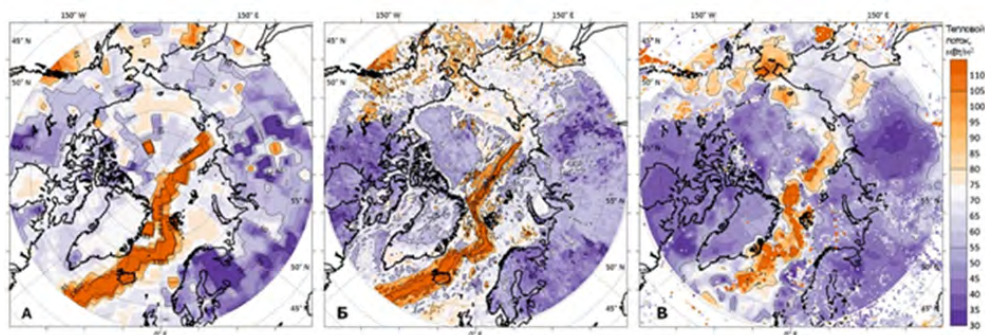


бальные теоретические модели [Davies, 2013; Lucazeau, 2019], которые основаны на интерполяции прямых измерений (Рис. 94 А, Б). Расчет теплового потока основан на оптимизационной задаче инверсии сейсмических и магнитных данных, подкрепленных прямыми измерениями, и позволяет использовать все имеющиеся косвенные данные о термическом строении литосферы и минимизировать ошибки [Petrinin et al., 2022]. Новая модель (Рис. 94 В) хорошо согласуется с данными наблюдений и соответствует представлениям о тектонической истории арктической литосферы. Модель показывает некоторые особенности, которые не были идентифицированы предшествующими моделями – в частности, зоны повышенного теплового потока в Беринговом проливе, Чукотском море и в древней рифтовой зоне, разделяющей Восточную и Среднюю Сибирь.

*Организация и основные публикации:*

Геофизический центр РАН

Petrinin A.G., Soloviev A.A., Sidorov R.V., Gvishiani A.D. Inverse-forward method for heat flow estimation: case study for the Arctic region // Russian Journal of Earth Sciences. 2022. Vol. 22, No. 6. DOI: 10.2205/2022ES000809



**Рис. 94.** Сравнение карт теплового потока Арктики по последним глобальным моделям Davies, 2013 (А) и Lucazeau, 2019 (Б) с картой новой модели теплового потока (В) [Petrinin et al., 2022]. Цветные точки показывают местоположение и значения прямых измерений теплового потока

## **6. Эпитермальные Au-Ag-Se-Te месторождения Чукотки (Арктическая зона России): металлогения, минеральные парагенезисы, флюидный режим**

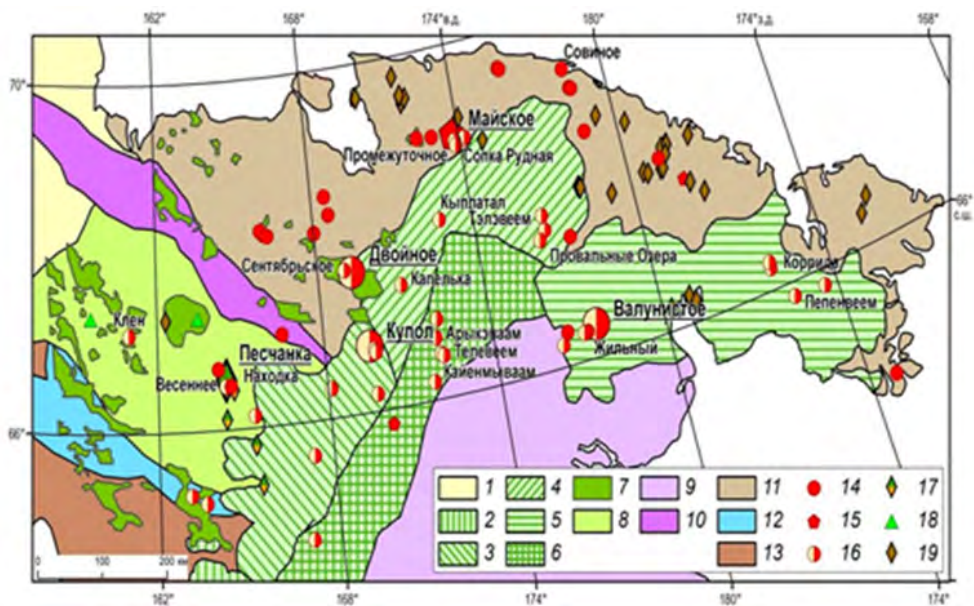
Эпитермальные Au-Ag-Se-Te месторождения Чукотки обогащены селеном и теллуром, что позволяет рассматривать их как источники высокотехнологичного сырья. Они классифицированы как руды промежуточно-сульфидизированного типа, образовавшиеся из слабо концентрированных флюидов смешанного магматогенно-метеорного происхождения при 120–390°C. Обоснована их генетическая связь с геологическими событиями, в результате которых возникли меловой окраинно-континентальный Охотско-Чукотский (ОЧВП), поздне-

юрско-раннемеловой, островодужный Олойский (ОВП) вулканические пояса и постколизийные раннемеловые вулканические впадины. Выявлены геолого-геохимические различия месторождений различных металлогенических зон: Максимальные величины температур и соленостей характерны для флюидов из Центрально-Чукотского сектора ОЧВП и Баимской зоны ОВП, а минимальные – для флюидов Восточно-Чукотской фланговой зоны и внутренней зоны ОЧВП. Соленость минералообразующих флюидов внутренней зоны ОЧВП в среднем вдвое меньше, чем флюидов Восточно-Чукотской фланговой зоны ОЧВП. Зональность указывает на возможность прогнозирования во внутренней зоне ОЧВП Au-Ag эпитермально-порфировых месторождений, что значительно улучшит минерально-сырьевую базу Чукотки (Рис. 95.1, 95.2, 95.3).

*Организация и основные публикации:*

Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН

Бортников Н.С., Волков А.В., Савва Н.Е., Прокофьев В.Ю., Колова Е.Е., Доломанова-Тополь А.А., Галямов А.Л., Мурашов К.Ю. Эпитермальные Au-Ag-Se-Te месторождения Чукотки (арктическая зона России): металлогения, минеральные парагенезисы, флюидный режим // Геология и геофизика. 2022. Т. 63. № 4. С. 541–568. DOI: 10.15372/gig2021169.(Q2).



**Рис. 95.1.** Вулканические пояса и Au-Ag-Se-Te эпитермальные месторождения Чукотки. Карта составлена с использованием материалов [Белый, 1994; Соколов и др., 1999; Тихомиров и др., 2017]

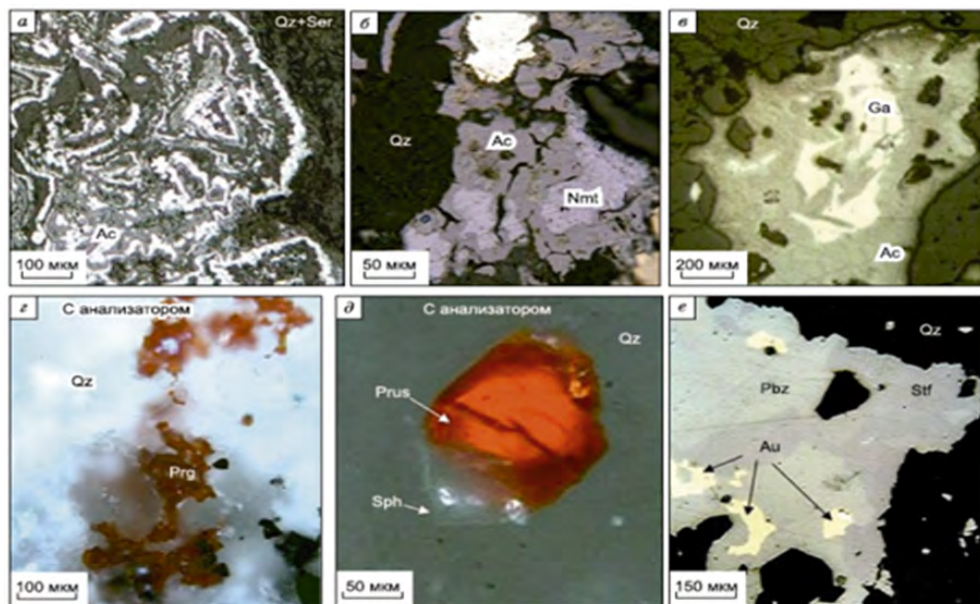


Рис. 95.2. Срастания минералов золота, серебра и теллура в рудах эпитермальных месторождения Чукотки

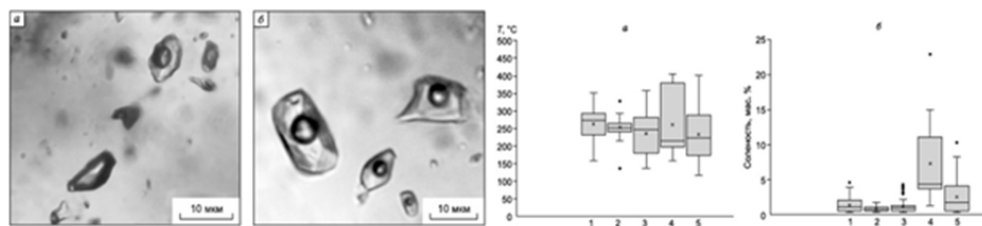


Рис. 95.3. Флюидные включения, интервалы температур отложения минералов и солёности минералообразующих флюидов

## 7. Разработка замкнутого процесса получения глинозема металлургического качества из низкосортных глиноземсодержащих отходов и концентратов их переработки с использованием бисульфата аммония в качестве выщелачивающего агента, рекуперированного в технологическом цикле

Уменьшение доступности высококачественных бокситов, в особенности для России, делает неизбежной переработку высококремнистого сырья из отходов и другого доступного сырья, в связи с чем необходимо разрабатывать кислотно-солевые способы, пригодные для этих источников. Целью работы было

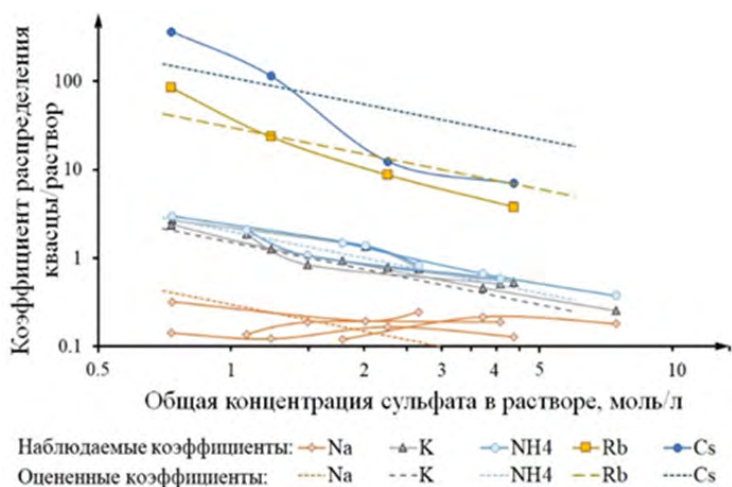
создание нового варианта гидросульфатного метода переработки глиноземсодержащего сырья на примерах нефелинового концентрата и летучих угольных зол и изучение закономерностей различных его стадий с целью исследования возможностей дальнейшего усовершенствования. Экспериментально и теоретически изучено распределение различных макро- и мезокомпонентов выщелачивания между фазами на стадии выделения алюмоаммонийных квасцов в зависимости от концентрации сульфата. Найдены условия, при которых возможно максимальное отделение алюминия от примесей железа без использования вспомогательных реагентов (Рис. 96).

Разработаны новые физико-химические процессы для количественного выделения полупродуктов и конечного продукта-глинозема высокого качества, соответствующего требованиям российских и зарубежных производителей. Показано, что выделение смешанных гидроксикарбонатов аммония и алюминия (ГКАА) как прекурсоров высокочистого глинозема, является наиболее перспективным направлением в гидросульфатной технологии. В сочетании с процессом перекристаллизации в присутствии предложенных реагентов получение ГКАА позволяет отказаться от дорогостоящих методов селективной сорбции или экстракции для глубокой очистки водных растворов квасцов, как промежуточных соединений разработанного процесса.

*Организация и основные публикации:*

Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН

Khamizov R.Kh., Zaitsev V.A., Gruzdeva A.N., Features of the Hydrosulfate Method for Processing Alumina-Containing Raw Materials in a Closed Reagent Cycle // Appl. Sci. 2022, V.12, 11057. [https://doi.org/10.3390/app122111057\(Q2\)](https://doi.org/10.3390/app122111057(Q2))



**Рис. 96.** Распределение ионов щелочных металлов и аммония между твердыми квасцами и жидкими фазами в зависимости от суммарной концентрации сульфатов. Линии – теоретические зависимости

## 8. Открыто 26 новых минералов

В 2022 году научными коллективами КНЦ РАН и Минералогического Музея РАН в кооперации с российскими и зарубежными исследователями было открыто 26 новых минералов (Рис. 97.1), которые представляют широкий спектр условий образования от глубинных магматических камер до приповерхностных пустот на местах угольных пожаров. Имея фундаментальные знания о свойствах минералов, сотрудники КНЦ РАН впервые исследовали возможность применения термоактивированных серпентиновых материалов (хризотила и лизардита), которые являются отходами горнодобывающей промышленности, для восстановления почв, загрязненных токсичными металлами. В десятилетнем полевом эксперименте в зоне действующего предприятия цветной металлургии в Субарктическом регионе Российской Федерации показана эффективность материалов для снижения суммы подвижных фракций и увеличения доли прочносвязанной фракции потенциально токсичных металлов, а также мелиоративный эффект от обогащения почвы кальцием и магнием (рис. 97.2).

*Организация и основные публикации:*

ФИЦ Кольский научный центр РАН, Минералогический музей им. А.Е. Ферсмана РАН

Murashko, M.N., Britvin, S.N., Vapnik, Y., Polekhovsky, Y.S., Shilovskikh, V.V., Zaitsev, A.N., Vereshchagin, O.S. Nickolayite, FeMoP, a new natural molybdenum phosphide. *Mineralogical Magazine*, 2022 86 P. 749 – 757. DOI: <https://doi.org/10.1180/mgm.2022.52>

Britvin, S.N., Murashko, M.N., Vapnik, Y., Zaitsev, A.N., Shilovskikh, V.V., Vasiliev, E.A., Krzhizhanovskaya, M.G. and Vlasenko, N.S. Orishchinite, a new terrestrial phosphide, the Ni-dominant analogue of allabogdanite. *Miner Petrol* 2022, 116, 369–378. <https://doi.org/10.1007/s00710-022-00787-x>

Karpenko, V.Yu., Pautov, L.A., Siidra, O.I., Mirakov, M.A., Zaitsev, A.N., Plechov, P.Yu., Makhmadsharif, S. (2022) Ermakovite  $(\text{NH}_4)(\text{As}_2\text{O}_3)_2\text{Br}$ , a new exhalative arsenite bromide mineral from the Fan-Yagnob coal deposit, Tajikistan. *Mineralogical Magazine*: 86, accepted . DOI: <https://doi.org/10.1180/mgm.2022.116>

Kasatkin A.V., Britvin S.N., Krzhizhanovskaya M.G., Chukanov N.V., Škoda R., Göttlicher J., Belakovskiy D.I., Pekov I.V., Levitskiy V.V. Kaznakhtite,  $\text{Ni}_6\text{Co}(\text{CO}_3)(\text{OH})_{16} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , a new natural layered double hydroxide, the member of the hydrotalcite supergroup *Mineralogical Magazine*, 2022, V. 86, P. 841 – 848. DOI: <https://doi.org/10.1180/mgm.2022.65>

Krivovichev, S.V.; Panikorovskii, T.L.; Yakovenchuk, V.N. The Crystal Structure of Sergeysmirnovite,  $\text{MgZn}_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , and Complexity of the Hopeite Group and Related Structures. *Crystals* 2022, 12, 1120. <https://doi.org/10.3390/cryst12081120>

Яковенчук В.Н., Пахомовский Я.А., Коноплева Н.Г., Паникоровский Т.Л., Базай А.В., Михайлова Ю.А., Бочаров В.Н., Кривовичев С.В. Сергейсмирно-



вит  $\text{MgZn}_2(\text{PO}_4)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  – новый минерал из месторождения Кестёр (Саха-Якутия, Россия). Доклады РАН. Науки о земле, 2022, том 505, № 2, с. 165–169

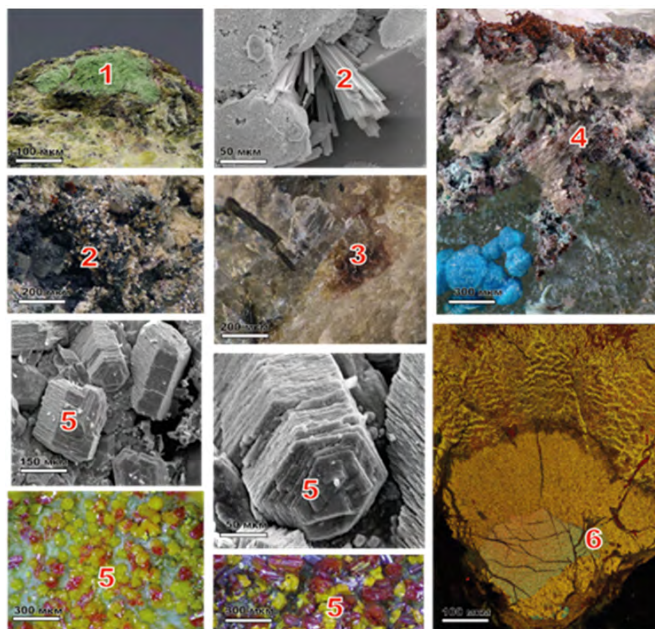
Yakovenchuk, V.N., Panikorovskii, T.L., Konoplyova, N.G., Pakhomovsky, Y.A., Savchenko, E.E., Mikhailova, J.A., Bocharov, V.N., Spiridonova, D.V. and Krivovichev, S.V. (2022) Ikorskyite, IMA 2022-035. CNMNC Newsletter 70, Eur. J. Mineral., 34,

Mikhailova J. A., Selivanova E. A., Krivovichev S.V., Pakhomovsky Ya. A., Chukanov N.V., Yakovenchuk V.N. Zolotarevite,  $\text{Na}_3\text{Zr}[\text{Si}_6\text{O}_{15}(\text{OH})_3] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , a new  $\text{H}_2\text{O}$ -dominant member of the lovozerite group from the Lovozero peralkaline massif (Kola Peninsula, Russia) // Mineralogical Magazine 2022 V 86, P. 263 - 271. DOI: <https://doi.org/10.1180/mgm.2022.13>

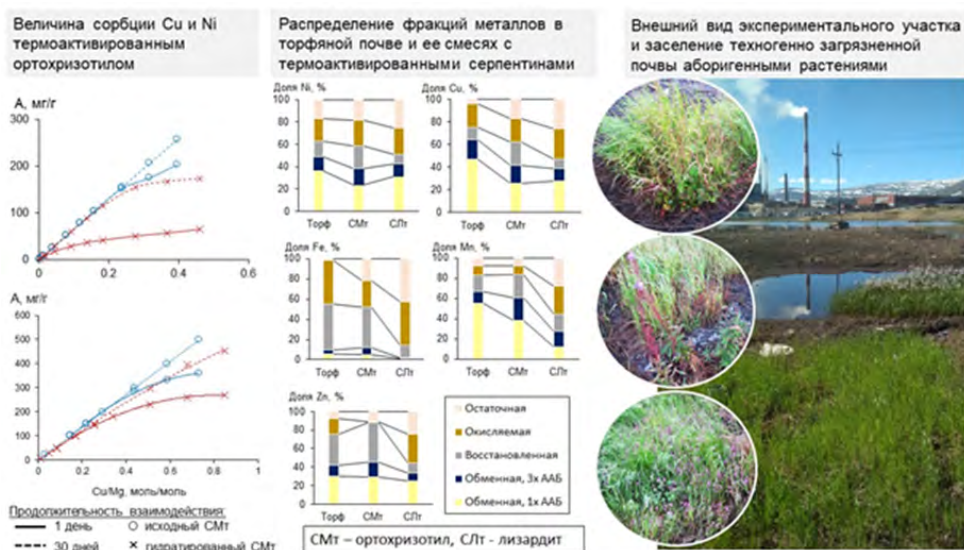
Pekov I.V., Britvin S.N., Krzhizhanovskaya M.G., Agakhanov A.A., Koshlyakova N.N., Belakovskiy D.I., Vigasina M.F., Yapaskurt V.O., Turchkova A.G., Nazarova M.A. // Pilipenkoite, IMA 2022-017, in: CNMNC Newsletter 68, Eur. J. Mineral.: 2022. 34, <https://doi.org/10.5194/ejm-34-385-2022>, 2022.

Kasatkin A.V., Siidra O.I., Nestola F., Pekov I.V., Agakhanov A.A., Nazarchuk E.V., Koshlyakova N.N., Chukanov N.V., and Rossi M. // Napoliite, IMA 2022-073, in: CNMNC Newsletter 70, Eur. J. Mineral., 2022. 34, <https://doi.org/10.5194/ejm-34-591-2022>, 2022.

Pautov L.A., Mirakov M.A., Siidra O.I., Chukanov N.V., Borisov A.S., Karpenko V.Y., Plechov P.Y., and Makhmadsharif S. // Novikovite, IMA 2022-067, in: CNMNC Newsletter 70, Eur. J. Mineral., 34, 2022.



**Рис. 97.1.** Новые минералы, открытые в 2022 году: 1 – казнахтит, 2 – икорскит, 3 – золотаревит, 4 – сергейсмирновит, 5 – ермаковит, 6 – оришчинит



**Рис. 97.2.** Величина сорбции Cu и Ni термоактивированным хризотилом (1), Распределение фракций металлов в торфяной почве и её смесях с термоактивированным серпентином (2), фотография участка с уже восстановленным ландшафтом (3)

## 9. Реконструкции гидродинамических и климатических трансформаций Азово-Донского бассейна в позднем голоцене

ЮНЦ РАН впервые в практике палеогеографических исследований пробурены 24 скважины и отобраны 200 грунтовых колонок на шельфе и косах Азовского моря, что позволило с большой степенью детальности реконструировать гидродинамические и климатические трансформации Азово-Донского бассейна в позднем голоцене. Выявлены признаки субаэральных условий осадконакопления на шельфе. На основании серии кернов мощностью до 25 м с косы Долгой и радиоуглеродных датировок показано, что ее формирование началось около 2 500 лет назад и карбонатный материал отражает историю развития бентосной фауны моря (Рис. 98). Выявлены внутривековые изменения климата: холодный (многоводный; 1884–1942 гг.), переходный (1942–1985 гг.) и теплый (маловодный; 1986–2020 гг.) периоды. Новым техногенным индикатором скорости осадконакопления могут быть угольные шлаки, оставшиеся от эпохи парового судоходства, которые маркируют горизонт 1860–1960 гг.

*Организация и основные публикации:*

Южный научный центр РАН

Матишов Г.Г., Польшин В.В., Титов В.В. Признаки субаэральных условий осадконакопления в голоценовых отложениях Азовского моря // Доклады Рос-

сийской академии наук. Науки о Земле. 2022. Т. 506 (1). С: 92–97. DOI: 10.31857/S2686739722600989. [ПЕРЕВОД: Matishov, G.G., Polshin, V.V., Titov, V.V. Features of Subaerial Sedimentation in Holocene Sediments of the Sea of Azov // Doklady Earth Sciences. 2022. 506(1), С. 677–682].

Магишов Г.Г., Степаньян О.В., Кириллова Е.Э. Внутривековая природная изменчивость в Приазовье и на Нижнем Дону: новые техногенные индикаторы // Наука Юга России. 2022. Т. 18(2). С: 41–46.

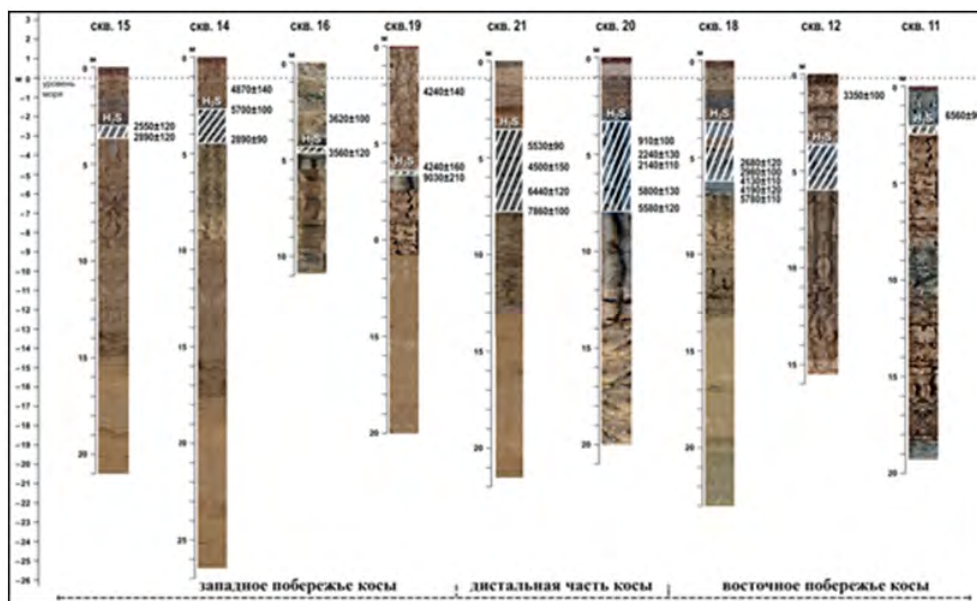


Рис. 98. Возраст отложений с включениями органики и прослоями гидротроилита в разрезах скважин, пробуренных на косе Долгой (Краснодарский край)

## 10. Оценка современного глобального водопотребления и его динамики с начала XX в.

Впервые рассчитаны современное мировое полное водопотребление (водозабор), составившее около 4500 км<sup>3</sup>/год, и безвозвратное водопотребление – 2450 км<sup>3</sup>/год (таблица). Из них на долю России приходится менее 2%. Выявлена динамика мирового водопотребления до 2021 года. По сравнению с 2000 годом полное мировое водопотребление возросло в среднем на 24.0 км<sup>3</sup>/год, а безвозвратное – на 12.6 км<sup>3</sup>/год (Рис. 99), при том, что в России водопотребление снижалось. Безвозвратный расход воды привел к уменьшению мирового речного стока примерно на 6%, в России – менее чем на 1%. Более 60% полного и свыше 80% безвозвратного водопотребления приходится на сельское хозяйство, доля коммунального хозяйства составляет, соответственно, несколько более 11 и около 3%, промышленности – около 20 и несколько



более 5%, а дополнительного испарения с акватории водохранилищ – 5 и около 10%. Объем сточных и возвратных вод превысил в мире 2000 км<sup>3</sup>/год. Их разбавление ресурсами речного стока (без безвозвратных изъятий) составляет около 20 раз, что явно недостаточно для сохранения высокого качества природных вод. В России кратность разбавления сточных вод около 200 раз. Выполненные расчеты дают представление о современной водохозяйственной карте мира и тенденциях в использовании водных ресурсов, одного из важнейших видов природных ресурсов, а также о том, что Россия остается одним из главных источников мировых пресных вод.

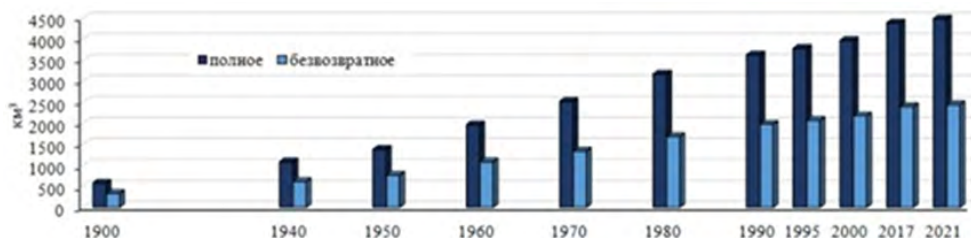
*Организация и основные публикации:*

Институт географии РАН

Короневич Н.И., Барабанова Е.А., Зайцева И.С. Оценка современного водопотребления в мире и на континентах, его влияние на годовой речной сток // Вестник Российской академии наук. 2022. Т. 92. № 3. С. 256–264. DOI: 10.31857/S0869587322030057.

**Таблица.** Водопотребление и объем сточных и возвратных вод на уровне 2021 г.

Регионы	Водопотребление				Объем сточных и возвратных вод	
	полное		безвозвратное		км <sup>3</sup>	%
	км <sup>3</sup>	%	км <sup>3</sup>	%		
Европа	466	10.4	228	9.3	238	11.7
Азия	2796	62.2	1648	67.4	1148	56.2
Африка	304	6.8	197	8.1	107	5.2
Северная Америка	665	14.8	246	10.0	419	20.5
Южная Америка	224	5.0	108	4.4	116	5.7
Австралия и Океания	34	0.8	20	0.8	14	0.7
Мир	4489	100	2448	100	2042	100



**Рис. 99.** Динамика мирового водопотребления с начала XX в.

## 11. Пространственное распределение характеристик аэрозоля над океаном между Африкой и Антарктидой

В результате многолетних (2004–2021 гг.) исследований в 20 антарктических экспедициях впервые выявлены закономерности среднего пространственного распределения аэрозольной оптической толщи (АОТ), концентраций аэрозоля и поглощающего вещества (черного углерода) над океаном между Африкой и Антарктидой. Общей закономерностью является широтный спад всех характеристик в сочетании со шлейфом выноса антропогенного и пылевого аэрозоля с территории Африки (Рис. 100 а, б, в). На фоне общего широтного спада в средних широтах проявляются особенности (рис. 100 г): у АОТ – максимум на 42° ю.ш.; у концентраций аэрозоля и черного углерода – сначала уменьшение значений, затем размытый максимум или плато и основной спад до Антарктиды. Пространственное распределение определяется: в средних широтах – циклоническими выносами аэрозоля с континента; над Южным океаном – действием антарктического антициклона, препятствующим переносу воздуха к Антарктиде; широтным изменением скорости ветра и ледовитости океана, влияющими на генерацию морского аэрозоля. Определены градиенты широтного изменения и статистика характеристик аэрозоля для трех широтных зон, проведено сравнение с модельными данными реанализа MERRA-2 и оценены межгодовые колебания характеристик.

### *Организация и основные публикации:*

Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН, Арктический и антарктический НИИ Росгидромета

Sakerin S.M., Golobokova L.P., Kabanov D.M., Khuriganowa O.I., Pol'kin V.V., Radionov V.F., Sidorova O.R., Turchinovich Yu.S. Spatial distribution of aerosol characteristics over the South Atlantic and Southern Ocean, using multiyear (2004–2021) measurements in Russian Antarctic expeditions // *Atmosphere*. 2022. V.13. 427. DOI: 10.3390/atmos13030427. IF Scopus: 3.11 (Q2).

Sakerin S.M., Golobokova L.P., Kabanov D.M., Pol'kin V.V., and Radionov V.F. Zonal Distribution of Aerosol Physicochemical Characteristics in the Eastern Atlantic // *Atmospheric and Oceanic Optics*. 2018. V.31. №5. P.492–501. DOI: 10.1134/S1024856018050160. IF Scopus: 1.515 (Q2).

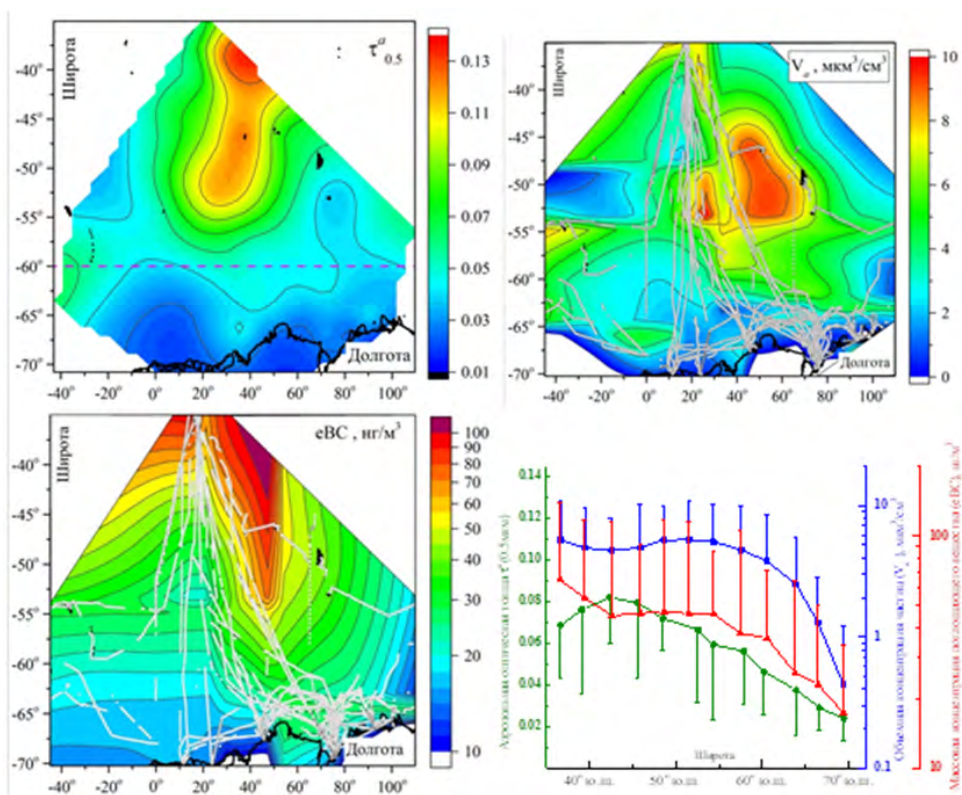
Sakerin S.M., Kabanov D.M., Polkin V.V., Radionov V.F., Holben B.N., and Smirnov A. Variations in Aerosol Optical and Microphysical Characteristics along the Route of Russian Antarctic Expeditions in the East Atlantic // *Atmospheric and Oceanic Optics*. 2017. V.30. №1. P.89–102. DOI: 10.1134/S1024856017010122. IF Scopus: 1.515 (Q2).

Kabanov D.M. Results of comparison of characteristics of atmospheric aerosol over the Southern Ocean according to the data of expeditionary measurements and MERRA-2 reanalysis // *Proc. SPIE*. 2022. V.12341. 28th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. 12341 2H. [12341–71]. DOI: 10.1117/12.2644413. IF Scopus: 0.38.

Sakerin S.M., Kabanov D.M., Pol'kin V.V. Estimates of the interannual variations of aerosol characteristics over the East Atlantic and the Southern Ocean // Proc. SPIE. 2019. V.11208. Part 2. 112083C [11208–78]. DOI: 10.1117/12.2539895. IF Scopus: 0.38.

Kabanov D.M., Pol'kin Vas.V., Pol'kin Vik.V., Sakerin S.M., Turchinovich Yu.S., Radionov V.F., Zenkova P.N. Influence of continents on spatial distribution of aerosol characteristics in the southern part of the World Ocean // Proc. SPIE 10833. 24th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. 1083335 (13 December 2018). DOI: 10.1117/12.2501847. IF Scopus: 0.38.

Sakerin S.M., Kabanov D.M., Polkin V.V., Radionov V.F., Turchinovich Yu.S. Average aerosol characteristics in three sectors of the Southern Ocean and the effect of Antarctic islands // Proc. SPIE 10833. 24th International Symposium on Atmospheric and Ocean Optics: Atmospheric Physics. 108333B (13 December 2018). DOI: 10.1117/12.2502032. IF Scopus: 0.38.



**Рис. 100.** Среднее пространственное распределение (а, б, в) и широтный ход (г) АОТ ( $\tau^a$ ), объемов частиц аэрозоля ( $V_a$ ) и концентраций черного углерода (eBC) над океаном между Африкой и Антарктидой (34°–70°ю.ш.; 45°з.д.–110°в.д.)

## **12. Влияет ли потепление Арктики и сокращение площади ледового покрытия на биологическую продукцию в арктических экосистемах?**

Учеными ИО РАН проанализировано влияние регионального потепления на первичную продукцию в Карском море за последние два десятилетия (2002–2021 гг.). Используются данные натурных наблюдений, данные сканера цвета океана и модельные расчеты. Впервые показано, что интенсивное потепление арктического региона и снижение ледовитости привело не к возрастанию, как ожидалось, а к снижению первичной продукции. За 20 лет температура поверхностного слоя моря возросла на 3,55°C при тренде 10% в год, а площадь акватории, свободной ото льда в летний сезон, увеличилась на  $110 \times 10^3$  км<sup>2</sup> при тренде 1.4% в год (Рис. 101.1, 101.2). Увеличение площади открытой воды привело к увеличению интегральной для бассейна годовой первичной продукции на 0.7% в год. Однако, величина относительной или «точечной» первичной продукции в столбе воды значительно уменьшалась во всех районах бассейна Карского моря. За два последних десятилетия это уменьшение составило 38 мгС/м<sup>2</sup> в день при тренде 1,1% в год (Рис. 101.3). Также во всех районах зарегистрированы достоверные отрицательные тренды содержания хлорофилла «а» на поверхности моря. Оказалось, что увеличение площади открытой воды привело к увеличению облачности и снижению оптической проницаемости атмосферы. В результате уменьшилось количество необходимой для фотосинтеза солнечной энергии («фотосинтетически активной радиации»), достигающей поверхности моря (Рис. 101.2). Итог работы имеет первостепенное значение для оценки и прогноза биологической продуктивности в российских арктических морях.

*Организация и основные публикации:*

Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

А.Б. Демидов, В.И. Гагарин, С.В. Шеберстов. Влияние регионального потепления на первичную продукцию Карского моря в последние две декады (2002–2021 гг.) // Океанология. 2023. Т. 63. № 2. С. 1–32 (в печати).

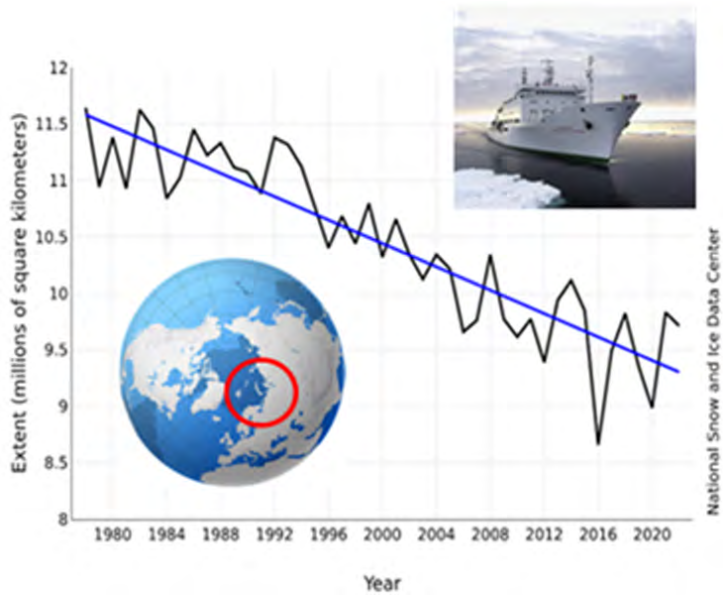


Рис. 101.1. Изменение площади ледового покрытия в Арктике с 1990 по 2022 гг.

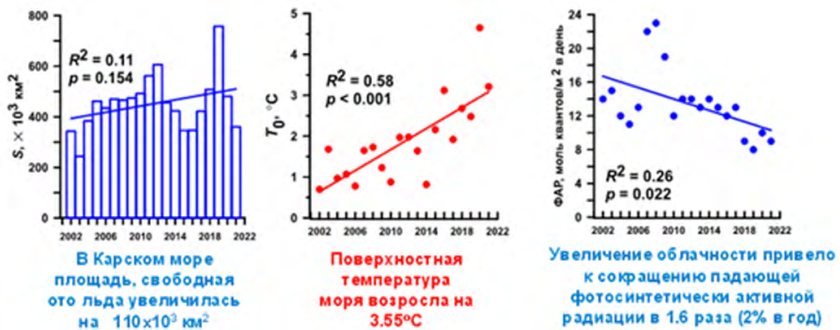


Рис. 101.2. Климатические изменения условий среды в Карском море

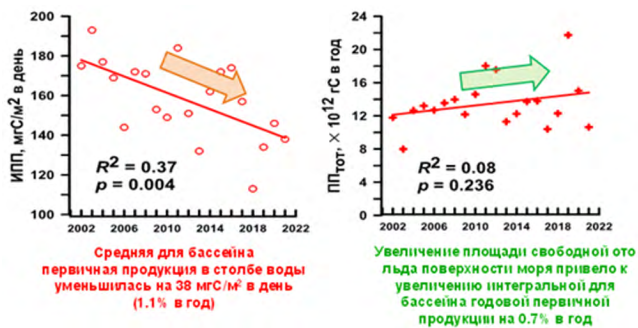


Рис. 101.3. Тенденции изменения первичной продукции в Карском море с 2002 по 2021 гг.

### 13. Климат Арктики: процессы и изменения

Выявлены современные тенденции изменения и характерные пространственно-временные особенности изменчивости различных составляющих климатической системы Арктики: атмосферы, морских льдов, океана и суши. Исследованы характерные процессы в арктической климатической системе, важные для формирования долгопериодных аномалий климата в Арктике, выявлены новые положительные обратные связи, приводящие к усилению колебаний климата в Арктике, а также механизмы влияния изменений климата в Арктике на циркуляцию атмосферы в средних широтах Северного полушария, в том числе формирование аномально холодных погодных режимов зимой в начале XXI века как отклик на сокращение морских льдов. Получены оценки возможных будущих изменений климата в Арктике по результатам численных расчетов с моделями климата при сценариях антропогенного воздействия, а также влияния этих изменений на продолжительность морской навигации вдоль Северного морского пути, морское волнение, характеристики многолетнемерзлых грунтов и распад придонных метангидратов.

Впервые получены количественные оценки изменений ветроэнергетических ресурсов в Арктике с использованием региональной климатической модели (РКМ). Использовалась модель RCA4 при сценариях изменения климата RCP4.5 и RCP8.5 для 2006–2099 гг. (Рис. 102). Оценивалась мощность ветроэнергетического потенциала (МВП), пропорциональная кубу скорости ветра. Выявлено заметное увеличение мощности ветроэнергетического потенциала (МВП) для 21 века над Баренцево-Карским и Чукотским морями зимой при использовавшихся сценариях антропогенных воздействий. Летом проявляется общее увеличение МВП над Северным Ледовитым океаном. При этом изменения более значимо при сценарии RCP8.5 с сильными антропогенными воздействиями. Увеличение межсуточных вариаций МВП в целом не приводит к отклонениям скорости ветра до значений, при которых работа ветрогенераторов невозможна. Новые количественные оценки являются значимым научным результатом, существенным образом уточняющим последствия изменений климата для российских регионов (в частности, арктических). Результаты могут применяться при развитии арктического региона (в части энергетики) с учетом климатических изменений и при адаптации арктического региона к последствиям этих изменений.

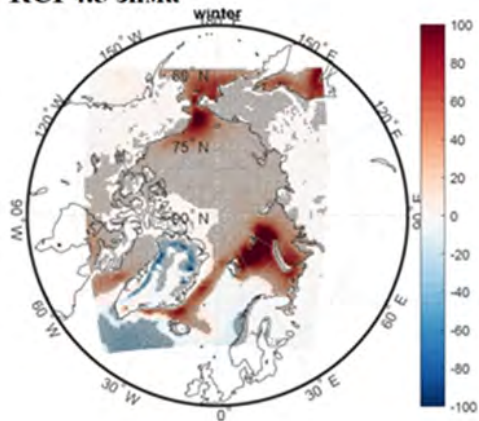
*Организация и основные публикации:*

Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН

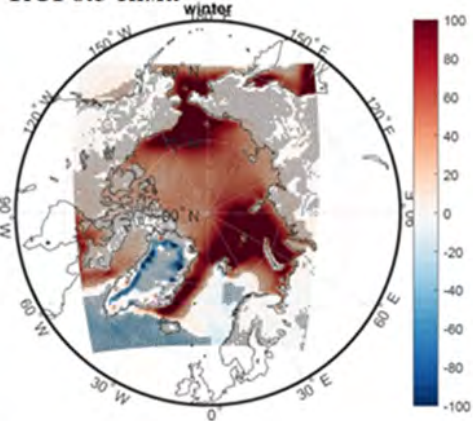
Монография «Климат Арктики: процессы и изменения» (под ред. И.И. Мохова, В.А. Семенова. М.: Физматкнига. 2022. 360 с. ISBN 978-5-89155-286-9.



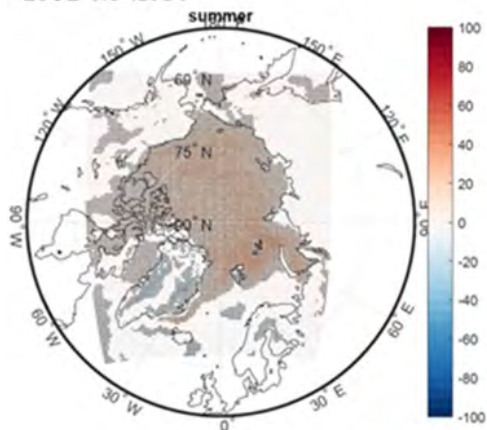
**RCP4.5 зима**



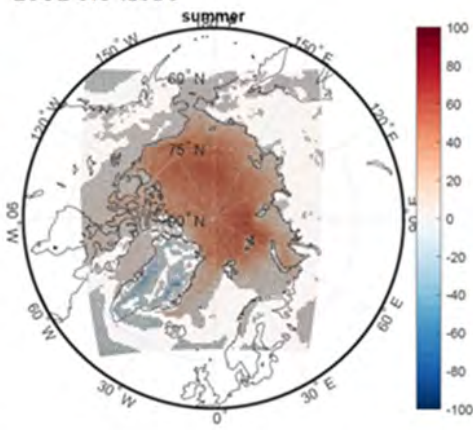
**RCP8.5 зима**



**RCP4.5 лето**



**RCP8.5 лето**



**Рис. 102.** Объясняемые линейным трендом изменения сезонных МВП ( $\text{Вт}/\text{м}^2$  за 10 лет) в 2006–2100 гг. Точками отмечены статистически значимые изменения на уровне 95%

# ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

## 1. Теория сознания



Коллектив исследователей, объединивший представителей разных специальностей (философия, филология, психология, востоковедение) из Института философии РАН, РУДН, Крымского федерального университета, Самарского университета осуществил 1-ый этап фундаментального междисциплинарного исследования по проблеме *типологии разума*. Основная гипотеза проекта заключается в том, что большие культуры человечества: европейская, арабо-мусульманская, южноазиатская и дальневосточная, – опираются каждая на собственный, не сводимый к другим, тип рациональности. Насущной задачей философского востоковедения становится прочитывание архива этих больших культур с целью, во-первых, обнаружить логико-смысловые основания каж-

дого из типов рациональности и, во-вторых, проследить их разворачивание в целостных системах культуры и общества (язык, науки, этика, право, системы власти, т.д.), определяющих цивилизационную идентичность каждой из этих больших культур и её устойчивость, обеспечиваемую способностью сохранять свои основания в потоке непрерывных перемен и ответов на вызовы. Результатом должно стать преодоление представления об универсальности и одновариантности человеческого разума, развёрнутого в опыте европейской культуры, и принципиальное обогащение наших представлений о сознании. Участники проекта инициировали проведение ежегодных декабрьских конференций в г. Нальчик под общим названием «Осознать смысл, осмыслить сознание», первая из которых состоялась в декабре 2022 г.

*Организация и основные публикации:*

Институт философии РАН

Коллективная монография. Осознать смысл, осмыслить сознание: манифест Другой философии / отв. ред. тома А.В. Смирнов. М.: ООО «Садра», 2022. С. 5-7. - 392 с. - ISBN 978-5-907552-21-0



## 2. Социодинамика российской культуры



Проведено фундаментальное исследование проблемы социодинамики российской культуры в конце XX – начале XXI вв., на основе которого проведено обобщение данных многолетних социологических исследований АНО РНИСиНП, АНО ДПО ИКСИ, ФНИСЦ РАН, а также других социологических центров страны, проведен социокультурный анализ организационно-структурных и содержательно-качественных изменений культурной деятельности населения и художественно-творческого процесса. Доказано, что современная глобализация, трансформация общественных отношений, усиление антироссийских действий по разрушению системы ценностей, сложившиеся в нашей стране, сделали проблемы устойчивого развития культуры чрезвычайно актуальными.

Недооценка стратегической роли культуры как системообразующей основы российского общества, ее стратегической значимости для успешной модернизации социального и экономического прогресса была главным фактором, препятствующим развитию отечественной культуры – а во многом и общества в целом. В связи с этим авторы поставили перед собой задачи кардинального переосмысления сущности культуры и ее значимости для общественного прогресса, без решения которых невозможно добиться духовного и социального благополучия общества, достичь амбициозных целей развития страны. Был определен новый этап и основные направления социодинамики культуры, внесен существенный вклад в совершенствования системы управления социокультурной жизнью страны.

*Организация и основные публикации:*

Федеральный научно-исследовательский социологический центр РАН

Монография. На переломе веков: социодинамика российской культуры.

М. К. Горшков, С. Н. Комиссаров, О. И. Карпукhin; ФНИСЦ РАН. – М.: ФНИСЦ РАН, 2022. – 703 с.

ISBN 978-5-89697-390-4 DOI 10.19181/monorg.978-5-89697-390-4.2022.

### **3. Философско-правовое осмысление войны, мира и соответствующих им правовых концепций, законов, стратегий и доктрин России, США, Китая, Великобритании, Германии, Франции, ООН, НАТО и Евросоюза**

Проведено философско-правовое осмысление войны, мира и соответствующих им правовых концепций, законов, стратегий и доктрин России, США, Китая, Великобритании, Германии, Франции, ООН, НАТО и Евросоюза, состояния прав человека и верховенства права в международных делах. Впервые через право и войны исследована история России, ее путь к статусу великой державы, решающая роль в победах в глобальных европейских и Второй мировой войне, становлении и поддержании существующего мирового порядка.

Рассмотрены проблемы возникновения и развития правового института ответственности защиты населения от геноцида, военных преступлений, этнической чистки и преступлений против человечности, а также об обязанности воюющих сторон принимать меры по защите прав гражданских лиц в вооруженном конфликте.

На основе новейших статистических данных приводятся аргументированные оценки и суждения о фактах и явлениях современной глобальной правовой действительности. Обосновывается авторский взгляд на пути преодоления цивилизационного кризиса.

*Организация и основные публикации:*

Институт государства и права РАН

Монография. А.Н. Савенков «Государство и право: Права человека и мировой правопорядок, основанный на верховенстве права» (Рис. 103), в 3-х томах. (М.: Наука, 2022. Т. 1 – 608 с.; Т. 2 – 506 с.; Т.3 – 644 с.).



Рис. 103. Монография. А.Н. Савенков «Государство и право: Права человека и мировой правопорядок, основанный на верховенстве права»

#### 4. Конституционное право



Под руководством академика Хабриевой Т.Я. проведен анализ позиции Венецианской комиссии Совета Европы, отражающей влияние различных элементов демократии на конституционное развитие государства. Был подготовлен ряд аналитических материалов и переводов текстов заключений Венецианской комиссии, ее докладов и исследований, посвященных ключевым вопросам конституционного развития и демократических основ – разделению властей, добросовестному (надлежащему) управлению, парламентаризму, самоуправлению, политическим партиям, демократическим выборам (избирательным кампаниям), демократическим свободам и др. Значимость исследования состоит в выявлении закономер-

ностей и особенностей современного развития мирового конституционализма; выводы Венецианской комиссии остаются важным вкладом в науку конституционного права, позволяют лучше понять общие тенденции правового развития в разных странах.

*Организация и основные публикации:*

Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации

Коллективная монография. «Венецианская комиссия о демократических основах конституционного развития»: под ред. Т.Я. Хабриевой; Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации. – М.: ИД «Юриспруденция», 2022. – 512 с. ISBN 978-5-9516-0910-6.

## 5. Современная концепция толкования международных договоров



В монографии рассмотрены важнейшие элементы современной концепции толкования международных договоров, исследована история становления понятия толкования международных договоров в доктрине и международной практике, предложены подходы к концептуализации природы толкования договоров с учетом положений Венской конвенции о праве международных договоров 1969 г.

Наряду с научно-теоретическими раскрыты практические аспекты толкования международного договора. Проанализированы особенности толкования международного договора в практике международных организаций, в том числе международных интеграционных организаций, международных судебных органов (ЕСПЧ, международных судебных органов по морским спорам, Международного уголовного суда, Суда Евразийского экономического союза), исследованы отдельные доктрины толкования договора (эволютивное толкование, толкование контекстуальных элементов). Выявлены особенности толкования международных инвестиционных договоров, обозначены проблемы толкования международных договоров в решениях международных коммерческих арбитражей, исследовано место толкования договоров в концепции сравнительного международного права. Предложена концепция толкования международных договоров национальными судебными органами государств с привлечением практики российских судов.

*Организация и основные публикации:*

Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации

Коллективная монография Современная концепция толкования международных договоров: / под ред. А.Я. Капустина. – Москва: Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации: Норма: ИНФРА-М, 2022. – 432 с. – DOI 10.12737/1839409.

## **6. Обыденное и научное сознание**



На примере исследования образа Петра I рассмотрены обыденное и научное сознание россиян как психологический фактор, отражающий состояние российского общества. Показано, что обыденное сознание в разные исторические периоды обладает своей спецификой, включает в себе и логически выверенные, и в значительной степени ошибочные мнения, подверженные эмоциональным оценкам. Показано, что с психологической точки зрения образ Петра I можно интерпретировать как проявление неординарности государственного деятеля, его высоких волевых качеств, организационно-управленческих способностей, мировоззренческой устойчивости, цельности характера, хорошо развитого практического интеллекта, способности к стратегическому мышлению и политической проницательности.

*Организация и основные публикации:*

Институт психологии РАН

Коллективная монография. Образ Петра I в обыденном и научном сознании: анализ социальных сетей и научных источников / Отв. ред. А. Л. Журавлев, Д. А. Китова. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2022. – 292 с. (Психология социальных явлений).

## **7. Структурная модернизация российской экономики**

На теоретическом уровне структурная модернизация рассмотрена как процесс изменения соотношений между элементами системы, происходящий в соответствии с целевыми установками экономической политики. С прикладной точки зрения раскрыты вопросы трансформации структуры российской промышленности, модернизации топливно-энергетического комплекса в контексте задач энергетического перехода, развития инфраструктуры, а также



агропродовольственного комплекса как интегрального фактора и драйвера экономического роста.

Определены основные направления формирования институциональной среды для обеспечения масштабной структурной и технологической модернизации, среди которых совершенствование деятельности ключевых российских институтов развития, создание условий, стимулирующих предпринимательский интерес к технологической модернизации производства и инновациям; изменение парадигмы функционирования бюджетных, налоговых, ценовых инструментов с целью усиления их возможностей стимулирования экономического роста. Как важная задача экономической политики определен пере-

ход к программно-проектной модели реализации национальных приоритетов в рамках стратегического планирования, бюджетной политики и бюджетного планирования.

*Организация и основные публикации:*

Институт экономики РАН

Коллективная монография Структурная модернизация российской экономики: условия, направления, механизмы /под ред. д.э.н. Ленчук Е.Б., к.э.н. Ахапкина Н.Ю., к.э.н. Филатова В.И. – СПб.: Алетейя, 2022, 276 с. (Рис. 104)

## **8. Демографическая агентно-ориентированная модель АОМ для РФ**

На основе агентно-ориентированной модели (АОМ) сделан анализ динамики численности населения России и факторов повышения рождаемости, разработано краткое описание поведения агентов и внешней среды для 146 млн агентов (Рис. 104). Разработана методика повышения численности населения при разных внешних факторах.

Подготовлены предложения для Совета Федерации России по решению актуальных проблем демографического развития страны.

*Организация и основные публикации:*

Центральный экономико-математический институт РАН

Цифровой двойник (искусственное общество) социально-экономической системы России – платформа для экспериментов в сфере управления демографическими процессами / В. Л. Макаров, Р. И. Нигматулин, Н. И. Ильин [и



др.] // Экономические стратегии. – 2022. – Т. 24. – № 2(182). – С. 6–18. – DOI 10.33917/es-2.182.2022.6-19. – EDN AGHDCR.

Долгосрочное демографическое прогнозирование в новых реалиях / В.Л. Макаров, А.Р. Бахтизин // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2022. – Т. 235. – № 3. – С. 85-94. – DOI 10.38197/2072-2060-2022-235-3-85-94. – EDN POGJG.

Моделирование последствий ядерного удара / В.Л. Макаров, А.И. Агеев, А.Р. Бахтизин [и др.] // Экономические стратегии. – 2022. – Т. 24. – № 4(184). – С. 6-16. – DOI 10.33917/es-4.184.2022.6-16. – EDN JQSIMM.

Макаров В.Л., Бахтизин А.Р., Логинов Е.Л. (2022): Применение экономико-математических методов и моделей оптимального планирования в цифровой экономике будущего (ЦЭМИ АН СССР и ЦЭМИ РАН: прогностическая интерпретация и развитие научного наследия нобелевских лауреатов Л.В. Канторовича и В.В. Леонтьева). – М.: ЦЭМИ РАН, 2022. – 248 с. Авт. листы – 19,92

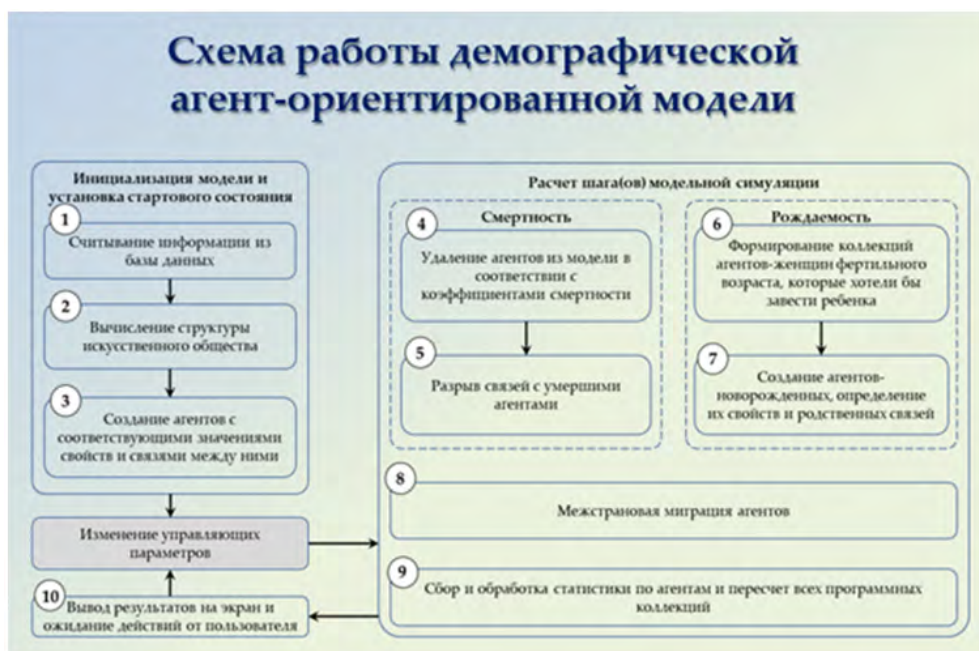


Рис. 104

## 9. Оценка потенциала экономического роста

На основе проведенного анализа демографических, научно-технологических, ресурсных, производственных, институциональных факторов долгосрочного социально-экономического развития России и использования прогнозного модельного комплекса разработана количественная оценка потенциала экономического роста России. Научная новизна заключается в развитии ме-



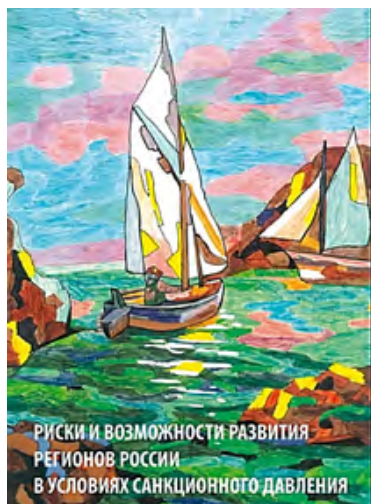
тодологии и инструментария долгосрочного прогнозирования потенциала экономического роста. Полученные результаты могут быть использованы Министерством экономического развития Российской Федерации, другими органами исполнительной и законодательной власти для совершенствования долгосрочной экономической и научно-технологической политики России. Так, например, ряд результатов уже использован при разработке Стратегических направлений деятельности Правительства Российской Федерации в новых условиях на период до 2030 года и Евразийской экономической комиссией для обоснования Основных направлений экономического развития стран ЕАЭС на перспективу до 2035 года.

*Организация и основные публикации:*

Института Народнохозяйственного Прогнозирования РАН

Основные результаты опубликованы в серии научных работ, в том числе в научном докладе ИНП РАН «Потенциальные возможности роста российской экономики: анализ и прогноз» (М.: Арт-Принт, 2022. – 296 с.) URL: <https://ecfor.ru/publication/potentsial-rosta-ekonomiki/>

## **10. Архитектоника исследования рисков и возможностей развития регионов России в условиях санкционного давления**



Новизна заключается в оценке резильентности региональной экономики к шокам, вызванным санкционным давлением, в сочетании с оценкой отдельных аспектов экономической безопасности. Выявлены потенциальные риски и открывающиеся возможности экономики регионов России в разрезе отдельных структурных элементов и стратегических направлений развития. Практическая значимость заключается в возможности применения архитектоники исследования для обоснования стратегических направлений социально-экономического развития регионов России в условиях турбулентности.

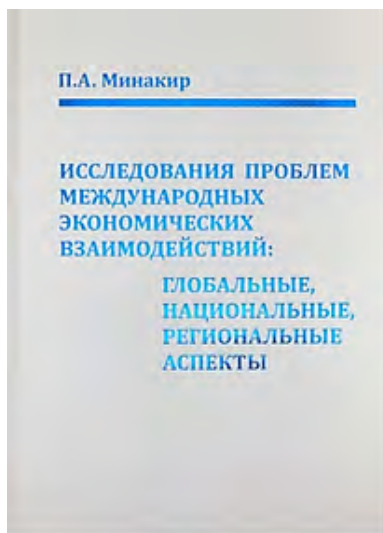


*Организация и основные публикации:*

Институт экономики УрО РАН

Монография. Риски и возможности развития регионов России в условиях санкционного давления / под редакцией Лавриковой Ю.Г., Институт экономики УрО РАН. – Екатеринбург: Институт экономики УрО РАН, 2022. – 644 с. ISBN 978-5-94646-669-1.

## 11. Проблемы международной интеграции



Проведено исследование проблем международных экономических взаимодействий: глобальные, национальные, региональные аспекты и генезис исследований форм и стадий международной экономической интеграции в Азиатско-Тихоокеанском регионе, формирования блоковых и линейных структур торгово-экономической кооперации, в результате которого разработаны сценарии прогнозов торгово-инвестиционного взаимодействия России и российского Дальнего Востока с экономиками и интеграционными форматами АТР и Северо-Восточной Азии.

*Организация и основные публикации:*

Институт экономических исследований ДВО РАН

Монография. Исследования проблем международных экономических взаимодействий: глобальные, национальные, региональные аспекты (Рис. 105). Хабаровск: ИЭИ ДВО РАН. 2022. 720 с.

# ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И МЕЖДУНАРОДНЫЕ ОТНОШЕНИЯ

- Отделение продолжило исследования идеологических, политических, экономических, военно-стратегических факторов формирования нового мирового порядка. Подтвержден прогноз о переходе к новой биполярной архитектуре.
- В фокусе изучения были постсоветские страны, Китай, Индия, Африка, страны Ближнего Востока, Латинская Америка. Сделан вывод о фрагментации глобализации в сфере торговли углеводородами, высокотехнологическими товарами, в финансовой сфере.
- Продолжен анализ и прогноз политико-экономических тенденций в недружественных странах. Сделан вывод о долгосрочности гибридной войны Запада против России. США и НАТО стимулируют новый виток гонки вооружений.
- С двукратным превышением по публикациям реализованы основные этапы гранта Минобрнауки «Посткризисное мироустройство: вызовы и технологии, конкуренция и сотрудничество» (ИМЭМО РАН и другие институты ОГПМО, ФИАН, МГИМО МИД).
- Институты Отделения принимали активное участие в разработке Концепции внешней политики Российской Федерации.
- Нарастивается сотрудничество с Китаем, Индией, странами Персидского Залива и Африки. Ведется подготовка мероприятий саммита Россия-Африка.
- Осуществлялся мониторинг конкурентоспособности Российской Федерации в новых геополитических реалиях. Анализируются последствия санкционного давления, разрабатываются новые задачи трансформации экономики и активности на внешних рынках.

Монографии	55
Статьи в журналах Web of Science, Scopus	404
Аналитические доклады в органы исполнительной и законодательной власти	224
Статьи в российских журналах, рецензируемых в РИНЦ	1028

## 1. Борьба за Восточное Средиземноморье: интересы и амбиции

Коллективная монография посвящена осмыслению сложных правовых, военно-политических и экономических аспектов международных отношений в районе Восточного Средиземноморья, где пересекаются Европа, Ближний Восток и Северная Африка. На примере интересов и амбиций различных региональных и глобальных игроков авторы предприняли первую в отечественной научной литературе попытку монографического исследования причин и



последствий становления Восточного Средиземноморья в качестве особого международно-политического субрегиона. В работе выявлены факторы – энергетический, проблемы безопасности и проблемы границ, лежащие в основе регионализации, и определившие как устойчивые линии противостояния, так и тенденции к образованию новых объединений в районе Восточного Средиземноморья с участием местных и внерегиональных акторов. Подробно исследованы противоречия в треугольнике Турция – Греция – Кипр, как в международно-правовой, так и в политической плоскости. Проанализированы политические и экономические проблемы в Израиле, Ливане, Палестине, Египте. Определено воздействие

открытия и освоения газовых месторождений на экономические и политические процессы в регионе. Особое внимание уделено исследованию отношений стран Восточного Средиземноморья с внешними акторами: арабскими монархиями, Ираном, ЕС, США, Россией, Китаем.

#### *Организация и основные публикации:*

Национальный исследовательский институт мировой экономики и международных отношений имени Е.М. Примакова РАН

Борьба за Восточное Средиземноморье: интересы и амбиции / под ред. И.Д. Звягельской; ИМЭМО РАН. – Москва: Издательство «Аспект Пресс», 2022. – 288 с. – ISBN 978-5-7567-1226-1.

## **2. Морские державы 2022: индексы ИМЭМО РАН**



Книга представляет собой уникальное издание, подготовленное на основе разработанной в ИМЭМО РАН методологии, в котором приведена система индексов для сравнительной оценки совокупного морского потенциала стран во главе с индексом морской мощи стран. Индекс морской мощи математически является суммой трех индексов: индекса морских ресурсов, индекса морских сил и средств и индекса морской деятельности. В работе указанные показатели рассчитаны для 100 стран мира на основе статистики, характеризующей различные стороны их деятельности в Мировом океане. По итогам исследования 2022 года было выявлено, что темпы роста морской мощи Китая превосходят таковые у США, и

это сделало возможным превращение КНР в крупнейшую морскую державу, преимущественно за счёт развития гражданских компонентов морской мощи. Россия продолжает сохранять позицию морской державы номер три, но в значительной степени это обусловлено унаследованным от СССР третьим в мире ВМФ и крупнейшим ледокольным флотом. Подтверждено, что Южная Корея развивается в морской сфере быстрее Японии и в ближайшие годы обгонит её, став морской державой номер четыре.

*Организация и основные публикации:*

Национальный исследовательский институт мировой экономики и международных отношений имени Е.М. Примакова РАН

Поливач А.П., Гудев П.А. Морские державы 2022: индексы ИМЭМО РАН. – Москва: ИМЭМО РАН, 2022. – 190 с. – ISBN 978-5-9535-0609-0. DOI 10.20542/978-5-9535-0609-0.

### **3. Современная Франция: между тревогами и надеждами**



В коллективной монографии впервые в отечественной научной литературе осуществлен комплексный анализ состояния Франции к концу президентского пятилетия Эммануэля Макрона (2017–2022 гг.). В работе исследованы цели и результаты социально-экономической политики президента, расклад и перипетии борьбы партийно-политических сил, место Франции на международной арене и ее отношения с ключевыми центрами силы, военные инициативы Франции при Э. Макроне. Выявлены тенденции развития либерально-технократического курса в экономике, сочетающего механизмы и национализации, и приватизации, направленного на реформирование французской экономической модели,

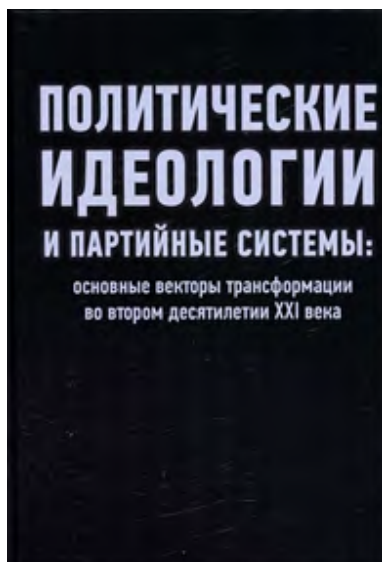
сложившейся еще после Второй мировой войны, и приведение ее в соответствие с реалиями эпохи глобализации. Изучены мероприятия, направленные на повышение инвестиционной привлекательности Франции, расширение свободы действий бизнеса, повышение эффективности управления предприятиями. Исследованы основные мероприятия, проводимые президентом Э. Макроном во внутренней политике, целью которых было укрепление легитимности системы государственного управления посредством повышения ее открытости.

*Организация и основные публикации:*

Национальный исследовательский институт мировой экономики и международных отношений имени Е.М. Примакова РАН

Современная Франция: между тревогами и надеждами / отв. ред.: М.В. Клинова, А.К. Кудрявцев, П.П. Тимофеев. – Москва: ИМЭМО РАН, 2022. – 256 с. – ISBN 978-5-9535-0605-2. – DOI 10.20542/978-5-9535-0605-2.

#### **4. Политические идеологии и партийные системы: основные векторы трансформации во втором десятилетии XXI века**



Книга посвящена исследованию трансформации партийно-политических систем в странах Запада, а также изменений, происходящих с «классическими» (консерватизм, социал-демократизм) и «новыми» (инвайронментализм, новые правые, исламизм и др.) политическими идеологиями под влиянием современного этапа глобализации, последствий глобального финансово-экономического кризиса, пандемии коронавируса, трендов ренационализации и идеологизации политики. В работе уделяется внимание анализу существующих альтернатив, большому либеральному наследию и либеральному консенсусу внутри западных обществ, дается оценка их адаптивности и жизнеспособности в условиях современного турбулентного, насыщенного противоречиями кризисного мира.

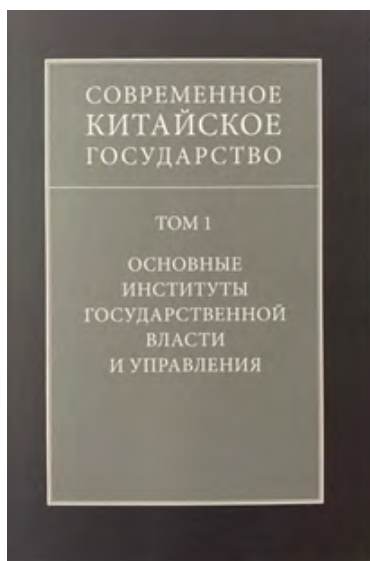
Определено воздействие пандемии COVID-19 на формирование современных идеологических трендов и на расстановку политических сил в ряде стран Европы. Установлено, что пандемия обострила накопившиеся экономические и политические проблемы, а ее последствия стали одним из факторов роста социально-политической напряженности и протестной активности в целом ряде стран мира. При этом бенифициаром постковидной политической ситуации становятся пока главным образом популистские политические силы.

*Организация и основные публикации:*

Национальный исследовательский институт мировой экономики и международных отношений имени Е.М. Примакова РАН

Современная Франция: между тревогами и надеждами / отв. ред.: М.В. Клинова, А.К. Кудрявцев, П.П. Тимофеев. – Москва: ИМЭМО РАН, 2022. – 256 с. – ISBN 978-5-9535-0605-2. – DOI 10.20542/978-5-9535-0605-2.

## 5. Современное китайское государство



В монографии рассматриваются основные институты государственной власти и управления в современном Китае – история, структура, полномочия и функции органов законодательной, исполнительной, судебной и недавно сформированной контрольной власти, их связи и взаимодействие; проанализированы система государственной службы, подбора и аттестации государственных чиновников, деятельность органов местного самоуправления и органов власти в национальных автономиях различного уровня, органов образования и культуры, управления религиозными общинами и спортом, эволюция административно-территориального деления и развитие демографической ситуации в КНР. Книга предназначена для китаеведов, востоковедов, студентов, изучающих современный

Китай и политические системы зарубежных государств, специалистов по сравнительной политологии и праву. Монография знакомит с опытом государственного строительства в Китае периода реформ и может представлять интерес для федеральных и региональных органов власти России.

*Организация и основные публикации:*

Институт Китая и современной Азии РАН

Современное китайское государство / гл. ред. А.В. Виноградов; Ин-т Дальнего Востока РАН. – М. : РАН, 2022– . – ISBN 978-5-907366-55-8. Т. 1 : Основные институты государственной власти и управления / редколл. А.В. Виноградов (гл. ред.) и др.; Ин-т Дальнего Востока РАН, Ин-т востоковедения РАН. – М.: РАН, 2022. – 903 с. – ISBN 978-5-907366-57-2 (в пер.). DOI: 10.48647/IFES/2022.22.76.029

## 6. Россия–Китай: отношения на рубеже 20-летия «Большого договора»

В центре внимания коллективной монографии находятся наиболее важные аспекты международного курса Китая, связанные, в частности, с американским, европейским, азиатским направлениями, а также характерные черты насыщенного российско-китайского диалога, который в 2021 году проходил на фоне 100-летия Компартии Китая и 20-летнего юбилея двустороннего Договора о добрососедстве, дружбе и сотрудничестве. Авторы предприняли попытку проанализировать приоритеты современной дипломатической активности



КНР и проследить на этом фоне состояние и перспективы российско-китайского взаимодействия в политической, экономической и других областях, а также в сфере международной политики. Наряду с достижениями авторы обращают внимание и на «узкие места» двустороннего диалога, формулируют ряд выводов и предложений, основанных на рассмотрении российско-китайских отношений как фактора, способного содействовать внутреннему развитию Российской Федерации, как прагматичного рычага укрепления ее международных позиций.

*Организация и основные публикации:*

Институт Китая и современной Азии РАН

Россия–Китай: отношения на рубеже 20-летия «Большого договора» / отв. ред. А.С. Давыдов, С.В. Уянаев; Рос. акад. наук; Ин-т Китая и совр. Азии РАН. – М.: ИКСа РАН, 2022. – 208 с. ISBN 978-5-8381-0439-7. DOI 10.48647/IFES.2022.15.52.005



## 7. Трамизм: раскол общества и элиты

Определены фундаментальные причины раскола внутри американской политической элиты, возникновения беспрецедентной политической поляризации в новейшей истории США в контексте президентства Д. Трампа. Сформулированы основные характеристики такого явления как «трамизм», изучены перспективы устойчивости данного политического течения во внутренней политике США. Выявлены долгосрочные последствия вызовов американскому истеблишменту со стороны Д. Трампа и его сторонников. Показана роль 45-го президента США в росте националистических идей в США. Проведен сравнительный анализ попыток делегитимации Д. Трампа со стороны американского политического истеблишмента. Дана общая оценка перспектив дальнейшего раскола и размежевания американской нации.



*Организация и основные публикации:*

Институт Соединенных Штатов Америки и Канады им. академика Г.А. Арбатова

Самуйлов С.М. Трамизм: раскол общества и элиты. М.: Весь мир, 2022. – 234 с. ISBN 978-5-7777-0887-8

## 8. Подлесный П.Т. Новый миропорядок для XXI века: взгляды из Вашингтона и интересы России



Проведён анализ американских концепций нового миропорядка для XXI века. Рассмотрены оценки роли США в контексте вызовов американскому военному, экономическому и технологическому лидерству в мире, а также продолжающихся перемен в балансе сил в нынешний исторический период. Выявлены ключевые факторы устойчивости существующего «либерального мирового порядка». Дана оценка идеям «более многополярного мира», в создании которого важную роль должны сыграть новые глобальные центры силы – Китай, Россия, Индия, а также региональные державы типа Ирана, Турции. Определены цели, мотивы и перспективы проводимой США политики

«нового сдерживания» России. Дана оценка роли отношений в треугольнике США – Китай – Россия в строительстве современной архитектуры глобальной политики.

*Организация и основные публикации:*

Институт Соединенных Штатов Америки и Канады им. академика Г.А. Арбатова

Подлесный П.Т. Новый миропорядок для XXI века: взгляды из Вашингтона и интересы России. М.: Весь мир, 2022. – 218 с. ISBN 978-5-7777-0869-4

## 9. Сотрудничество участников Евразийского экономического союза со странами Африки



Книга «Сотрудничество участников Евразийского экономического союза со странами Африки» посвящена высокоактуальной, но малоисследованной теме – отношениям ЕАЭС с африканскими государствами в условиях, когда два члена Союза – Россия и Белоруссия – подверглись жестким санкциям коллективного Запада. Авторы анализируют состояние и намечают перспективы укрепления связей с Африкой, не присоединившейся к антироссийским санкциям. Тема ЕАЭС – Африка впервые стала объектом комплексного научного анализа, а выво-



ды и рекомендации авторов – конкретным вкладом российских африканистов в решение практических задач развития отечественной экономики и подъема благосостояния населения в новых геополитических условиях. Изучены институциональные основы отношений ЕАЭС с Африканским союзом, африканскими интеграционными объединениями и отдельными странами; выделены перспективные направления сотрудничества – инфраструктура и сельское хозяйство; рассмотрена возможность новых форм взаимодействия.

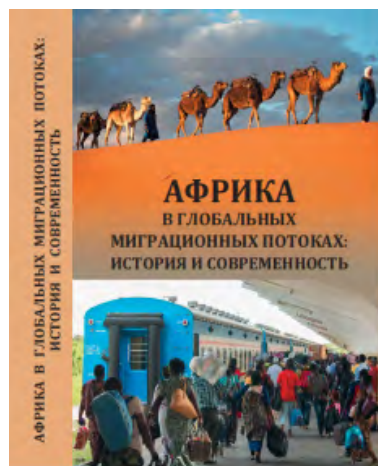
*Организация и основные публикации:*

Институт Африки РАН

Сотрудничество участников Евразийского экономического союза со странами Африки / Отв. ред. Волков С.Н., Дейч Т.Л., Константинова Н.В. – М.: Институт Африки РАН, 2022. – 236 с. ISBN 978-5-91298-284-2

## **10. Африка в глобальных миграционных потоках: история и современность**

Тема миграций обретает всё большее значение в мире в связи с ускорением этого процесса и ростом его влияния на глобальное, региональное и страновое развитие. В монографии «Африка в глобальных миграционных потоках: история и современность» анализируются исторические предпосылки и причины расширения в первые десятилетия XXI в. внутренних, трансграничных и международных миграционных потоков африканцев, рассматриваются социально-экономические и политические факторы «выталкивания» жителей континента из стран их происхождения в государства с более высоким уровнем жизни, даётся оценка различным моделям взаимоотношений между мигрантами и принимающими сообществами. Исследуются процессы формирования африканских диаспор в США, Китае и Великобритании, а также неафриканских общин – в Африке.



*Организация и основные публикации:*

Институт Африки РАН

Африка в глобальных миграционных потоках: история и современность / Отв. ред. С.В. Костелянец. – М.: Институт Африки РАН, 2022. – 378 с. ISBN 978-5-91298-285-

## 11. Европа в кризисном мире



В монографии ИЕ РАН представлен междисциплинарный анализ современных кризисных явлений в Европе и мире. Авторы обращаются к проблемам трансформации современных международных отношений, противостояния ключевых международных игроков, влияния процессов дефрагментации на макрополитическую и социально-экономическую ситуацию. Исследованы политические последствия пандемии коронавируса, внутрирегиональная торговля ЕС, европейский «зелёный курс» и климатическая повестка. Рассмотрена проблематика социальной стратификации европейских обществ и их конфликтный потенциал. Изучена кризисная ситуация в сфере европейской безопасности, новые подходы и национальные стратегии кибербезопасности, интеграционные перспективы Союзного государства России и Беларуси и Евразийского экономического союза. Исследование демонстрирует, что центробежные процессы на глобальном уровне, сталкиваясь с центростремительными на региональном, формируют большой набор конфигураций межгосударственных взаимодействий с опорой на различные сочетания прагматизма и идеологических подходов.

Исследование демонстрирует, что центробежные процессы на глобальном уровне, сталкиваясь с центростремительными на региональном, формируют большой набор конфигураций межгосударственных взаимодействий с опорой на различные сочетания прагматизма и идеологических подходов.

*Организация и основные публикации:*

Институт Европы РАН

Европа в кризисном мире: [Коллективная монография] / [Ал.А. Громыко и др.; отв. ред. Ал.А. Громыко]; Федеральное гос. бюджетное учреждение науки Ин-т Европы Российской акад. наук. – М.: ИЕ РАН: Издательство «Весь Мир», 2022. – 380 с. ISBN 978-5-98163-193-1 (ИЕ РАН) ISBN 978-5-7777-0895-3 (Весь Мир) DOI 10.55604/9785777708953

## 12. Этап специальной военной операции на Украине. Анатомия антироссийской политики в Европе

Коллективная монография представляет собой результат труда историков, политологов, экономистов Института Европы РАН с участием приглашенных учёных. Главная цель исследования – дать максимально полную и объективную картину событий, развернувшихся в Европе после признания Российской Федерацией независимости Донецкой Народной Республики и Луганской Народной Республики и объявления Президентом Российской Федерации специальной военной операции на Украине с целью защиты граждан ДНР и ЛНР,

а также демилитаризации и денацификации Украины. Монография содержит анализ реакции на указанные выше решения со стороны органов Европейского союза, НАТО, Совета Европы, ведущих государств Западной Европы, ряда стран – партнёров Российской Федерации по СНГ, а также руководства Русской православной церкви.

*Организация и основные публикации:*

Институт Европы РАН

Этап специальной военной операции на Украине. Анатолия антироссийской политики в Европе: [монография] / [А.А. Громыко (рук.), А.С. Айвазян и др.] – М.: Ин-т Европы РАН, 2022. – 194 с. – (Доклады Института Европы / Федеральное гос. бюджетное учреждение науки Ин-т Европы Российской акад. наук; № 390).



### **13. Латинская Америка: политический ландшафт на фоне турбулентности**

В книге анализируются политические изменения в Латинской Америке, происходившие на фоне массовых социальных протестов и пандемии коронавируса. В страновых разделах дается картина последних электоральных процессов. Предложена авторская интерпретация и типология политических режимов региона. Показана современная расстановка политических сил в различных государствах и на континенте в целом. Издание рассчитано на политологов, специалистов по конституционному и избирательному праву, социологов, журналистов и политиков-практиков.

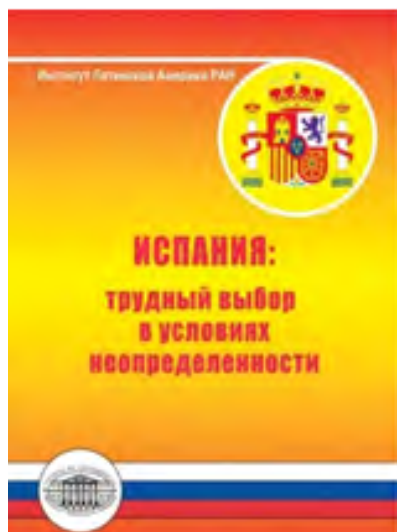
*Организация и основные публикации:*

Институт Латинской Америки РАН

Латинская Америка: политический ландшафт на фоне турбулентности – М.: ИЛА РАН, 2022. – 586 с. ISBN 978-5-6047185-1-3 Ответственный редактор З.В. Ивановский



## 14. Испания: трудный выбор в условиях неопределенности



Очередной выпуск – третье по счету издание, посвященное Испании, из серии «Саммит», подготовленное экспертами Института Латинской Америки РАН. В работе поставлены задачи выявить трудности политического и социально-экономического развития страны, которая находится сегодня перед выбором траектории своего развития в период «неопределенности»; прочертить внешний экономический и политический вектор; определить ориентиры и специфику сотрудничества с Российской Федерацией. Издание рассчитано на практиков, причастных к принятию решений высокого уровня.

*Организация и основные публикации:*  
Институт Латинской Америки РАН

Испания: трудный выбор в условиях неопределенности. – М., ИЛА РАН, серия «Саммит», 2022. – 198 с. ISBN 978-5-6047185-0-6 Ответственный редактор серии член-корреспондент РАН В.М. Давыдов

# ИСТОРИКО-ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

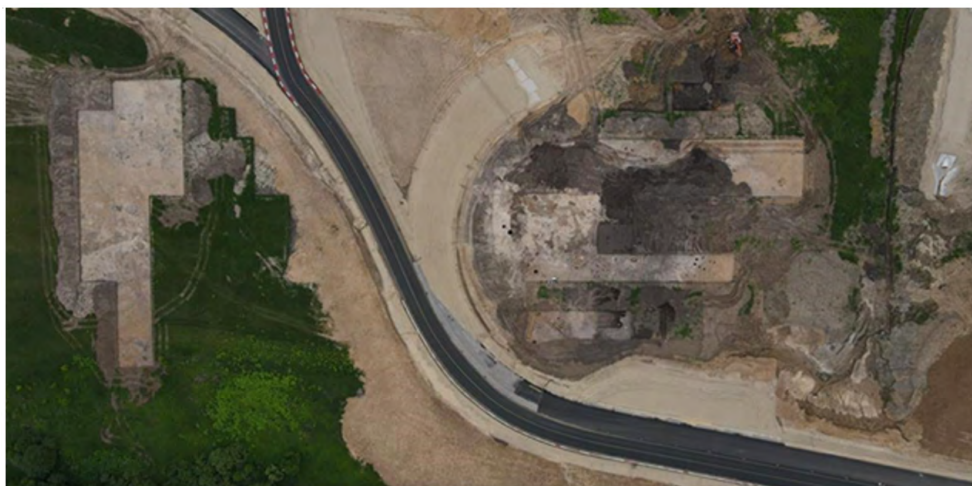
## 1. Археологические исследования на древнерусском селище Чаадаево 5

В процессе строительства скоростной автомагистрали Москва – Казань Институтом археологии РАН проведены спасательные раскопки на древнерусском селище Чаадаево 5 (Рис. 105.1). Площадь всего памятника составляет 3,5 га, что равно площади, изученной археологическими методами: впервые археологам удалось исследовать целое, непо потревоженное древнерусское селище на такой огромной территории. Поселение – одно из ярких свидетельств освоения древнерусским населением Нижнего Поочья в начале XII столетия. Наличие крупных усадебных комплексов, предметов грамотности, воинского снаряжения, находок, связанных с православным культом (Рис. 105.2), свидетельствует об особом статусе селища, которое, вероятно, имело административные функции и было напрямую связано со стольным Муромом, расположенным в 7 км от него.

Раскопки обеспечили сохранение яркого памятника древнерусской культуры при реализации крупнейшего строительного проекта 2022 года.

*Организация:*

Институт археологии РАН



**Рис. 105.1.** Общий вид раскопок древнерусского селища Чаадаево 5



**Рис. 105.2.** Находки на древнерусском селище Чаадаево 5: железные изделия с инкрустацией, крестики-тельники, фрагмент створки энколпиона, подвески

## 2. Древнейшие деревоземляные укрепления и приход Рюрика

В последние годы Новгородской областной экспедицией ИИМК РАН сделаны важные открытия (Рис. 106) на Новгородском (Рюриковом) городище, расположенном в 2 км южнее Великого Новгорода в истоке р. Волхов. Впервые удалось получить достоверные данные о характере и конструктивных особенностях древнейших деревоземляных укреплений, окружавших возвышенную мысовую часть поселения. Изученное оборонительное сооружение является одним из древнейших на территории Древней Руси, а поэтому имеет исключительную важность для изучения истории становления традиций древнерусского крепостного строительства.

В процессе исследования крепости были получены многочисленные спилы с дубов из оборонительных конструкций, в результате их перекрестного датирования с выборкой образцов из ранних слоев Новгорода (X–XI вв.) в Лаборатории дендрохронологии Новгородского государственного музея-заповедника была получена документальная дата строительства крепости – 862 год. Её сенсационность в том, что она полностью совпала с датой, указанной в вводной части «Повести временных лет». По легенде, варяжский князь Рюрик в 862 году был призван на Русь новгородскими словенями, кривичами, весью и чудью. Этот год стал годом «начального события российской государственности», получившим официальный статус 21 августа 1852 года Указом императора Николая I.

*Организация:*

Институт истории материальной культуры РАН





**Рис. 106.** Оборонительное сооружение, открытое на Новгородском (Рюриковом) городище

### **3. Кутузов: Историко-психологический портрет**

В книге представлен историко-психологический портрет М.И. Кутузова, которого современники называли не иначе, как «Спаситель Отечества». Весной 1813 года император Александр I направил вдове генерал-фельдмаршала рескрипт со словами: «Благодарное Отечество не забудет никогда заслуг его. Европа и весь свет не престанут ему удивляться и внесут имя его в число знаменитейших полководцев». Местом упокоения М.И. Кутузова стал Казанский собор в центре Санкт-Петербурга, и более никто не был удостоен подобной чести. В его судьбе – две победоносных кампании. В октябре 1811 года он разбил и окружил армию великого визира на Дунае, положив конец Русско-турецкой войне 1806-1812 годов. Та же участь постигла армию Наполеона в ходе параллельного преследования и сражений под Вязьмой, Красным, на Березине. Кутузов сложился как личность и полководец в царствование Екатерины II. В непростое время на грани веков между крушением «старого света» и рождением новой Европы он вошёл с солидным багажом знаний, навыков и опыта, которые сумел применить на пользу Отечеству.

*Организация и основные публикации:*

Институт российской истории РАН

Ивченко Л.Л. Кутузов: Историко-психологический портрет. М.: Квадрига, 2022. 624 с.: илл. (Исторические биографии). ISBN 978-5-91791-452-7

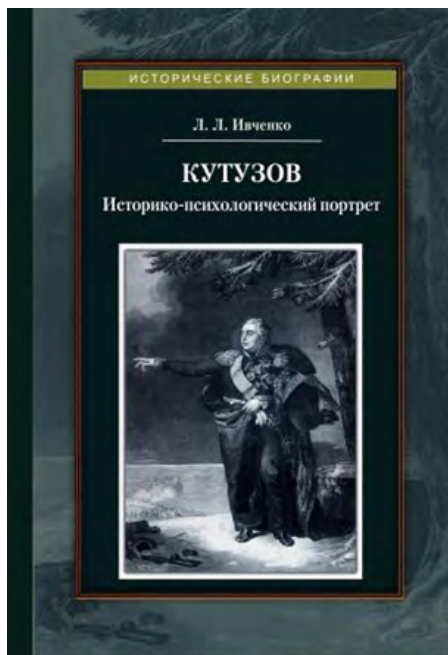


Рис. 107. Ивченко Л.Л. «Кутузов: Историко-психологический портрет». М.: Квадрига, 2022

#### **4. Советская федерация: от империи к модерности. 1917–1941 гг.**

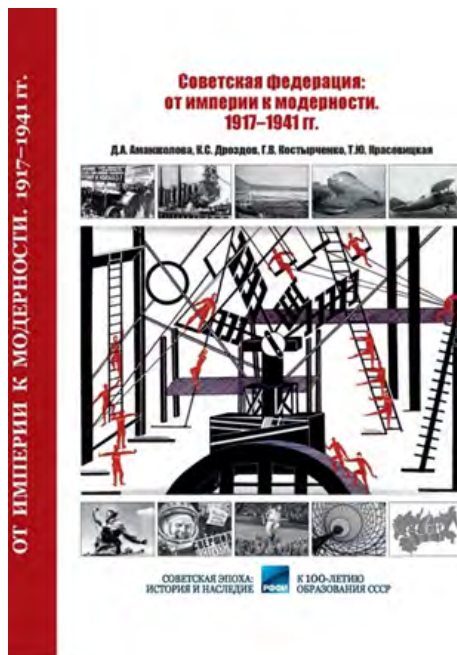
В монографии с учётом новейших исследований и на солидной источниковой основе анализируются проблемы формирования советской федерации в 1917-1941 гг., обеспечившей модернизационный скачок для всех народов СССР. Авторы рассматривают амбивалентный процесс создания и развития Советского Союза сквозь призму взаимоотношений центра и этнополитических элит, уделяя особое внимание специфике конструирования наций, характеру и способам обеспечения устойчивости государства и управления. Смысл и значение советского федерализма оцениваются в контексте трансформации имперской государственности. Отдельное место занимают проблемы функционирования РСФСР как крупнейшей федеративной республики, характер политики в отношении национальных меньшинств. Анализируются дискуссионные вопросы концепта «советский народ».

*Организация и основные публикации:*

Институт российской истории РАН

Аманжолова Д.А., Дроздов К.С., Костырченко Г.В., Красовицкая Т.Ю. Советская федерация: от империи к модерности. 1917-1941 гг. М.: Центр гуманитарных инициатив, 2022. 832 с. ISBN 978-5-98712-330-0





**Рис. 108.** Аманжолова Д.А., Дроздов К.С., Костырченко Г.В., Красовицкая Т.Ю. Советская федерация: от империи к модерности. 1917–1941 гг. М.: Центр гуманитарных инициатив, 2022

## 5. Проект «История письма европейской цивилизации»

В 2020–2022 гг. Санкт-Петербургский институт истории РАН и возглавляемый им консорциум академических учреждений (ИРЛИ РАН, БАН и СПбФ АРАН) осуществлял работу в рамках проекта «Научно-технологическое развитие Российской Федерации» по теме «История письма европейской цивилизации» (Министерство образования и науки РФ проект № 075-15-2020-786). Результат работы – три публикации, объединенные в одну серию – История письма европейской цивилизации (Рис. 109):

*История письма от античности до Нового времени. Очерки по эпиграфике, палеографии и дипломатике / сост. В.Г. Вовина-Лебедева; Санкт-Петербургский институт истории РАН. – Санкт-Петербург, 2022. – 592 с.: (История письма Европейской цивилизации). ISBN 978-5-98874-212-8*

Коллективная монография «История письма от античности до Нового времени. Очерки по эпиграфике, палеографии и дипломатике» показывает письменную традицию Европы как единый процесс развития культуры, технологий, эстетики, социальных механизмов от античности к Новому времени. Наибольшее внимание уделено развитию приёмов и типов письма. Первая часть посвящена эпиграфике, вторая часть – рукописным традициям.

*Рукописная книга в восточнославянских землях: Палеографические очерки и альбом рукописей БАН / отв. ред. М.В. Корогодина; авторы-сост. Жуков А.Е.,*

Корогодина М.В., Подковырова В.Г. СПб., 2022 – 592 с.: (История письма Европейской цивилизации). ISBN 978-5-98874-213-8

Данная книга охватывает историю письма в славянских землях от возникновения кириллицы и глаголицы до начала XVIII в. Исследование выполнено на материале рукописных книг, хранящихся в Библиотеке Российской академии наук, и сосредоточено преимущественно на восточнославянских землях. В книге рассматриваются вопросы эволюции устава и полуустава, возникновения скорописи, связи между печатной и рукописной книгой, своеобразия рукописных традиций Московского государства и Речи Посполитой. К исследованию прилагается аннотированный альбом, в котором содержатся описания рукописных памятников и более 400 иллюстраций.

Маркелов Г.В., Панченко Ф.В. *Художественное убранство поморских рукописных книг XVIII–XIX веков. По материалам Пушкинского Дома. Исследования. Каталог. Альбом.* – СПб: Издательство Пушкинского Дома. 96 + 252 с.: илл. – ISBN 978-5-87781-087-7

Издание посвящено художественной орнаментике рукописных книг, – малоизученному аспекту истории отечественного книгописания, в частности рукописям, создававшимся на протяжении XVIII–XIX вв. в Выголексинском старообрядческом поморском общежительстве. Поморская книжная орнаментика – высшее достижение древней рукописно-книжной традиции в России. В альбоме воспроизведено около 800 образцов виртуозного книжного убранства, хранящегося в фондах Древлехранилища Пушкинского Дома, собранных в экспедициях по Русскому Северу. Материалы альбома подвергнуты исследованию и каталогизации, объяснено происхождение и источники рукописного орнамента, создан подробный справочный аппарат.

#### *Организация и основные публикации:*

Санкт-Петербургский Институт истории РАН, Институт русской литературы РАН, Библиотека Российской академии, Санкт-Петербургский филиал Архива РАН



Рис. 109. Издания по проекту «История письма европейской цивилизации»

## 6. История Колумбии с древнейших времен до начала XXI

Книга охватывает более двух тысячелетий колумбийской истории: от древней цивилизации чибча-муисков до начала XXI века. В ней на основе широкого круга источников, часть которых впервые вводится в научный оборот, рассматриваются основные этапы развития колумбийской истории и культуры, войны за независимость, формирование традиционных, либеральной и консервативной, партий, причины и ход внутригражданских конфликтов, эволюция идейно-политических течений, развитие рабочего и крестьянского движений, проблемы насилия в формировании колумбийской идентичности и политической системы страны. Большое внимание уделено исторической биографии, жизни и борьбе известных политических деятелей, писателей и философов.

*Организация и основные публикации:*

Институт всеобщей истории РАН

История Колумбии с древнейших времен до начала XXI / Отв. ред. А.А. Щелчков, З.В. Ивановский. М.: Наука, 2022. 740 с. ISBN 978-5-02-040883-8



**Рис. 110.** История Колумбии с древнейших времен до начала XXI / Отв. ред. А.А. Щелчков, З.В. Ивановский. М.: Наука, 2022

## 7. Энергия Арктики: этнографическое измерение

Для современной России актуальна проблема выбора направления путей модернизации и поиска новых источников энергии и энергосберегающих

технологий в Арктике. В связи с этим становится важным исследование используемых локальными сообществами ресурсов, а также процесса адаптации жителей Севера к социально-экономическим и экологическим изменениям. Создание общей картины энергетики связей местного населения с природным ландшафтом с выявлением адаптивных возможностей таких сообществ интегрироваться в меняющуюся региональную социально-экономическую среду представляет собой актуальную задачу в условиях нарастающих темпов освоения российской Арктики. В данной монографии авторы на примере собственных полевых исследований на Таймыре, в северной Якутии и на Чукотке рассмотрели на микроуровне каким образом местные жители получают, распределяют и сохраняют ресурсы, необходимые им для потенциала действия. Основная задача книги – исследование энергетических процессов в масштабе, соизмеримом с отдельным человеком и его повседневными практиками.

Работа адресована этнографам, социальным антропологам, социологам, культурологам, географам, историкам, археологам, североведам, а также широкому кругу читателей.

*Организация и основные публикации:*

Музей антропологии и этнографии имени Петра Великого РАН

Давыдов В.Н., Давыдова Е.А., Гончаров Н.С. Энергия Арктики: этнографическое измерение. СПб. : Издательство МАЭ РАН, 2022. ISBN 978-5-88431-412-2



**Рис. 111.** Монография: Давыдов В.Н., Давыдова Е.А., Гончаров Н.С. Энергия Арктики: этнографическое измерение. СПб.; Издательство МАЭ РАН, 2022

## 8. Научные публикации материалов Архива ЯНЦ СО РАН

В 2022 году изданы две авторские рукописи известного этнографа А.А. Саввина как продолжение издательского цикла, основанного Институтом гуманитарных исследований и проблем малочисленных народов Севера ФИЦ ЯНЦ СО РАН с целью введения в широкий научный оборот уникальных материалов, хранящихся в Рукописном отделе Архива Якутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук (Рис. 112).

*Верхоянские якуты: материалы Северной экспедиции А.А. Саввина (1939–1940 гг.) / сост. Н.К. Данилова; отв. ред. Н.И. Попова; редколл.: Р.И. Бравина [и др.]; – Якутск: ИЦ НБ РС (Я), 2022. – 234 с. ISBN 978-5-6046489-0-2.*

В издание вошли материалы, записанные А.А. Саввиным в Верхоянском районе во время Северной экспедиции 1939-1940 гг. Фольклорные и этнографические тексты, описание диалектных особенностей верхоянских якутов сопровождаются обзорными научными статьями, комментариями, указателями, фотоиллюстрациями.

*Саввин А.А. Гончарное ремесло у якутов / под общ. ред. Е.Н. Романовой, Н.К. Даниловой; - Якутск: ИЦ НБ РС (Я), 2022 - 128 с. ISBN 978-5-91441-367-2.*

Вторая книга посвящена гончарному ремеслу якутов, являющемуся технологическим кодом культуры якутов, которая в серии трудов А.А. Саввина, начиная с «Пищи якутов до развития земледелия» (2005), представлена в единстве материального и духовного. Впервые собран и описан материал по якутскому гончарству, даны стадии и процедуры изготовления горшка и связанный с ним комплекс магиико-религиозных представлений.

### *Организация и основные публикации:*

Институт гуманитарных исследований и проблем малочисленных народов Севера ФИЦ ЯНЦ СО РАН



**Рис. 112.** Издания по проекту публикации материалов Архива ЯНЦ СО РАН. Фонд А.А. Саввина

## 9. Развитие Национального корпуса русского языка

Национальный корпус русского языка (<https://ruscorpora.ru/>) – уникальная информационная система, содержащая лингвистически размеченную коллекцию текстов на русском языке. В 2022 году значительно увеличен общий объем корпусов, достигнув отметку свыше 1,5 млрд словоформ (Рис. 113). Расширена база новейших (после 2015 года) текстов, относящихся к различным сферам речевой деятельности для пополнения состава основного корпуса и модуля устных текстов. В состав корпусов включены новые коллекции текстов – научных и деловых, публицистических, включая блогосферу, газеты и электронные СМИ, художественных, бытовых.

Совокупный объем основного корпуса составляет более 374 млн словоупотреблений. Газетный корпус, в том числе корпус региональной и зарубежной русскоязычной прессы, превысил 790 млн словоупотреблений. Дальнейшее развитие получил параллельный корпус, совокупный объем которого достигает 168 млн словоупотреблений. В его состав входят 21 двуязычный корпус, а также мультязычный корпус, включающий тексты на 22 языках. Проведено пополнение поэтического корпуса произведениями современных поэтов конца XX в., его объем превышает 13 млн словоупотреблений.

В составе Национального корпуса русского языка (НКРЯ) появился новый Панхронический корпус. Он объединяет три исторических (древнерусский, корпус берестяных грамот и старорусский) и основной корпус. В совокупности Панхронический корпус охватывает тысячелетие истории русского языка, от 1020-х до 2020-х годов. В Панхроническом корпусе можно сформулировать запрос и найти результаты одновременно на всем этом хронологическом диапазоне.

### Организация:

Институт русского языка им. В.В. Виноградова РАН



Рис. 113. Развитие Национального корпуса русского языка в 2022 г.



## 10. Лексический атлас русских народных говоров (ЛАРНГ). Т. 2. Животный мир

В 2022 году в Институте лингвистических исследований РАН продолжалась работа над фундаментальным всероссийским проектом в области лингвистической географии – Лексическим атласом русских народных говоров. Совместно с Институтом славяноведения РАН подготовлен и издан том, содержащий лексические, семантические, лексико-словообразовательные, словообразовательные и мотивационные карты (около 200), комментарии и диалектные материалы, собранные в полевых условиях на обширной территории Европейской части России до Урала. На картах представлена лексика разных тематических групп: названия животных, птиц, насекомых, пресмыкающихся, рыб. Кроме того, в томе содержатся карты, связанные с животным миром, например, описывающие жилища животных или издаваемые ими звуки. Издание вводит в научный оборот богатейший лексический материал, который может стать объектом разнообразных дальнейших исследований – лексикологических, словообразовательных, этимологических, сравнительных и типологических.

*Организация и основные публикации:*

Институт лингвистических исследований РАН, Институт славяноведения РАН

Лексический атлас русских народных говоров (ЛАРНГ). Т. 2. Животный мир. М.; СПб.: Нестор-История, 2022. 768 с. ISBN 978-5-4469-2048-8



Рис. 114. Лексический атлас русских народных говоров (ЛАРНГ). Т. 2. Животный мир. М.; СПб.: Нестор-История, 2022

## 11. Тюркские ареалы Сибири

В исследовании показано развитие сибирских тюркских языков в рамках сравнительно-сопоставительного, типологического и ареального подходов. Определяются границы распространения языковых явлений, по-разному группирующие тюркские языки Сибири и противопоставляющие их большинству других тюркских языков. Впервые выявлен ряд признаков, на основе которых уточняются ареалы распространения значимых для классификации тюркских языков параметров с учётом их взаимодействия друг с другом и с контактными языками, выявлены локальные ареалы, в которых происходит конвергенция отдельных языков и, возможно, образуются новые языковые союзы под влиянием или с участием языков иных семей. Актуальность исследования обусловлена тем, что многие тюркские языки Сибири находятся под угрозой исчезновения. Все они имеют разветвленные системы диалектов и характеризуются подвижностью их языковых систем. Значимым результатом исследования является фиксация состояния тюркских языков в последней трети XX в. и направление инноваций последних лет, а также характеристика лингвистических ареалов и уточнение типологически значимых параметров классификации тюркских языков Сибири.

*Организация и основные публикации:*

Институт филологии СО РАН

Тюркские ареалы Сибири / отв. ред. И. А. Невская, Н.Б. Кошкарева. Коллективная монография. Новосибирск: Академиздат, 2022. 400 с. ISBN 978-5-6047046-7-7



**Рис. 115.** Тюркские ареалы Сибири / отв. ред. И. А. Невская, Н.Б. Кошкарева. Коллективная монография. Новосибирск: Академиздат, 2022



## 12. Русский фольклор на сопках Маньчжурии

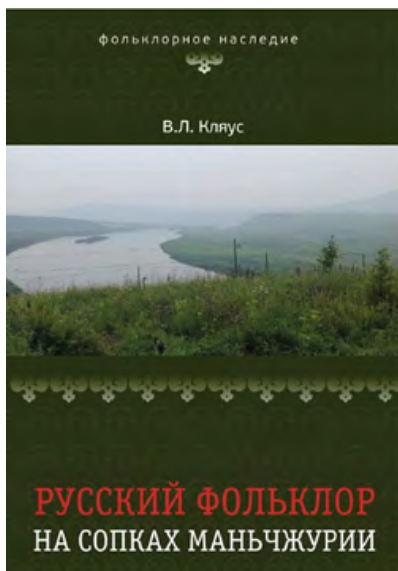
Книга «Русский фольклор на сопках Маньчжурии» (рис. 116) представляет собой итог многолетних (2007-2018 гг.) полевых исследований автора-составителя, направленных на фиксацию и изучение бытования фольклора китайских русских, проживающих в городском округе Эргуна Хулунбуирского аймака Автономного района Внутренняя Монголия КНР, находящегося на границе с Забайкальским краем Российской Федерации. Старшее поколение китайско-русских метисов сохранило язык и фольклорный репертуар своих русских мам и бабушек, оказавшихся в Китае после окончания Гражданской войны (1918–1922) и начавшихся социально-политических и экономических изменений в СССР.

Впервые вниманию читателей представлены сказки, мифологические рассказы, легенды, предания и устные рассказы, заговоры, песни и частушки китайских русских Маньчжурии. Это первый наиболее полный свод записей их фольклора, почти столетие бытовавшего в отрыве от материнской традиции Восточного Забайкалья. Развиваясь в изоляции, воспринимая иноэтнические элементы, он сохранил жанровые формы, характерные для устной словесности русских насельников забайкальского региона рубежа XIX-XX столетий.

*Организация и основные публикации:*

Институт мировой литературы им. А.М. Горького РАН

Русский фольклор на сопках Маньчжурии. Исследования, тексты, комментарии / В.Л. Кляус. – М.: ИМЛИ РАН, 2022. – 816 с. (Фольклорное наследие. Т. 1) – ISBN: 978-5-9208-0681-9.



**Рис. 116.** Русский фольклор на сопках Маньчжурии. Исследования, тексты, комментарии / В.Л. Кляус. М.: ИМЛИ РАН, 2022

### 13. Энциклопедия Осетинской Нартиады: в 3-х томах

«Энциклопедия осетинской Нартиады» является фундаментальным обобщающим трудом, в котором отражены результаты более чем 150-летней истории нартоведения. Издание включает фольклорные, археологические, этнографические, исторические, лингвистические и другие материалы, позволившие выявить исторические истоки и ареальные связи создателей и носителей эпоса с окружающим миром, провести интересные фольклорно-исторические параллели, предложить новое прочтение многих символов и образов. В трёх томах энциклопедии содержатся сведения о сказителях и ученых, об изданиях и переводах сказаний, о композиторах и литераторах, художниках и скульпторах, отразивших в своих произведениях образы и сюжеты эпоса.

Нартовский эпос востребован как выражение этничности и духовности, интегрирован во многие сферы современной жизни. «Энциклопедия осетинской Нартиады» внесет несомненный вклад в сохранение и актуализацию культурного наследия, поможет использовать значительный потенциал нартоведения в социальных, культурных, туристических, образовательных, воспитательных и других проектах.

*Организация и основные публикации:*

Северо-Осетинский институт гуманитарных и социальных исследований им. В.И. Абаева ВНЦ РАН

Энциклопедия Осетинской Нартиады: в 3-х томах: / Северо-Осетинский институт гуманитарных и социальных исследований им. В. И. Абаева – Филиал ФГБУН Федерального научного центра «Владикавказский научный центр Российской академии наук» (СОИГСИ ВНЦ РАН); главный редактор Л.А. Чибиров. – Владикавказ: СОИГСИ ВНЦ РАН. Т.1 А-З. 2022 – 464 с. ISBN 978-5-91480-320-6 ISBN 978-5-91480-323-3; Т. 2 (И-О) 2022 – 428 с. ISBN 978-5-91480-320-6, ISBN 978-5-91480-323-0; Т. 3. П–Я. 2023 – 452 с.: ил. ISBN 978-5-91480-320-6 ISBN 978-5-91480-323-7



**Рис. 117.** Обложка издания: Энциклопедия Осетинской Нартиады: в 3-х томах. / главный редактор Л.А. Чибиров. Владикавказ: СОИГСИ ВНЦ РАН, 2022

# МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

## 1. Создание Российской платформы агрегации данных о геномах вирусов VGARus для централизованного анализа динамики и структуры выявленных SARS-CoV-2 вариантов в стране

В 2021 году на базе ФБУН ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора была разработана и создана Российская платформа агрегации данных о геномах вирусов (VGARus), с помощью которой осуществляется централизованный анализ динамики и структуры выявленных SARS-CoV-2 геновариантов в Российской Федерации (Рис. 118).

Алгоритм работы с данными Российской Платформы VGARus позволяет проводить как оперативный, так и ретроспективный эпидемиологический анализ распространения генетических вариантов SARS-CoV-2 за время пандемии с учетом всей информации о генетическом разнообразии возбудителя COVID-19, известной в Мире. Постановлением Правительства Российской Федерации от 23.03.2021 № 448 фактически был образован Научный Консорциум, в который вошли научные организации Роспотребнадзора, Министерства Здравоохранения Российской Федерации, ФМБА и других ведомств. На сегодняшний день к Российской Платформе подключено более **150** организаций, из них **37** проводят секвенирование геномов коронавируса и депонирование последовательностей геномов на VGARus для дальнейшего анализа. Помимо Российской Федерации, в проекте также участвуют Республика Армения и Республика Беларусь, что позволяет проводить мониторинг изменчивости патогенов и на территориях соседних государств. Всего загружено более **235 000** последовательностей, в т.ч. более **145 000** – полные геномы.

Создание VGARus позволило обеспечить быстрый доступ для органов эпидемиологического надзора и практического здравоохранения к данным о пандемических вирусах, сократить время между забором биологического материала во всех регионах страны и получением результатов секвенирования. Загрузка геномных данных осуществляется множеством секвенирующих лабораторий с выполнением централизованного и единообразного анализа. Имеется возможность оперативной выгрузки результатов анализа, позволяющих оценивать и прогнозировать эпидемиологическую обстановку в стране. Таким образом, разработка и реализация Российской Национальной Платформы VGARus стало не только шагом в реализации программы импортозамещения в области IT-технологий, но и важным инструментом для обеспечения эпидемиологического благополучия и биологической безопасности страны.

*Организация:*

ЦНИИ Эпидемиологии Роспотребнадзора

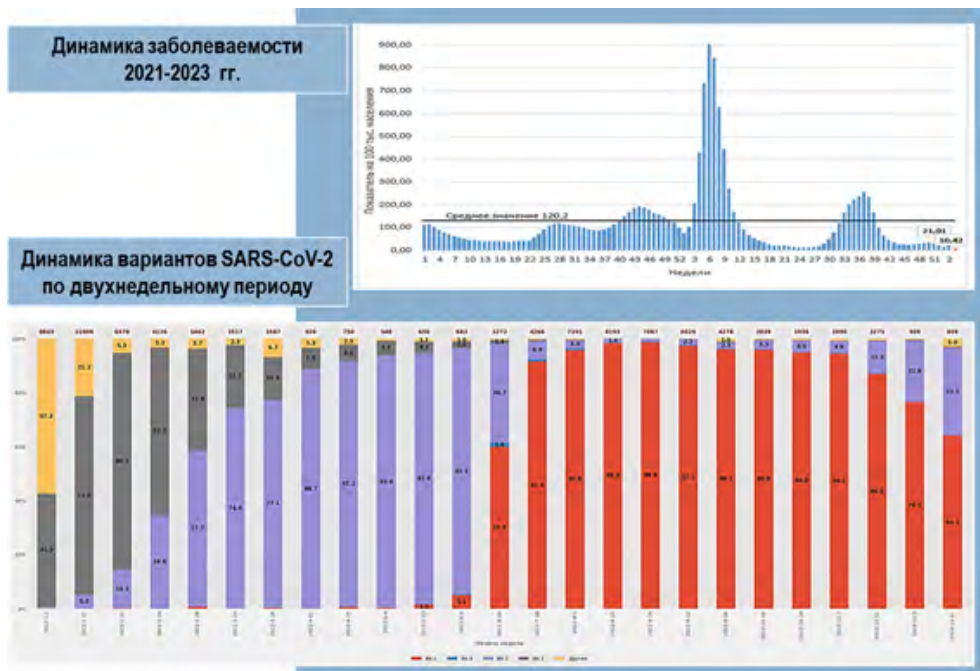


Рис. 118. Платформа VGARus – важнейший инструмент эпидемиологического надзора за инфекционными болезнями

## 2. Перфузионные методы и технологии для обеспечения трансплантации жизненно важных органов у детей и взрослых

Создана технология перфузии вне организма (*ex vivo*) донорских легких, позволяющая не только сохранять, но и реабилитировать донорский орган для трансплантации. Созданы отечественные системы вспомогательного кровообращения для двухэтапной трансплантации сердца у детей и взрослых (Рис. 119).

Новыми являются технологии *ex vivo* перфузии исходно скомпрометированных донорских легких, перфузионный раствор, одноразовые материалы.

Оригинальные конструкции отечественных систем вспомогательного кровообращения зарегистрированы в форме двух международных заявок на патенты.

Значимость: Увеличение доступности и числа трансплантаций сердца, легких для детей и взрослых, улучшение клинических результатов трансплантации. Разработанные технологии позволят отказаться от дорогостоящих зарубежных аналогов.

*Организация и основные публикации:*

НМИЦ трансплантологии и искусственных органов им. ак. В.И. Шумакова  
Минздрава России

*Готье С.В., Цирульникова О.М., Пашков И.В. и др.* Нормотермическая *ex vivo* перфузия изолированных легких в эксперименте с использованием отечественного перфузионного аппаратного комплекса. Вестник трансплантологии и искусственных органов. 2022; 24(2):94-101. <https://doi.org/10.15825/1995-1191-2022-2-94-101>

*Готье С.В., Цирульникова О.М., Пашков И.В. и др.* Оценка эффективности разработанного перфузионного раствора для нормотермической *ex vivo* перфузии легких по сравнению со Steen Solution™ (экспериментальное исследование). Вестник трансплантологии и искусственных органов. 2021;23(3):82-89. <https://doi.org/10.15825/1995-1191-2021-3-82-89>



**Рис. 119.** Инновационные технологии для обеспечения трансплантации жизненно важных органов у детей и взрослых

### **3. Разработка и производство металлоконструкций при деформациях и травмах позвоночника у детей раннего возраста – транспедикулярная спинальная система 3,5 мм**

Впервые в России разработана новая отечественная металлоконструкция для хирургического лечения детей первых лет жизни с врожденными деформациями позвоночника и тяжёлыми нестабильными переломами тел позвонков (Рис. 120).

Использование спинальной системы позволяет достичь 95–100% коррекции врожденной деформации позвоночника, стабилизировать только один позвоночно-двигательный сегмент при тяжелых переломах позвоночника с нормализацией сагиттального и фронтального профиля позвоночного столба.

Разработанная технология не оказывает отрицательного влияния на темпы роста и объём движений позвоночника в процессе развития ребёнка.

*Организация и основные публикации:*

НМИЦ детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера Минздрава России

Виссарионов С.В., Кокушин Д.Н., Филиппова А.Н. с соавт. Сравнительный анализ результатов хирургического лечения детей дошкольного и младшего школьного возраста с врожденной деформацией позвоночника при изолированном полупозвонке // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2022. – Т. 10. – №2. – С. 121–128. doi: 10.17816/PTORS100338



**Рис. 120.** Разработанные металлоконструкции и установочный инструментарий. Регистрационное удостоверение ФСР 2010/06876. Набор пластин, винтов, фиксаторов и инструментов для остеосинтеза. Производитель фирма Медин-Урал (г. Екатеринбург)

#### **4. Разработка таргетного препарата, обладающего выраженной противоопухолевой активностью**

Создана компьютерная программа моделирования молекулярной динамики процесса связывания веществ с биологической молекулярной мишенью – Биоэврика, которая оптимизирована для выполнения на современных вычислительных модулях CUDA с технологией массового параллелизма. На основе разработанной виртуальной модели синтезировано новое противоопухолевое



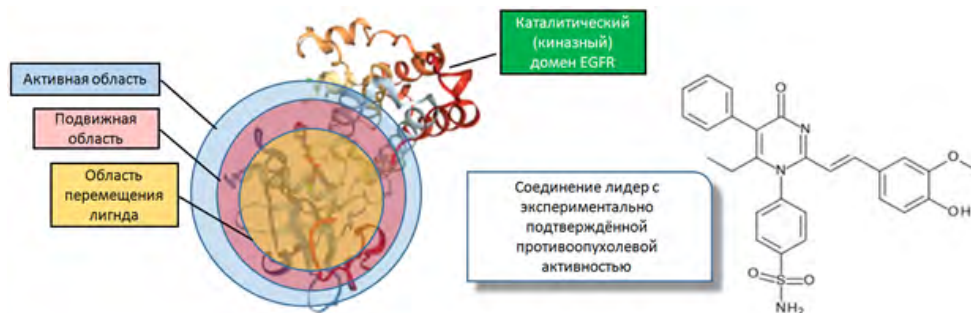
цитостатическое вещество Натриевая соль 4-{ 2-[2-(4-гидрокси-3-метоксифенил)-винил]-6-этил-4-оксо-5-фенил-4Н-пиримидин-1-ил}-бензсульфамида (производное оксопиримидина); обладает выраженной цитостатической активностью (Рис. 121), в результате которой происходит торможение роста меланомы В16/Ф10 (76,2%–99,9%), что способствует увеличению в 1,6 раза продолжительности жизни мышей линии С57ВL/6.

Перспективы применения: компьютерная программа Биоэврика позволит производить поиск и направленный синтез целевых противоопухолевых лекарственных препаратов с различными молекулярными механизмами действия, а также прогнозировать биологическую активность веществ при их взаимодействии с молекулярными мишенями (рецепторами и др.); импортозамещение известных зарубежных препаратов с выраженной противоопухолевой активностью – блокаторов рецепторов эпидермального фактора роста (EGF-R).

*Организация и основные публикации:*

НМИЦ онкологии Минздрава России

Кит О.И., Кодониди И.П., Глушко А.А., Франциянц Е.М., Оганесян Э.Т., Черников М.В., Каплиева И.В., Аненко Д.С., Чиряпкин А.С. Натриевая соль 4-{ 2-[2-(4-гидрокси-3-метоксифенил)-винил]-6-этил-4-оксо-5-фенил-4Н-пиримидин-1-ил}-бензсульфамида, обладающая противоопухолевым действием. Патент на изобретение RU 2 763 899 С1, Бюлл. №24 от 11.01.2022.



**Рис. 121.** Новый таргетный препарат, обладающий выраженной противоопухолевой активностью

## 5. Новые биомаркеры, определяющие риск когнитивных расстройств

Церебральная микроангиопатия (ЦМА), т.е. патологическое изменение вещества головного мозга вследствие поражения мелких артерий, является значимой причиной сосудистых, дегенеративных и смешанных когнитивных расстройств (КР), особенно у лиц пожилого возраста, а также основным моди-

фицируемым фактором риска болезни Альцгеймера. Крайне важной задачей является поиск инструментальных биомаркеров КР, определяющих индивидуальный прогноз пациентов.

В исследовании изучались биомаркеры КР при ЦМА на основании данных наиболее современных режимов нейровизуализации и параметров крови. Диффузионно-тензорная МРТ (ДТ-МРТ) проводилась у 188 пациентов с ЦМА и 53 здоровых добровольцев на 2 высокопольных томографах. В анализ включались значения 29 областей интереса для 4 метрик ДТ-МРТ. Согласно модели бинарной логистической регрессии, наибольшей предсказательной способностью в отношении КР обладает величина аксиальной диффузии в заднесреднем отделе мозолистого тела: превышение ее порогового значения (0,002) позволяет сделать заключение о высокой вероятности развития КР. Оценка индивидуальной чувствительности к воздействию на эритроциты натрия хлорида по показателям соль-чувствительности и осморезистентности проводилась у 125 пациентов с ЦМА и 19 здоровых добровольцев. Превышение порогового значения соль-чувствительности (8,5 мм/ч) сопряжено с такими проявлениями ЦМА, как выраженная гиперинтенсивность белого вещества, повышенная проницаемость гематоэнцефалического барьера, микроструктурные изменения вещества мозга, нарушения ходьбы, а превышение порогового значения осморезистентности (0,62 ед.аб.) – с когнитивными и психоэмоциональными расстройствами. Связь повышенной соль-чувствительности и осморезистентности с тяжестью клинических и МРТ-признаков позволяют рассматривать их как самостоятельные факторы риска развития ЦМА.

Установленные предикторы КР раскрывают механизмы поражения головного мозга при ЦМА, могут использоваться в качестве инструментальных биомаркеров КР и определяют индивидуальные направления профилактики.

#### *Организация и основные публикации:*

ФГБНУ «Научный центр неврологии

1. Добрынина Л. А., Гаджиева З. Ш., Шамтиева К. В. и соавт. Предикторы и интегративный показатель тяжести когнитивных расстройств при церебральной микроангиопатии. Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. 2022;122(4):52–60.

2. Добрынина Л. А., Шабалина А. А., Шамтиева К. В. и соавт. Соль-чувствительность и осморезистентность – факторы риска возраст-зависимой церебральной микроангиопатии. Журнал неврологии и психиатрии им. С. С. Корсакова. 2021; 121(3): 77–85.

3. Dobrynina LA, Gadzhieva ZS, Shamtieva KV et al. Microstructural Predictors of Cognitive Impairment in Cerebral Small Vessel Disease and the Conditions of Their Formation. *Diagnostics*. 2020; 10(9):720.





Рис. 122. Новые биомаркеры, определяющие риск когнитивных расстройств

## 6. Органосохраняющее и функциональное хирургическое лечение детей с опухолями головы и шеи

Внедрение органосберегающих методик, которые позволяют точно подвести необходимую дозу нужного лекарственного препарата на внутриглазную опухоль – ретинобластому как в сочетании с системной химиотерапией (СХТ), так и в монорежиме.

Возможные сферы применения: офтальмоонкология, органосохраняющее лечение при ретинобластоме в рамках высокотехнологической медицинской помощи.

*Организация:*

НМИЦ онкологии им. Н.Н. Блохина, НИИ детской онкологии и гематологии им. академика РАМН Л.А. Дурнова.

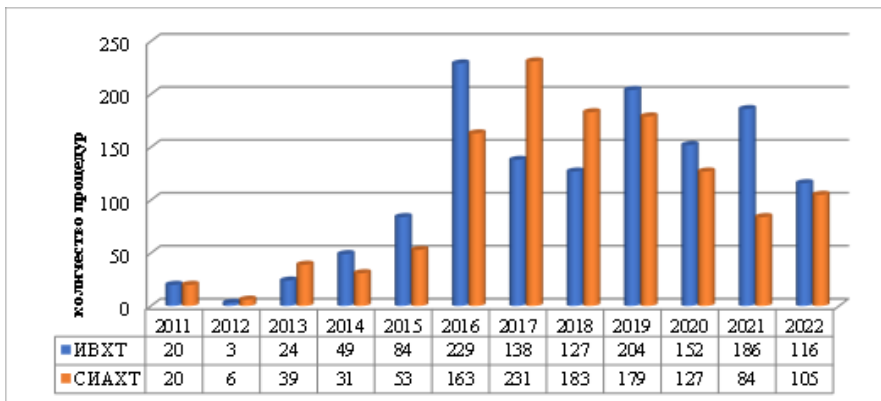


Рис. 123. Количество процедур у детей с ретинобластомой, кому проведено органосохраняющее лечение

## 7. Циркулирующая микроРНК miR-499 как потенциальный маркер гипертрофической кардиомиопатии, вызванной мутациями в гене MYH7

Гипертрофическая кардиомиопатия (ГКМП) – самое распространенное наследственное заболевание миокарда со значительной генетической гетерогенностью. Регуляторные некодирующие молекулы микроРНК, способные свободно циркулировать в плазме крови, могут стать новыми перспективными биомаркерами патологических процессов, происходящих при ГКМП, повысить точность диагностики и способствовать лучшему пониманию механизма формирования фенотипа заболевания для последующей разработки патогенетического лечения.

Проведенное нами полное профилирование микроРНК плазмы крови у пациентов с ГКМП и здоровых индивидов впервые выявило значимые различия уровней miR-499-5p между этими группами. Второй, валидационный, этап исследования показал, что пациенты с ГКМП, носители распространенных мутаций в гене *MYH7*, имели значимо более высокие уровни miR-499a-5p по сравнению как с больными, носителями мутаций в гене *MYBPC3* ( $p = 0.0003$ ), так и с другими больными ( $p = 0.0008$ ), а также по сравнению с контролем ( $p < 0.0001$ ) (Рис. 124). MiR-499a-5p оказался высокоспецифичным циркулирующим биомаркером ГКМП, вызванной мутациями в гене *MYH7* ( $AUC = 0.95$ ). Полученные результаты впервые продемонстрировали возможности генотип-ориентированного подхода при поиске маркеров ГКМП.

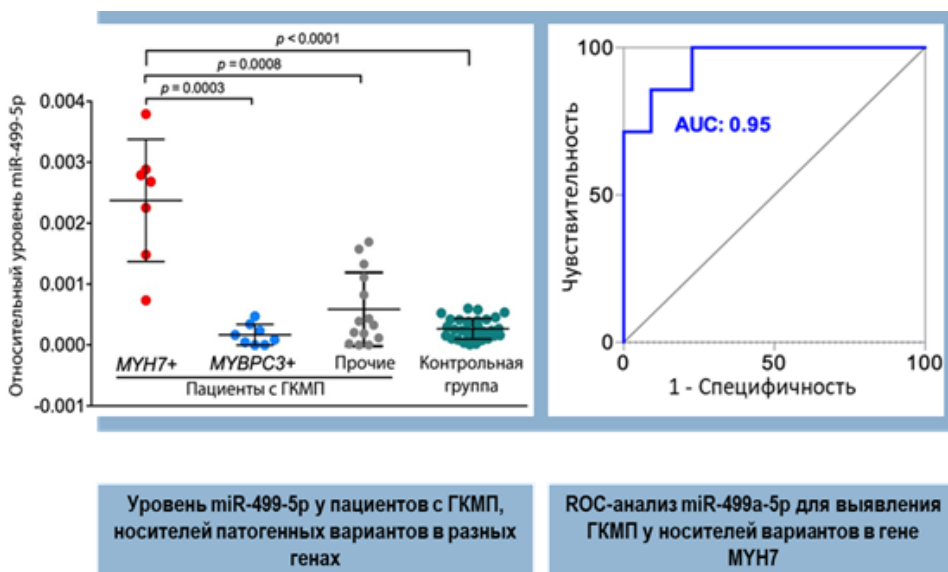


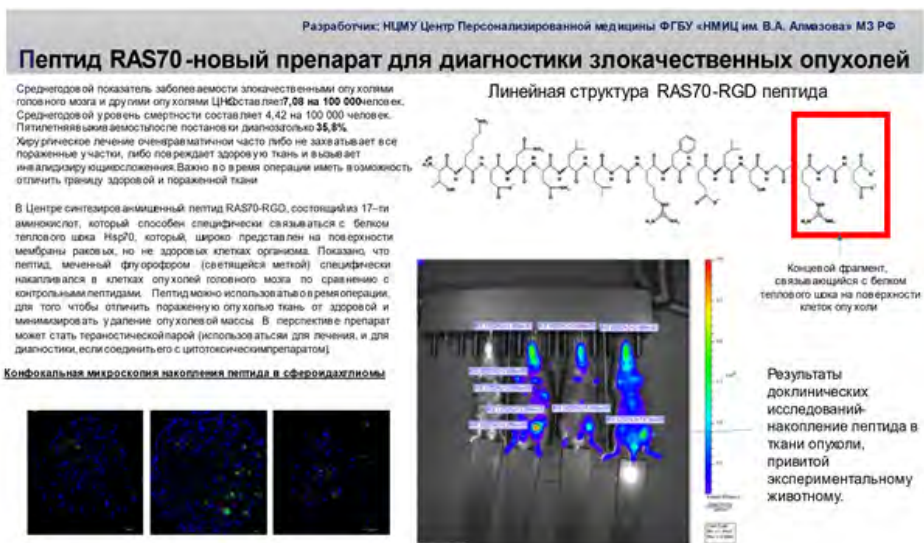
Рис. 124. Относительные уровни miR-499-5p в плазме крови пациентов с ГКМП, несущих мутации в генах *MYH7* и *MYBPC3*, всех прочих пациентов и в контрольной группе здоровых

## 8. Новый препарат для диагностики злокачественных опухолей ЦНС на основе пептида RAS70-RGD

Синтезирован мишеный пептид RAS70-RGD, состоящий из 17-ти аминокислот, который способен специфически связываться с белком теплового шока Hsp70, который, в свою очередь, широко представлен на поверхности мембраны раковых, но не здоровых клеток организма. По данным конфокальной микроскопии было показано, что пептид, меченный флуорофором (светящейся меткой) специфически накапливался в клетках опухолей головного мозга по сравнению с контрольными пептидами. Эти же результаты были подтверждены по данным проточной цитометрии и другими методиками. На клеточных линиях глиобластомы с моделированием гемато-энцефалического барьера (ГЭБ) было показано, что пептид RAS70-RGD способен преодолевать барьер, накапливаясь в раковых клетках. Это чрезвычайно важно для препарата, нацеленного на опухоли мозга, поскольку другие диагностические препараты плохо проникают в нервную ткань. Полученные данные подтверждают необходимые мишенные свойства пептида, что позволяет рассматривать его как перспективный препарат для использования во время операции, для того чтобы отличить пораженную опухолью ткань от здоровой и минимизировать удаление опухолевой массы. В перспективе препарат может стать тераностической парой (использоваться и для лечения, и для диагностики).

*Организация:*

НМИЦ им. В. А. Алмазова Минздрава России



**Рис. 125.** Создание нового препарата для диагностики злокачественных опухолей ЦНС на основе пептида RAS70-RGD

## 9. Разработана новая эффективная форма противотуберкулезного препарата рифампицина

Один из подходов ингибирования (мультилекарственный транспортер, опосредующий снижение эффективности химиотерапии) связан с активацией фагоцитоза, приводящего к снижению функциональной активности Р-гр. В отличие от свободного рифампицина (RIF), проникающего в клетки путем диффузии, новая форма противотуберкулезного препарата, инкапсулированного в полимер молочной кислоты (RIF-PLLA), попадает в макрофаги путем эндоцитоза/фагоцитоза. Полимер молочной кислоты разрешен к медицинскому применению, что является его серьезным преимуществом перед другими формами биоразлагаемых полимеров. Выявлены новые ценные терапевтические свойства новой формы рифампицина: он нетоксичен для клеток человека, активирует фагоцитоз в макрофагах человека, в результате чего ингибируется активность Р-гр.

Новый препарат предназначен для повышения эффективности лечения туберкулеза легких. Разработка инкапсулированных противотуберкулезных препаратов – активаторов фагоцитоза, направленно влияющих на определенные свойства макрофагов человека, имеет высокую практическую значимость для клинической медицины.

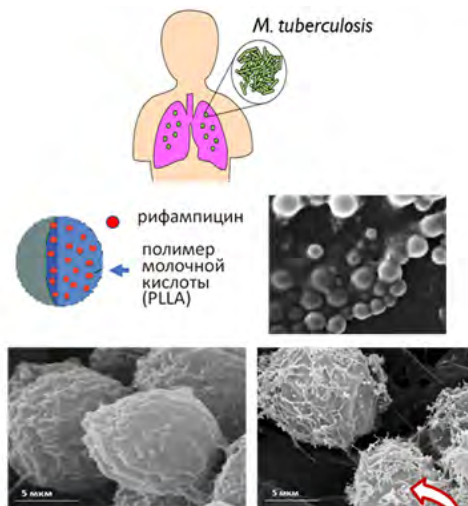
*Организация и основные публикации:*

ЦНИИ туберкулеза

Ерохина М.В., Павлова Е.Н., Тарасова Е.К., Курьнина А.В., Поташникова Д.М., Лепеха Л.Н., Эргешов А.Э., Онищенко Г.Е. Наночастицы полимера молочной кислоты с рифампицином снижают активность мультилекарственного транспортера Р-гр в макрофагах человека. *Вестник Московского университета.*

*Серия 16: Биология*, издательство Изд-во Моск. ун-та (М.), 2022, том 77, № 3, с. 166-172

M. V. Erokhina, E. N. Pavlova, E. K. Tarasova, A. V. Kurygina, D. M. Potashnikova, L. N. Lepekha, A. E. Ergeshov, and G. E. Onishchenko. Nanoparticles of lactic acid polymer with rifampicin decrease the p-gp multidrug transporter activity in human macrophages. *Moscow University Biological Sciences Bulletin*, 77(3):166–172, 2022.



Активация фагоцитоза в макрофагах при действии RIF-PLLA NPs

**Рис. 126.** Новая эффективная форма противотуберкулезного препарата рифампицина

## 10. Первый в России и мире опыт применения селективного ингибитора семейства янус-киназ (ЯК) тофацитиниба для лечения орфанного заболевания – прогрессирующей оссифицирующей фибродисплазии (ФОП) у детей

В НИИ ревматологии им. В.А. Насоновой впервые в мире и России получен опыт применения селективного ингибитора янус-киназ (ЯК) – тофацитиниба для лечения прогрессирующей оссифицирующей фибродисплазии (ФОП) у детей (Рис. 127). Применение тофацитиниба у 19 детей с ФОП позволило достигнуть практически полного подавления локальной активности в области очагов (узлов), прекращение приема глюкокортикоидов у всех 9 пациентов, имевших выраженную «стероидозависимость», улучшение подвижности крупных суставов (плечевых, локтевых) и шейного отдела позвоночника при отсутствии нежелательных реакций. У 9 пациентов, подвергшихся повторному инструментальному обследованию, наблюдалась значительная регрессия активности поражения илео-сакральных и тазобедренных суставов по данным МРТ. У 15 из 19 пациентов на фоне терапии тофацитинибом количество «вспышек» заболевания снизилось в среднем с 7 (от 2 до 12) до 0-

*Организация:*

НИИ ревматологии им. В.А. Насоновой.

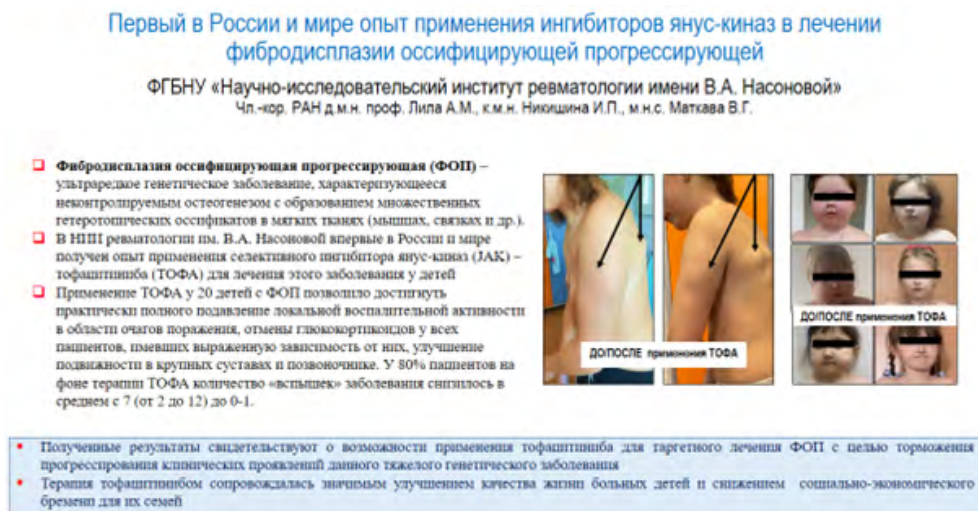


Рис. 127. Уникальный опыт применения ингибиторов янус-киназ в лечении оссифицирующей прогрессирующей фибродисплазии

## **11. Дифференцировочная терапия – новый подход к лечению глиомы головного мозга человека**

На данный момент не существует эффективного способа лечения глиомы мозга человека. Принципиально новый подход к лечению глиомы («дифференцировочная терапия») основан на цитостатическом воздействии на опухолевые клетки направленно созданной молекулы (ДНК-аптамер (bi(AID-1-T)) в комбинации с молекулами-индукторами, управляющими каскадами нейрогенеза (SB431542, LDN-193189, Purmorphamine, BDNF). При временном торможении деления опухолевых клеток после воздействия аптамера, молекулы-индукторы способны направить дифференцировку клеток опухоли в зрелое состояние, прекращая пролиферацию по опухолевому типу. При этом, большинство опухолевых клеток после такого воздействия погибают по апоптотическому пути, а непогибшие опухолевые клетки теряют свою злокачественность и дифференцируются в зрелое состояние. Дифференцировочная терапия эффективна и для опухолевых стволовых клеток глиомы, устойчивых к химиотерапии и лучевой терапии.

**Ценность:** Лучевая терапия и химиотерапия приводят к некротической гибели значительных пул опухолевых клеток, но при этом устойчивые к терапии клетки вызывают рецидив заболевания, который более агрессивен по сравнению с исходной опухолью. При лучевой терапии и химиотерапии страдают и клетки нормы (здоровые клетки организма). Дифференцировочная терапия предлагает не «убивать» опухолевые клетки, а стимулировать их к дифференцировке, что блокирует их злокачественные свойства.

**Применение:** Предложенный новый подход может кардинально изменить путь терапии глиомы, приводя к остановке роста опухоли и апоптозу клеток без некрозов и рецидивов. Дифференцировочная терапия разрабатывается для лечения глиом разной степени злокачественности. При успешности исследований возможна разработка аналогичного принципа для других типов злокачественных опухолей.

### *Организация:*

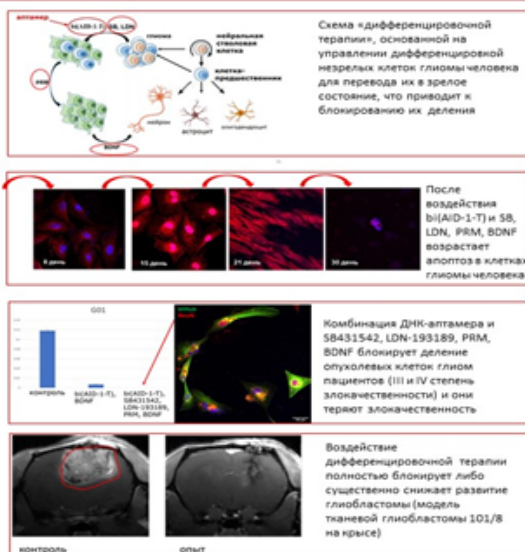
НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко, ИВНД и НФ РАН, МГУ им. М.В. Ломоносова



## ДИФФЕРЕНЦИРОВОЧНАЯ ТЕРАПИЯ – НОВЫЙ ПОДХОД К ЛЕЧЕНИЮ ГЛИОМЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА (НМИЦ нейрохирургии им. ак. Н.Н. Бурденко совместно с ИВНД и НФ РАН и МГУ)

- Принципиально новая концепция лечения глиом
- Основана на стимулировании созревания опухолевых клеток с потерей их способности делиться
- Созревание (дифференцировку) клеток стимулирует комплекс из специально разработанной молекулы - ДНК-аптамера и малых молекул (нейтральных индукторов)
- Подход эффективен для опухолевых клеток глиомы, устойчивых к химиотерапии и лучевой терапии

Pavlova G, Kolesnikova V, Samoylenkova N, Drozd S, Revishchin A, Shamadykova D, Usachev DY, Kopylov A. A Combined Effect of G-Quadruplex and Neuro-Inducers as an Alternative Approach to Human Glioblastoma Therapy. *Front Oncol.* 2022 Apr 28; 12:880740. doi: 10.3389/fonc.2022.880740.



**Рис. 128.** Концепция дифференцировочной терапии глиом головного мозга и ее успешная реализация в эксперименте на клеточных культурах и животных моделях

## 12. Разработка технологий спасения жизни и конечностей раненых и пострадавших с тяжелыми повреждениями живота, таза, конечностей

При поддержке программы академического лидерства «Приоритет-2030» в 2022 году проведен комплекс экспериментальных работ (на крупных (свиньи и овцы) и средних (кроли) биообъектах), направленных на изучение эффективности разработанной гемостатической пенополиуретановой композиции для остановки продолжающегося внутрибрюшного кровотечения и оценку возможности применения метода экстракорпоральной перфузии конечности (ЭПК) при ее тяжелой ишемии. Дополнительно обе эти технологии были успешно апробированы в ходе военно-медицинских учений «Очаг-2022».

Впервые в мире применен разработанный метод ЭПК, заключающийся в формировании контура экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО), подключаемого вне зоны повреждения магистральной артерии и позволяющего нагнетать кровь в ишемизированную конечность из любой магистральной вены нижней или верхней половины туловища до момента окончательного восстановления кровотока (Рис. 129). После эксперимента на 21 животном, показавшем сохранение достаточного уровня перфузии, возможности временной ЭПК также были изучены на кадаверном материале. Во всех 5 слу-

чаях удалось запустить кровоток в конечность, что было подтверждено данными ангиографии. После того как было показано, что ЭПК является технически осуществимой, эта технология была впервые реализована в условиях клиники. Для остановки продолжающегося внутрибрюшного кровотечения разработана и изучена гемостатическая активность внутрибрюшного введения препаратов на основе хитозана и пенополиуретана, в том числе в сочетании с методом внешней компрессии области живота. По результатам исследования были отобраны две эффективные рецептуры на основе 5% лактат хитозана (гель) и 20% формиат хитозана (паста) с возможностью доставки путем лапароцентеза и прямого нанесения на источник кровотечения соответственно. Выявлена достаточно высокая гемостатическая активность, отмечена локальная реакция воспалительного характера со стороны брюшины, которая была наиболее выражена для препарата на основе 20% формиат хитозана. Установлено, что к концу 21-х суток наблюдения (группа с максимальным сроком эксперимента) процессы биодegradации продолжаются – основная масса препарата потеряла более половины своего веса от первоначального.

Разработанные технологии перспективны для внедрения в алгоритмы оказания помощи раненым и пострадавшим мирного и военного времени, в том числе при оказании догоспитальной помощи.

#### *Организация:*

Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова Минобороны России



**Рис. 129.** Экстракорпоральная перфузия ишемизированной конечности в эксперименте



# СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

## 1. Новый биофунгицид РИЗОФАЙТ

Создан новый микробиологический препарат биофунгицид на основе эндофитной бактерии *Bacillus amyloliquefaciens*, штамм P20, который способен ингибировать рост фитопатогенных грибов *Rhizoctonia solani*, а также *Fusarium solani*, *F.culmorum*, *F.oxysporum* и *Alternaria solani*. В производственных опытах, проведенных в условиях Ленинградской области, прибавка урожая клубней картофеля сорта Чароит к контролю без использования химических средств защиты составила 7,95 т/га (39%), а в схеме производственного опыта – 10,63 т/га (60%). По итогам испытаний РИЗОФАЙТ рекомендован в качестве протравителя для предотвращения почвенной инфекции, вызываемой фитопатогеном *Rhizoctonia solani*.

Организация:

ВНИИ сельскохозяйственной метеорологии



Рис. 130.1. Влияние препарата РИЗОФАЙТ на формирование клубней картофеля (1 – чистый контроль, 2 – химический контроль, 3 – химический контроль + РИЗОФАЙТ)



Рис. 130.2. Влияние препарата РИЗОФАЙТ на развитие растений картофеля (слева – химический контроль, справа – химический контроль + РИЗОФАЙТ)

## 2. Сорт озимой мягкой пшеницы Восток

Сорт озимой мягкой пшеницы Восток (Рис. 131) короткостебельный 80-95 см, среднеспелый. Сорт отличается высокой зерновой продуктивностью. Максимальная урожайность по предшественнику пар – 13 т/га, превысив стандарт-

ный сорт Льговская 4 на 4,2 т/га. Мукомольные и хлебопекарные качества зерна сорта высокие. Характеризуется высоким содержанием белка 16%. Среднее содержание клейковины 30%. Общая хлебопекарная оценка 4,4 балла, хлеб отличается хорошей эластичностью и пористостью. Натура зерна 785–809 г/л, масса 1000 зёрен 38–40г.

Сорт показывает высокую устойчивость к бурой и жёлтой видам ржавчины, мучнистой росе. Устойчив к фузариозу колоса и зерна. Умеренно устойчив к стеблевой ржавчине, септориозу и вирусным болезням. Восприимчив к твёрдой головне. Засухоустойчивость и жаростойкость сорта повышенные, зимоморозостойкость средняя, на уровне озимой пшеницы Безостая 1. Рекомендуется к использованию в производстве по пропашным предшественникам, в т.ч. и по фузариоопасным, на среднем и высоком агрофоне.

*Организация:*

Национальный центр зерна имени П.П. Лукьяненко



**Рис. 131.** Сорт озимой мягкой пшеницы ВОСТОК

### **3. Гибрид кукурузы Престиж ФАО 500**

Гибрид кукурузы Престиж ФАО 500 (Рис. 132) среднепоздний (период всходы-цветение початка – 68 суток), с хорошим начальным развитием создан с целью производства зерна и силоса. Устойчив к прикорневому полеганию и ломкости стебля ниже початка при перестое и поражению пузырчатой головней. Отзывчив на интенсивные условия выращивания, но и в полуинтенсивных

условиях дает стабильно высокий урожай. Средняя урожайность за годы изучения 7,2 т/га, что на 1,3 т/га выше стандарта Машук 480 СВ. Семеноводство гибрида ведется на фертильной основе с обрыванием метелок. Высота растений 235–245 см, прикрепление початка 90–100 см. Угол между пластиной и стеблем от маленького до среднего, положение листа изогнутое. Метелка средней плотности, боковые веточки прямые. Початок слабо конической формы, длиной 20–21 см. Стержень початка светло-розовый. Количество рядов зерен 16–18. Товарное зерно зубовидного типа. Окраска верхней части зерна желтая, нижней – желто-оранжевая.

*Организация:*  
ФГБНУ ВНИИ кукурузы



**Рис. 132.** Гибрид кукурузы ПРЕСТИЖ ФАО 500

#### **4. Сорт картофеля Самородок**

Сорт картофеля Самородок (Рис. 133) среднеранний, столовый для диетического питания. Растения средней высоты, стеблевого типа. Многостебельный. Высокоурожайный – до 50 т/га, содержание крахмала – 10–16%. Клубни крупные, удлинено-овальные, красного цвета с гладкой кожурой. Глазки средней глубины. Мякоть клубней розовая. Вкусовые качества хорошие и отличные. Клубни при варке среднерассыпчатые, не темнеющие. Лежкость хорошая. Сорт обладает устойчивостью к раку и нематоду, вирусным болезням и фитофторозу по клубням. Относительно устойчив к парше, ризоктонии и бактериозам. Хорошо переносит жару и засуху. Сорт предлагается для возделывания в Центральном регионе Российской Федерации.

*Организация:*  
ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха





**Рис. 133.** Сор't картофеля САМОРОДОК

## **5. Сор't подсолнечника Консул**

Сор't подсолнечника Консул (Рис. 134) раннеспелый, кондитерский. Отличается высокой продуктивностью, повышенным уровнем автофертильности и заразиховыносливостью к основным расам паразита. Устойчив к полеганию, засухе, возбудителю ложной мучнистой росы (расы 310, 330, 710, 730). Вегетационный период – 93 суток. Урожайность в среднем за три года – 3,30 т/га, масличность – 46,5%, масса 1000 семян – 140 г.

*Организация:*  
ФГБНУ ФНЦ ВНИИМК



**Рис. 134.** Сор't подсолнечника КОНСУЛ

## 6. Вакцина против инфекционного атрофического ринита и пастереллеза свиней инактивированная и способ её получения

Вакцина против инфекционного атрофического ринита и пастереллеза свиней инактивированная и способ её получения (рис. 135). Вакцина обеспечивает продолжительный и напряженный иммунитет у вакцинированных свиней против инфекционного атрофического ринита и пастереллеза. Содержит следующие компоненты из расчета на 2 см<sup>3</sup> препарата (иммунизирующая доза): инактивированный формалином протективный антиген штамма *Bordetella bronchiseptica* B-1341 – 6 млрд мкр кл.; *Pasteurella multocida* B-1308 тип D – 3 млрд мкр кл.; *Pasteurella multocida* B-1303 тип A – 3 млрд мкр кл., а также фармацевтически приемлемые целевые добавки. Способ получения вакцины против инфекционного атрофического ринита и пастереллеза свиней инактивированной позволяет создать вакцину с повышенной стабильностью, антигенной и иммуногенной активностью, расширить подходы и способы изготовления поливалентных инактивированных вакцин, направленных на специфическую профилактику инфекционных болезней свиней.

Предназначена для использования ветеринарными специалистами на свинокомплексах и свиноводческих хозяйствах для специфической профилактики инфекционных патологий, вызванных бактериями видов *Bordetella bronchiseptica* и *Pasteurella multocida* (инфекционный атрофический ринит и пастереллез свиней). Патент № 2763991.

*Организация:*  
ФГБНУ ФНЦ ВИЭВ РАН



**Рис. 135.** Вакцина против инфекционного атрофического ринита и пастереллеза свиней. Инактивированная

## 7. Аутосексная порода кур Царскосельская

Аутосексная порода кур Царскосельская (Рис. 136). Крупная птица с высокими показателями скорости роста, массы яйца и адаптационными свойствами. Живая масса кур составляет 2,5–3 кг, петухи достигают живой массы 3,5–4 кг. Хвост темно-полосатый, гребень листовидный, ушные мочки красные, цвет кожи и ног желтый. Окраска скорлупы яиц – светло-коричневая, масса яиц – 58–61 г.

Предназначена для использования в условиях КФХ, производства органических продуктов птицеводства и создания мясных гибридов на птицеводческих предприятиях в различных регионах России.

*Организация:*

ВНИИГРЖ – филиал ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста.



Рис. 136. Аутосексная порода кур Царскосельская

## 8. Интеллектуальная система управления климатом в замкнутых экосистемах для селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур

Интеллектуальная система управления климатом в замкнутых экосистемах для селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур (Рис. 137) предназначена для ведения селекционного процесса зерновых, овощных и технических культур в контролируемых условиях окружающей среды. Система включает датчики для контроля физиологического состояния растений с обратной связью по жизненно важным параметрам, контроля и управления микроклиматическими факторами климатермосветокамеры. Система позволяет ускорить селекционный процесс в 1,5–2 раза и повысить конкурентоспособность производства отечественных семян. Управление замкнутой экосистемой осуществляется через сенсорную панель с интуитивно понятным графическим

отображением режимов работы. Рекомендуется к применению в селекционных центрах и экстремальных климатических условиях. Патенты №№ 2022611267, 2022611514, 2022611069, 2780199.

*Организация:*

ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»



**Рис. 137.** Камера искусственного климата

ДОКЛАД  
О РЕАЛИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ  
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
И О ВАЖНЕЙШИХ  
НАУЧНЫХ ДОСТИЖЕНИЯХ,  
ПОЛУЧЕННЫХ РОССИЙСКИМИ  
УЧЕНЫМИ

Формат 70x100 1/16  
Гарнитура Times  
Усл.-п. л. 26,98. Уч.-изд. л. 20,5  
Тираж 250 экз.

Издатель – Российская академия наук

Верстка и печать – УНИД РАН  
Отпечатано в экспериментальной цифровой типографии РАН

Издается по решению Научно-издательского совета  
Российской академии наук (НИСО РАН) от 01.02.2022 г.  
и распространяется бесплатно