



Российская Академия Наук

ДОКЛАД
О СОСТОЯНИИ
фундаментальных наук
в Российской Федерации
и о важнейших
научных достижениях
российских ученых
в 2014 году

МОСКВА



ДОКЛАД
О СОСТОЯНИИ
фундаментальных наук
в Российской Федерации
и о важнейших
научных достижениях
российских ученых
в 2014 году

УДК 001
ББК 72
Д63

ISBN 978-5-02-039158-1

© Российская академия наук, 2015
© Редакционно-издательское оформление.
Издательство «Наука», 2015

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
I. ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ НАУКА РОССИИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ	7
1. Государственная научно-техническая политика и ее законодательное обеспечение	7
2. Институциональная структура фундаментальных научных иссле- дований	9
3. Приоритетные направления развития фундаментальных исследований	9
4. Финансовое обеспечение фундаментальных научных исследований	11
5. Финансирование научных исследований государственными научными фондами	13
6. Научные кадры высшей квалификации	16
7. Материально-техническая база.....	19
8. Научно-издательская деятельность	20
9. Проблемы практического использования результатов фундаментальных исследований	21
10. Роль фундаментальной науки и научного сообщества в принятии госу- дарственных решений	21
11. О прогнозе фундаментальных научных исследований в Российской Федерации (прогноз до 2030 г.)	23
12. Место России в мировом научном процессе	24
Выводы и рекомендации	25
II. СОСТОЯНИЕ ОТРАСЛЕЙ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ И ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ	27
Математические науки	27
Физические науки	41
Нанотехнологии и информационные технологии.....	64
Энергетика, машиностроение, механика и процессы управления.....	87
Химия и науки о материалах.....	98
Биологические науки.....	109
Физиология и фундаментальная медицина	118

Медицинские науки.....	123
Науки о Земле	169
Общественные науки.....	201
Глобальные проблемы и международные отношения	212
Историко-филологические науки	215
Сельскохозяйственные науки.....	222
III. СОСТОЯНИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ	
В ОБЛАСТИ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬНЫХ НАУК	
И ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ.....	244
IV. СОСТОЯНИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ В ОБЛАСТИ	
ОБРАЗОВАНИЯ И ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ.....	263
V. СОСТОЯНИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ	
В ОБЛАСТИ ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОГО ИСКУССТВА И ВАЖНЕЙШИЕ	
НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ	291
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	296
Принятые сокращения.....	297
ПРИЛОЖЕНИЕ. О работе Российской академии наук по выполне-	
нию положений 253-ФЗ «О Российской академии наук, реорганизации	
государственных академий наук и внесении изменений в отдельные	
законодательные акты Российской Федерации»	313

ВВЕДЕНИЕ

Настоящий доклад подготовлен в соответствии с подпунктом 3 пункта 2 ст. 7 Федерального закона 253-ФЗ «О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», согласно которому Российская академия наук ежегодно представляет Президенту Российской Федерации и в Правительство Российской Федерации доклады о состоянии фундаментальных наук в Российской Федерации, о важнейших научных достижениях, полученных российскими учеными.

Фундаментальная наука во всем мире рассматривается как важнейший ресурс развития экономики, общества, государства, как основа современных технологий, качественного образования, неотъемлемая часть культуры и интеллектуального потенциала нации.

Основу доклада составляют материалы, подготовленные Отделениями РАН, государственными академиями наук, государственными научными центрами, национальными исследовательскими центрами, госкорпорациями, ведущими университетами. По результатам анализа даются рекомендации о проведении мероприятий, направленных на совершенствование системы организации фундаментальных научных исследований и повышение эффективности фундаментальных научных исследований.

В 2014 г. принят ряд важнейших документов, определяющих государственную политику в области развития науки и технологий.

Выпущены постановления Правительства Российской Федерации:

от 27 июня 2014 г. № 589 «Об утверждении устава федерального государственного бюджетного учреждения «Российская академия наук»;

от 5 июня 2014 г. № 521 «Об утверждении Положения о порядке и сроках согласования и утверждения кандидатур на должность руководителя научной организации, переданной в ведение Федерального агентства научных организаций»;

от 30 июля 2014 г. № 718 «Об утверждении Правил направления научно-технических программ и проектов на экспертизу в федеральное государственное учреждение «Российская академия наук»;

от 14 ноября 2014 г. № 1195 «О предоставлении научными организациями и образовательными организациями высшего образования, осуществляющими за счет бюджетных средств фундаментальные научные исследования, в Российскую академию наук отчетов о проведенных фундаментальных

научных исследованиях и поисковых научных исследованиях, о полученных научных и (или) научно-технических результатах».

10 сентября 2014 г. заключено Соглашение между Федеральным агентством научных организаций и федеральным государственным бюджетным учреждением «Российская академия наук».

Основной потенциал фундаментальной науки сконцентрирован в академическом секторе науки, секторе высшего образования, государственных научных центрах, национальных исследовательских центрах.

Российская академия наук осуществляет свою деятельность в целях обеспечения преемственности и координации фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований, проводимых по важнейшим направлениям естественных, технических, медицинских, сельскохозяйственных, общественных и гуманитарных наук, экспертного научного обеспечения деятельности органов государственной власти, научно-методического руководства научной и научно-технической деятельностью научных организаций и образовательных организаций высшего образования. Фундаментальные исследования в академическом секторе выполняются силами 816 научных организаций и составляют около 70% от общего объема научных исследований.

В секторе высшего образования заметный объем исследований выполняют примерно 90 организаций (в том числе МГУ им. М.В. Ломоносова, СПбГУ, 10 федеральных университетов, 29 национальных исследовательских университетов и около 50 вузов, реализующих программы развития), при этом доля фундаментальной науки составляет около 30% от общего объема затрат на исследования и разработки в вузах. Доля научного сектора высшего образования в общей численности организаций, проводящих исследования и разработки, составляет около 21%.

Сеть государственных научных центров (далее – ГНЦ РФ) объединяет 48 научных организаций России. Согласно данным Ассоциации ГНЦ «Наука», фундаментальные научные исследования выполняют 35 ГНЦ РФ.

Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» (далее – НИЦ «КИ») является одним из ведущих научных центров России, где сосредоточен научный, технологический и кадровый потенциал, необходимый для развития принципиально новых отраслей науки и технологий, разработки и освоения перспективных производственных технологий на основе крупных, уникальных исследовательско-технологических мегаустановок и комплексов (мегасайенс).

На фоне существенного в последние десятилетия повышения роли науки в ведущих государствах востребованность отечественной фундаментальной науки продолжала оставаться низкой. При этом потенциальные возможности отечественной фундаментальной науки свидетельствуют, что при условии достаточного финансирования может быть достигнут высокий уровень развития по большинству важнейших наукоемких направлений исследований, имеющих первостепенное значение для инновационного развития страны.

* * *

Доклад подготовлен Научно-организационным управлением РАН на основе материалов, подготовленных Отделениями РАН, государственными академиями наук, государственными научными центрами, национальными исследовательскими центрами, госкорпорациями, ведущими университетами.

I. ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ НАУКА РОССИИ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

1. Государственная научно-техническая политика и ее законодательное обеспечение

Фундаментальная наука является одним из важнейших стратегических факторов развития государства и общества. Фундаментальная наука развивается в соответствии со своими внутренними закономерностями, однако возможность их проявления зависит от целевых установок государства, выделяемых ресурсов, используемых инструментов государственной научной политики. *Развитие фундаментальных исследований представляет собой инвестиции в будущее.*

Развитие фундаментальной науки предполагает четкое позиционирование властью роли науки в развитии государства. Падение самооценности познавательной деятельности ниже определенного критического уровня не может быть компенсировано даже значительным приростом затрат на исследования. Кроме того, требуется высокий уровень культуры общества, стимулирующей толерантное отношение к труду ученых на благо будущих поколений.

В настоящее время, когда страна поставлена в новые условия санкциями и экономическим кризисом, настало время серьезно пересмотреть приоритеты и механизмы управления наукой, техникой и инновациями. Необходимо разработать и принять новую доктрину развития российской науки, как систему взглядов на роль и значение науки в обеспечении социально-экономического развития страны, а также сформулировать принципы государственного регулирования научной деятельности¹.

На основе доктрины необходимо сформировать новую государственную научно-технологическую политику, ориентированную на достижение в долгосрочной перспективе технологического паритета со странами-технологическими лидерами. В мировой практике подобная постановка задачи не нова – именно так ставили задачу развития Евросоюз, Финляндия, Китай и многие другие страны, совершившие в конце прошлого — начале этого века существенный технологический рывок.

Политические документы должны составить основу для выработки нового научного законодательства, определяющего механизмы достижения поставленных целей.

Федеральный закон от 23 августа 1996 г. № 127-ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике» уже не отвечает требованиям времени.

¹ Доктрина развития российской науки была принята в 1996 г. Указом Президента Российской Федерации от 13 июня 1996 г. № 884.

На протяжении последних 15 лет в указанный закон вносились многочисленные изменения, которые далеко не всегда были направлены на развитие научного потенциала страны. Так, например, из закона были исключены положения о гарантированных объемах финансирования научных исследований из федерального бюджета, что негативно отразилось на ресурсном обеспечении науки; исключено определение научной организации, что открыло доступ к получению бюджетных средств, предназначенных для проведения научных исследований, структурам, не обладающим достаточным научным потенциалом. Также из закона исчезли разделы, определяющие предметы ведения и полномочий федерального центра и регионов, а также предметы совместного ведения и полномочий. Тем самым были ослаблены научные связи между ними.

Основными недостатками действующего законодательства являются его декларативный характер, а также отсутствие эффективных и прозрачных механизмов, обеспечивающих развитие науки.

Закон не рассматривает науку как ведущую производительную силу инновационной экономики. Без этой декларации (и ее реализации) невозможно серьезно говорить об инновационном развитии России, о ее полноправном присутствии в числе стран – технологических лидеров.

Механизмы интеграции науки и образования, прописанные в действующем законодательстве, не позволяют повысить качество подготовки специалистов для работы в области исследований и разработок.

В 2014 году были приняты нормативные и правовые документы, касающиеся изменений в организации управления фундаментальными исследованиями, совершенствования механизмов поддержки их финансирования.

Постановлением Правительства Российской Федерации от 27 июня 2014 г. № 589 утвержден Устав федерального государственного бюджетного учреждения «Российская академия наук».

Научные организации, ранее входившие в состав РАН, РАМН и РАСХН, были переданы в ведение специально созданного федерального органа исполнительной власти – Федерального агентства научных организаций.

Федеральным законом от 22 декабря 2014 г. № 443-ФЗ предусмотрено внесение изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации, направленных на установление особенностей регулирования труда научных работников, руководителей научных организаций и их заместителей. При этом Законом устанавливается предельный возраст для замещения должностей руководителя и заместителя руководителя государственных и муниципальных научных организаций – не старше 65 лет. Также определен порядок продления полномочий таких работников до достижения ими возраста 70 лет, порядок их перевода на иные должности, соответствующие их квалификации, в том числе руководителя научного направления или научного руководителя научной организации. Законом предусматривается сохранение действия трудовых договоров, заключённых с руководителями государственных или муниципальных научных организаций и их заместителями, до истечения сроков, предусмотренных этими трудовыми договорами, но не более чем на 3 года со дня вступления в силу закона.

Одновременный уход со своих постов большей части директоров академических НИИ и их замов (около 50% руководителей) может сказаться на работе научных организаций и повлиять на ухудшение ситуации в отечественной научной сфере. В связи с этим в настоящее время разрабатываются меры по формированию кадрового резерва руководителей научных организаций.

Представляется, что вся законодательная система науки нуждается в существенной корректировке в плане обеспечения развития научно-технологического потенциала страны. Необходимо принять единый закон, регламентирующий все аспекты развития научного комплекса.

2. Институциональная структура фундаментальных научных исследований

В настоящее время основной потенциал отечественной фундаментальной науки сконцентрирован в научных организациях, входящих в систему РАН–ФАНО, государственных академиях наук (РААСН, РАО, РАН), а также в высших учебных заведениях, государственных научных центрах Российской Федерации, национальном исследовательском центре «Курчатовский институт», ведущих отраслевых научных организациях.

В 2013 г. число организаций, выполняющих исследования и разработки, в целом по России составляло 3605, из них доля академических организаций составляет 23%, сектора высшего профессионального образования – 21%.

Академические институты занимают центральное место в системе фундаментальных исследований, они наряду с ведущими университетами являются важнейшим механизмом развития и передачи из поколения в поколение интеллектуального и культурного потенциала нации. В систему РАН–ФАНО входят 728 научных организаций.

Фундаментальные научные исследования также проводятся в ведущих российских университетах, к которым отнесены Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Санкт-Петербургский государственный университет, 10 федеральных и 29 национальных исследовательских университетов.

Ассоциация государственных научных центров Российской Федерации объединяет научные организации России, представляющие собой крупные научно-технологические комплексы, выполняющие, как правило, полный цикл работ от фундаментальных и поисковых исследований до создания и освоения промышленных технологий.

Статус ГНЦ имеют 48 научных организаций, из которых 29 расположены в Москве, 10 – в Санкт-Петербурге, 4 – в Московской области, 2 – в Калужской области, 3 – в Новосибирской и Ульяновской областях, Краснодарском крае.

Количество ГНЦ, выполняющих фундаментальные исследования, составляет около 65 % от общего числа ГНЦ.

Кроме того, фундаментальные исследования проводятся в Российских федеральных ядерных центрах ВНИИЭФ и ВНИИТФ, Национальном исследовательском центре Курчатовский институт, Национальном исследовательском центре им. Н.Е. Жуковского.

3. Приоритетные направления развития фундаментальных исследований

Российской академией наук разработаны основные направления фундаментальных научных исследований до 2025 года. Эти направления составили основу Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы.

Анализ показал, что по ряду направлений фундаментальной науки уровень исследований, проводимых российскими учеными, находится на мировом уровне или превышает его.

1. *Математика, включая прикладную математику и информатику* (характерно расширение сферы применения математических методов к гуманитарным областям. Одним из важнейших предметов математических исследований стали процессы человеческого мышления и человеческой коммуникации. Математические методы и их реализация в цифровых технологиях радикально изменяют характер современной войны).

Математика может стать элементом национальной идеи России, основой инновационно-технологического потенциала и полем наиболее эффективных инвестиций.

2. *Исследования в области теоретической, экспериментальной и прикладной физики* (ядерные технологии; термоядерная энергетика; синтез сверхтяжелых элементов; физика элементарных частиц; суперускорители, суперлазеры и т.п.).

3. *Космические исследования* (космические технологии, прежде всего, связанные с телекоммуникациями и системой ГЛОНАСС, а также развитие наземной инфраструктуры; противодействие космическим угрозам; фундаментальные исследования Земли из космоса в рамках Федеральной космической программы; космические исследования Солнечной системы, Солнца и солнечно-земных связей; астрономия и космология).

4. *Топливо и энергетика будущего* (энергоэффективность и энергосбережение; возобновляемые источники энергии; поиск альтернативных путей удовлетворения потребностей в топливах; глубокая переработка нефти и газа).

5. *Технологии и материалы будущего, в том числе для экстремальных условий* (создание современной отрасли производства мономеров, олигомеров и связующих для полимерных композиционных и функциональных материалов; создание современной отрасли производства нового поколения углеродных наполнителей, связующих и полимерных композиционных материалов).

6. *Информационные технологии, включая технологии обеспечения информационной безопасности* (стратегические информационные технологии, включая вопросы создания суперкомпьютеров и разработки программного обеспечения).

7. *Исследование и освоение Арктики и Антарктики.*

Направление включает в себя научное обеспечение реализации геополитических и экономических интересов страны в арктической и антарктической зонах. Речь идет о создании современных научных и информационных основ управления соответствующими территориями, разработке современных средств для решения экономических и геополитических задач в сложных природно-климатических условиях, исследовании изменения климата на планете и т.д.

8. *Минерально-сырьевые ресурсы России* (геотехнологии разведки месторождений, добычи, переработки и обогащения природного сырья; металлургические технологии; технологии комплексной переработки, утилизации отходов горно-металлургических производств, нейтрализации и очистки воды, рекультивации земель; оборудование и приборы для горно-металлургического комплекса; экологическая безопасность и мониторинг состояния окружающей среды).

9. *Фундаментальные и прикладные исследования в области медицины* (медицинские технологии, включая средства диагностики и средства терапии; медицинская техника; разработка искусственных тканей и органов; решение проблемы увеличения продолжительности жизни).

При этом академические институты становятся не только генератором фундаментальных знаний, но и ключевым элементом в разработке новейших технологий, медицинской техники и лекарств в целях модернизации и инновационного развития отрасли здравоохранения.

10. *Социально-экономические исследования*. Задача данного направления – решение проблемы обеспечения устойчивого социально-экономического развития на основе формирования и использования прогнозно-модельного аппарата, способствующего эффективной реструктуризации и модернизации экономической и социальной сфер, в первую очередь на уровне субъектов Российской Федерации.

11. *Общественно-гуманитарные исследования*. Направление нацелено на информационно-аналитическое обеспечение эффективного взаимодействия власти и общества в целях социальной и правовой модернизации современной России с учетом глобальных проблем и места страны в полицентричном мире.

4. Финансовое обеспечение фундаментальных научных исследований

Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 года № 599 поставлена задача увеличения к 2015 году затрат на исследования и разработки до 1,77% ВВП. Достижение установленного значения показателя возможно в среднесрочной перспективе при условии изменения структуры экономики в пользу наукоёмкого высокотехнологичного производства, а также стабильного опережающего роста ассигнований федерального бюджета на научные исследования и разработки.

Недостаточность и неэффективность структуры финансирования сектора исследований и разработок в России остается важнейшей проблемой, сдерживающей реализацию государственной политики в сфере научно-технической деятельности.

По соотношению затрат на науку в % от ВВП Россия существенно отстает от ведущих стран мира. Для сравнения: в Корее – 4,36%, Израиле – 3,93%, Финляндии – 3,55%, Швеции – 3,41%, Японии – 3,35%, США – 2,79%, Китае – 1,98. По данному показателю Россия находится на 31-м месте.

В Стратегии инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года приняты ориентиры выхода значения этого показателя в 2020 г. на уровень 3%.

По данным Минфина России, научным организациям системы РАН – ФАНО в 2014 году из федерального бюджета было выделено 109,7 млрд рублей, в 2013 году – 108,3 млрд рублей (см. табл. 1).

Внутренние затраты на исследования и разработки по организациям, выполнявшим фундаментальные исследования, увеличились по сравнению с 2004 г. в действующих ценах в 3,8 раза, в постоянных ценах всего в 1,3

Финансирование РАН, РАСХН, РАМН по источникам

	2011	2012	2013	2014
Всего				
Федеральный бюджет*	99664,0	105616,5	108319,4	109732,1
Фундаментальные исследования	72641,4	73312,1	78000,4	71150,2
РАН				
Федеральный бюджет*	63561,9	64940,6	68742,8	
Фундаментальные исследования	58195,2	59748,2	63853,6	
РАСХН				
Федеральный бюджет*	8351,0	7332,3	7725,0	
Фундаментальные исследования	8321,2	7295,8	7724,7	
РАМН				
Федеральный бюджет*	27751,1	33343,6	31851,6	
Фундаментальные исследования	6125,0	6268,1	6422,1	
* За 2011–2013 гг. приведены данные федерального закона об исполнении федерального бюджета, 2014 г. – уточненная бюджетная роспись.				

раза, в научных организациях РАН–ФАНО, соответственно, в 3,5 и 1,2 раза, секторе высшего профессионального образования – 6,3 и 2,2 раза.

Внутренние текущие затраты на фундаментальные исследования в общем объеме внутренних текущих затрат по организациям, выполнявшим фундаментальные исследования, в 2013 г. по сравнению с 2004 г. возросли в 1,5 раза, по организациям РАН–ФАНО – в 4 раза, секторе высшего профессионального образования – почти в 2 раза.

За рубежом удельный вес сектора высшего профессионального образования в общем объеме внутренних затрат на исследования и разработки колеблется от 18% в среднем по странам ОЭСР и 23,7% по странам – членам ЕС-28 (в Германии – 18,0%, США – 13,8%, Японии – 13,4%) до 40–44% в странах с относительно небольшим научным потенциалом (Турция – 43,9%, Греция – 39,9%)². В России значение данного показателя в 2013 г. составляло лишь 9%. При этом существенные объемы бюджетных средств, выделяемые на содержание вузов, практически полностью предназначены для образовательных нужд. Однако, в данном случае зарубежный опыт не может служить ориентиром и тем более использоваться при выработке государственной научной политике в силу исторически сложившейся организации российской науки, доказавшей свою высокую эффективность и конкурентоспособность.

² OECD (2014), Main Science and Technology Indicators, № 1, Paris.

5. Финансирование научных исследований государственными научными фондами

Фундаментальные исследования финансируются государственными фондами поддержки научной, научно-технической и инновационной деятельности: Российским фондом фундаментальных исследований (РФФИ), Российским гуманитарным научным фондом (РГНФ) и Российским научным фондом (РНФ). Финансирование осуществляется в рамках программ деятельности этих фондов по направлениям, которые определены их уставами.

По РФФИ доля ассигнований на фундаментальные исследования в общих ассигнованиях на фундаментальные исследования из средств федерального бюджета в течение 2000–2005 гг. имела тенденцию роста (с 5,5% в 2000 г. до 10,7% в 2005 г.), а с 2006 г. эта доля постепенно сокращалась: с 10,1% в 2006 г. до 7,3% в 2010 г. и 6,5% в 2011 г., в 2012 г. она составила 9,3%, а в 2014 г. она снизится до 8,0%.

По РГНФ доля ассигнований на фундаментальные исследования в общих ассигнованиях на фундаментальные исследования из средств федерального бюджета в течение 2000–2014 гг. оставалась примерно на одном уровне, изменяясь незначительно: в 2000 г. она составляла 1,0%, в 2010 г. – 1,2%, 2011 г. – 1,1%, в 2012 г. – 1,7%, и в 2014 г. – 1,5%.

В 2012 г. дополнительно к объемам средств, предусмотренным на финансирование указанных фондов, Федеральным законом от 30 ноября 2011 г. № 371-ФЗ «О федеральном бюджете на 2012 год и на плановый период 2013 и 2014 годов», выделено для РФФИ 2,0 млрд рублей, для РГНФ – 0,5 млрд рублей.

В соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 599 Правительству Российской Федерации поручено обеспечить увеличение к 2018 г. общего объема финансирования государственных научных фондов до 25 млрд рублей.

Федеральным законом «О федеральном бюджете на 2014 год и на плановый период 2015 и 2016 годов» предусмотрены ассигнования за счет имущественного взноса Российской Федерации в РНФ в 2014 г. – 11,4 млрд рублей, в 2015 г. – 17,2 млрд рублей, в 2016 г. – 19,1 млрд рублей.

Российский фонд фундаментальных исследований

Основной задачей Российского фонда фундаментальных исследований (далее – РФФИ) является осуществление адресной и вневедомственной поддержки научных проектов, проводимых в области математики, информационных технологий, механики, физики, химии, биологии, медицины, фундаментальных основ инженерных наук, наук о Земле, материалах, человеке и обществе.

Фонд обеспечивает целевую, адресную, диверсифицированную поддержку передовых групп ученых вне зависимости от того, к какому ведомству они относятся. Поддержка инициативных научно-исследовательских работ по всем основным направлениям фундаментальной науки осуществляется строго на конкурсной основе по результатам проведенной всесторонней экспертизы.

Решения о поддержке или отклонении проектов РФФИ принимаются самим научным сообществом в лице наиболее авторитетных и активно рабо-

тающих ученых – членов экспертных советов Фонда. Это открывает ученым более широкие возможности творческого самовыражения, позволяет им самостоятельно осуществлять выбор тематики исследований, создавать творческие коллективы и концентрировать средства на наиболее перспективных работах.

Все виды грантов присуждаются Фондом на конкурсной основе, независимо от возраста, ученого звания, ученой степени, места работы и должности ученого. Ученый может одновременно участвовать в нескольких видах конкурсов, но в каждом конкурсе быть руководителем только одного проекта.

В настоящее время Фонд ежегодно организует 14 видов конкурсов. Также в 2014 г. РФФИ провел конкурс проектов ориентированных фундаментальных научных исследований по актуальным междисциплинарным темам.

Российский гуманитарный научный фонд

Российский гуманитарный научный фонд (далее – РГНФ) обеспечивает финансовую и организационную поддержку научных исследований в области гуманитарных наук.

РГНФ в 2014 году провел 74 конкурса. По результатам конкурсов утверждено для финансирования 1912 новых научных проектов, в том числе: 1027 проектов основного конкурса, 580 проектов региональных конкурсов, 152 проекта конкурса поддержки молодых ученых, 69 проектов международных конкурсов, 29 проектов конкурса подготовки научно-популярных книг, 26 проектов конкурса для физических лиц, 12 проектов целевых конкурсов и 8 проектов совместного конкурса.

Итогом выполнения в 2014 г. поддержанных РГНФ научных проектов и научных мероприятий стала публикация более 18 тыс. научных работ (монографий и их разделов, научных статей, тезисов докладов/выступлений, методических разработок, учебных пособий, программ для ЭВМ, баз данных, словарей, энциклопедий, книг, атласов и картографических материалов).

По итогам выполнения в 2014 году проектов региональных конкурсов опубликовано более 5 тысяч научных работ. Подготовлены и изданы в 2014 году более 50 томов фундаментальных научных трудов по итогам реализации проектов целевых конкурсов междисциплинарных исследований.

По издательской программе при поддержке Фонда подготовлены и изданы 119 научных трудов по всем направлениям гуманитарного знания, которые безвозмездно переданы государственным библиотекам и учреждениям высшего образования гуманитарного профиля.

Российский научный фонд

Российский научный фонд (далее – РНФ) создан по инициативе Президента Российской Федерации в целях поддержки фундаментальных и поисковых исследований, развития научных коллективов, занимающих лидирующие позиции в определённой области науки.

Правовое положение, полномочия, функции, порядок управления его деятельностью и порядок формирования его имущества определяются Федеральным законом «О Российском научном фонде и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

Для достижения цели своей деятельности Фонд проводит конкурсный отбор научных, научно-технических программ и проектов по нескольким

направлениям. Такими направлениями, в частности, являются проведение инициативных фундаментальных и поисковых исследований научными коллективами, отдельными научными и научно-педагогическими работниками, развитие научных организаций и образовательных организаций высшего образования, создание в научных организациях и образовательных организациях высшего образования лабораторий и кафедр мирового уровня, развитие экспериментальной базы для проведения научных исследований

Приоритетное направление «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований отдельными научными группами»

В 2014 г. по результатам конкурса РНФ было поддержано 876 проектов из 49 регионов страны на общую сумму около 4 млрд рублей. Размер одного гранта составляет до 5 миллионов рублей ежегодно.

Средства грантов должны быть направлены на осуществление фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований в 2014–2016 годах с последующим возможным продлением срока выполнения проекта на один или два года.

Приоритетное направление «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований коллективами существующих научных лабораторий (кафедр)»

На конкурс было подано 1855 заявок, из которых по результатам конкурса поддержан 161 проект. Гранты выделены на осуществление фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований в 2014–2016 годах с последующим возможным продлением срока выполнения проекта на один или два года. Размер каждого гранта составил от 5 до 20 миллионов рублей ежегодно.

Приоритетное направление «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований вновь создаваемыми научной организацией и вузом совместными научными лабораториями».

В 2014 г. по результатам отбора поддержаны 38 проектов, направленных на решение ключевых задач по четырем специально сформулированным для этого конкурса научным приоритетам: персонализированная медицина социально значимых заболеваний человека; комплексные научные исследования Арктической зоны; комплексные научные исследования в целях улучшения среды обитания человека; мозг и нейронауки.

Гранты выделены на три года с последующим возможным продлением срока выполнения проекта. Размер каждого гранта составил от 10 до 25 миллионов рублей ежегодно. В конкурсе приняло участие более 400 проектов из 58 субъектов России.

Приоритетное направление «Реализация комплексных научных программ организаций».

В 2014 г. по результатам отбора поддержаны 16 комплексных научных программ, предусматривающих развитие научных организаций и образовательных организаций высшего образования в целях укрепления кадрового потенциала науки, проведения научных исследований и разработок миро-

вого уровня, создания наукоемкой продукции. На конкурс было подано 155 заявок. Финансирование каждой заявки – до 150 млн рублей ежегодно на пять лет. Ежегодно присуждается 25–30 таких грантов.

Среди победителей – 12 научных организаций, подведомственных ФАНО России, 3 университета (Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Санкт-Петербургский государственный университет, Дальневосточный федеральный университет) и Никитский ботанический сад (Республика Крым).

Грантовая поддержка будет осуществляться до конца 2018 года. Фондом запланированы расходы на мероприятие в размере около 10 млрд рублей.

Приоритетное направление «Проведение фундаментальных научных исследований и поисковых научных исследований международными научными группами».

РНФ в объеме 30 млн. рублей в год осуществляет финансирование научных проектов международных научных групп, выполняющих фундаментальные научные исследования и поисковые научные исследования на базе российской научной организации, российской образовательной организации высшего образования, находящейся на территории Российской Федерации международной (межгосударственной и межправительственной) научной организации.

Размер одного гранта – от 5 (пяти) до 10 (десяти) миллионов рублей ежегодно. Продолжительность каждого проекта до 3 лет с возможным их продлением на 2 года.

6. Научные кадры высшей квалификации

Численность персонала, занятого исследованиями и разработками, за последние десять лет сократилась и составила в 2014 году 727,0 тыс. человек, что на 13,4% меньше в сравнении с 2004 годом. При этом численность исследователей за указанный период сократилась на 8,1% и составила 369,0 тыс. человек. В организациях РАН–ФАНО численность персонала, занятого исследованиями и разработками, и численность исследователей сократилась, соответственно, на 12,1% и 15,5%. В то время как в организациях сектора высшего профессионального образования численность этих работников возросла на 36% и 44%, соответственно.

Возрастной состав исследователей (см. рис. 1) научных организаций РАН–ФАНО характеризуется меньшим количеством исследователей в возрасте до 29 лет (13,8%), чем в целом по научным организациям России (20,0%), и большим числом исследователей в категориях 60–69 лет и старше 70 лет (соответственно 19,4% и 14,3 % при долях в целом по научным организациям России 16,5% и 9,0%). При этом отличие в возрастном составе научных организаций РАН–ФАНО также наблюдается в категории 40–49 лет (12,9% при доле в целом по РФ 13,6%).

Основным звеном научного потенциала являются научные работники высшей квалификации.

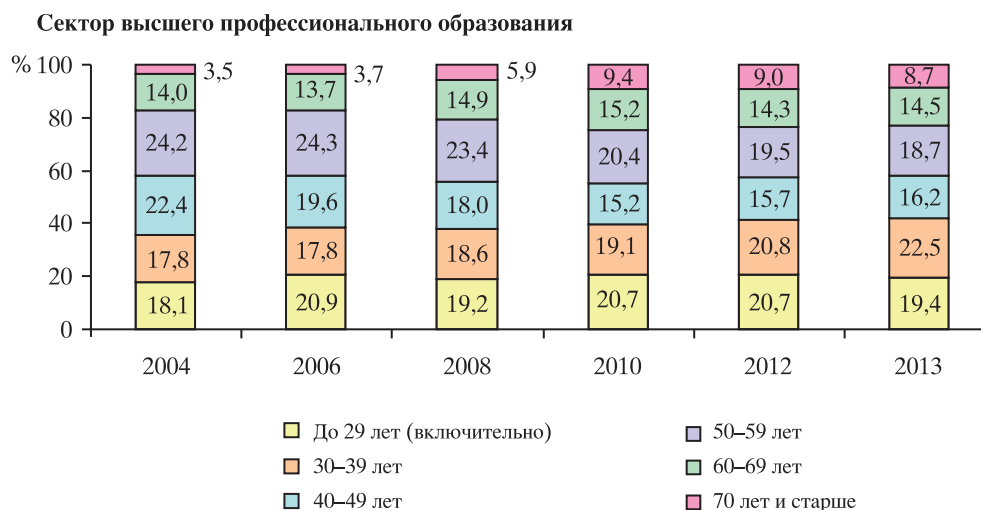
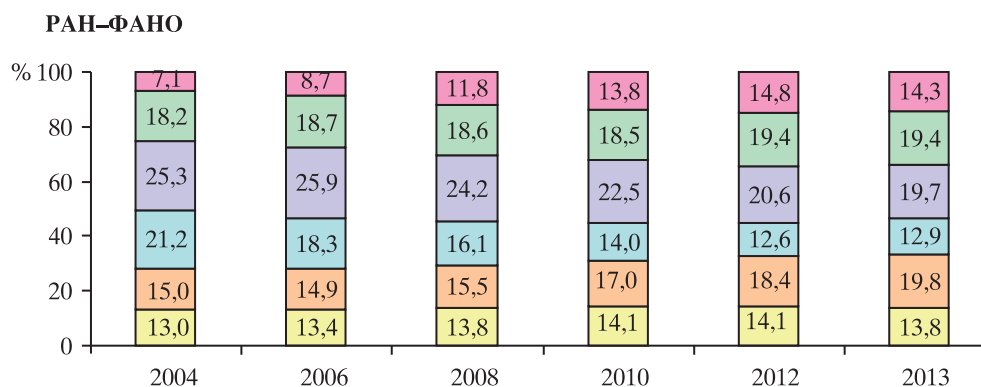
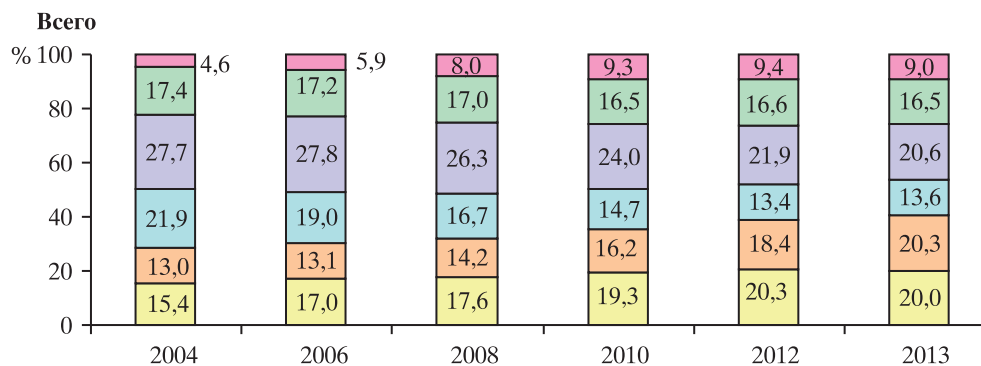
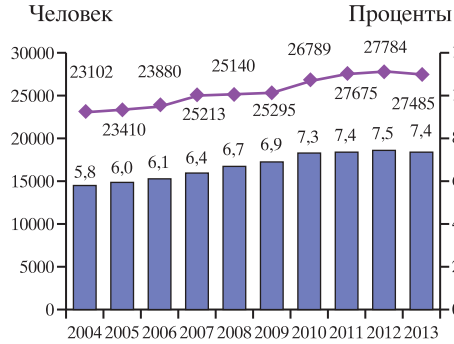


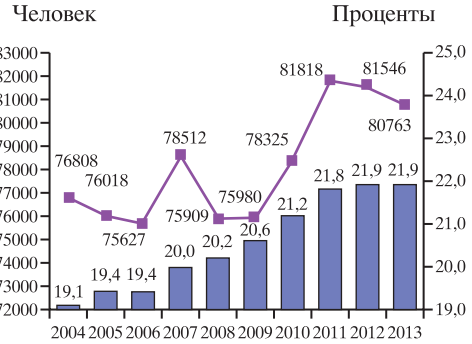
Рис. 1. Распределение исследователей по возрастным группам (проценты)

Всего

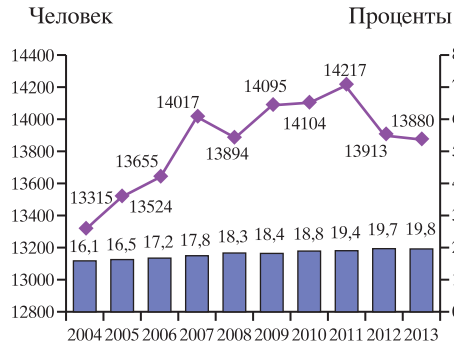
Доктора наук



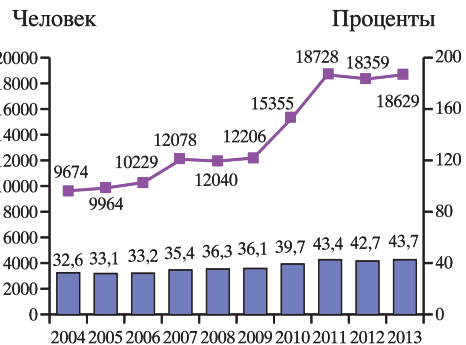
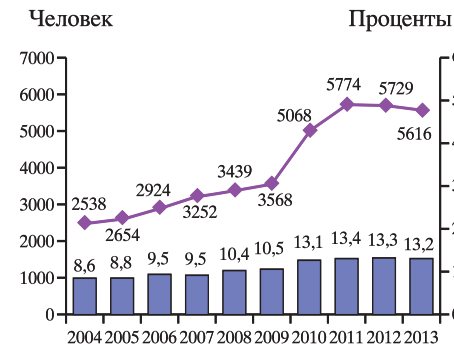
Кандидаты наук



РАН-ФАНО



Сектор высшего профессионального образования



■ Удельный вес докторов наук в численности исследователей
 ◆ Численность докторов

■ Удельный вес кандидатов наук в численности исследователей
 ◆ Численность кандидатов

Рис. 2. Распределение исследователей по ученым степеням

В целом по России 7,4% исследователей имеют ученую степень доктора наук, 21,9% – кандидата наук. В научных организациях РАН–ФАНО России ученую степень доктора и кандидата наук имеют, соответственно, 19,8% и 45,7%, секторе высшего профессионального образования – 13,2% и 43,7% (см. рис. 2).

Федеральным законом от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» принципиально изменена идеология аспирантуры: аспирантура рассматривается не как первый шаг научной карьеры, а как продолжение высшего образования.

С учетом того, что подготовка и аттестация научных кадров высшей квалификации не подпадают под действие Закона «Об образовании в Российской Федерации», **представляется целесообразным ввести в Закон «О науке и государственной научно-технической политике» положения, определяющие порядок подготовки и аттестации научных кадров высшей квалификации в научно-исследовательских организациях.**

7. Материально-техническая база

Уровень проводимых в стране научных исследований в значительной степени определяется состоянием и динамикой развития материально-технического потенциала научных организаций, прежде всего современного исследовательского оборудования. Данное положение наиболее актуально для фундаментальной науки, одной из важнейших особенностей которой является неразрывность теоретических построений и экспериментальных работ. Поэтому обеспеченность научных организаций современным исследовательским оборудованием является одним из главных факторов конкурентоспособности национальной науки, определяет возможности появления научных прорывов и достижения Россией паритета в науке с мировыми лидерами.

Средства, выделяемые на модернизацию и развитие материально-технической базы организаций, проводящих фундаментальные исследования, позволяют лишь частично покрыть потребность в закупках современного научного оборудования. В итоге усугубляются проблемы, связанные с материальным обеспечением исследований: исчерпываются ресурсы крупных уникальных установок и стендов мирового уровня, устаревают приборы и научное оборудование, ветшают здания и сооружения.

В период 2004–2013 гг. стоимость основных средств научных организаций России возросла в 1,2 раза. Стоимость основных средств научных организаций РАН–ФАНО за этот период снизилась на 9,8%, а стоимость машин и оборудования возросла в 23%. При этом в секторе высшего профессионального образования стоимость основных средств и стоимость машин и оборудования существенно возросла: в 1,5 раза и 3,2 раза соответственно.

При этом в 2013 г. система РАН–ФАНО и сектор высшего профессионального образования науки превосходили российский уровень по обоим показателям: по фондовооруженности – соответственно на 20,5 и 12,3%, по техновооруженности – на 22,7 и 9,8 %.

8. Научно-издательская деятельность

Роль научного книгоиздания в развитии фундаментальной науки, обеспечении научно-технического прогресса в народном хозяйстве и экономической безопасности страны, в решении социально-культурных задач общества трудно переоценить. Это в полной мере относится к отечественному академическому книгоизданию, являющемуся основой научного книгоиздания страны. Академия наук была и остается крупнейшим российским издателем научной литературы (научных журналов, трудов ученых, научно-информационных изданий).

РАН является базовым центром страны по научно-издательской подготовке и выпуску трудов ученых и фундаментальной научной периодики. Практически все научные журналы с грифом РАН включены в Перечень ВАК ведущих рецензируемых журналов и изданий, а также в систему Российского индекса научного цитирования. Более 130 журналов РАН (около 80%), представлены в ведущих международных системах цитирования Web of Science и Scopus. Более 70% журналов РАН переводятся на английский язык и издаются зарубежными издательствами.

С 1728 года, когда под маркой Академической типографии вышли первые продолжающиеся научные издания и сборники трудов первой плеяды академиков, за 287 истекших лет под грифом Академии наук вышло в свет почти 280 тыс. названий книг и номеров учрежденных Академией журналов объемом свыше 2,6 млн. уч.-изд.л. (с 1728 г. – под маркой Академической типографии, с 1924 г. – Издательства Российской академии наук, с 1925 г. – Издательства Академии наук СССР, с 1964 г. – Издательства «Наука» АН СССР и Госкомиздата СССР, с 1992 г. – Издательства «Наука» Российской академии наук – Академиздатцентра «Наука»).

Однако сегодня падение объемов научного книгоиздания объясняется не только общими для отрасли проблемами, но и чисто организационными причинами.

После реорганизации РАН функции и структуры оказались искусственно разделенными, а исторически сложившаяся, оправдывавшая себя веками организация академического книгоиздания, нарушена. Общеакадемический научно-издательский комплекс оказался вне Академии, в то время как редакционно-издательские функции, учреждение и издание журналов и трудов ученых, их финансовое обеспечение, планирование, организация и координация научно-издательской деятельности были законодательно возложены на Академию и закреплены в ее новом Уставе.

В этих условиях все более затруднительной представляется возможность обеспечения достигнутой стабильности в издании журналов РАН и научных трудов, дальнейшее их развитие в направлении повышения научного и качественного уровня, значительного расширения включения изданий в ведущие международные базы данных и существенный рост цитируемости российских ученых – авторов статей и монографий.

Представляется необходимым принять решение о восстановлении целостности научно-издательского комплекса в рамках Российской академии наук, передав ей права учредителя соответствующих структур.

9. Проблемы практического использования результатов фундаментальных исследований

Основная проблема российской науки – невостребованность российских научных результатов экономикой и обществом.

Основными причинами слабой востребованности отечественной фундаментальной науки инновационно-технологической сферой являются:

общий низкий спрос российской промышленности на инновационные разработки; ориентация бизнеса преимущественно на использование зарубежных технологий, усиленная политическим лоббированием интересов крупных ТНК;

многочисленные ведомственные, бюрократические барьеры на пути создания и функционирования инновационного бизнеса;

фрагментарность, а в ряде случаев и противоречивость законодательной базы регулирования научной и инновационной деятельности;

крайне низкая интенсивность использования механизмов интеллектуальной собственности; отсутствие у большинства исследователей навыков работы с партнерами из бизнес-кругов, инженерно-техническими кадрами;

свертывание деятельности большинства патентных, информационных, маркетинговых служб научных организаций в кризисных условиях;

снижение качества образования, препятствующее выработке у выпускников вузов целостного видения социально-экономической реальности;

недостаточная проработка долгосрочной стратегии научно-технологического и социально-экономического развития;

низкая степень доверия между различными экономическими субъектами, социальная атомизация научного и инженерно-технологического сообщества;

формальный подход к созданию и функционированию многих объектов научно-инновационной инфраструктуры, гипертрофированная ориентация на зарубежный опыт без учета российской специфики.

В настоящее время все теснее взаимодействует с производственными структурами не только прикладная, но и фундаментальная наука. Это вызвано рядом обстоятельств – во-первых, общей тенденцией перехода к экономике и обществу знаний, побуждающей бизнесменов, менеджеров, специалистов быть ближе к переднему краю научного поиска; во-вторых, появлением целого ряда областей фундаментальной науки, результаты которых непосредственно приводят к созданию инновационных продуктов (например, в сфере биотехнологий); в-третьих, финансированием и проведением крупными компаниями собственных поисковых научных исследований в целях упрочения конкурентных позиций в постиндустриальной экономике.

10. Роль фундаментальной науки и научного сообщества в принятии государственных решений

Обеспечение технологического прорыва и усиление позиции и роли России в мировом научно-исследовательском, образовательном, инновационно-внедренческом пространстве невозможно без активного участия науки.

В настоящее время вопросы роли науки в динамичном развитии российского общества приобрели особую актуальность. Это связано с рядом

обстоятельств. Во-первых, очевидна невозможность поступательного движения страны исключительно в рамках прежней экономической парадигмы, опиравшейся в первую очередь на потенциал топливно-сырьевого комплекса. Во-вторых, практически исчерпаны научно-технические заделы, унаследованные от советской эпохи. В-третьих, требуют глубокого научного осмысления масштабные сдвиги в социальной структуре и общественном сознании, связанных с включением в ядро социума представителей поколений, сформировавшихся в постсоветский период, а также качественно новыми тенденциями на мировой арене, процессами формирования и функционирования глобальных систем. В-четвертых, осложнение международной обстановки ставит на повестку дня задачи обеспечения научной базы укрепления национальной безопасности, в том числе импортозамещения по «критическим видам» товаров и услуг. В-пятых, необходимо подвести прочный аналитический фундамент под происходящие радикальные институциональные изменения в научно-технической сфере и ее регулировании.

Особого внимания заслуживает фундаментальная наука, характеризующаяся наибольшими трудностями адаптации к рыночным экономическим механизмам.

Фундаментальные исследования являются непосредственным источником инноваций и прорывных технологий, способствуют росту экономики за счет инновационного фактора.

Стратегические задачи развития экономики и общества предъявляют высокие требования к профессионализму современных специалистов с высшим образованием, к уровню их способности и готовности продуктивно решать научно-технические, инновационные, управленческие и другие задачи.

В свою очередь, перспективы развития науки, в том числе фундаментальной науки, во многом зависят от состояния и уровня подготовленности человеческого капитала, развитие которого является сложным многоэтапным процессом, ориентированным на получение конечных результатов с заранее определенными количественными и качественными оценками этих результатов.

Основной творческий потенциал фундаментальных исследований сконцентрирован в России в академических институтах, ведущих университетах и отраслевых институтах, где, несмотря на понесённые существенные потери, ещё сохраняется возможность проведения на современном уровне широкого спектра исследований и разработок. Результаты фундаментальных научных исследований составляют основу многих важнейших государственных решений.

Ученые академических институтов подключились к разработке предложений по антикризисной программе Правительства Российской Федерации.

Ведущие специалисты и ученые академических институтов подготовили рекомендации по выходу страны из кризиса. Они сводятся к двум основным направлениям – поддержание потребительского спроса населения и инвестиционная активность.

В ходе комплексного междисциплинарного рассмотрения данной проблемы были оценены возможные сценарии развития кризиса и рекомендации по выходу из него, по преодолению наиболее опасных явлений.

Ученые считают важным сосредоточить усилия на обновлении производственного аппарата и стимулировании производства в цепочках, обеспеченных спросом «машиностроение – ОПК» и «машиностроение – ТЭК».

Ключевыми звеньями в этих цепочках являются станкоинструментальная промышленность, электротехническая промышленность и приборостроение.

Особо приоритетным должен быть весь спектр производств, связанных с электроникой, в том числе с электронно-компонентной базой.

Такой подход позволит после выхода из кризиса снизить долю импорта на внутреннем рынке машиностроительной продукции до одной трети, что сможет гарантировать должный уровень экономической безопасности и воспроизводство технико-технологического потенциала экономики.

В сфере сельского хозяйства и агропродовольственной политики члены Отделения общественных наук РАН рекомендуют разработку и реализацию программы субсидирования импорта отдельных видов продовольствия в течение времени, требуемого для расширения отечественного производства.

В соответствии с поручением Президента Российской Федерации в Российской академии наук разработаны основы Национальной технологической инициативы.

11. О прогнозе фундаментальных научных исследований в Российской Федерации (прогноз до 2030 года)

В ходе формирования и актуализации долгосрочного прогноза развития важнейших направлений фундаментальных исследований необходимо обеспечить не столько предсказание будущего фундаментальной науки, сколько формирование этого будущего с учетом принятых целей социально-экономического развития нашей страны. Актуализированный прогноз развития фундаментальных исследований следует рассматривать лишь как своего рода «оценку возможностей», опирающуюся на анализ имеющихся заделов, условий, ограничений и сроков их реализации.

В процессе формирования и актуализации долгосрочного прогноза развития направлений фундаментальных исследований учитывались: общий уровень и векторы роста научного знания в мире; достижения в сфере фундаментальной и прикладной науки России и индустриально развитых стран; долгосрочные цели социально-экономического развития России; внутренние потребности, возможности и ограничения, как научно-технического комплекса страны, так и экономики страны в целом.

В качестве исходной информации для актуализации прогноза развития фундаментальных исследований использовался комплекс документов и показателей, всесторонне характеризующих:

- макроэкономические вызовы и сценарные условия долгосрочного социально-экономического развития России на период с 2014 по 2030 гг.;

- сложившуюся структуру отечественной экономики и ограничения на её развитие;

- прогнозные сценарии и факторы, лежащие в основе научно-технологического и инновационного развития России до 2030 г.;

- прогнозные сценарии развития фундаментальной науки до 2025 года;

- состояние и перспективы развития фундаментальной науки России до 2025 года;

необходимость опережающего роста расходов на обеспечение различных аспектов национальной безопасности и концентрации ресурсов на выбранных приоритетных направлениях развития науки, техники, образования и критических технологиях федерального уровня;

необходимость повышения качества жизни населения;

состояние и качество кадрового потенциала научно-технического комплекса;

организационно-ведомственные и нормативно-правовые проблемы развития фундаментальной науки;

результаты фундаментальных научных исследований, выполненные организациями государственных академий наук, государственными научными центрами Российской Федерации и ведущими вузами страны;

Методический подход, принятый при разработке долгосрочного прогноза развития фундаментальных исследований в России, основан на учете:

внутренней логики развития фундаментальной науки;

возможного ресурсного обеспечения фундаментальных научных исследований.

12. Место России в мировом научном процессе

В России ситуация с наукой остаётся проблемной. В производстве доля инновационных продуктов в России менее 1%, а в Европе, Японии, США – 70–80%.

Наука США на 60–70% финансируется негосударственными источниками. В России на науку выделяется примерно 1% ВВП. По этому параметру Россия находится на 25-м месте в мире – между Словенией и Грецией.

Картина глобальной расстановки стран-лидеров в основных технологических областях (табл. 2) показывает, что за США остается первенство

Таблица 2

Страны – технологические лидеры

Рейтинги стран – лидеров	1	2	3	4	5
Сельское хозяйство, продовольствие	США	Китай	Индия	Бразилия	Япония
Медицина, биотехнологии	США	Великобритания	Германия	Япония	Китай
Нанотехнологии, новые материалы	США	Япония	Германия	Китай	Великобритания
Энергетика	США	Германия	Япония	Китай	Великобритания
Оборона, безопасность	США	Россия	Китай	Израиль	Великобритания
Электроника, компьютерная память	США	Япония	Китай	Южная Корея	Германия
ПО, управление информацией	США	Индия	Китай	Япония	Германия
Автомобилестроение	Япония	США	Германия	Китай	Южная Корея
Авиация, ж/д транспорт	США	Япония	Китай	Германия	Франция

во всех областях, кроме автомобилестроения. Китай, существенно усиливший свои позиции в последние годы почти во всех областях, приблизился к основному лидеру: ему принадлежит одно второе, четыре третьих, три четвертых и одно пятое место. Таким образом, по количеству глобальных технологических заделов Китай сопоставим или опережает Японию, Германию, Великобританию. Россия получила одно второе место по направлению «оборона и безопасность».

Выводы и рекомендации

Принятием закона о РАН в России была начата полномасштабная реформа организации научных исследований, в основе которой лежит принцип разделения компетенций, согласно которому за развитие науки в стране отвечает научное сообщество под руководством Российской академии наук, а административно-хозяйственное сопровождение научной деятельности поручается специальным структурам.

При этом РАН либо непосредственно руководит, либо имеет право решающего голоса по таким направлениям как формирование научной политики, определение научных приоритетов, определение объемов финансирования научных исследований, экспертное обеспечение государственных решений, оценка результатов деятельности научных организаций, экспертиза результатов научных исследований и разработок, подготовка предложений о создании, ликвидации и реорганизации научных организаций и др.

Вместе с тем опыт проведения реформы академического сектора науки в 2014 году выявил следующие проблемы.

1. До настоящего времени не до конца урегулированы взаимоотношения между РАН и ФАНО России в части разделения предметов ведения и полномочий по вопросам научного руководства организациями, выполняющими исследования и разработки, и административно-хозяйственного управления.

2. Отсутствие государственного задания РАН на проведение фундаментальных исследований и их финансирование.

3. Несовершенство законодательства об экспертизе научно-технических программ и проектов.

4. Отсутствие единой системы оценки результатов деятельности государственных научных организаций независимо от их ведомственной принадлежности.

5. Не определены обязанности органов государственной власти по представлению необходимых данных в РАН и использованию результатов мониторинга.

6. Отсутствует госзадание РАН на проведение экспертных работ, работ по созданию единой системы оценки научных организаций и работ по оценке научных организаций.

7. Недостаточность нормативно-правовой базы для направления федеральными органами исполнительной власти программ и проектов на экспертизу в РАН.

8. Отсутствие механизмов использования органами государственной власти результатов экспертизы, проведенной РАН.

В связи с этим представляется целесообразным первоочередная реализация следующих мероприятий.

1. Внести в регламент Правительства Российской Федерации положения, обеспечивающие выполнение РАН экспертных функций, установленных законодательно.

2. Правительству Российской Федерации рекомендовать:

уточнить порядок представления научными организациями материалов на экспертизу в РАН и требования к этим материалам;

определить перечень документов, представляемых органами государственной власти на экспертизу РАН, порядок использования результатов экспертизы, а также порядок финансирования экспертных работ РАН, исходя из предполагаемой стоимости экспертируемого проекта и международной практики организации экспертной деятельности;

при установлении РАН госзадания на проведение работ по экспертизе научно-технических программ и проектов, мониторингу и оценке результатов деятельности государственных научных организаций исходить из норм оплаты экспертов в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 07 мая 2012 года;

установить государственное задание РАН на проведение фундаментальных научных исследований;

принять нормативный правовой акт, закрепляющий за РАН полномочия учредителя и собственника научных организаций, подведомственных ФАНО, в части, касающейся научного руководства, включая распределение средств на проведение исследований.

3. Поддерживать практику организации на конкурсной основе комплексных фундаментальных научных исследований по приоритетным направлениям, формируемым РАН.

II. СОСТОЯНИЕ ОТРАСЛЕЙ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ И ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Стратегическое направление математических исследований было проанализировано в следующих материалах Отделения математических наук: прогнозе развития математики до 2025 г., составленном в 2005 г., и прогнозе ее развития до 2030 г., разработанном в 2008 г. Основные ориентиры, намеченные в указанных прогнозах, по-прежнему определяют главные тенденции развития фундаментальной математики.

Способы логического рассуждения, планирования и коммуникации, моделирования реального мира, реализуемые и прививаемые математикой, являются необходимым элементом общей культуры с более чем трехтысячелетней историей.

Математика лежит в основе всех современных технологий и научных исследований, служит необходимым компонентом экономики, построенной на знании, и безопасности страны и человека.

Российская математика была сильнейшей в мире во второй половине XX в. Оборонный паритет достигался за счет качества алгоритмов, разработанных советскими математиками, компенсировавших отставание в компьютерной мощности. Для последних десятилетий характерно расширение сферы применения математических методов, к таким традиционно гуманитарным областям, как лингвистика, история, психология, политические науки. Одним из важнейших предметов математических исследований стали процессы человеческого мышления и человеческой коммуникации. Математические методы и их реализация в цифровых технологиях радикально изменили характер современной войны.

Математика, включающая прикладную математику и информатику, может обеспечить конкурентные преимущества экономики РФ в XXI в. (и имеет для этого, при соответствующих вложениях, наибольшие шансы среди всех отраслей науки). Любое стратегическое направление высокотехнологичного развития страны будет нуждаться в математическом фундаменте и сопровождении. Математика может стать элементом национальной идеи России, основой инновационно-технологического потенциала и полем наиболее эффективных инвестиций.

«Лицо» **теоретической математики** в начале XXI в. формируется в первую очередь за счет тех ее направлений, в которых происходят (или ожидаются) новые революционные открытия («точки роста» согласно матема-

тической терминологии). К таким направлениям относятся: алгебраическая геометрия, алгебраическая и аналитическая теория чисел, геометрия и топология, анализ в широком смысле (включая вещественный, комплексный и функциональный), теория динамических систем и уравнений в частных производных, в том числе оптимальное управление, математическая физика, теория вероятностей и математическая статистика, математическая логика и теоретическая информатика («computer science»). Именно здесь наблюдаются известные нерешенные проблемы современной математики, такие как гипотеза Римана о нулях дзета-функции, теоретическое исследование гидродинамических уравнений Навье–Стокса, проблема перебора (« $P=NP$ »-проблема) и другие. Все они входят в список семи важнейших математических проблем третьего тысячелетия, составленный Институтом Клея (США).

Еще недавно этот список возглавлялся бы двумя знаменитыми далеко за пределами математики проблемами: Великой теоремой Ферма и гипотезой Пуанкаре. Первая из них была решена в самом конце XX в. усилиями Эндрю Уайлса (окончательный вариант доказательства, предложенный Уайлсом совместно с Ричардом Тейлором, был опубликован в 1995 г.). Важную роль в доказательстве этой теоремы сыграли результаты нашего соотечественника Виктора Колывагина.

Вторая проблема была решена уже в начале XXI в. Григорием Перельманом, который доказал даже более общую гипотезу геометризации Терстона, являющуюся естественным обобщением теоремы униформизации на случай трехмерных многообразий.

Остановимся более подробно на развитии математики в последние годы, рассмотрев вначале некоторые общие закономерности. В наше время все отчетливей просматривается центростремительная, объединительная тенденция, проявляющаяся в том, что наиболее яркие математические открытия происходят на стыке различных и подчас далеких друг от друга математических дисциплин в результате синтеза идей, заимствованных из этих дисциплин. Сказанное в полной мере относится и к упомянутым выше достижениям – доказательствам Великой теоремы Ферма и гипотезы геометризации Терстона. Математические работы, отмеченные медалью Филдса на последнем Международном математическом конгрессе 2010 г. в Хайдарабаде (Индия), также характеризуются сплавом идей и методов из разных областей математики. Остановимся на этих достижениях более подробно, поскольку именно они во многом определяют перспективы дальнейшего развития математики, и сравним их с результатами, полученными в этих направлениях российскими математиками.

Программа Ленглендса. В 1967 г. канадский математик Роберт Ленглендс (почетный профессор Института перспективных исследований в Принстоне, избранный в 2011 г. иностранным членом РАН) предложил программу исследований, включающую в себя серию конкретных научных гипотез, подлежащих проверке. В случае реализации это позволило бы сформировать единую точку зрения на многие проблемы, стоящие сразу перед несколькими математическими дисциплинами, включая теорию чисел, теорию групп, теорию представлений и алгебраическую геометрию. Эта программа

привлекла к себе внимание многих математиков, однако проверка гипотез оказалась чрезвычайно трудным делом.

В рамках реализации программы Ленглендса были достигнуты впечатляющие успехи (такие, например, как доказательство Тейлором гипотезы Сато-Тейта), однако программа в целом еще очень далека от завершения. Поэтому любые продвижения в ее реализации привлекают особое внимание и уже отмечены несколькими филдсовскими премиями. Достаточно упомянуть работы Лорана Лафорга, обобщившего предшествующие результаты другого филдсовского лауреата Владимира Дринфельда, и Нго Бао Чау, получившего филдсовскую премию в Хайдарабаде за доказательство так называемой «фундаментальной леммы» в теории автоморфных форм, бывшей одним из «камней преткновения» на пути реализации программы Ленглендса. Программа Ленглендса интенсивно разрабатывается в России усилиями как «чистых» математиков (группа ак. Паршина А.Н., МИАН), так и математических физиков (т.н. геометрическая программа Ленглендса). Результат, полученный ак. А.Н. Паршиным, имеет непосредственное отношение к этой программе. Конкретно, им дано полное описание представлений дискретной группы Гейзенберга. Программе Ленглендса посвящен и представительный семинар, организованный Международным математическим институтом имени Эйлера в Санкт-Петербурге в мае–июне 2013 г. Одной из задач этого семинара является обучение студентов и аспирантов в сфере математических наук.

Динамические системы и диофантовы приближения. Другой филдсовский лауреат Элон Линденштраус, удостоенный этой премии в Хайдарабаде, награжден «за результаты об устойчивости меры в эргодической теории и их приложения к теории чисел». Эргодическая теория (изначально созданная для объяснения явлений небесной механики) во второй половине XX в. прочно вошла в обиход «чистых» математиков в виде общей теории динамических систем с инвариантной мерой. Основным результат Э. Линденштрауса относится как раз к таким системам, точнее к исследованию ситуаций, в которых указанная мера не единственна. Характерно, что важные приложения этой теории, полученные в последнее время, лежат далеко за ее пределами, а именно – в аналитической теории чисел (конкретно – в теории диофантовых приближений).

Интенсивные исследования по указанной тематике ведутся в нашей стране группами математиков в Математическом институте им. В.А. Стеклова РАН и Хабаровске.

В 2013 г. в МИАН д.ф.-м.н. А.И. Буфетовым была решена проблема Бородина–Ольшанского: найдено эргодическое разложение бесконечных унитарно инвариантных мер Пикрелла на пространствах бесконечных комплексных матриц. Главную роль в этом решении играет совершенно новый математический объект – сигма-конечные аналоги детерминантных мер на пространствах конфигураций. Разработан формализм работы с такими бесконечными мерами, основанный на исследовании мультипликативных функционалов детерминантных процессов.

Взаимодействие математики и физики. Цикл работ сотрудников ПОМИ РАН (С.Э. Деркачев, Д.И. Чичерин) был посвящен исследованию решения

уравнения Янга–Бакстера. R -оператор был построен для бесконечномерных представлений эллиптического модулярного дубля. R -оператор для бесконечномерных представлений модулярного дубля Фаддеева реализован явным образом в качестве интегрального оператора. R -оператор также построен для бесконечномерных представлений группы конформных преобразований в 4-мерном евклидовом пространстве. Доказано соотношение Янга–Бакстера для R -оператора, действующего в тензорном произведении двух представлений алгебры Клиффорда D -мерного пространства.

Все это подтверждает высказанный ранее тезис о том, что в настоящее время в теоретической математике главенствует объединительная тенденция, выражающаяся во взаимопроникновении идей и методов из различных и, на первый взгляд, далеких друг от друга областей математики и физики. Российская математическая наука по-прежнему занимает передовые позиции в мире и находится в центре указанных процессов.

В качестве еще одной отрадной для нас тенденции последнего времени отметим повышение интереса представителей российской математической диаспоры к участию в математической жизни России, более тесному сотрудничеству с российскими математическими учреждениями и, в частности, работе по воспитанию нового поколения российских математиков. В связи с этим с особой актуальностью встает вопрос об организации в России Международных математических институтов, существующих во многих странах мира (в Китае, например, имеется три таких института). До сих пор у нас есть всего один Международный институт им. Эйлера в Санкт-Петербурге, чего явно недостаточно для ведущей математической державы, каковой является Россия. Необходимо создать, по крайней мере, еще два подобных института в Москве и Новосибирске.

В соответствии с Указом Президента РФ В.В. Путина № 599 от 7 мая 2012 г. разработана Концепция развития математического образования в Российской Федерации, Концепция утверждена Правительством РФ 24 декабря 2013 г. В ее разработке ключевую роль сыграли представители Отделения математических наук РАН. В Концепции, в частности, отмечено, что без высокого уровня математического образования невозможно выполнение поставленной задачи по созданию инновационной экономики, реализация долгосрочных целей и задач социально-экономического развития Российской Федерации, модернизация 25 млн высокопроизводительных рабочих мест к 2020 г. Подчеркнуто, что важной задачей является поддержка в России международных организаций, решающих задачу подготовки исследователей и преподавателей высшего уровня, в том числе создание научно-образовательных центров мирового уровня, приглашающих ученых для проведения исследовательской работы и участия в разработке образовательных программ.

В настоящее время общество становится все более «информационным», компьютеризированным и зависимым от информационных технологий (ИТ), причем этот процесс носит революционный характер. Современное программное обеспечение (ПО) характеризуется ранее невиданными сложностями, разнообразием и степенью интеграции с огромным числом программно-аппаратных устройств и систем. Сложность и, соответственно, критичность проблем разработки и эксплуатации ПО обусловлена все большим проник-

новением ИТ во все процессы контроля и управления, с одной стороны, и постоянно нарастающим числом устройств, которые уже могут рассматриваться как часть глобального мира программно-управляемых систем.

В результате международное сообщество встало перед фактом того, что человек живет в постоянном контакте с этим миром, и устройства (программы) независимо от человека также постоянно обмениваются информацией и влияют на поведение иногда компонентов, а иногда целых регионов этой новой экосистемы. Признание этого факта ведет к осознанию новой беспрецедентно сложной проблемы: как контролировать и управлять этой экосистемой, а также как ее развивать. Дальнейший рост сложности ведет к новым рискам и связан с возможными отказами и даже с преднамеренно вредоносным поведением отдельных ее частей.

Сложность проблем разработки, анализа и эксплуатации ПО обуславливается следующими факторами:

большое количество как новых, так и старых аппаратных платформ и видов устройств, на которых ПО должно работать или с которыми оно должно успешно взаимодействовать; При этом предоставляемые аппаратными платформами ресурсы должны эффективно использоваться ПО, что обуславливает такие его характеристики, как масштабный параллелизм, способность корректно и эффективно использовать специфические системы команд при работе со специализированными процессорами, способность выполнять возложенные задачи с минимальным энергопотреблением и т.д.;

потребность в доступе к информационным услугам в различных обстоятельствах и необходимость сбора информации из разнообразных источников вынуждает использовать многочисленные мобильные устройства, которые должны без усилий включаться в работу разнообразных более крупных программных систем и сохранять нужную функциональность при отключении от них;

нарастающая потребность в интеграции разных видов услуг для клиентов бизнес-ПО или граждан, взаимодействующих с ПО административных учреждений, приводит к необходимости взаимодействия их информационных систем с большим количеством разнообразных, реализующих отдельные услуги программных систем. Такие системы были созданы в разное время, различными организациями и на отличающихся друг от друга платформах. Получающиеся в результате системы характеризуются большим количеством разнообразных и неоднородных компонентов, работающих распределенно и администрируемых в совершенно разных организациях, иногда находящихся в разных странах и разных юрисдикциях;

увеличивающиеся масштабы использования управляющих систем в современной технике, решающей критически важные с точки зрения, как экономики, так и физической безопасности граждан задачи, делают насущным создание крайне высоконадежных и защищенных программных систем, которые при необходимости могли бы взаимодействовать друг с другом, а также и с имеющимися информационными системами в глобальных масштабах.

Перечисленные факторы приводят к необходимости создания и развития технологий разработки и анализа свойств программных систем, обладающих

огромной сложностью, способностью к адаптации к разным окружениям, к взаимодействию с многочисленными разнородными внешними системами, и в то же время обеспечивающих нужную эффективность, надежность и защищенность. На практике сочетание подобных свойств почти всегда противоречиво, поэтому искомые технологии, по-видимому, будут развиваться на основе баланса общих и проблемно-ориентированных подходов, позволяющих использовать специфику задач и предметной области конкретных систем.

Среди новых отраслей знания, которые так или иначе связаны с развитием ИТ, особое место занимает системное программирование. В отличие от других областей науки программирования, таких как методы разработки офисных приложений, средств проектирования в машиностроении, компьютерных игр и др., в которых основной целью деятельности является обеспечение целевой функции программы и удовлетворение требований пользователя. Системное программирование изучает собственно программу, ее структуру, ее поведение, а также зависимость поведенческих характеристик от имеющихся ресурсов, особенностей платформы, на которой выполняется программа и т.д.

Все ИТ-продукты опираются на слой системного ПО: операционные системы, стек телекоммуникационных протоколов, компиляторы и другие средства работы с языками программирования, системы управления базами данных и средства реализации человеко-машинных интерфейсов.

Развитие системного ПО, в свою очередь, опирается на фундаментальные и прикладные исследования в области системного программирования. Отвечая вызову – стремительному прогрессу информационных технологий развитие системного программирования следует фокусировать на следующих проблемах и методах их исследования.

В области теоретической информатики наблюдается проблема нижних оценок сложности вычислительных задач. Она тесно переплетена с другой нерешенной проблемой, которая связана с пониманием сущности алгоритма, как естественно-научной категории. Нижние оценки сложности требуются, в частности, для обоснования стойкости методов защиты информации, играющих ключевую роль в современном веке тотальной компьютеризации.

Другая проблема обусловлена необходимостью защиты данных в облачных вычислениях. Так, хранение и обработка больших объемов данных зачастую сопряжена с использованием распределенных вычислительных ресурсов, что неизбежно приводит к организации вычислений с удаленным доступом, в том числе, облачных вычислений. Проведенные на начальном этапе исследования показали, что обозначенная проблема намного сложнее тех задач защиты информации, которые решаются известными криптографическими средствами. В рамках известного подхода ван Дейка и др. было доказано, что уже в случае двух пользователей защита информации невозможна. В связи с проблемой защиты информации в облачных вычислениях возникают также три фундаментальные проблемы: функциональное шифрование, гомоморфное шифрование и обфускация программ. Их решение может обеспечить примитивы и методы решения задачи защиты информации в облачных вычислениях.

В области методов и инструментов анализа и разработки программ и средств обеспечения безопасности и защищенности программ наибольшее внимание уделяется:

методам автоматической адаптации компилятора к классу приложений с учетом особенностей целевой платформы;

методам оптимизации для динамических императивных языков (например, JavaScript), в том числе, обеспечивающие их выполнение на многоядерных процессорах;

технологии обеспечения переносимости программ на традиционных языках с сохранением их эффективности;

методам отладки программных систем на основе детерминированного воспроизведения низкоуровневых трасс, описывающих работу всей вычислительной платформы;

методам запутывания кода (обфускации), стойким к современным методам анализа и обратной инженерии, и разработки запутывающих компиляторов;

методам и инструментам статического анализа, обеспечивающим автоматический поиск уязвимостей безопасности и критических дефектов в исходном коде и обладающим следующими свойствами: возможностью анализа при отсутствии доступа к полному исходному коду программы и используемых библиотек; высокой линейно масштабируемой производительностью (не менее миллиона строк кода в час); высоким уровнем истинных предупреждений;

методам и инструментам динамического анализа бинарного кода, обеспечивающим автоматический поиск уязвимостей безопасности и критических дефектов в исходном коде, а также автоматическую генерацию входных данных, демонстрирующих эти дефекты;

методам и инструментам динамического и комбинированного анализа, обеспечивающим возможности автоматического восстановления алгоритмов, структур данных и протоколов из бинарного кода, в том числе, снабженного средствами защиты от анализа;

новым архитектурам операционных систем и средств виртуализации, методам эффективного и доказуемого разделения ресурсов и исключения возможности вредоносного влияния, как со стороны приложений, так и со стороны потенциально уязвимой операционной системы.

В области методов построения распределенных и параллельных систем и облачных вычислений разрабатывается:

специализированное системное ПО (ОС, подсистема обмена сообщениями, и др.), обеспечивающее масштабируемость, в том числе, отказоустойчивость высокопроизводительных систем в широких пределах;

программно-аппаратные комплексы, эффективные для определенных классов приложений;

технологии обеспечения возможности интеграции ресурсов (серверы, системы хранения данных, сети, ПО и др.) и предоставления к ним доступа как к сервису (инфраструктура как сервис);

новые языки программирования параллельных систем (в том числе, гетерогенные), а также языковые расширения для классов приложений;

открытые стандарты параллельного программирования и осуществляется их реализация в открытых компиляторных средах (GCC, LLVM);

методы и инструментальные средства автоматического и полуавтоматического преобразования последовательных программ в параллельные с использованием стандартов параллельного программирования.

Продолжаются работы **в области методов семантического информационного поиска**. Такие семантические системы позволят перейти от поиска по отдельным словам к поиску по значениям, которые описывают эти слова. Для создания семантических поисковых систем необходимо решить ряд открытых задач, среди которых:

- проверка достоверности, полноты актуальности и непротиворечивости информации;

- поиск контента (в том числе мультимедийного) по содержанию;

- создание средств извлечения информации;

- создание средств интеграции знаний о разнородных данных (текст, изображения, видео);

- отслеживание первоисточников информационных сообщений.

Внимание уделяется и **области методов анализа онлайн-социальных сетей**. Последние являются уникальным источником данных о личной жизни и интересах реальных людей. Их анализ открывает беспрецедентные возможности для решения исследовательских и бизнес-задач.

Специалисты из исследовательских центров и компаний по всему миру используют данные социальных сетей для моделирования социальных, экономических, политических и других процессов от персонального до государственного уровня с целью разработки механизмов воздействия на эти процессы, а также создания инновационных аналитических и бизнес-приложений и сервисов. Задачи анализа социальных сетей включают:

- определение скрытых демографических атрибутов пользователей (например, возраст, пол, политические взгляды) по артефактам их деятельности (текстовые сообщения, выставление оценок товарам и т.д.);

- отслеживание возникающих в мире событий;

- идентификация пользователей различных сетей (поиск профилей одного пользователя в нескольких сетях);

- поиск сообществ пользователей;

- определение агентов информационного влияния.

В области методов обработки больших данных возникает задача разработки новых технологий для их обработки. В настоящее время для описания подходов, технологий и инструментов этой области используется термин «большие данные». Можно выделить следующие актуальные направления разработки и развития:

- систем пакетной обработки «больших данных»;

- распределенных файловых систем;

- распределенных систем управления базами данных;

- распределенных хранилищ данных;

- распределенных систем обработки графовых данных;

- распределенных систем обработки потоковых данных;

- распределенных алгоритмов машинного обучения.

В области методов моделирования и верификации программ и программно-аппаратных систем нужно отметить, что источником самых серьезных ошибок в программном обеспечении является неполнота и противоречивость исходных требований к создаваемым программным решениям. Исправление ошибки программной системы, если она обусловлена проблемой в исходных требованиях, на несколько порядков дороже исправления обычных программистских ошибок. Зачастую ошибка в исходных требованиях ведет к закрытию проекта в целом. Для решения данной проблемы необходимо развивать методы моделирования и анализа требований. К их числу относятся:

- языки моделирования и спецификации требований, в частности, языки спецификации поведения программных и программно-аппаратных систем;

- методы и инструменты визуализации и анимации моделей требований, в частности, методы генерации прототипных реализаций программ и сетевых агентов, реализующих моделируемые требования;

- методы верификации моделей требований к поведению программных систем, в частности, методы верификации логики протоколов взаимодействия систем.

В развитии методов верификации заинтересованы разработчики как программного обеспечения, так и микропроцессоров. Методы и инструменты, которые используются для верификации в этих отраслях, имеют много общего. Важнейшими направлениями исследований в данной области являются:

- методы и инструменты верификации программных моделей (software model checking), позволяющие автоматически извлекать модели из программ на различных языках программирования, проводить анализ их свойств при помощи построенных моделей или генерировать тесты для динамической верификации;

- методы верификации для многопоточных и мультипроцессных программ, программ с асинхронным взаимодействием и программ с требованиями к темпоральным характеристикам;

- методы проведения дедуктивной верификации для программ на различных языках программирования и спецификации, а также языках проектирования микропроцессоров; при этом обеспечение масштабируемости метода дедуктивной верификации достигается за счет интеграции дедуктивной верификации и методов верификации программных моделей;

- развитие базовых алгоритмов и базовых компонентов инструментов верификации, позволяющих решать задачи выполнимости (satisfiability solvers, SAT), разрешимости логических формул в расширяемом наборе теорий (SMT Satisfiability Modulo Theories), доказательства теорем и генерации контрпримеров, генерации условий верификации и инвариантов и других частных задач, возникающих как при верификации моделей, так и при дедуктивной верификации.

Системное программирование – это стремительно развивающаяся область науки. Все так называемые «прорывные» технологии возникают на базе многолетних исследований и экспериментов, которые ведутся международным сообществом ученых и инженеров. Появление новых и развитие передовых технологий не только невозможно в изоляции от этого между-

народного сообщества, но и, наоборот, обязательно должно опираться на сотрудничество и даже кооперацию с ведущими центрами исследований и разработок как внутри страны, так и за рубежом.

Важнейшим условием успешного развития системного программирования как науки и информационных технологий как промышленного продукта является тесная интеграция Академии, университетов и промышленности. Каждая их сторон этой кооперации не в состоянии поступательно развиваться, не опираясь на своих партнеров. Только такая кооперация позволит создавать не просто новые методы, а такие методы и инструменты, которые дают возможность претендовать на положение лидера в мире информационных технологий.

Продукты, процессы разработки и бизнес-модели разработки и эксплуатации ПО условно разделены на сектор открытого или свободного ПО и сектор проприетарного ПО. Крупнейшие ИТ-компании, включая Google, IBM, Intel и Microsoft, давно и успешно работают в обоих секторах. Баланс в распределении ресурсов на развитие открытых и проприетарных технологий – это еще одно важное условие развития ИТ в России.

Вместе с тем еще раз надо отметить уникальность открытого ПО, которое одновременно служит точкой опоры для новых разработок и многофункциональным инструментом, позволяющим, например, решать задачи обучения, построения международных и межотраслевых связей, создания и развития открытых ИТ-стандартов. Опора на открытое программное обеспечение – это необходимое условие успешного развития ИТ-индустрии и ИТ-науки в России.

Важнейшие достижения

Получены фундаментальные результаты в классической теории многогранников, имеющей актуальные приложения в теории шарнирных механизмов. Изгибаемый многогранник — это многогранник с жёсткими гранями и шарнирами в рёбрах, допускающий деформацию, не индуцированную поворотом всего пространства. В течение долгого времени известными математиками были решены ключевые задачи об изгибаемых трёхмерных многогранниках, в том числе недавно И.Х. Сабитовым доказана знаменитая гипотеза о кузнечных мехах.

Проблема построения теории многомерных изгибаемых многогранников считалась неприступной. Не было подходов для решения важных задач даже в размерности 4. А.А. Гайфуллин, применив принципиально новые алгебраические и комбинаторные методы, получил прорывные результаты. Им были впервые построены изгибаемые многогранники в высших размерностях, классифицированы изгибаемые кросс-политопы всех размерностей.

Доказан многомерный аналог гипотезы о кузнечных мехах: объём любого изгибаемого многогранника постоянен в процессе изгибания. Этот результат является ключевым для дальнейшего развития теории и уже находится в центре внимания ведущих специалистов.

Получены фундаментальные результаты в теории многомерных изгибаемых многогранников. На основе применения принципиально новых алгебраических и комбинаторных методов впервые построены изгибаемые многогранники в высших размерностях, классифицированы изгибаемые кросс-политопы всех размерностей. Доказан многомерный аналог гипотезы о кузнечных мехах: объём любого изгибаемого многогранника постоянен в процессе изгиба. Полученные результаты являются ключевыми для дальнейшего развития теории и имеют актуальные приложения в теории шарнирных механизмов. (МИАН)

Установлено, что собственные числа и собственные функции оператора Лапласа–Бельтрами на римановом многообразии аппроксимируются собственными числами и собственными функциями оператора Лапласа для графа соответствующего эpsilon-сети. Доказана трудная теорема о том, что евклидову плоскость можно равномерно аппроксимировать (в метрике Громова–Хаусдорфа) графами с равномерно ограниченными степенями вершин и с длинами ребер, лежащими между двумя положительными постоянными. То же доказано для гиперболических по Громову пространств с ограниченной геометрией. (ПОМИ)

Проблема объяснения образования волн при косом соударении пластин, которые разгоняются скользящей детонационной волной, была поставлена в 60-х г. прошлого столетия академиком М.А. Лаврентьевым и не поддавалась решению. В результате экспериментальных и теоретических исследований предложен механизм образования волн на контактной границе при косом соударении пластин и построена дискретная вычислительная модель образования волн при сварке взрывом. В настоящее время сварка взрывом используется для изготовления высокопрочных композитных материалов (рис. 1)*. (ИМ СО РАН)

Создана система статического анализа исходного кода программ Svace, направленная на поиск широкого класса критических ошибок, уязвимостей безопасности, ошибок и несоблюдения стандартов кодирования. Система базируется на фундаментальных результатах, полученных в ИСП РАН, и обеспечивает качество анализа и производительность на уровне лучших промышленных мировых аналогов Coverity и Klocwork (50–70% истинных ошибок, анализ 5 млн строк кода за 2–3 часа), существенно превосходя существующие исследовательские проекты. Поддерживается полностью автоматический анализ исходного кода на языках Си/Си++, Java в окружениях ОС Windows, Linux, Android, Tizen для архитектур Intel и ARM.

Исследовалось явление падения Челябинского метеороида с целью создания прототипа системы, моделирующей движение крупных космических тел в атмосфере Земли и прогнозирующей их воздействие на окружающую среду. Проводилось комплексное изучение проблемы: моделирование баллистики метеороида с учетом его теплового и механического разрушения; расчет обтекания системы тел (осколков метеорита); моделирование деформации и разрушения метеорных тел на крупные осколки и мелкодисперсную среду; исследование задачи о взрывах в атмосфере; численное решение нестациона-

* Этот и все последующие рисунки см. на вклейке.

нарной задачи об эволюции возмущений в нижней атмосфере и в ионосфере Земли, вызванных движением крупных метеороидов (рис.2); моделирование процесса падения метеорита на Земную поверхность и воздействия сейсмических волн на высотные здания в окрестности места падения.

В ходе численных экспериментов и теоретических выкладок были получены результаты, качественно идентичные и количественно близкие к данным наблюдений.

С целью создания прототипа системы, моделирующей движение крупных космических тел в атмосфере Земли и прогнозирующей их воздействие на окружающую среду, проведено комплексное исследование падения Челябинского метеороида. В ходе численных экспериментов и теоретических выкладок были получены результаты, качественно идентичные и количественно близкие к данным наблюдений (см. рис. 2). (ИСП РАН)

В рамках двухуровневой параллельной модели MPI+OpenMP разработаны и реализованы алгоритмы для моделирования задач газовой динамики с использованием десятков тысяч процессорных ядер. Выполнена адаптация базовых операций вычислительных алгоритмов с использованием OpenCL для вычислений на различных типах ускорителей, включая GPU AMD (ATI) и NVIDIA. В результате проведенных исследований по использованию графических ускорителей для моделирования течения жидкости и газа создан комплекс программ, обеспечивающий высокую эффективность расчетов задач механики сплошной среды на гетерогенных вычислительных системах с графическими ускорителями GPU NVIDIA. Выполнены демонстрационные расчеты, показывающие высокую эффективность при использовании до 1280 GPU ускорителей. Проведены серии расчетов актуальных задач аэродинамики и аэроакустики. (ИПМ РАН)

Разработан и программно реализован новый математический метод обнаружения и идентификации нейронов с заданными свойствами на микроскопических изображениях срезов головного мозга, используемых при исследовании новых методов диагностики и лечения болезни Паркинсона. Разработанные методы переданы в Институт биологии развития им. Н.И. Кольцова и используются для автоматизации научных исследований при изучении болезни Паркинсона. Использование методов обеспечивает повышение производительности труда исследователей в 100 раз и снижение потребности в расходных материалах в 10 раз. Получен патент РФ. (ВЦ РАН)

Разработана (в сотрудничестве с Гидрометцентром России) новая версия глобальной модели атмосферы ПЛАВ, предназначенная для среднесрочного прогноза погоды, имеющая горизонтальное и вертикальное разрешение процессов, соответствующее мировому уровню (20–25 км; 51 уровень по вертикали). Достигнутое горизонтальное разрешение в 4 раза выше, чем разрешение текущей оперативной версии глобальной модели среднесрочного прогноза погоды Гидрометцентра России. Вертикальное разрешение повышено почти в 2 раза. Модель с 01.04.2014 года испытывается в Гидрометцентре России в оперативном режиме. Предварительные результаты испытаний показывают статистически значимое преимущество новой версии модели ПЛАВ над текущей оперативной версией той же модели (также разработанной ИВМ РАН

в сотрудничестве с Гидрометцентром России), особенно в прогнозе таких важных метеорологических характеристик, как давление на уровне моря, трехмерные поля температуры и ветра в свободной атмосфере.

Новая версия модели, помимо повышения разрешения, достигнутого вследствие работ по повышению масштабируемости программного комплекса модели в рамках Программ Президиума РАН П43, П18, включает ряд усовершенствований в описании процессов подсеточного масштаба, таких как современные параметризации коротко- и длинноволновой радиации. (ИВМ РАН)

На базе фундаментальных исследований в области математической теории управления динамическими системами, теории приближения и аппроксимации функций и теории обратных некорректных задач создана и развивается прикладная математическая теория навигации по геофизическим полям. Методы этой теории позволили обосновать и на практике построить высокоэффективные и надежные алгоритмы и программные средства для информационного обеспечения систем высокоточной навигации и наведения движущихся объектов по изображениям геофизических полей. Упомянутые средства нашли применение в новейших опытно-конструкторских разработках таких организаций, как ОКБ «Новатор». (ИММ УрО РАН)

Разработан комплекс алгоритмов и программ численного моделирования и обращения волновых фронтов для оперативного решения прямых и обратных задач электродинамики, акустики и теории упругости. На основе трехмерной геоинформационной системы разработанные алгоритмы используются для моделирования, визуализации, прогнозирования и оценки рисков природных и техногенных катастроф (землетрясения, цунами, наводнения). Результатом численного моделирования прямых и обратных задач явилось создание трехмерных цифровых моделей различных регионов и Земного шара в целом с учетом взаимодействия процессов, происходящих в атмосфере, гидросфере, литосфере и биосфере Земли с оперативным использованием сейсмических, электромагнитных, метеорологических и космических данных. (ИВММГ СО РАН)

Разработаны новые методы и даны формальные определения различных характеристик (количественных и структурных), которые могут быть полезны для анализа информации, извлекаемой из социальных сетей. Предложены новые модификации теории динамического социального влияния Латане, изучены методики, используемые при проведении психологических операций. Разработан программный комплекс, позволяющий извлекать информацию из социальных сетей, проводить обработку, анализ и визуализацию данных. Модуль извлечения данных имеет возможность извлекать данные, в первую очередь, из крупнейших социальных сетей: Twitter, Facebook, vkontakte. (ИСИ СО РАН)

Исследована математическая модель, описывающая начальный этап захвата в резонанс, который случается в нелинейной системе. Известно, что захват в резонанс случается не всегда. На уровне математической модели это соответствует наличию двух семейств решений дифференциальных уравнений главного резонанса. Захвату в резонанс соответствуют решения с растущей амплитудой.

Основное достижение состоит в доказательстве устойчивости растущих решений относительно внешнего возмущения белым шумом. Получена оценка времени технической устойчивости в зависимости от интенсивности шума. (ИМВЦ УНЦ РАН)

Разработан метод, открывающий новые возможности детального неинвазивного изучения спонтанной и вызванной активности головного мозга человека. Функциональная томография мозга найдет широкое применение в медицинской диагностике, так как позволяет делать выводы о функциональной структуре и аномалиях в работе мозга. (ИМПБ РАН)

Получены асимптотические формулы для среднего количества наилучших приближений линейных форм с рациональными коэффициентами и математического ожидания количества наилучших приближений линейных форм с вещественными коэффициентами. (Хабаровское отделение ИПМ ДВО РАН)

Исследована устойчивость случайных конфигурационных графов к разрушающим воздействиям двух типов – случайному и целенаправленному. Такие графы служат моделями сложных сетей коммуникаций, таких как Интернет и системы мобильной связи, а в последнее время применяются для моделирования лесных пожаров и банковских кризисов. Найдены условия, обеспечивающие возможность функционирования моделирующей сеть графа при выходе из строя части элементов, а также условия, при которых ущерб от пожара на графе минимален. (ИПМИ КарНЦ РАН)

Институт прикладной математики и автоматизации КБНЦ РАН

Доказан принцип экстремума, впервые поставлена и решена краевая задача для нагруженного интегрального уравнения. Найдены условия разрешимости задач начально-граничного управления для линейного уравнения смешанного гипербола-параболического типа, краевой задачи для линеаризованного уравнения Буссинеска с разрывным коэффициентом диффузии и нагруженного гиперболического уравнения. (ИПМА КБНЦ РАН)

ФИЗИЧЕСКИЕ НАУКИ

По направлениям «Актуальные проблемы физики конденсированных сред, в том числе квантовой макрофизики, мезоскопии, физики наноструктур, спинтроники, сверхпроводимости» и «Физическое материаловедение: новые материалы и структуры, в том числе фуллерены, нанотрубки, графены, другие наноматериалы, а также мета-материалы», где выполняется широкий круг исследований, получен целый ряд интересных результатов, среди них надо отметить следующие достижения.

Предложена и экспериментально подтверждена новая концепция создания микро- и наночастиц, способных анализировать наличие определённых молекул в среде и в зависимости от результата анализа трансформироваться программируемым образом. Продемонстрированы возможности использования таких наночастиц для новых методов биосенсорики и адресной доставки лекарств к очагам инфекции и опухолевым клеткам внутри организма.

Развит метод синтеза и определены физико-химические и биологические свойства суперпарамагнитных наночастиц карбида железа, инкапсулированных в углеродные оболочки размером 25 нм. Установлено, что новый наноматериал не оказывает токсического влияния на живые клетки. Это делает его перспективным кандидатом на роль магнитоуправляемой платформы для биомедицинских наноконструкций различного назначения.

В результате исследования сверхбыстрых лазерно-индуцированных явлений в магнитных материалах с целью создания новых систем записи и обработки информации с повышенным быстродействием впервые экспериментально установлено, что в спиновой системе прозрачного антиферромагнетика возможна селективная оптическая накачка фемтосекундными лазерными импульсами без теплового нагрева решетки. Установлены условия реализации в эксперименте такого возбуждения.

Продолжены интенсивные исследования природы, новых материалов и применений высокотемпературной сверхпроводимости (ВТСП). Проведенные комплексные исследования величины, температурной зависимости и анизотропии щелей в сверхпроводящем спектре в высокотемпературных сверхпроводниках состава $\text{Ba}(\text{K})/\text{Ca}(\text{Na})\text{Fe}_2\text{As}_2$ позволили получить данные о симметрии параметра порядка. По измерениям первого критического поля и спектров многократного андреевского отражения установлено сосуществование двух различных конденсатов, определены величины двух сверхпроводящих щелей, а также оценена степень анизотропии большей щели в k -пространстве.

Рассмотрено успешное применение ВТСП в метрологии – для создания джозефсоновской квантовой меры напряжения, которая по своим параметрам удовлетворяет требованиям, предъявляемым к эталонным средствам измерения. Важный результат, касающийся макроскопических квантовых явлений в полупроводниковых структурах, – демонстрация квантового эффекта Холла при азотной температуре, позволяющая в будущем надеяться на реализацию этого эффекта при комнатных температурах.

Продолжает оставаться фундаментальной задачей спиновой электроники исследование взаимосвязи спиновых и орбитальных степеней свободы носителей тока. Одним из аспектов этой проблемы является изучение особенностей движения частиц с полужелтым спином в неоднородном магнитном поле. Предложена и реализована невзаимная ячейка для таких частиц (нейтронов), подобная ячейке Фарадея для фотонов.

Обнаружено и всесторонне исследовано новое состояние вещества – сверхтекучая фаза ^3He – полярная фаза (нафен).

Ряд полученных результатов представляет перспективу для решения прикладных задач.

Обнаружен эффект образования аномально длинных цепочек из наночастиц (длиной до 60 см) в газовой среде при плазменном и лазерном испарении металлов, объясняемый пульсирующей конденсацией самоуплотняющихся микропотоков пара. Это открытие создает предпосылки для создания новых видов радиационных детекторов и биосенсоров.

Разработаны новые типы гетероструктур солнечных элементов, обеспечивающих увеличение КПД при облучении в условиях околоземного космического пространства. На основе новых типов выращенных гетероструктур созданы высокоэффективные солнечные элементы с улучшенными характеристиками. Разработаны постростовые технологии с реализацией вакуумного термического, электронного и ионно-плазменного напыления, разработаны и созданы каскадные солнечные элементы с уменьшенными оптическими и омическими потерями и увеличенным КПД при 500-кратно концентрированном «наземном» солнечном облучении.

Обнаружен эффект управления движением магнитной доменной стенки с помощью спин-поляризованного тока. Это открывает новые возможности управления системой спинов – практически стопроцентную передачу энергии светового импульса в спиновую систему антиферромагнетика.

Перспективны для применений результаты фундаментальных исследований, связанные с созданием термоэлектриков с рекордной термоэлектрической эффективностью $ZT > 1,2$, в том числе новых композитов на основе углеродных нанотрубок.

Растет интерес к исследованиям свободных моноатомных и мономолекулярных нанослоев без подложки, а также краевых топологических состояний в конденсированных средах.

Несмотря на дефицит финансирования, удалось сохранить русскоязычные научные журналы, публикующие статьи по физике конденсированных сред и физическому материаловедению.

Большой практический интерес представляют результаты фундаментальных исследований, полученные в ходе работ по направлениям **«Актуальные проблемы оптики и лазерной физики, в том числе достижение предельных концентраций мощности и энергии во времени, пространстве и спектральном диапазоне, освоение новых диапазонов спектра, спектроскопия сверхвысокого разрешения и стандарты частоты, прецизионные оптические измерения, проблемы квантовой и атомной оптики, взаимодействие излучения с веществом»** и **«Фундаментальные основы лазерных технологий, включая обработку и модификацию материалов,**

оптическую информатику, связь, навигацию и медицину». Прорывной стала разработка методов когерентного сложения оптических полей фемтосекундных импульсов, направленная на достижение плотности мощности лазерного излучения, на несколько порядков превышающей релятивистский предел. В ближайшем будущем будут перспективны следующие работы.

- Разработка лазеров с высокой средней и пиковой мощностью, основанных на технологиях, использующих диодную накачку, слэбовую, дисковую и волоконную геометрию активных сред на основе стекол, керамики и полупроводников.

- Разработка технологии оптической лазерной керамики для создания активных сред, не существующих в природе в виде монокристаллов, с большими апертурами (до десятков сантиметров), что должно привести к продвижению дисковых лазеров в область больших мощностей и генерации жесткого УФ-излучения для аттосекундной физики и техники для спецприменений.

- Разработка диодных лазеров для эффективной оптической накачки, их оптимизация по спектральному составу излучения, электрооптическому КПД, частоте следования импульсов и распределению плотности мощности в пространстве с высокой энергией в импульсе (более 1 кДж) в наносекундном диапазоне.

- Создание широкоапертурных нелинейно-оптических кристаллов и элементов для преобразования частоты мощного оптического излучения, обладающих, наряду с высокими прочностными характеристиками низкими оптическими потерями и большой апертурой.

- Создание лазеров, генерирующих излучение в широком диапазоне длин волн в определенных спектральных областях, так называемых «белых лазеров»; они будут востребованы в исследовательских задачах физики конденсированного состояния – возникновении поверхностных плазмонных волн, колебаниях зарядовой плотности в подповерхностных слоях, изменении оптических свойств поверхностных структур, определении эффективности материалов солнечных батарей, электродинамики графена; в науках о жизни – при комбинации его с фильтрами такие генераторы незаменимы в флуоресцентной микроскопии.

- Расширение границы применимости микроскопов от глубокого УФ (1, 92 мкм) до терагерцевого диапазона длин волн.

Разработка компактных оптических стандартов частоты для систем глобальной и космической навигации и связи.

- Разработка эффективной временной компрессии фемтосекундных лазерных импульсов для лазеров, генерирующих короткие оптические импульсы субпико- и фемтосекундной длительности в различных диапазонах спектра с помощью дифракционных решеток и полупроводниковых структур.

- Совершенствование оптических методов и аппаратуры навигации для проведения медицинских операций, методов биосенсорики и реализации адресной доставки лекарств к очагам инфекции и опухолевым клеткам внутри организма, направленных на радикальное улучшение состояния пациентов и предотвращения рецидивов.

- Совершенствование методов фотодинамической терапии и фотофлуоресцентной диагностики.

- Развитие методов оптической когерентной томографии.
- Развитие неинвазивных и малоинвазивных методов диагностики и терапии ранних стадий социально-значимых заболеваний.
- Разработка высокочувствительных биосенсоров.
- Создание новых технологий и устройств для обработки и хранения информации – голографических, опто- и акустоэлектронных, а также основанных на эффектах электромагнитно-индуцированной прозрачности, безинверсного усиления и замедления света в неравновесных классических и многоуровневых квантовых системах.
- Развитие фемтосекундной и аттосекундной оптики.
- Создание нового поколения компьютерной оптоэлектроники – микро- и нанолазеров – для уменьшения энергопотребления суперЭВМ.
- Создание высокочувствительных оптических методов обнаружения и исследования гравитационных волн, прецизионной проверки анизотропии скорости света, а также прецизионного измерения фундаментальных физических констант.
- Расширение диапазона излучения лазеров и усилителей нового поколения: от среднего рентгеновского излучения (0,1–1 нм) до терагерцевого диапазона. Здесь будут дополнительно актуально создание новых источников сверхмощного терагерцевого излучения на основе нелинейно-оптических эффектов, и создание устройств, генерирующих сверхмощные видеоимпульсы.
- Создание линий связи с пропусканием несколько петабит/с и оптических носителей информации.
- Разработка методов создания запутанных фотонных состояний для квантовых компьютеров, квантовой телепортации, квантовой когерентной томографии, квантовой криптографии.
- Разработка трехмерной аддитивной печати.
- Развитие методов лазерной модификации органических и неорганических сред.
- Совершенствование технологии нанесения диэлектрических покрытий с заданными дисперсионными свойствами.
- Создание высокоэффективных фотовольтаических элементов для солнечной энергетики и энергосберегающих источников.

По направлению «Современные проблемы радиофизики и акустики» по-прежнему актуальны работы по созданию новых средств низкочастотной акустической диагностики высокого разрешения для исследования толщи океана, пород океанического дна, в том числе в шельфовых зонах. В связи с активным освоением арктических территорий увеличится объем экспериментальных исследований в отдельных районах арктического шельфа России. В создаваемой для работы в этих районах акустической аппаратуре будет использована акустическая модель морского дна, объясняющая наблюдаемое там аномально высокое затухание звуковых волн. В 2014 г. был проведен удачный эксперимент с использованием приемной бортовой антенны, разработанной для корабельных гидроакустических комплексов.

Для решения задач изучения объектов природы получают дальнейшее развитие методы спектроскопии высокого разрешения. Уже получено экспе-

риментальное подтверждение методики измерения малых изменений температуры объекта, вплоть до 0,001 К, основанной на измерении определённой фазовой характеристики резонатора на поверхностных акустических волнах, подложка которого находится в тепловом контакте с объектом. Благодаря этим методом исследование водной поверхности Северной Атлантики и водяного пара атмосферы по данным спутниковых СВЧ-радиометрических измерений позволило обнаружить влияние нефтяных разливов в Мексиканском заливе в 2010-м году на транспорт явного и скрытого тепла течением Гольфстрим к берегам Европы.

Будут совершенствоваться системы безопасности, связанные с обнаружением и идентификацией жидких веществ, в том числе запрещенных, на базе методов низкочастотной ЯМР-томографии.

Новые результаты будут способствовать развитию акустической диагностики для биомедицинских исследований; методов когерентной сейсмоакустики для мониторинга геодинамических процессов в сейсмоопасных зонах; созданию больших многолучевых электронно-управляемых антенных решеток.

По направлению «Фундаментальные проблемы физической электроники, в том числе разработка методов генерации, приема и преобразования электромагнитных волн с помощью твердотельных и вакуумных устройств, акустоэлектроника, релятивистская СВЧ-электроника больших мощностей, физика мощных пучков заряженных частиц» продолжаются работы по созданию новых методов генерации и приема когерентного излучения микроволнового и терагерцового диапазона. Для этих целей, в частности, исследуются магнитные переходы, составленные из контактирующих слоев ферромагнетиков, а также из слоев ферромагнетиков и антиферромагнетиков, при протекании через них тока. Создан плазмонный детектор терагерцового излучения в виде плотной цепочки полевых транзисторов на основе соединения InGaAs.

В ближайшее время продолжатся работы по созданию высокомошных источников СВЧ-излучения. Уже экспериментально показано, что обеспечение стабильности взрывной электронной эмиссии холодного катода является условием жесткой фиксации фазы СВЧ автогенератора.

Продолжится изучение процессов, связанных с использованием гиротрона.

По направлению «Современные проблемы физики плазмы, включая физику высокотемпературной плазмы и управляемого термоядерного синтеза, физику астрофизической плазмы, физику низкотемпературной плазмы и основы ее применения в технологических процессах» перспективы получения прорывных результатов на ближайшие десять лет связывают с осуществлением управляемого термоядерного синтеза в режиме самоподдерживающегося горения в установках с магнитным удержанием плазмы типа токамак. Поэтому продолжатся экспериментальные работы по инерционному термоядерному синтезу, по созданию эффективных термоядерных мишеней, разработке альтернативных токамакам систем управляемого термоядерного синтеза с магнитным удержанием, источников нагрева плазмы и методов ее диагностики. В 2014 г. достигнуты заметные результаты: предложена новая схема электронно-циклотронного нагрева для крупномасштабных прямых магнитных ловушек, основанная на эффекте захвата излучения

в плазме (в результате на установке была достигнута рекордная для квазистационарных магнитных ловушек открытого типа величина электронной температуры 900 эВ); разработана высокочувствительная томсоновская диагностика горячей плазмы.

В будущем новые результаты ожидается получить в области исследований физических процессов вблизи околопланетных плазменных границ, поэтому экспериментальные и теоретические работы по интерпретации их результатов будут продолжаться.

Перспективные работы связывают с исследованием плазменных процессов в геофизике, в том числе с помощью активных спутниковых экспериментов, а также исследованием формирования структуры и динамики глобальной атмосферной электрической цепи, управлением процессами в грозовом облаке. Будут продолжены исследования процессов самоорганизации и свойств упорядоченных структур в низкотемпературной и сверххолодной плазме, в том числе пылевой (ожидается, что ведущая роль в этих исследованиях будет отведена моделированию процессов).

Фундаментальные работы всегда сопровождаются появлением новых знаний. Их результаты будут внедрены в разработку плазменных технологий создания новых материалов, в том числе композиционных, с заданными физико-химическими свойствами (актуальность подобных технологий связана с их потенциальными возможностями стать заменой традиционным технологиям обработки в машиностроении, инструментальной промышленности, производстве наноматериалов, медицинской промышленности, водородной энергетике, разработке новых строительных материалов). Такие материалы способны значительно снизить эксплуатационные затраты, обеспечить экологическую чистоту производства, позволить отказаться от вредных химикотермических технологий, увеличить ресурс работы деталей машин, инструмента и технологического оборудования.

По направлению «Современные проблемы ядерной физики, в том числе физики элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий, включая физику нейтрино и астрофизические и космологические аспекты, а также физики атомного ядра, физики ускорителей заряженных частиц и детекторов, создание интенсивных источников нейтронов, мюонов, синхротронного излучения и их применения в науке, технологиях и медицине» получены уникальные результаты в международных экспериментах при активном участии российских организаций.

Физика элементарных частиц и фундаментальных взаимодействий

Рассчитана трехчастичная кулоновская система в седьмом порядке по постоянной тонкой структуры. Это позволило в десять раз уменьшить теоретическую неопределенность вычисления энергий переходов в молекулярных ионах водорода и антипротонного гелия, и достичь рекордной точности в одну стомиллиардную в определении отношения масс электрона и протона. (ОИЯИ)

Построено обобщение принципа голографической дуальности, выходящее за рамки классического AdS/CFT соответствия, и представляющее собой

мощный инструмент как для изучения конформных теорий и гравитации, так и для практических приложений в квантовой теории поля. (ФИАН)

Доказано, что соотношение Вайнштейна-Захарова-Новикова-Шифмана между квантовыми поправками в суперсимметричных теориях точно выполняется во всех порядках теории возмущений в суперсимметричной квантовой электродинамике. (ИЯИ РАН)

Предсказана и вычислена зарядовая асимметрия в процессах фоторождения мюон-антимюонных пар при высоких энергиях в поле тяжелого атома. (ИЯФ СО РАН)

Дано объяснение ядерного глория-эффекта, или эффекта обратной фокусировки, обнаруженного экспериментально в ОИЯИ (Дубна) и ИТЭФ (Москва), и состоящего в увеличении дифференциального сечения рождения кумулятивных частиц вблизи направления строго назад. (ИЯИ РАН)

Обнаружено новое критическое поведение для ряда систем: в ансамбле торических узлов, в инстантонном ансамбле 5-мерной калибровочной теории, и в других системах описываемых статистикой «площадь + длина» в большом каноническом ансамбле двумерных направленных путей. (ФИАН)

Впервые получено ограничение на величину СР нечётной дираковской фазы в осцилляциях нейтрино в эксперименте T2K. (ИЯИ РАН)

Вблизи порога реакции измерено сечение рождения нейтрон-антинейтронных пар в электрон-позитронной аннигиляции. Эксперимент выполнен на коллайдере ВЭПП-2000 с детектором СНД (ИЯФ СО РАН).

С высокой точностью измерена скорость распада $J/\psi \rightarrow \gamma \eta_c$, что позволило устранить существовавшее ранее противоречие экспериментальных данных с предсказаниями теории. Эксперимент выполнен на электрон-позитронном коллайдере ВЭПП-4М с детектором КЕДР. (ИЯФ СО РАН)

С лучшей в мире точностью измерена масса тау-лептона в совместном эксперименте с детектором BES-III на электрон-позитронном коллайдере BEPC-II (Пекин, КНР). (ИЯФ СО РАН, ОИЯИ)

Получено новое ограничение на безнейтринный двойной бета-распад ^{76}Ge , в проекте GERDA. Полная экспозиция составила 21,6 кг·год. Из отсутствия сигнала получен верхний предел для периода искомого полураспада $2,1 \cdot 10^{25}$ лет. Результат является наилучшим по сравнению с другими современными экспериментами по поиску двойного безнейтринного бета распада. (ИЯИ РАН, РНЦ «Курчатовский институт», ИТЭФ)

Фундаментальная физика атомного ядра

Измерена асимметрия сечений упругого рассеяния позитронов и электронов на протонах, что позволило определить вклад двухфотонного обмена в этой реакции. (ИЯФ СО РАН)

В легких ядрах (^{11}B , ^{12}C , ^{13}C) обнаружены возбужденные состояния с аномально большими радиусами (в 2 – 2.5 раза больше, чем у обычных ядерных состояний). (ИОЯФ ЦФИ НИЦ КИ)

Исследованы свойства изотопов сверхтяжелого элемента флеровия (114) с массовыми числами 284 и 285. (ОИЯИ)

Физика нейтрино и астрофизические аспекты физики элементарных частиц

В международном эксперименте Borexino (Gran Sasso, Италия) с участием российских специалистов сцинтилляционным методом измерен поток солнечных нейтрино, образующихся в первичной pp -реакции термоядерного синтеза, ответственной за генерацию около 99% энергии Солнца. Этот выдающийся результат достигнут за счет успешного решения задачи понижения фона детектора до беспрецедентно низкого уровня и подводит промежуточный итог изучения потоков нейтрино из цепи процессов, начинающихся с pp -реакции. Дальнейшее повышение точности измерений открывает перспективу изучения динамики процессов в Солнце на временной шкале порядка сотен тысяч лет, разделяющих моменты генерации энергии в центре Солнца и её излучения с его поверхности. (НИЦ КИ, ОИЯИ, ПИЯФ, НИИЯФ МГУ и МИФИ)

В эксперименте с реакторными антинейтрино Daya Bay (Китай) с участием российских специалистов получены результаты по измерению параметров осцилляций нейтрино и поиску осцилляций в стерильные состояния. Измеренное в эксперименте значение угла смешивания нейтрино, $\sin^2 2\theta_{13} = 0.084 \pm 0.005$, является наиболее точным в мире, а выполненное в эксперименте первое измерение «электронной» разницы квадратов масс нейтрино, $|\Delta m_{ee}^2| = 2.44_{-0.11}^{+0.10} \times 10^{-3} \text{ эВ}^2$, сравнимо с точностью измерения «сопряжённой» величины $\Delta m_{\mu\tau}^2$, полученной в ускорительных экспериментах T2K и MINOS. Результатом поиска стерильных нейтрино является получение для определенной области параметров лучшего в мире ограничения на параметры смешивания электронного нейтрино с гипотетическим дополнительным четвертым состоянием. (ОИЯИ)

Выполнен новый анализ данных Байкальского глубоководного нейтринного телескопа NT200 за 5 лет наблюдений в задаче выделения нейтринного сигнала с энергиями выше 10 ГэВ в направлении от Солнца и получены ограничения на уровне мировых на потоки осциллирующих нейтрино и на сечения взаимодействия частиц темной материи с солнечным веществом. (ИЯИ РАН, ОИЯИ, ИГУ)

Впервые показано, что процессы рождения нейтрино протонами высоких энергий в фотоядерных реакциях, происходящих в реалистических анизотропных радиационных полях аккреционных дисков в активных галактических ядрах, естественным образом объясняют спектр астрофизических нейтрино, недавно измеренный на антарктическом нейтринном телескопе IceCube. (ИЯИ РАН)

На реакторе СМ-3 (Дмитровград) создана нейтринная лаборатория для исследования эффекта осцилляций реакторных антинейтрино. Прототип нейтринного детектора с объёмом сцинтиллятора 400 л перемещается на расстояния 6–11 м от активной зоны реактора. Проведены измерения фоновых условий и пробные измерения зависимости потока реакторных антинейтрино от расстояния до активной зоны реактора. (ПИЯФ, НИЦ КИ, ГНЦ НИИАР)

Физика космических лучей

По измерениям на орбитальном спектрометре ПАМЕЛА установлены пространственное и питч-угловое распределения, а также энергетический спектр протонов с энергией выше 70 МэВ, захваченных геомагнитным полем в районе Южно-Атлантической Аномалии. Результаты позволили установить ограничения на параметры адиабатической теории движения частиц в геомагнитном поле и будут использованы при построении моделей радиации в околоземном пространстве. (МИФИ, ФИАН, ФТИ в составе коллаборации ПАМЕЛА)

Анализ углового распределения космических лучей с энергиями выше 57 ЭэВ, зарегистрированных за 5 лет наблюдения в обсерватории Telescope Array (США), показал наличие области на небесной сфере радиусом 20 градусов в созвездии Большая Медведица, в которую попадает 19 из всех известных 72 событий. В предположении изотропного распределения космических лучей, в этой области могло бы наблюдаться в среднем 4.5 события. Статистическая значимость обнаруженной анизотропии 3.4 стандартных отклонения. «Горячее пятно» может быть указанием на положение ближайшего к нам источника космических лучей предельно высоких энергий. (ИЯИ РАН в коллаборации Telescope Array)

На установке ПРИЗМА-32 выполнен эксперимент по регистрации тепловых нейтронов ШАЛ. Впервые получена зависимость между нейтронной и электромагнитной компонентами ШАЛ в области энергий 10^{15} – 10^{16} эВ и измерено временное распределение нейтронов, которое описывается двумя экспонентами, соответствующими временам жизни нейтронов в атмосфере (3.5 мс) и в плотном веществе (0.5 мс). (ИЯИ РАН, МИФИ)

В эксперименте по изучению вариаций космических лучей во время гроз на Баксанской нейтринной обсерватории получено прямое доказательство существования нового типа медленного пробоя в атмосфере. Удаленными видеокамерами (75 км от установки) зарегистрировано свечение в стратосфере, совпадающее по времени с возмущениями интенсивности космических лучей во время грозы. В отличие от коротких и ярких высотных разрядов типа спрайтов и джетов новый тип разряда имеет длительность несколько минут и очень низкую яркость. Предположительно он создается убегающими электронами в припороговом режиме и, в отличие от пробоя на убегающих электронах, является аналогом не искрового разряда, а тлеющего или коронного. (ИЯИ РАН)

Анализ потоков солнечных протонов в событии 17 мая 2012 г. по данным измерений на спектрометре ПАМЕЛА показал, что первые протоны с энергией выше 500 МэВ приходили от Солнца в виде узко-направленного пучка, тогда как одновременно приходящие протоны меньших энергий имели широкое питч-угловое распределение. Это может быть объяснено рассеянием протонов меньших энергий в переходном слое магнитосферы Земли. (МИФИ, ФИАН, ФТИ в составе коллаборации ПАМЕЛА)

При исследовании состава метеоритов получены указания, что интенсивность галактических космических лучей изменялась в ~ 2 – 3 раза в течение последнего миллиарда лет с периодом $\sim 450 \pm 50$ млн лет, что может быть связано с периодическим пересечением Солнечной системой спиральных рукавов Галактики. (ГЕОХИ РАН)

На основе анализа большой выборки источников гамма-квантов показано, что труднообъяснимых особенностей восстановленных спектров этих источников можно избежать, предположив аномально высокую прозрачность Вселенной для гамма-излучения высоких энергий. Необходимая прозрачность Вселенной может быть объяснена с помощью ранее неизвестной аксионоподобной частицы. (ИЯИ РАН)

Разработана модель модуляции в гелиосфере, в которой учтена связь между диффузией космических лучей в гелиосферном магнитном поле и углом наклона гелиосферного токового слоя к плоскости солнечного экватора. Модель удовлетворительно описывает модуляцию галактических космических лучей в 23–24 циклах солнечной активности. (ФИАН)

На детекторе LVD (Гран Сассо, Италия) получено экспериментальное значение выхода нейтронов от мюонов космических лучей со средней энергией 280 ГэВ в железе, дополнительно установленном внутри структуры установки: $(16 \pm 4) \times 10^{-4}$ н/μ/(г × см⁻²). (ИЯИ РАН)

Предложен механизм генерации турбулентности в межпланетном магнитном поле, обусловленный взаимодействием быстрых и медленных потоков солнечного ветра в зависимости от угла наклона нейтрального токового слоя. С учетом предложенного механизма модифицирована базовая модель модуляции космических лучей в гелиосфере. (ИКФИА СО РАН).

Продолжались непрерывные измерения потоков космических лучей на уровне земли нейтронными мониторами (14 станций), мюонными телескопами (3 станции) и на баллонах. Данные доступны в сети Интернет в режиме реального времени. (ИЗМИРАН, ПГИ РАН, ИКФИА СО РАН, ИСЗФ СО РАН, ФИАН, ИЯИ РАН, АСФГС СО РАН, ИКФИРР ДВО РАН)

Запущен и успешно работает на орбите новый научный спутник «РЭЛЕК», основная задача которого – исследование энергичных процессов в гамма-, рентгеновском и ультрафиолетовом диапазонах длин волн в верхней атмосфере Земли, возникающих при воздействии на нее энергичной радиации как космического, так и земного происхождения. (НИИЯФ МГУ, ИКИ РАН)

На установке ГАММА (Арагац, Армения) получены экспериментальные указания на возможное существование относительно близкого (0,2–0,3 кпк) мощного источника заряженной компоненты космических лучей с энергией около 1 ПэВ в созвездии Парусов. (ФИАН, ЕрФИ)

Создание ускорителей, интенсивных источников нейтронов, мюонов и синхротронного излучения для исследований и практических применений

Национальная ускорительная база

Разработаны, изготовлены, поставлены и успешно испытаны в рабочих режимах в ОИЯИ (г. Дубна) уникальные широкополосные (0,5÷5,5 МГц) высокочастотные ускоряющие станции, основанные на аморфных магнитных материалах российского производства и предназначенные для бустера инжекционного комплекса проекта НИКА. (ИЯФ СО РАН)

Разработан, изготовлен и успешно испытан новый источник электронов с большим средним током (до 40 мА, энергия 50÷100 кэВ). Источник выполнен на основе высокочастотного (рабочая частота 100 МГц) резонатора с установленным в нем термоэмиссионным катодом с сеточным управлением. В отличие от традиционных статических пушек, новый источник обладает более высокой надежностью в эксплуатации и увеличенным сроком службы катодов. Источник предназначен для специализированного компактного ускорителя электронов РФЯЦ-ВНИИЭФ (г. Саров) на энергию 1.5÷7.5 МэВ со средней мощностью в пучке до 300 кВт. (ИЯФ СО РАН)

Осуществлен пуск в эксплуатацию первого промышленного ускорителя электронов ИЛУ-14 с уникальной совокупностью параметров (энергия пучка до 10 МэВ, мощность пучка до 100 кВт) в Федеральном Медицинском биофизическом центре им. А.И. Бурназяна ФМБА России для разработки новых радиационных технологий, использующих тормозное рентгеновское излучение. В установке достигнуто заметное улучшение параметров пучка: существующие ускорители имеют либо меньшую энергию при меньшей мощности (ИЛУ-10 5 МэВ, 50 кВт) либо такую же энергию при мощности пучка не более 15 кВт (УЭЛР-10–15). (ИЯФ СО РАН)

Разработана уникальная методика выделения чистого радиоуглеродного пучка, позволившая достигнуть статистической точности измерения концентрации лучше 1% на ускорительном масс-спектрометре в Центре коллективного пользования СО РАН «Геохронология кайнозоя». Метод основан на выделении и поштучном подсчете радиоуглеродных ионов посредством ускорительного масс-спектрометра с обдиркой ионов в мишени на парах магния и дополнительным поворотом ионов в зарядовом состоянии 3+ в высоковольтном терминале ускорителя. Уникальный метод позволяет надежно выделять ионы радиоуглерода из сопутствующего изобарного фона без значимой потери интенсивности анализируемого пучка. Достигнута статистическая точность рутинных измерений концентрации радиоуглерода для современных объектов лучше 1%. Полученные результаты позволяют проводить сверхчувствительные, точные и достоверные исследования в различных областях науки с использованием ускорительной масс спектрометрии. (ИЯФ СО РАН)

На сильноточном линейном ускорителе протонов ИЯИ РАН проведено пять сеансов, направленных на разработку технологии получения радиоизотопов, наладку нейтронного комплекса, на исследования и модернизацию ускорительного комплекса. Общая продолжительность сеансов в 2014 г. составила 1812 час. Нарботка ускорителя составила свыше 90000 мкА·час при среднем токе пучка до 120 мкА и энергии 143 МэВ. (ИЯИ РАН)

Разработан и создан программно-аппаратный комплекс для быстрой цифровой регистрации многокадровых протонных изображений динамических объектов с большой массовой толщиной. Система является важнейшей составной частью полномасштабного протонного радиографического комплекса ПРГК-100 на энергию 70 ГэВ, введенного в опытную эксплуатацию в 2014 г. на базе синхротрона У-70, расположенного в ИФВЭ, г. Протвино. (РФЯЦ-ВНИИЭФ)

В период с 2012 по 2014 г. на Ускорительном комплексе У-70 была создана система для стохастического медленного вывода пучка ядер углерода, ускоренного до удельной кинетической энергии 455–456 МэВ на нуклон. Интенсивность вывода – до $1.4 \cdot 10^9$ ионов в цикле с периодом 8,3 с и коэффициентом токопрохождения выводимой фракции до 57%. Равномерность и длительность вывода в 0.6–1.0 с обеспечена с помощью системы обратной связи по пучку. Создан новый (25-й) канал транспортировки пучка и облучающая установка — временный радиобиологический стенд. С помощью системы круговой развертки постоянного радиуса получены плоские параксиальные профили дозовых полей на внешней мишени. Совместно с Медицинским радиологическим научным центром Минздрава РФ (г. Обнинск Калужской обл.) успешно выполнены первые обзорные радиобиологические эксперименты на углеродном пучке, медленно выведенном из У-70. Таким образом, положено практическое начало прикладным исследованиям в социально значимом разделе ядерной медицины — ионно-лучевой терапии на основе ускорителей заряженных частиц. (ГНЦ ИФВЭ)

Создана производственная линия для изготовления сверхпроводящих (СП) магнитов по оригинальной технологии, разработанной в ОИЯИ. Линия используется одновременно для производства СП магнитов для бустера проекта НИКА (Дубна) и для синхротрона SIS-100 проекта FAIR (г. Дармштадт, Германия). (ОИЯИ)

Проведены расчётно-теоретические исследования режимов работы ионного коллайдера проекта НИКА в диапазоне удельных кинетических энергий 1÷4.5 ГэВ/н. Показано, что требуемая светимость в диапазоне энергий 3÷4.5 ГэВ/н может быть достигнута с применением системы стохастического охлаждения пучков, имеющей технически достижимые параметры. Организована СВЧ лаборатория для тестирования и настройки элементов систем стохастического охлаждения. Создана система стохастического охлаждения на ускорителе НУКЛОТРОН, позволяющая последовательно осуществлять экспериментальные исследования различных методов и режимов стохастического охлаждения. Впервые в отечественной практике экспериментально получено стохастическое охлаждение пучков дейтронов и ядер углерода. (ОИЯИ)

Разработана и успешно применена новая система подавления вторичных процессов в ускорительной трубке, позволившая в 10 раз уменьшить время выхода промышленного ускорителя электронов серии ЭЛВ на проектные эксплуатационные параметры по току и энергии. Выросла стабильность тока и энергии, уменьшена вероятность выхода из строя систем ускорителя из-за вакуумных пробоев. В результате возросла конкурентная способность отечественных промышленных ускорителей серии ЭЛВ на мировом рынке. (ИЯФ СО РАН)

Проведена разработка технического проекта по модернизации источника ионов водорода в каскаде ускорителей ЛУ-30 и У-1,5 ускорительного комплекса У-70 ГНЦ ИФВЭ. (ИЯИ РАН)

Проведена оптимизация, разработка и исследование ускоряющих структур и схем фокусировки участков нормально проводящего сильноточного линейного ускорителя (ЛУ-400) отрицательных ионов водорода в диапазо-

не энергий от 18 до 400 МэВ для проекта ОМЕГА, предложенного в ГНЦ ИФВЭ. (ИЯИ РАН)

Выполнена разработка оборудования диагностики пучка для линейных ускорителей ЛУ-20 и NPLAC комплекса НУКЛОТРОН ОИЯИ. (ИЯИ РАН)

Разработка оборудования для международных и зарубежных проектов на основе ускорительных технологий

Разработано и изготовлено уникальное магнитное оборудование для ионного синхротрона для терапии рака и неклинических исследований MEDAUSTRON (Австрия), позволившее в короткие сроки получить терапевтический пучок с проектными параметрами. В состав магнитного оборудования вошли дипольный поворотный магнит синхротрона MBH-C и каналов высокой энергии MBH-E. Приемка и магнитометрические измерения проведены в CERN. (ИЯФ СО РАН)

Проведены разработка, изготовление, поставка и наладка двух измерителей формы сгустков (BSM) для линейного ускорителя Лос-Аламосского центра (LANSCE, США). (ИЯИ РАН)

Проведены разработка, изготовление, лабораторные испытания, поставка и наладка измерителя продольного распределения заряда в сгустках для канала транспортировки из линейного ускорителя LINAC-4 в бустер (ЦЕРН, Швейцария). (ИЯИ РАН)

Исследованы и разработаны системы резонатора фото-инжектора, предназначенного для формирования сгустков электронов сверхвысокой яркости (STFC, Великобритания). (ИЯИ РАН)

Практическое применение

Впервые показана возможность использования гибких полихлорвиниловых трубок с жидкостным фторополимерным покрытием для транспортировки ультрахолодных и холодных нейтронов в произвольных направлениях. (Возможное использование в терапии для облучения злокачественной опухоли). (ИОЯФ ЦФИ НИЦ КИ)

Разработана методика получения терапевтических радионуклидов (актиния и радия) на ускорителе. (ИЯИ РАН, МГУ)

По направлению «Современные проблемы астрономии, астрофизики и исследования космического пространства, в том числе происхождение, строение и эволюция Вселенной, природа темной материи и темной энергии, исследование Луны и планет, Солнца и солнечно-земных связей, исследование экзопланет и поиски внеземных цивилизаций, развитие методов и аппаратуры внеатмосферной астрономии и исследований космоса, координатно-временное обеспечение фундаментальных исследований и практических задач».

Знаменательный результат – это возрождение на новом уровне национальной службы мониторинга солнечной активности, которое имеет огромное значение и для фундаментальных исследований в области гелиофизики,

и для практической задачи предупреждения событий на Солнце, способных вызвать последующие геомагнитные возмущения, опасные для деятельности человека.

В будущем перспективны следующие направления исследований:

- Космологические исследования глобальной структуры и эволюции нашей Вселенной от момента первоначального взрыва в рамках многокомпонентной модели Вселенной.

- Природа темной материи и темной энергии, реликтовых объектов ранней Вселенной.

- Формирование и эволюция галактик, звезд, межгалактической и межзвездной среды.

- Исследование строения и активности Солнца и звезд.

- Выявление механизмов активности компактных астрофизических источников (активных ядер галактик, источников гамма всплесков, черных дыр звездной массы, тесных двойных звезд и др.).

- Исследования экзопланет, планет Солнечной системы и их спутников, Луны, межпланетной среды, комет и астероидов, включая космогонические аспекты.

- Развитие экспериментальных методов и технических средств научных исследований космических тел и пространства с помощью космических аппаратов, создание научных приборных комплексов автоматических межпланетных станций и посадочных аппаратов, в том числе, реализация космических обсерваторий.

- Разработка перспективных методов и технологий создания систем работы со сверхбольшими распределенными архивами данных, в частности, российской виртуальной обсерватории.

- Создание высокоинформативных высокочувствительных телескопов и инструментов.

- Участие в крупных международных астрономических проектах, в том числе вступление России в Европейскую Южную обсерваторию – крупнейший и самый современный международный центр наземной астрономии.

- Развитие методов фундаментальных исследований в астрономии в применении к решению важнейших прикладных задач: совершенствование системы координатно-временного обеспечения РФ, создания национальной системы противодействия космическим угрозам и др.

По-прежнему прорывным непревзойденным результатом остается реализованный в рамках международного проекта СПЕКТР-Р («Радиоастрон») гигантский радиоинтерферометр «космос-Земля» с базой до 20 диаметров Земли, в котором достигнуто рекордное в астрономии угловое разрешение в 27 микросекунд дуги. Это позволило впервые получить детальное изображение выбросов горячего вещества из центральных областей квазаров и измерить ширину области излучения выбросов вблизи центральной сверхмассивной черной дыры. Ширина основания струй оказалась менее парсека. Это привело к качественному изменению понимания природы релятивистских выбросов квазаров.

Важнейшие достижения

Впервые реализован гигантский радиоинтерферометр «космос-Земля» с базой до 20 диаметров Земли. Интерферометр работает в рамках выполнения возглавляемого Россией международного проекта «Спектр-Р» («РадиоАстрон»). На радиоинтерферометре «РадиоАстрон» с привлечением крупнейших наземных радиотелескопов по всему миру проведено около 1000 наблюдений различных компактных объектов: более ста квазаров, 20 пульсаров и 15 космических мазеров.

Достигнуто рекордное в астрономии угловое разрешение в 27 микро-секунд дуги. Проведенные на интерферометре «РадиоАстрон» наблюдения квазаров, находящихся на расстоянии миллиардов световых лет от Земли, впервые позволили получить детальное изображение выбросов горячего вещества из центральных областей квазаров и измерить ширину области излучения выбросов вблизи центральной сверхмассивной черной дыры. Ширина основания струй оказалась менее парсека. Это привело к качественному изменению понимания природы релятивистских выбросов квазаров (рис. 3).

Проведенные наблюдения квазаров, находящихся на расстоянии миллиардов световых лет от Земли, впервые позволили получить детальные изображения выбросов горячего вещества из центральных областей квазаров и измерить ширину области излучения выбросов вблизи центральной сверхмассивной черной дыры. Ширина основания струй оказалась менее парсека. Это привело к качественному изменению понимания природы релятивистских выбросов квазаров. (ФИАН)

Возрождение на новом уровне национальной службы мониторинга солнечной активности имеет огромное значение и для фундаментальных исследований в области гелиофизики, и для практической задачи предупреждения событий на Солнце. События, происходящие на Солнце, способны вызвать последующие геомагнитные возмущения, опасные для деятельности человека (аварии трубопроводов, электросетей, помехи в космонавтике, полярной авиации). Для изучения солнечно-земных связей создается сеть для регулярного мониторинга активности Солнца.

Созданы три солнечных телескопа нового поколения на основе новых технологий в оптике, материаловедении и оптоэлектронике для изучения магнитных полей Солнца. Телескопы существенно превосходят отечественные и зарубежные аналоги по точности, оперативности и информативности.

На Горной станции ГАО РАН создан и уже эксплуатируется автоматический патрульный телескоп-спектрогелиограф нового поколения, позволяющий с высоким временным разрешением следить за возникновением и развитием вспышечных процессов и корональных выбросов массы на Солнце (рис. 4).

Для изучения магнитных полей Солнца созданы три солнечных телескопа нового поколения, существенно превосходящих отечественные и зарубежные аналоги по точности, оперативности и информативности.

На Горной станции ГАО РАН создан и уже эксплуатируется автоматический патрульный телескоп-спектрогелиограф нового поколения, позволяю-

щий с высоким временным разрешением следить за возникновением и развитием вспышечных процессов и корональных выбросов массы на Солнце. (ГАО РАН)

В рамках сооружения сверхпроводящего ускорительного комплекса тяжело-ионного коллайдера (проект NICA) создана уникальная производственная линия для изготовления и холодных испытаний сверхпроводящих магнитов для бустера и коллайдера комплекса NICA, для синхротрона SIS-100 проекта FAIR в Дармштадте. Создана система стохастического охлаждения пучков заряженных частиц на Нуклотроне, впервые в России получено стохастическое охлаждение пучков дейтронов и ядер углерода (рис. 5). (ОИЯИ)

Научные экспедиции РАН получили в районе уникального Челябинского события ценный наблюдательный материал. Он стал основой для детального исследования свойств космического тела, столкнувшегося с Землей 15 февраля 2013 года. Получены оценки энергии (350–450 килотонн ТНТ), размера космического тела (16–19 м), параметров траектории движения в атмосфере: начальная скорость 18,6 км/с, угол входа в атмосферу 17°, высота разрушения (взрыва) космического тела – 23,3 км. Рассчитана заатмосферная орбита небесного тела. Исследован состав остаточного тела – метеорита (хондрит LL5), структура и эволюционная история.

Многие опасные небесные тела (ОНТ) невозможно обнаружить с поверхности Земли. Поэтому, разработана концепция системы космического базирования, которая позволит эффективно с высокой надежностью и заблаговременно обнаруживать ОНТ. Для крупных тел (более 50 м) разработана система на основе 1,5 м телескопа (шифр «Небосвод»). Она позволит обнаружить ОНТ не менее, чем за 1 месяц до столкновения. Этого достаточно для организации противодействия, а для тел типа Челябинского (более 10 м) – более скромная система (шифр «Экозонт») на основе небольшого (40 см) телескопа. Система предупредит об опасности за 10–20 часов до столкновения. (ИНАСАН совместно с ИДГ РАН)

Обнаружен эффект блокирования переноса тепла течением Гольфстрим к берегам Европы, наблюдаемый по собственному СВЧ-излучению и вызванный разливами нефти в Мексиканском заливе в 2010 г.

Исследовано влияние нефтяных разливов в Мексиканском заливе в 2010 г. на транспорт явного и скрытого тепла течением Гольфстрим к берегам Европы водной поверхностью Северной Атлантики и водяным паром атмосферы по данным спутниковых СВЧ-радиометрических измерений. Благодаря накопленным в лаборатории архивным данным многолетних измерений интенсивности собственного сверхвысокочастотного (СВЧ) – диапазона (радиояркой температуры) для всего земного шара, был обнаружен эффект частичного блокирования переноса тепла начиная с момента разливов нефти в апреле 2010 г. (ИРЭ РАН)

Завершен многолетний этап международного эксперимента Borexino (подземная лаборатория Gran Sasso, Италия) с участием российских специалистов. Впервые в одном эксперименте изучены все области энергетического спектра нейтрино, образующихся в термоядерных реакциях в центральных областях Солнца. Этот выдающийся результат достигнут за счет получения беспрецедентно низкого фона детектора и подтверждает стационарность

Солнца на временной шкале в сотни тысяч лет. (НИЦ «Курчатовский институт», ОИЯИ, ПИЯФ)

В эксперименте с детектором СНД на электрон-позитронном коллайдере ВЭПП-2000 на основе анализа одного миллиарда экспериментальных событий, записанных при энергии в системе центра масс от 1880 МэВ до 2000 МэВ, с рекордной точностью измерено сечение процесса электрон-позитронной аннигиляции в паре нейтрон-антинейтрон. Показано, что величина сечения вблизи порога реакции примерно постоянна и составляет около 800 пикобарн. (ИЯФ СО РАН)

Теоретически предсказаны и исследованы квантовые фотогальванические эффекты и высокочастотные выпрямляющие свойства в двумерных системах на основе графена. Возбуждение графеновых структур электромагнитным полем приводит к фотоЭДС, зависящей от поляризации и частоты света. Изучены механизмы генерации фототоков: эффект магнитного «электронного храповика» (дрейф электронов под действием переменной силы), краевой киральный фотогальванический эффект, оптическая инжекция чисто долиновых токов, эффект увлечения электронов фотонами, а также эффекты генерации второй гармоники. Предсказанные эффекты обнаружены в совместных работах с экспериментаторами ведущих мировых научных центров. Исследования показывают перспективность создания устройств нелинейной электроники и оптоэлектроники на основе двумерных кристаллов – самых тонких систем, известных в природе. (ФТИ РАН)

В кристалле HgCdTe в точке топологического перехода «полупроводник–полуметалл» обнаружены трехмерные безмассовые фермионы. Это подтверждается линейным ростом динамической проводимости от частоты фотонов. Впервые в электронных системах наблюдалась, характерная для ультрарелятивистских систем, корневая зависимость расстояния между уровнями Ландау и спинового расщепления этих уровней от магнитного поля. Наличие корневой зависимости уровней Ландау от магнитного поля указывает на линейный характер энергетического спектра электронов. (ИФП СО РАН)

Развит новый метод оптической флуоресцентной микроскопии со сверхвысоким пространственным разрешением менее 1 нм, что на порядок превышает лучшие результаты, полученные в оптической микроскопии. Метод основан на управляемом введении одиночных флуоресцентных молекул-зондов в нанопленки и приповерхностные слои изучаемых сред на заданную глубину с помощью контролируемой диффузии. С применением метода проведено исследование внутренней динамики полимерных нанопленок при криогенных температурах. Обнаружено существование приповерхностного слоя, динамика которого отличается от динамики в толще образца. Измерена толщина этого слоя (~20 нм). (ИСАН)

Разработан новый метод получения изделий многофункциональной карбидкремниевой керамики, основанный на взаимодействии расплава кремния с углеродом, находящимся в заранее скомпонованной заготовке определенного состава и пористости. Метод позволяет в широких пределах изменять фазовый состав и структуру керамики. Новая конструкционная керамика обладает более высокими рабочими температурами, химической стойкостью, механической, термоударной и радиационной прочностью, износостойко-

стью, надежностью, ресурсом эксплуатации и стабильностью параметров. Разработана методика получения карбидкремниевых покрытий на основе взаимодействия расплава и паров кремния с углеродом для работы в условиях окислительных сред при температурах выше 1500°C. Перспективно использование разработанных изделий и покрытий в химической, нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей промышленности и в двигателестроении. (ИФТТ РАН)

Разработан и исследован микрополосковый СВЧ-резонатор в геометрии встречно-штыревой структуры на диэлектрической подложке с добротностью на частоте 1 ГГц, в разы превышающей добротность зарубежных аналогов. На основе разработки созданы многозвенные полосно-пропускающие фильтры для систем связи радиолокации, радионавигации, специальной радиоаппаратуры, которые были изготовлены на ОАО «НПП «Радиосвязь» (г. Красноярск). Фильтры обладают рекордной миниатюрностью и высокими электрическими характеристиками. (ИФ СО РАН)

Впервые экспериментально осуществлено высокоэффективное когерентное сложение оптических полей мультитераваттных фемтосекундных импульсов. В суммарном пучке при использовании острой фокусировки достигнута пиковая интенсивность релятивистского уровня – $2,2 \cdot 10^{19}$ Вт/см². Показано, что при увеличении числа каналов в системе с когерентным сложением излучений могут быть достигнуты интенсивности $\sim 10^{25}$ Вт/см², превышающие ультрарелятивистский уровень. Разработка нового поколения сверхинтенсивных лазеров на базе когерентного сложения оптических полей с частотно-фазовой синхронизацией излучений каналов с фемтосекундными оптическими часами открывает новые возможности экспериментальных исследований явлений квантовой электродинамики, физики вакуума, моделирования астрофизических и космологических явлений. (ИЛФ СО РАН)

Разработаны оптические методы и аппаратура навигации нейроонкологических операций, позволившие повысить полноту удаления опухолей с сохранением окружающих здоровых тканей, радикально улучшить состояние пациентов в послеоперационный период и предотвратить рецидивы. Создано программное и аппаратное обеспечение, показавшее по результатам апробации в клинике повышение чувствительности определения границ внутричерепных опухолей с 78% до 96%, специфичности – с 60% до 82% по сравнению с методами видеофлуоресцентной навигации, используемых ранее (рис. 6). (ИОФ РАН и НИИ НХ)

Предложена и экспериментально подтверждена новая концепция создания микро- и наночастиц, способных анализировать наличие определенных молекул в среде, и в зависимости от результата анализа трансформироваться программируемым образом. Разработанный подход позволяет реализовать полный набор функций двузначной логики «ДА», «НЕТ», «И», «ИЛИ». Продемонстрированы возможности использования таких наночастиц для новых методов биосенсорики и реализации адресной доставки лекарств к очагам инфекции и опухолевым клеткам внутри организма (рис. 7). (ИОФ РАН совместно с ИБХ РАН)

Впервые в мире разработан лазерный сканирующий дистанционный обнаружитель следов взрывчатых веществ (ВВ) на поверхности автотранс-

порта, ручной клади и багажа. Прибор испытан сотрудниками Центра специальной техники и связи МВД России и прошел апробацию в условиях железнодорожного вокзала. Чувствительность дистанционного обнаружителя для следов таких трудно обнаружимых низко летучих ВВ, как гексоген и октоген на дистанции 5 м составляет 1 нг/см² и позволяет выявить 100-й отпечаток пальца, контактировавшего с взрывчатым веществом. (ИОА СО РАН, ИПХЭТ СО РАН, Институт сильноточной электроники СО РАН)

На основе результатов фундаментальных исследований свойств эхосигнала когерентного лидара и лидарных измерений создана технология дистанционной лидарной визуализации вихревых следов самолетов и определения параметров ветровой турбулентности. Выявлены ранее неизвестные закономерности пространственной динамики и эволюции самолетных вихрей в различных атмосферных условиях. Впервые получена эмпирическая зависимость времени жизни вихря от интенсивности турбулентности. Создана уникальная база данных, включающая параметры самолетных вихрей, ветра и турбулентности и используемая концерном Airbus в системах обеспечения вихревой авиабезопасности. (ИОА СО РАН)

Экспериментально показано, что пикосекундная стабильность взрывной электронной эмиссии холодного катода совместно с такой же привязкой генерируемого электромагнитного сигнала к фронту сильноточного пучка обеспечивают жесткую фиксацию фазы СВЧ автогенератора и являются достаточными условиями для управления фазировкой многоканальных систем с принципиально неограниченным количеством модулей. В частности, синфазная 2D решетка из 4 субгигаваттных (600 МВт) релятивистских ламп обратной волны диапазона 38 ГГц, работавших в режиме сверхизлучения, позволила получить плотность потока мощности в интерференционном максимуме диаграммы направленности излучения, соответствующую единичному генератору с мощностью ~10 ГВт. (ИЭФ УрО РАН, ИСЭ СО РАН, ФИАН)

В экспериментах с двухкаскадными дейтериевыми лайнерами с внешней плазменной оболочкой получен выход $2,9 \cdot 10^{12}$ нейтронов за импульс при токе через лайнер 2,7 МА. Эксперименты подтвердили, что теоретическая зависимость выхода нейтронов, пропорциональная четвертой степени пикового тока имплозии, реализуется при токах более 2 МА. Это открывает широкие перспективы для осуществления реакции управляемого термоядерного синтеза в лайнерных схемах. (ИСЭ СО РАН)

Разработана высокочувствительная томсоновская диагностика горячей плазмы. Диагностика основана на многопроходном (до 20 проходов) и многоимпульсном (до 50 импульсов) лазерном зондировании с частотой 10–20 кГц в течение одного импульса накачки. За счет многопроходности увеличивается чувствительность, за счет многоимпульсности – временное разрешение. Диагностика успешно применена сотрудниками ФТИ РАН на ведущих европейских токамаках ASDEX и TEXTOR и на токамаке UNICAMP в Бразилии. С ее помощью удалось детально изучить механизмы нагрева, переноса и перезамыкания магнитных силовых линий в плазме, ограничи-

вающие рост параметров плазмы на всех токамаках, в том числе, на ИТЭР. (ФТИ РАН)

Получен образец фторидной лазерной керамики и монокристалла. Исследованы спектрально-люминесцентные свойства кристаллов молибдатов и вольфраматов, активированных ионами Tm^{3+} , получено лазерное излучение на длинах волн 1908 нм и 1918 нм с эффективностью 34% и 30% соответственно; реализован перестраиваемый лазер с генерацией в диапазоне 1860 – 1940 нм.

Создан лабораторный образец лазера на керамике $Lu_2O_3:Tm$ в режиме непрерывной генерации и модулированной добротности. Получена лазерная генерация на длине волны 2046 нм на кристалле ZrO_2 , активированном ионами Tm^{3+} в условиях полупроводниковой лазерной накачки (диапазон 2013–2070 нм). Создан лабораторный образец параметрического генератора света на нелинейном кристалле $ZnGeP_2$. (Мордовский государственный университет им. Н.П. Огарёва)

На основе изучения механизмов, лежащих в основе процесса лазерной сварки, создано технологическое устройство – лазерная головка, которое позволяет оптимизировать рабочие параметры процесса (изменение плотности мощности лазерного пучка, позиционирование фокусного пятна, расход защитного газа) и избежать появления дефектов разбрызгивания и прожогов, снизить пористость в корне шва. (МВТУ им. Н. Баумана).

Закончена постройка и ввод в эксплуатацию уникальной радиолокационной станции, не имеющей аналогов в Российской Федерации. Станция предназначена для высокоточного оценивания координат низкоорбитальных космических аппаратов и получения их радиоизображений высокого разрешения. До сих пор станции такого класса были построены лишь в США и Германии.

Создана уникальная широкополосная радиолокационная приемо-передающая аппаратура миллиметрового диапазона рабочих длин волн. Создан программно-вычислительный комплекс сигнальной, первичной и траекторной обработки в реальном времени и создан комплект программного обеспечения, пост обработки данных и получения изображений. (НИИ радиоэлектронной техники МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Выполнена серия исследований, направленных на создание отечественных технологий пучковой и плазменной модификации конструкционных материалов и изделий для космической отрасли. В ОАО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнева» (г. Железногорск) внедрен не имеющий аналогов технологический комплекс из шести ионно-плазменных установок. Он позволяет осаждать высокоэффективные радиотехнические покрытия на поверхность антенных рефлекторов космического базирования диаметром до 4 м. С его помощью производятся оптические солнечные отражатели для защиты искусственных спутников Земли, а также уникальная полимерная пленка с прозрачным электропроводящим покрытием, используемая при производстве всех космических аппаратов системы «ГЛОНАС». В год производится более 300 тысяч солнечных отражателей. (Томский политехнический университет)

Разработана магниторезистивная микросистема, предназначенная для преобразования слабого магнитного поля ($\pm 0,1$ мТл) в электрический сигнал. Данная микросистема является функциональным аналогом ряда зарубежных изделий типа НМС 1001, НМС 1021, НМС 1051 (США), но превосходит их по значениям чувствительности и отношения сигнал/шум. Конструктивно магниторезистивная микросистема изготавливается в специализированном герметичном немагнитном металлокерамическом корпусе CDIP8. Разработанная микросистема прошла испытания на стойкость к внешним воздействиям и специальным факторам. Микросистема имеет нечетную передаточную вольт-эрстедную характеристику с крутизной преобразования $2 \div 6$ мВ/(В \times Э) и может применяться в магнитометрии, для решения различных задач в навигации, магнитовидении, дефектоскопии, обнаружении и контроле перемещения ферромагнитных объектов. (НПК «Технологический центр»)

На базе реактора СМ-3 совместно с ПИЯФ началось выполнение серии экспериментов по поиску стерильного нейтрино. Преимуществами реактора СМ-3 по сравнению с другими исследовательскими реакторами являются низкие фоновые условия (которые удалось существенно улучшить после проведения модернизации защиты реактора, выполненной в ходе подготовки к проведению эксперимента), компактная зона реактора при высокой мощности реактора, а также достаточно короткое расстояние от центра активной зоны до стенки экспериментального зала. Кроме того, исключительно важно то, что конструкция центрального зала позволяет выполнять измерения нейтринного потока в достаточно широком диапазоне расстояний – от 6 до 13 м. При мощности реактора 100 МВт, на расстоянии 6 м от активной зоны в объеме 1 м³ ожидается до $3-10^3$ нейтринных событий в сутки.

В рамках эксперимента «Нейтрино-4» осуществлялась проверка гипотезы «реакторной антинейтринной аномалии», которая объясняется эффектом осцилляции на коротких расстояниях от реактора и переходу реакторных антинейтрино в стерильное состояние.

Получены первые результаты эксперимента на модели детектора «Нейтрино-4», ведется работа по улучшению чувствительности детектора и увеличению частоты регистрации нейтрино. («Научно-исследовательский институт атомных реакторов» (ОАО «ГНЦ НИИАР»))

Экстремальные состояния сильновоздействующей материи являются предметом изучения современной релятивистской ядерной физики. Рост активности в исследовании астрофизиками природы массивных объектов пробудили интерес к области низких температур и больших барионных плотностей. Существуют десятки моделей, которые предлагают описание состояний холодной сверхплотной барионной материи, которые дают различные предсказания для свойств нейтронных звезд и других массивных астрофизических объектов.

Эксперимент СПИН занимается исследованием флуктуации ядерной плотности, которая, как полагают, представляет капли сверхплотной холодной материи внутри ядер. Установка СПИН обеспечивает уникальную воз-

возможность изучать рождение частиц с большими поперечными импульсами (p_T) в пред- и кумулятивной областях, где согласно теоретическим представлениям и должен быть основной вклад от жесткого рассеяния на флуктуациях плотности.

Впервые получены импульсные спектры кумулятивных заряженных частиц в области больших (вплоть до 3,5 ГэВ/с) p_T в реакции $p + A \rightarrow h + X$; наблюдается сильная зависимость сечений от массы ядра (A), что при слабой зависимости отношения выходов протонов к пионам от A является указанием на локальность процессов рождения частиц; наблюдаемый выход ядерных фрагментов противоречит модели короткодействующих корреляций между нуклонами. (ГНЦ РФ ИФВЭ НИЦ «Курчатовский институт»)

Экспериментально изучена сжимаемость гелия и дейтерия в экстремально высокой области состояний: по плотности – до 8 г/см³, давлению – до 5000 ГПа (50 миллионов атмосфер), параметру сжатия – до 200 с концентрацией электронов $3 \cdot 10^{23}$ см⁻³, кулоновской неидельностью 450 и параметром вырождения электронов ~ 300 . Полученные сильнонеидеальные плазменные состояния доступны только для исследователей РФЯЦ-ВНИИЭФ и превышают мировой уровень.

Проведены работы по исследованию нового типа газовых лазеров с диодной накачкой. Впервые продемонстрирована генерация в лазере на парах цезия с диодной накачкой и прокачкой активной среды, достигнута эффективность преобразования «свет в свет» $\sim 48\%$ при киловаттном уровне лазерной генерации. Разработана расчетная модель лазера, адекватно описывающая экспериментальные результаты. Результаты экспериментов по уровню достигнутой мощности превосходят результаты, полученные на данный момент в лабораториях мира. (РФЯЦ-ВНИИЭФ)

Обнаружено явление распада нагретого тяжелого ядра на холодные фрагменты. Обычно в процессе деления тяжелых ядер образуются возбужденные деформированные осколки. Попытки обнаружить распад нагретого ядра на холодные недеформированные осколки неоднократно предпринимались в отечественных и зарубежных лабораториях. Впервые было обнаружено указанное явление при делении ядер быстрыми нейтронами. Обнаруженное явление является «антиподом» (противоположным) процессу слияния тяжелых ионов. (ГНЦ РФ – Физико-энергетический институт имени А.И. Лейпунского)

Разработана кинетическая физическая и математическая модели короткого сильноточного вакуумно-дугового разряда во внешнем неоднородном магнитном поле, учитывающая влияние трехмерного магнитного поля тока дуги и внешнего магнитного поля на движение электронов и ионов в разрядном промежутке. С помощью модели рассчитаны распределения плотностей тока электронов и ионов, электрического поля, плотности плазмы и изучены режимы протекания тока. Экспериментально изучен процесс обрыва постоянного тока с помощью внешнего импульсного неоднородного магнитного поля. Для описания условий обрыва разработана трехмерная кинетическая модель, адекватно определяющая условия обрыва. Предложена оригинальная синтетическая схема гашения постоянного тока, которая

на порядок уменьшает амплитуду необходимого для обрыва постоянного тока магнитного поля. Полученные в рамках этой работы теоретические и экспериментальные результаты являются оригинальными и соответствуют мировому уровню. (ГНЦ РФ «Всероссийский электротехнический институт имени В.И. Ленина»)

НАНОТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Исследования в области нанотехнологий и информационных технологий осуществляются по десяти основным научным направлениям исследований.

1. Теория информации, научные основы информационно-вычислительных систем и сетей, информатизации общества. Квантовые методы обработки информации

Разработаны новые инвариантные к предметным областям алгоритмы математического описания моделируемых систем во временной и частотной областях для решения линейных и нелинейных задач и расчета требуемых характеристик в стационарных и нестационарных режимах. Реализована технология декомпозиции моделируемых систем на основе методов диакоптики, учитывающих иерархическую структуру связей в моделируемой системе. Исследованы и реализованы методы организации параллельных вычислений при моделировании сложных систем, имеющих иерархическую слабосвязанную структуру, что обеспечивает повышение их эффективности путем надлежащего выбора информационных зависимостей взаимодействующих параллельных вычислительных процессов.

Разработаны новые компактные методы хранения и обработки данных на основе массивов строчно-столбцового фиксированного формата, повышающие эффективность работы с разреженными матрицами, которыми характеризуются сложные слабосвязанные системы. Разработаны методы внедрения в системы моделирования Интернет-технологий для обеспечения доступа к информационным ресурсам распределенных баз данных путем включения в состав интерфейсных средств систем моделирования встроенных Web-браузеров. Реализованы методы организации эффективного взаимодействия моделируемых систем с информационными ресурсами распределенных баз данных сети Интернет. Разработаны методы организации дистанционного взаимодействия распределенных коллективов пользователей систем автоматизированного проектирования путем включения в состав систем моделирования встроенных приложений, обеспечивающих функционирование централизованного банка данных процесса проектирования.

Разработаны и запатентованы новейшие методы защиты информации: способ криптографической обработки данных на основе мажоритарной функции, адаптивный к уровню важности закрываемой информации, более быстродействующий (до трех и более раз) и менее сложный (до пяти и более раз) относительно известных стандартных криптоалгоритмов; оригинальный подход к криптографической защите информации на базе парадигм нейронных сетей.

Разработан комбинированный подход для решения задач «интеллектуального» анализа данных и построения стратегий поддержки принятия ре-

шений на основе взаимодействия методов статистического анализа, деревьев решений, нейросетевых технологий и генетических алгоритмов. Внедрение средств автоматизации в системы «интеллектуального» анализа данных способно сократить сроки, повысить качество и эффективность принимаемых решений.

Предложен новый оригинальный подход, основанный на использовании нейросетевых технологий, для криптографической защиты информации. Разработаны алгоритмы симметричного шифрования, дешифрования и преобразования данных.

Когнитивные системы и технологии, нейроинформатика и биоинформатика, системный анализ, искусственный интеллект, системы распознавания образов, принятие решений при многих критериях.

Исследования, связанные с разработкой полезных, реально и широко используемых облачных сервисов различного назначения, особенно интеллектуальных, входят в число приоритетных научных и прикладных задач. Несмотря на достигнутые успехи в этой области, к настоящему времени остаются нерешенными ряд задач, среди которых можно выделить высокую трудоемкость создания и особенно сопровождения баз знаний и данных, решателей задач, их высокую вычислительную сложность. Среди вариантов возможных решений указанных проблем в отечественной и зарубежной литературе отмечается перспективность использования онтологий для создания и модификации баз знаний, семантических сетей для их представления, использование агентно-ориентированного подхода к созданию решателей, когда программная система рассматривается как совокупность агентов, взаимодействующих между собой посредством передачи сообщений, а также использование концепции облачных вычислений для обеспечения широкого доступа пользователей к прикладным сервисам, разработчиков сервисов к средствам их создания и сопровождения на протяжении всего жизненного цикла программного продукта. С использованием указанных подходов разработаны алгоритмы, компоненты интеллектуальных систем и интернет-сервисы для различных предметных областей: онтология медицинской диагностики хронических заболеваний, модель и методы реализации интеллектуального многоагентного сервиса для диагностики острых заболеваний, алгоритм доказательства по аналогии для системы автоматизированного конструирования доказательств теорем, метод визуальной навигации подводного робота по последовательности стереоизображений. Также продолжают работы по дальнейшему созданию системных сервисов, направленных на снижение времени работы решателя на основе использования различных стратегий распараллеливания: разработан сервис для поддержки работы агентов в многоагентной среде с возможностью выбора наиболее эффективной стратегии их распараллеливания. Полученные результаты служат фундаментальной основой разработки жизнеспособных сервисов для решения задач (в том числе интеллектуальных) в произвольных предметных областях.

Живые системы являются объектом активных исследований специалистов самых разных направлений. Быстро совершенствующиеся методы получения экспериментальной информации актуализировали проблемы обработки данных. В связи со сложностью живых систем одним из эффективных

средств получения новых знаний является математическое и компьютерное моделирование. Решение задач о жизнедеятельности популяций и сообществ с учетом влияния характеристик среды обитания, детализации внутренних биологических параметров систем актуальны в связи с необходимостью разработки стратегий оптимального природопользования и сохранения биологического разнообразия. В рамках рассматриваемого подхода изучается одна из важнейших характеристик экосистем – биопродуктивность. Проведенное для водной экосистемы исследование распределения биопродукции по поверхности водоема с использованием спутниковых данных указывает на состоятельность отдельных районов с точки зрения общих экологических характеристик и, в частности, рыбного промысла в социальном и экономическом смыслах. Изучение эволюции популяций промысловых видов с учетом особенностей наследования биологических характеристик, в частности детальное исследование эволюционных последствий действия отбора по плеiotропному локусу, позволило дополнить существующие на данном этапе представления о роли плеiotропных генов и спектре их влияния на эволюцию популяции. Комплексное математическое моделирование дает новые результаты о жизнедеятельности природных систем, в том числе под влиянием антропогенных воздействий.

Построены математические модели микроустройств, предназначенных для концентрирования живых клеток в малом объеме жидкости с помощью электрофореза. Такие микрочипы создаются для обнаружения раковых клеток на ранней стадии болезни. Проанализирована эффективность работы устройства с покоящейся жидкостью и предложена конструкция с протоком. Для исключения перегрева, убивающего клетки, рассчитано распределение температуры в микрочипе, выделяющем живые клетки из потока жидкости. Показана эффективность многосеточного вариационно-разностного метода решения двумерной задачи конвекции-теплопроводности, основанного на минимизации построенного функционала энергии.

Для анализа и синтеза сценариев антикризисного управления комплексной безопасностью региональных социально-экономических систем Арктической зоны Российской Федерации разработана мультиагентная технология информационного мониторинга угроз региональной безопасности. Построены формализованные модели жизненного цикла угроз региональной безопасности и интеллектуальные агенты для сбора и обработки информации о влиянии изменяющихся угроз на состояние региональных систем. Технология обеспечивает автоматизированное формирование матрицы показателей региональной безопасности и прогнозирование динамики показателей в режиме реального времени.

Для расширения адаптационных возможностей человеко-машинных интерфейсов мультипредметных интеллектуальных информационных систем разработана технология автоматизированного синтеза когнитивных фреймов предметной области. Фреймы формируются на основе онтологических шаблонов (паттернов) с учетом особенностей визуального восприятия потенциального пользователя. Это обеспечивает сокращение времени и повышение достоверности интерпретации знаний о предметной области.

Для информационной поддержки принятия решений на различных уровнях управления региональной безопасностью разработана технология мультиагентного моделирования и динамического конфигурирования региональной сети ситуационно-кризисных центров. Построены алгебраические модели мультиагентных коалиционных систем, что обеспечивает единство концептуального, математического и имитационного моделирования многоуровневых сетевых систем управления региональной безопасностью. Технология позволяет проводить автоматизированный синтез спецификаций и конфигурирование информационно-аналитической среды ситуационно-кризисных центров в динамически изменяющихся условиях.

Для сетецентрического управления региональной безопасностью разработана многоуровневая рекуррентная иерархическая модель комплексной безопасности региональных социально-экономических систем. Специфика модели заключается в использовании функционально-целевой технологии и математического аппарата теории иерархических многоуровневых систем для реализации процедур согласования локальных решений сетецентрического управления. Модель обеспечивает координацию показателей региональной безопасности, оптимизируемых различными элементами многоуровневых систем управления, в условиях децентрализованного принятия решений.

Для повышения семантической интероперабельности информационных систем региональных ситуационно-кризисных центров разработана интегрированная онтологическая модель жизненного цикла угроз региональной безопасности. Совместно используются формализованные модели предметной области «региональная безопасность» и исполнительной среды информационно-аналитической поддержки процессов управления региональной безопасностью в разнотипных кризисных ситуациях. Модель обеспечивает согласованное информационное взаимодействие ситуационно-кризисных центров за счет автоматизированной обработки, унификации и интеграции семантически разнородных данных на различных уровнях управления региональной безопасностью.

Разработана информационная технология сетецентрического управления кадровой безопасностью региона. Для согласования целей всех субъектов кадрового обеспечения рынок труда и система подготовки кадров представлены сетью с выделенными организационными центрами управления. Технология является средством поддержки принятия решений, сокращающих время на сбор и обработку актуальной информации и повышающих эффективность принимаемых решений в области кадровой безопасности региона.

Разработана интегрированная модель реконфигурации структуры виртуального центра управления безопасностью регионов Арктической зоны РФ. Модель обеспечивает оперативное формирование единого информационного поля для принятия решений, а также выработку рекомендаций по согласованным организационной и функциональной структурам управления для типовых региональных чрезвычайных и кризисных ситуаций. Модель предназначена для проектирования и отработки функционирования систем управления безопасностью Арктических регионов РФ.

Разработана технология агрегирования слабоструктурированной проблемно-ориентированной информации в сфере управления безопасностью

Арктических регионов РФ. Особенностью технологии является применение модифицируемых структур – шаблонов, что обеспечивает автоматизацию формирования концептуальной модели предметной области. Технология апробирована при создании локальной автоматизированной системы нормативно-методического обеспечения для исследований по промышленно-природной безопасности Мурманской области.

Для исследования сценариев функционирования региональных промышленно-природных комплексов разработана информационная технология, ориентированная на унификацию методов решения задач стратегического планирования и оперативного управления. Новизна подхода состоит в интеграции технологий ситуационного концептуального моделирования для переключения между вариантами структуры объекта исследования и нейросетевых технологий для детектирования источников возмущений в рамках выбранной альтернативы. Технология позволяет вырабатывать сценарии функционирования промышленно-природных комплексов, обеспечивающие снижение чувствительности системы к изменениям параметров внешней среды.

Для ситуационного моделирования регионального природно-промышленного комплекса разработана система контекстно-управляемого контроля корректности процесса моделирования. Особенность реализации состоит в применении единого декларативного способа представления разнородных предметно-ориентированных ограничений с помощью конечных предикатов, поддержке возможности оперативно настраивать ограничения на значения переменных и отношения между элементами модели. Система обеспечивает повышение эффективности контроля корректности ситуационной концептуальной модели и сужение области допустимых значений переменных в ходе имитации за счет динамической генерации ограничений.

Для ситуационного моделирования регионального природно-промышленного комплекса разработан специализированный алгоритм, реализующий процессный способ имитации. Алгоритм предназначен для синхронизации действий, возникающих при одновременной имитации нескольких нерегулярных процессов предметной области, использующих общие материальные ресурсы. Обеспечивается возможность подключения внешних программ-исполнителей моделируемых процессов, имеющих различные шаги дискретизации, что позволяет обойтись без модификации программного кода сторонних разработчиков.

Разработана концептуальная модель Арктической зоны Российской Федерации как пространственно-организованной био-социоэкономической системы. Особенностью разработки является то, что в качестве объекта моделирования выступает территория, характеризующаяся конфликтом интересов локализованных на ней подсистем и не имеющая единого центра управления. Модель обеспечивает единую концептуальную основу для создания детальных моделей анализа динамики развития подсистем АЗРФ с учетом их взаимодействия и влияния разнородных внешних и внутренних факторов.

Для решения задач синтеза адаптивных пользовательских интерфейсов мультипредметных информационных систем разработана технология автоматизированной параметризации ментальных моделей пользователей.

Технология основана на комплексном мониторинге информационных потребностей пользователя с учетом временных характеристик использования контента информационной системы. Использование технологии позволяет оперативно формировать когнитивные интерфейсы мультипредметных систем, соответствующие познавательным стереотипам пользователя.

2. Гетерогенные рекурсивные системы распределенного искусственного интеллекта и управления на основе самоорганизующихся мультиагентных когнитивных архитектур

По данному направлению получены следующие основные результаты: разработан метод формирования адаптивных моделей семантики многомодальных контекстов ситуаций на основе самоорганизации нейроподобных мультиагентных когнитивных архитектур; разработаны архитектура и основные принципы разработки программных комплексов автоматического синтеза интеллектуальных функциональных систем на основе мультиагентных рекурсивных когнитивных архитектур и экзистенциальных отображений; разработана модель естественно-языкового управления миссиями мультиагентных роботов на основе интерактивного многомодального обучения когнитивных самоорганизующихся систем; разработан метод адаптивного управления гибким роботом-манипулятором на основе мультиагентной нейронной сети.

Результаты могут быть использованы для решения широкого круга задач мультиагентного управления в гетерогенных человеко-машинных системах, в частности для создания распределенных систем интеллектуального управления согласованным коллективным поведением мультиагентных автономных робототехнических комплексов различного назначения.

Разработка и исследование алгоритмов анализа стойкости современных криптосистем с использованием методов анализа, основанных на решении систем уравнений. По данной теме планируется разработка и исследование семейства последовательных и параллельных высокопроизводительных алгоритмов оценки стойкости современных симметричных блочных шифров с использованием методов линейного и алгебраического анализа. В ходе работы над проектом, произведены разработка, реализация, отладка и исследование универсальных последовательных и параллельных алгоритмов анализа алгоритмов шифрования ГОСТ 147–89 и АЕЭ с использованием методов алгебраического анализа. Проведена экспериментальная проверка разработанных алгоритмов оценки стойкости и получены обширные экспериментальные данные, в том числе получены данные по изменениям временной сложности в зависимости от числа задействованных процессоров.

Моделирование асимметрии знаний в системе инновационного инвестирования с гетерогенными агентами. Разработаны методические подходы к исследованию процесса инновационного инвестирования. Фундаментальная проблема формирования институтов инновационного инвестирования состоит в неустранимой асимметрии знаний в системе инноватор-инвестор-экспертное сообщество. Предложена игровая модель взаимодействия

в данной системе, учитывающая асимметрию знаний и гетерогенность агентов каждого типа. Модель позволяет оценить эффективность различных институциональных ограничений в системе инновационного инвестирования.

Создана теория и разработана технология Exactus Expert интеллектуального поиска и анализа научно-технических текстов. Технология включает функции семантического поиска научных публикаций по запросу на естественном языке; поиска содержательно близких документов; анализа качества научно-технического текста; обнаружения авторских терминов и описания результатов, тематической кластеризации текстов, анализа публикационной активности по тематике; выявления научных коллективов и анализа их публикационной активности. Технология предназначена как для научных работников, так и для лиц, принимающих решения в сфере управления научной деятельностью.

3. Системы автоматизации, CALS-технологии, математические модели и методы исследования сложных управляющих систем и процессов

Разработана технология имитационного моделирования бортовой аппаратуры космических аппаратов. Апробация технологии выполнена для контрольно-измерительной системы. Разработаны методические, алгоритмические и программные средства, позволяющие выполнять моделирование архитектуры бортовой аппаратуры и задавать правила поведения модели, отражающие функционирование командно-измерительной системы в соответствии с ее назначением, условиями работы и целями моделирования. Апробация разработанных технологий выполнена при реализации программного комплекса «Программно-математическая модель бортовой аппаратуры командно-измерительной системы» – ПММ БА КИС. Разработанное программное обеспечение выступает как интеллектуальный партнер конструктора, позволяя эффективно проводить имитационные эксперименты для построения и анализа конструкторских решений.

Автоматизация и оптимизация систем управления устойчивым региональным развитием. По теме исследований будут разработаны: инструментальные информационные средства автоматизации регионального управления; система оценки эффективности управления социально-экономическим развитием региона; динамическая балансовая модель прогнозирования развития региональной экономики (на примере КБР); система оптимального регулирования и расчета региональных трубопроводных сетей водоснабжения. В области автоматизации и информатизации регионального управления разработаны: синтаксис и семантика запросов над иерархическими структурами данных; метод оценки эффективности управления социально-экономическим развитием региона на основе построения комплекса интегральных показателей, формируемых в виде произведения функций характеризующих взаимосвязь между качеством управления регионом и показателями; сценарное моделирование основных показателей региона в долгосрочном периоде. В области технических систем управления разработаны:

метод оптимального регулирования трубопроводных систем регионального водоснабжения; метод расчета неустановившихся течений жидкости в разветвленных трубопроводных системах; модели и методы анализа сейсмостойкости электрооборудования технических систем.

Моделирование долгосрочного развития региональных социально-экономических систем с учетом экономических, социальных, демографических и экологических процессов. В проекте предполагается разработать методы расчета и модели региональных социально-экономических систем с учетом влияющих на них внутренних и внешних факторов, которые можно использовать для исследования фундаментальных законов функционирования этих систем и решения практических задач, связанных с определением оптимальных траекторий долгосрочного развития конкретных регионов. Основные результаты, полученные по проекту: разработаны модели региональных социально-экономических и производственно-экономических систем, в том числе модель функционирования регионального АПК, с помощью которой определена оптимальная траектория развития АПК КБР до 2030 г.; разработан метод, который будет использован для построения интегральных показателей для оценки состояния демографических процессов и качества жизни в КБР; для разработки методов управления опасными конвективными явлениями разработана трехмерная и нестационарная модель конвективных процессов в атмосфере; разработаны методы прогнозирования временных рядов показателей социально-экономических систем и параметров окружающей среды; разработаны разностные схемы и модели для исследования процессов в различных средах, в частности, построены математические модели процесса теплопроводности в активной среде с нелинейными источниками специального вида и переменным коэффициентом теплообмена, которые имеют приложения в криохирургии; разработаны модели снижения рисков в АПК, связанных с опасными агрометеорологическими явлениями; проведен анализ возможных последствий глобального потепления климата для социально-экономического развития России.

Разработан механизм управления перегрузками SIP-прокси серверов на основе гистерезисной политики. С применением статистической обработки информации в действующих сетях пакетной коммутации построены и исследованы математические и компьютерные модели управления перегрузками. Разработаны дополнения в свободно распространяемое программное обеспечение SIP-прокси серверов. Результаты исследования можно использовать для выработки рекомендаций операторам связи, а также для разработки вкладов от России в международные стандарты в области связи.

Созданы основы теории макросистем. Развита локальный вариационный принцип максимизации энтропии. Разработаны математические модели, методы качественного анализа динамических свойств, проблемно – ориентированные информационные технологии для численного исследования динамических процессов, методы и программные средства компьютерной имитации стохастической микро- и макро-динамики на базе суперкомпьютерных технологий. Разработаны демоэкономические модели, динамические процедуры томографического исследования, программный комплекс для моделирования транспортных потоков, новые алгоритмы обработки малых объемов данных.

4. Научные основы построения информационных технологий в медицине

Разработаны технологии и комплекс базовых условий для производства и оптимального функционирования конкурентоспособного на мировом уровне, не имеющего мировых аналогов, ассистирующего мехатронного хирургического комплекса.

Основные цели и задачи разработок (в соответствии с Указом Президента РФ от 7 мая 2012 г. № 598, Государственной программой РФ «Развитие здравоохранения» и пр.) – снижение показателей инвалидности и смертности, снижение травматичности при проведении операций, сохранение жизненно важных органов и функций пациентов, сокращение сроков послеоперационной реабилитации.

При разработке использованы последние достижения лапароскопической техники и малоинвазивной хирургии, которая подразумевает наименьшую хирургическую травму, снижение болевых ощущений, позволяет сохранить ткани и сосуды пациента, а также обеспечивает существенное расширение дополнительных возможностей работы хирурга.

Создана уникальная экспериментальная база для лазерного формирования 3-мерных полимерных микро- и наноструктур заданной топологии с использованием специального программного обеспечения для применения в фотонике, плазмонике, сенсорике, медицине, получены новые важные данные по физике взаимодействия лазерного излучения с биообъектами разного уровня иерархии.

Рассмотрены проблемы математического моделирования лечебно-диагностического процесса (ЛДП). Предложен подход к построению модели процесса в классе управляемых стохастических процессов с памятью. Модель основывается на двух постулатах: а) моделирование в классе стохастических процессов, как наиболее адекватно соответствующих сложности человеческого организма как объекта управления; б) прецедентный характер управления в медицине, отражающий консервативный характер принятия решений в ЛДП, когда активные действия (управление) зачастую выбираются на основе уже известных прецедентов, доказавших свою эффективность в статистическом смысле (доказательная медицина). Концептуальная основа модели имеет ясную содержательную интерпретацию для специалистов-медиков. Впервые предлагается унифицированная модель ЛДП инвариантная относительно класса заболевания. Разрабатываемую модель планируется практически использовать в программных системах поддержки принятия врачебных решений в сфере профессиональной и персональной медицины.

Установлена неизвестная ранее закономерность распределения показателей ситуативной тревожности (тревоги) у людей, больных злокачественными новообразованиями, в период проведения противоопухолевой терапии, заключающаяся в изменении бимодального распределения в унимодальное, с возвращением к бимодальному распределению при достижении клинической ремиссии. Выявленный феномен является новым, поскольку противоречит сложившемуся представлению о повышении тревожности у онкологических

пациентов и открывает новые пути лечения с учетом психосоматического статуса больного и индивидуализации лечения больных злокачественными новообразованиями.

5. Проблемы создания глобальных и интегрированных информационно-телекоммуникационных систем и сетей.

Развитие технологий и стандартов GRID

Разработана технология работы Единого центра автоматизации информационно-библиотечных процессов для библиотек НИУ СО РАН: подключение библиотек, администрирование большого количества участников, реализация пользовательских функций и постепенное расширение их набора. Предложены варианты оптимального развития Центра

В рамках исследования проблемы формирования комплексных информационных ресурсов и создания аналитических продуктов разработана типовая модель электронной мемориальной библиотеки. Предложен оптимальный состав лингвистических средств электронных библиотек (ЭБ) разных типов. Разработаны технологии проектирования, моделирования и создания предметно-ориентированных систем, формирования сетевых сервисов приложений инфраструктуры пространственных данных для поддержки междисциплинарных научных исследований. В отличие от существующих, технологии основаны на спецификациях представления и обработки информации, что позволяет гибко их применять для решения широкого круга проблем. Реализованные технологии обеспечивают формирование и передачу данных, запуск сервисов, организацию вычислительного процесса в облачной и кластерной инфраструктуре, представление результатов.

Разработаны методы обнаружения и распознавания сетевых атак на системы облачных и распределенных вычислений. Создан экспериментальный образец интеллектуальной программной системы на основе комитета классификаторов, обеспечивающий высокий уровень обнаружения атак, гибкую настройку распознающих автоматов генетическими алгоритмами, дообучение классификаторов с учетом новых сетевых атак, распознавание модифицированных сетевых атак и аномалий в потоках данных.

Обоснованы физические предпосылки использования резонансов гравитационных приливов для прямого прогноза залежей углеводородов. При этом нефтегазовая залежь рассматривается как флюидный объект в геологическом пространстве (подвижная и хорошо сжимаемая среда по сравнению с вмещающими породами и водой). Обоснована технология прогноза времени наступления резонансов гравитационных приливов в Земной коре на основе графического суммирования нормированных параметров основных гравитирующих факторов (расстояние Земля-Луна, фазы Луны, положение барицентра системы Земля-Луна). Расчет координат барицентра выполнен с использованием программных средств Калифорнийского технологического института для эфемерид. Предложен геофизический комплекс для мониторинга резонансов гравитационных приливов на нефтегазоперспективных площадях: ультранизкочастотная (от 0,1 до 3,0 Гц) сейсморазведка,

естественное импульсное электромагнитное поле Земли, газгеохимический мониторинг на радон и углеводородные газы. На основе мониторинга гравитационных приливов и их резонансов в Земной коре создана технология прямых поисков нефтегазовых залежей, не имеющая аналогов в Российской и зарубежной практике геологоразведки на нефть и газ.

Разработаны методы эффективного представления и хранения пространственных данных, полученных в результате 3D-сканирования физических объектов в рамках расширения методологии когнитивных технологий применительно к аддитивным технологиям (3D прототипирование) физического уровня инфокоммуникационных процессов. С этой целью разработаны методы оптимизации «цифрового скана» сложных пространственных объектов с целью минимизации его цифрового представления. Научная новизна состоит в разработке алгоритма сжатия облака точек, отличающегося применением заполняющей пространство кривой для переупорядочивания облаков точек и не требующего для работы восстановленной поверхности объекта (набора полигонов). Значимость результата состоит в значительном повышении эффективности представления и передачи пространственных данных, полученных при 3D сканировании.

6. Архитектура, системные решения, программное обеспечение, стандартизация и информационная безопасность информационно-вычислительных комплексов и сетей новых поколений. Системное программирование

Разработаны информационные модели данных в аналитических мульти-агентных средах, а также технология информационной поддержки принятия решений на базе системы ситуационных центров. Полученные результаты обеспечивают повышение эффективности принимаемых решений за счёт автоматического управления объектами. Результаты исследований применяются в системах ситуационных центров специального назначения.

Разработан метод повышения отказоустойчивости комбинационных схем, основанный на принципе кодирования в трехбитном пространстве Хемминга. Основной принцип метода базируется на идее исправления ошибок последующими уровнями модифицированных логических ячеек, что позволяет достигать высоких показателей отказоустойчивости для произвольных комбинационных схем. Разработанный метод позволяет достичь увеличения базовых характеристик отказоустойчивости (Architecture vulnerability factor) на один порядок в сравнении с традиционным методом трехкратного мажорирования, а по сравнению со схемой без защиты – на два порядка. Для оценки характеристик отказоустойчивости предложенного метода, а также любых других комбинационных схем, обнаруживающих и исправляющих ошибки, был разработан метод инжектирования неисправностей. Разработан программный инструментальный, необходимый для получения надежностных характеристик при различных параметрах внешних воздействий, различных

моделях возникновения и типов ошибок. Разработанный метод может занять достойное место в составе отечественных САПР в рамках программы импортозамещения в области разработки микроэлектронных устройств.

Разработана аналитическая (спектральная) теория решения дифференциально-алгебраических систем уравнений с запаздывающим аргументом, теория корневой и полюсно-нулевой чувствительности для пучков больших разреженных матриц радиоэлектронных схем, принципиально новый спектральный численно-аналитический метод решения дифференциально-алгебраических систем уравнений для моделирования аналоговых микросхем в условиях феномена сверхжесткости, математические методы для решения проектных задач САПР радиоэлектронной аппаратуры (РЭА), в том числе СВЧ.

Исследованы и разработаны методы построения распределенных систем автоматизации схемотехнического проектирования на основе технологии веб-сервисов и сервис-ориентированной архитектуры. Полученные результаты дают возможность обеспечить создание распределенных САПР радиоэлектронных схем, обеспечить платформенную независимость САПР и возможность ее коллективного использования в сети Интернет.

Получено решение задачи оптимального выбора стратегии страхования в статической модели, где максимизируемым критерием является функционал полезности типа Марковица, зависящий лишь от среднего значения и дисперсии финального капитала. Оптимальным оказывается stop-loss страхование, для нахождения его параметра (уровня удержания) выведено уравнение оптимальности. Для той же модели индивидуального риска, но с заданной функцией спроса, найдены явные выражения размера премии, оптимизирующие размер ресурса страховщика, обеспечивающего заданную вероятность разорения.

Найдены решения задач оптимального управления риском в статической и динамической модели страхования. В первом случае разрешен выбор как стратегии страхования риска отдельного клиента, так и стратегии перестрахования суммарного риска. Интересы клиентов и перестраховщика учтены введением дополнительных ограничений с вероятностью единица на их остаточные риски. Оптимальным с точки зрения полезности страховщика оказывается stop-loss перестрахование с верхним пределом и страхование, представляющее собой комбинацию stop-loss стратегии и франшизы.

Получена характеристика Парето-оптимальных дележей страхования в статической модели. На этой основе, с использованием концепции равновесия из математической экономики, выведены выражения для равновесных цен и дележей страхования.

Для новой модификации процесса Крамера-Лундберга с периодическим перестрахованием и принципом среднего значения для начисления премии получены оптимальные стратегии перестрахования в случае линейного функционала полезности типа Марковица.

Разработаны математические модели обработки изображений в системах технического зрения, описывающие процессы снижения погрешностей входных изображений, обнаружения и вычисления параметров информативных признаков, интеллектуального анализа и распознавания объектов рабочей

сцены, учитывающие архитектурно-программные особенности вычислительной базы и послужившие основой для создания новых методов, алгоритмов и интеллектуальных оптико-электронных систем. Разработаны методы и алгоритмы предварительной обработки изображений, обеспечивающие адаптивное снижение погрешностей за счет уменьшения влияния шума, абберационных искажений, статистической и динамической калибровки, вычисления параметров и распознавания объектов при решении задач трехмерного технического зрения, отличающиеся возможностью реализации на программируемых логических интегральных схемах, положенные в основу функционирования созданных автономных мобильных робототехнических систем и систем диагностики в медицине. Новизна технических решений подтверждена полученными патентами на изобретения и полезные модели.

Разработан ряд оптико-электронных приборов первичной диагностики, носящих инновационный характер и дающий возможность оснащения разрабатываемыми средствами экспресс диагностики лечебно-профилактические учреждения. В этой области ЦИТП РАН сотрудничает с Московским НИИ глазных болезней им. Гельмгольца, Медицинским центром Центрального банка РФ, Московской офтальмологической клиникой, Первым Московским государственным медицинским университетом им. Сеченова.

7. Элементная база микроэлектроники, наноэлектроники и квантовых компьютеров. Материалы для микро- и наноэлектроники.

Нано- и микросистемная техника. Твердотельная электроника

Продемонстрирована возможность создания гибридной нанокомпозитной структуры на основе интеграции полупроводниковых материалов разной размерности – массива квазиодномерных GaAs нитевидных нанокристаллов (ННК), сформированных методом молекулярно-пучковой эпитаксии на подложке Si(111) и нульмерных коллоидных PbS квантовых точек.

Разработаны новые лазерные методы получения и изменения свойств нанокомпозитных полимерных материалов для интегральной оптики и фотоники, методами УФ фотолитографии изготовлены базовые элементы оптического интерконнекта, разработан метод формирования субмикронных брэгговских решеток в композитных полимерных материалах с внедренными нанофосфорами и наночастицами кремния, разработаны методы измерения показателя преломления, коэффициента экстинкции и толщины композитных полимерных пленок с неоднородной по толщине диэлектрической проницаемостью, разработан новый метод получения электропроводящих полностью полимерных 3D микроструктур, основанный на фемтосекундной лазерной микро- и нано-стереолитографии.

Разработан вертикальный туннельный транзистор, использующий атомарно-тонкие полупроводниковые слои дисульфида вольфрама или нитрида бора в качестве туннельного барьера между двумя слоями графена. Такие транзисторы демонстрируют рекордную модуляцию тока, превышающую один миллион при комнатной температуре. Показано, что взаимная кристал-

логографическая ориентация слоев графена приводит к появлению резонансного пика и области с отрицательным дифференциальным сопротивлением. Такие транзисторы перспективны в цифровой микроэлектронике и могут быть использованы в прозрачных и гибких приборах.

В последнее десятилетие был успешно продемонстрирован ряд методов прецизионных измерений, основанных на использовании специфических квантовых свойств света. Совсем недавно была предложена методика, позволяющая преодолеть дифракционный предел в микроскопии, основанная на эффекте антигруппировки фотонов, испущенных единичными флюорофорами. Развивая данный метод, была разработана теория сверхразрешения изображений кластеров однофотонных источников на основе использования глауберовских корреляционных функций (КФ) высших порядков $g^{(k)}(t=0)$ и экспериментально продемонстрировано повышение разрешения в конфокальной флуоресцентной микроскопии за счет использования неклассической статистики фотолюминесценции (ФЛ) одиночных азотно-вакансионных центров окраски в алмазе. Разработана общая модель сверхразрешения, основанная на картировании автокорреляционной функции k -го порядка сигнала ФЛ, которая показывает принципиальную возможность разрешить сколь угодно близко излучающие одиночные центры.

8. Опто-, радио- и акустоэлектроника, оптическая и СВЧ-связь, лазерные технологии

Продолжена разработка фундаментальных основ для развития и внедрения различных аддитивных технологий, разработаны новые материалы и технологии синтеза различных изделий методами лазерной стереолитографии, разработаны и программно реализованы расчетная модель и алгоритм для исследования 3D динамики процессов тепло-массопереноса при селективном лазерном спекании микронных и субмикронных частиц порошка, предложен ряд методов повышения мощности и качества излучения лазерных систем, предложен и экспериментально реализован лазерный оптико-акустический метод измерения пористости керамических и металлических покрытий.

9. Локационные системы. Геоинформационные технологии и системы

Разработка, проектирование и развитие географических информационных систем (ГИС), в том числе, навигационных и предметно-специализированных ГИС в последние десятилетия сформировалось как отдельное направление фундаментальных и прикладных исследований, имеющее важнейшее значение для развития самых разнообразных областей науки и техники.

Исторически сложилось так, что лидерство в области развития ГИС и ГИС-технологии принадлежало США и Канаде. Однако на сегодняшний день в России прогрессируют исследования в области таких направлений,

как интеллектуальные и объектно-ориентированные геоинформационные системы (ГИС), а также ГИС-ориентированные методы искусственного интеллекта для локации объектов в различной среде. Также активно развиваются модели и методы (в том числе двухмерное и трехмерное моделирование), позволяющие производить локацию объектов в реальном масштабе времени, с использованием интеллектуальных ГИС.

В качестве перспективных направлений дальнейших исследований, активно продвигаемых СПИИРАН (РАН), следует отметить следующие:

- развитие ГИС-ориентированных моделей и методов локации объектов с использованием различных современных средств локации, в том числе оптических и лазерных;
- развитие методов обработки информации в распределенных геоинформационных системах;
- разработка программно-технического инструментария интеграции разнородной информации, получаемой от гетерогенных источников данных в интересах повышения точности определения местоположения объектов в различных средах с использованием ГИС;
- интеллектуализация и обеспечение телекоммуникационной мобильности геоинформационных технологий обработки информации;
- внедрение полученных результатов в различные области деятельности человека.

Уже сегодня в СПИИРАН разработаны, поставлены на вооружение и снабжение Военно-морского флота России программно-аппаратные комплексы, реализующие достигнутые результаты выше указанных направлений исследования. Возможности, открывшиеся в свете проводимой государством политики импортозамещения, дают дополнительные возможности по внедрению разрабатываемых в РАН новых информационных технологий в области ГИС и локации.

К настоящему времени в ИСОИ РАН выполнен комплекс научных исследований по математической обработке данных дистанционного зондирования Земли и их использованию в региональных и отраслевых геоинформационных системах (ГИС). Разработаны новые методы и быстрые алгоритмы обработки и анализа космических изображений, учитывающие их специфику (территориальную привязку, различия в координатных системах, мультивременность, мультizonальность и разномасштабность), информационные технологии распределенного хранения и управления данными дистанционного зондирования, структуры представления данных и архитектура программного обеспечения, реализующего создание и функционирование банка данных дистанционного зондирования. Разработаны теоретические основы создания ГИС агропромышленного комплекса Самарской области, регионального геопортала, ГИС мониторинга, моделирования и прогнозирования динамики транспортных средств в городских транспортных сетях.

В будущем предполагается продолжить исследования по данным направлениям и решить актуальные научно-технические задачи компрессии, кодирования и защиты информации в распределенных ГИС, комплексного тематического анализа и интерпретации оптических, гиперспектральных и радиолокационных данных дистанционного зондирования, создания ин-

теллектуальных банков данных и метаданных космических изображений на основе технологий «big data», использования космической информации в ГИС-приложениях для изучения и прогнозирования состояния природной и урбанистической среды, управления информационным обществом и природными ресурсами.

В рамках работ по созданию макетов базовых инструментов системы распределенного анализа больших массивов данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) на базе виртуальной интеграции проведено логическое и физическое проектирование распределенной базы данных. В результате работы развита компактная глобальная модель данных ДЗЗ, позволяющая эффективно – эволюционно и с малыми затратами на внедрение новых сервисов и включение новых информационных ресурсов – развивать распределенные системы данных ДЗЗ.

В рамках работ по разработке макетов, реализующих функции отдельных подсистем узла распределенной инфраструктуры коллективного использования данных космического дистанционного радиофизического зондирования Земли, созданы методика и программные инструменты спутникового радиотепловидения, реализующие пространственно-временную интерполяцию и анализ измеренных с полярно-орбитальных спутников радиотепловых полей Земли и восстановленных по ним полей геофизических характеристик. Их применение позволяет получать динамическое описание эволюции рассматриваемых полей с шагом до 1,5 часов на глобальной регулярной географической сетке с шагом до 0,125 градуса, что обеспечивает прямой расчет физических величин, характеризующих аспекты массо- и энергопереноса в атмосферных системах с горизонтальными размерами от 100 км, развивающихся на суточных и более длительных интервалах времени.

10. Нанотехнологии, нанобиотехнологии, наносистемы, наноматериалы, нанодиагностика, нанoeлектроника и нанофотоника

Проведение фундаментальных исследований в областях наноструктур, наноматериалов и нанодиагностики, а также применение полученных в этих исследованиях результатов на практике в широком классе нанотехнологий определяют наиболее важные и актуальные направления развития науки и техники во всем мире. Проведение в этих направлениях конкурентоспособных работ мирового уровня в академических институтах является объективным требованием современности. Можно выделить три основные проблемы, стоящие перед исследователями, работающими в указанных областях. Во-первых, это разработка оригинальных методов формирования наноструктур и синтеза широкого класса наноматериалов на их основе. Во-вторых, это определение свойств, которыми обладают наноструктуры, а также нанокомпозиты, состоящие из матрицы со встроенными нанокристаллами. В-третьих, это разработка новых методов нанодиагностики, позволяющих увеличивать чувствительность (разрешение) и измерять физические свойства нанообъектов в широком диапазоне воздействий и температур.

Известно, что при упругом встраивании нанослоев и наноточек полупроводниковых силицидов в кремниевую решетку формируются кремний-силицидные нанокompозиты, включая квазидвумерные, демонстрирующие новые электрические, оптические термоэлектрические и теплопроводящие свойства. Следовательно, твердотельные нанокompозиты на кремнии важны для реализации излучательной рекомбинации из непрямозонного полупроводника, каким является кремний, и создания эффективных светодиодов на ближний инфракрасный диапазон (0,7–0,8 эВ) расширения спектрального диапазона кремниевых диодов в область до 0,4–0,5 эВ, и термоэлектрических преобразователей на основе кремниевой технологии.

Обнаружено, что нанокompозиты на основе органических гелей с квантовыми точками полупроводников и диэлектриков проявляют нелинейные оптические свойства и могут использоваться как среды с оптическим переключением или интенсивным излучением. Для их исследования необходимо развивать методы неразрушающего анализа электронной и атомной структуры на основе малоуглового рассеяния рентгеновского излучения, а также методы компьютерного моделирования. Большое значение для развития нанофотоники имеют разработка и создание новых оптических элементов, позволяющих создавать острые сфокусированные пучки с большой плотностью мощности, которые смогут обеспечить создание упорядоченного массива наноотверстий в различных материалах. Чрезвычайно перспективным также является создание системы для измерения массы нанообъектов, основанной на высокоточной регистрации наномасштабных колебаний микроантiteleвера, осуществляемой с помощью адаптивного голографического интерферометра, которая позволяет существенно снизить порог детектирования массы.

В рамках обозначенных проблем актуальным является оптимизация методов синтеза, исследование и моделирование свойств полупроводниковых и металлических наноструктур на поверхности полупроводников, в частности, – кремния, а также твердотельных нанокompозитов, жидких неорганических и органических сред и гелей с нанопорошками металлов, полупроводников и диэлектриков для реализации широкого спектра оптических и электрических свойств, создания новых видов сенсоров и полупроводниковых приборов, и развития методик нанодиагностики в области оптических, электрических, лазерных и рентгеновских измерений.

Исследование оптических свойств микро- и наноразмерных структур из многокомпонентного силикатного стекла. Планируемая работа направлена на решение следующих конкретных задач: разработку общей концепции технологии микро- и наноструктурированного стекла; дальнейшее развитие рентгеновской капиллярной оптики с целью расширения возможностей аналитических методов определения элементного состава и кристаллической структуры функциональных материалов; исследование физических механизмов распространения фемтосекундных лазерных импульсов ближнего инфракрасного диапазона в фотонно-кристаллических волоконных структурах; поиск новых приложений технологии микро- и наноструктурированного стекла. В ходе выполнения работы планируется получить новые результаты, в частности: по рентгеновской капиллярной оптике будут получены резуль-

таты, которые позволят расширить энергетический диапазон до 50–60 кэв, уменьшить размеры фокусного пятна оптики до субмикронных размеров при одновременном увеличении его светосилы; в области оптики фотонно-кристаллических волокон с поллой и сплошной сердцевиной планируется получить: влияние геометрии поперечного среза волокон на спектры пропускания излучения в видимом и ближнем инфракрасном диапазоне; установление зависимости спектров пропускания волокон с поллой сердцевинкой от состава их среды заполнения с целью их идентификации; оптимизация технологических режимов изготовления фотонно-кристаллических волокон с нанокристаллами PbS, которые могут быть использованы как волоконные широкополосного источника ближнего инфракрасного излучения. В области новых приложений технологии микро- и наноструктурированного стекла планируются получить результаты по использованию таких структур в перспективных на сегодняшний день углеродных технологиях по разработке автоэмиссионных катодов на основе углеродных нанотрубок и пленок.

Разработаны инновационные технологии сложенноструктурированных модифицирующих нанодисперсных покрытий и комплексов, обеспечивающие высокие качественные характеристики (повышенную износостойкость и коррозионную стойкость, структурную нанодисперсную пластичность, высокую адгезию и пр.) при создании изделий различного назначения, в том числе медицинских.

Основные цели и задачи разработок – создание технологий применения изделий с повышенными эксплуатационными и биологическими характеристиками для использования функциональных изделий в медицине, создание технологий синтеза и отработки процессов осаждения покрытий на изделия из полимерных и биоорганических материалов низкой теплостойкости, таких как силикон, коллаген и тканевый материал. В результате разработки новых методологий и технологий формирования и нанесения наноструктурированных многослойно-композиционных покрытий многоцелевого назначения получены новые конкурентоспособные материалы, обладающие уникальными свойствами, заинтересованность в выпуске которых подтверждена ведущими промышленными предприятиями и медицинскими учреждениями в России и за рубежом.

Разработаны новые лазерные методы синтеза и исследования материалов, а также микро- и наноструктур для решения различных задач фотоники и спинтроники, создана нелокальная теория изгибно-деформационного поведения тонких упругих слоев.

На основании оригинального подхода к измерению локализованного слабого магнитного поля, впервые разработаны и изготовлены работоспособные макетные образцы матриц размерностью 5×5 магнитооптических чувствительных элементов на основе сетки из взаимно перпендикулярных полос, вытравленной в феррит-гранатовой пленке. Матричный сенсор впервые позволит обнаруживать одиночные магнитные наночастицы в микроканалах биочипов и живой ткани и измерять распределение слабого магнитного поля токов в мускульных и нервных волокнах. Конструкция может быть интегрирована с оптоволоконным катетером для медицинских исследований *in vivo*.

Несмотря на значительные успехи теоретических и экспериментальных исследований в области нанофотонных компонентов, их практическое использование ограничивается приблизительно 5% рынка относительно электронных компонентов, причём это в основном светодиоды. По мнению международных экспертов, ситуация в дальнейшем будет меняться, поскольку нанофотоника способна сыграть значительную роль в создании компьютеров нового поколения, нанофотонные компоненты найдут применение прежде всего в суперкомпьютерах. Компания IBM (Silicon Integrated Nanophotonics Group) планирует с 2015 г. производить системы с интегрированными на чипе нанофотонными компонентами для межпроцессорного обмена данными. Использование нанофотонных компонентов перспективно также при создании мобильной вычислительной платформы мощностью >1 Тфлопс. При этом на чипе будет обеспечена интеграция высокой плотности следующих компонентов: многоядерные электронные процессоры; нанофотонные компоненты для полной оптической обработки информации NoC (Network on Crystal). Мобильная платформа необходима для решения иного класса задач обработки видеoinформации и управления, она может быть использована в следующих поколениях роботов, беспилотных летательных аппаратах, встраиваемых вычислительных системах распознавания образов и принятия решений. Ряд проектов космического мониторинга и дистанционного зондирования Земли основан на применении устройств дифракционной нанофотоники. Интеграция на чипе электронных и фотонных компонентов является перспективным направлением развития современных высокопроизводительных вычислительных систем и открывает возможности решения нового класса задач обработки видеoinформации и управления движущимися объектами.

Важнейшие достижения

Разработаны информационные модели данных в аналитических мульти-агентных средах, а также технология информационной поддержки принятия решений на базе системы ситуационных центров. Полученные результаты обеспечивают повышение эффективности принимаемых решений за счёт автоматического управления объектами. Результаты исследований применяются в системах ситуационных центров специального назначения. (ИПИ РАН)

Разработана вычислительная модель плазмы, основанная на решении шестимерных кинетических уравнений и трёхмерных уравнений Максвелла методом сглаженных частиц. Разработан принципиально новый алгоритм управления плазмой, использующий решение обратных диагностических задач методом эпсилон-сетей. Разработан и реализован макет суперкомпьютерного программно-аппаратного комплекса моделирования и автоматического управления высокотемпературной тороидальной плазмой в реальном масштабе времени, применимый к уже эксплуатируемым и вновь проектируемым установкам термоядерного синтеза JET (Евросоюз), T-15 (Россия), MAST (UK), ITER. (НИИСИ РАН)

Создан уникальный комплекс для лазерного формирования 3х-мерных полимерных микро- и наноструктур заданной топологии с использованием

специального программного обеспечения для применения в фотонике, плазмонике, сенсорике, медицине.

Разработаны новые реакционноспособные биodeградируемые полимеры на основе которых созданы 3-мерные скаффолды с регулируемой пористостью и скоростью деградации для задач регенеративной медицины.

Полученные скаффолды показали свою перспективность для применений в нейротрансплантации. На них происходит рост глиальных клеток мозга и образование 3-мерных нейрональных сетей *in vivo* (рис. 8). (ИПЛИТ РАН)

Разработана технология микродисковых лазеров сверхмалого (до 1 мкм) диаметра с активной областью на основе квантовых точек InAs/InGaAs. Продемонстрирована лазерная генерация с низким порогом (2–20 мкВт) при комнатной температуре на основном оптическом переходе квантовых точек с длиной волны вблизи 1,3 мкм. Показана возможность генерации вплоть до 100 °C, продемонстрирована высокая стабильность длины волны генерации (около 0,07 нм/°C) (рис. 9). (СПб АУ НОЦНТ РАН)

Подавляющее большинство видов многоклеточных животных размножается половым путём. Исключение составляют бделлоидные коловратки – группа животных, перешедшая к бесполому размножению десятки миллионов лет назад. В составе международного консорциума прочитан и проанализирован геном бделлоидной коловратки *Adineta vaga*. С помощью компьютерного моделирования прояснён механизм, с помощью которого этому виду удаётся сохранять целостность генома. Результат имеет большую важность для понимания механизмов поддержания стабильности генов у всех видов, в том числе и у человека (рис. 10). (ИППИ РАН)

Предложена оригинальная конструкция квантового регистра, который размещен в канале полевого транзистора. Кубитами являются состояния электронов в двойных квантовых точках, которые формируются и управляются потенциалами затворов. Теоретические расчеты волновых функций электрона доказывают возможность построения полномасштабного квантового компьютера. Разработан маршрут изготовления компьютера на основе современной технологии больших интегральных схем. (ФтехнолИ РАН)

Созданы основы теории макросистем. Развита локальная вариационная теория максимизации энтропии. Разработаны математические модели, методы качественного анализа динамических свойств, проблемно-ориентированные информационные технологии для численного исследования динамических процессов, методы и программные средства компьютерной имитации стохастической микро- и макродинамики на базе суперкомпьютерных технологий.

Разработаны демоэкономические модели, динамические процедуры томографического исследования, программный комплекс для моделирования транспортных потоков, новые алгоритмы обработки малых объемов данных. (ИСА РАН)

Рассмотрены проблемы математического моделирования лечебно-диагностического процесса (ЛДП). Предложен подход к построению модели процесса в классе управляемых стохастических процессов с памятью. Модель основывается на двух постулатах:

моделирование в классе стохастических процессов, как наиболее адекватно соответствующих сложности человеческого организма как объекта управления;

прецедентный характер управления в медицине, отражающий консервативный характер принятия решений в ЛДП, когда активные действия (управление) зачастую выбираются на основе уже известных прецедентов, доказавших свою эффективность в статистическом смысле (доказательная медицина).

Концептуальная основа модели имеет ясную содержательную интерпретацию для специалистов-медиков. Впервые предлагается унифицированная модель ЛДП инвариантная относительно класса заболевания.

Разрабатываемую модель планируется практически использовать в программных системах поддержки принятия врачебных решений в сфере профессиональной и персональной медицины (рис.11). (ИПС РАН)

Разработаны технологии и комплекс базовых условий для производства и оптимального функционирования конкурентоспособного на мировом уровне, не имеющего мировых аналогов, ассистирующего мехатронного хирургического комплекса.

Основные цели и задачи разработок (в соответствии с Указом Президента РФ от 7 мая 2012 г. № 598, Государственной программой РФ «Развитие здравоохранения» и пр.) – снижение показателей инвалидности и смертности, снижение травматичности при проведении операций, сохранение жизненно важных органов и функций пациентов, сокращение сроков послеоперационной реабилитации.

При разработке использованы последние достижения лапароскопической техники и малоинвазивной хирургии, которая подразумевает наименьшую хирургическую травму, снижение болевых ощущений, позволяет сохранить ткани и сосуды пациента, а также обеспечивает существенное расширение дополнительных возможностей работы хирурга (рис. 12) (ИКТИ РАН)

Исследован новый класс вихревых непараксиальных лазерных пучков, которые названы бездифракционными асимметричными модами Бесселя. Эти пучки описываются функциями Бесселя с комплексным сдвигом аргумента. Функции Бесселя с комплексным сдвигом аргумента также являются решениями уравнения Гельмгольца. Степень асимметрии новых пучков зависит от некоторого параметра, с увеличением которого растет орбитальный угловой момент лазерного пучка. Асимметричная мода Бесселя имеет больший момент, чем обычная мода Бесселя того же порядка, и поэтому она более эффективна для оптического микроманипулирования (ИСОИ РАН)

Терагерцовые приборы важны в медицинской диагностике (особенно, при обнаружении раковых опухолей) и терапии хронических заболеваний. Востребованность разработок в данной области, прежде всего, связана с противодействием терроризму в местах массового скопления людей (ТГц сканеры безопасности в аэропортах взамен рентгеновским). ТГц детектор, состоящий из фотопроводящей антенны (ФА) на основе НТ-GaAs и сферической линзы способен обнаружить скрытое оружие. В ФГБУН ИСВЧПЭ РАН разработана технологическая линейка по изготовлению структур НТ GaAs и ФА на его основе для создания ТГц детекторов (рис. 13). (ИСВЧПЭ РАН)

Разработаны технологии проектирования, моделирования и создания предметно-ориентированных систем, формирования сетевых сервисов приложений инфраструктуры пространственных данных для поддержки междисциплинарных научных исследований. В отличие от существующих, данные технологии основываются на спецификациях представления и обработки информации, что позволяет гибко их применять для решения широкого круга проблем. Реализованы задачи, связанные с формированием и передачей данных, запуском сервисов, организацией вычислительного процесса в облачной и кластерной инфраструктуре, представлением результатов и т.д. (ИДСТУ СО РАН)

Построена усовершенствованная математическая модель гемодинамики крупных кровеносных сосудов, учитывающая экспериментальные данные периферической артериальной пульсации или фотоплетизмограммы (ФПГ). Применение этой модели в медицинской практике позволяет учитывать индивидуальные характеристики пациента, прогнозировать изменение параметров сердечно-сосудистой системы и предсказать результаты лечения. (ВЦ ДВО РАН)

Отработаны методы синтеза и исследования магнитных, магнитоупругих, высокочастотных и магнитооптических характеристик наноструктурированных пленок интерметаллидов с гигантской магнитострикцией и индуцированной спиновой переориентацией. Технология синтеза позволяет получать новые наноструктурированные пленки с толщинами магнитных слоев 3–5 нм, количеством слоев 50–100, с заданными характеристиками, гигантской магнитострикцией, что делает такого рода структуры перспективными для создания на их базе новых компонентов электроники и спинтроники мирового уровня. (Мордовский университет им. Н.П. Огарева)

Разработаны научно-технологические решения по применению методов магнетронного распыления для изготовления тонкопленочных структур элементов энергонезависимой многократно перепрограммируемой резистивной памяти на основе оксидов циркония и гафния, оксидов кремния и германия. Изготовлены и исследованы лабораторные образцы тонкопленочных структур на промышленных подложках $\text{TiN}/\text{Ti}/\text{SiO}_2/\text{Si}$. Разработаны физические и компьютерные модели физико-химических процессов в оксидных пленках, определяющих функционирование элементов резистивной памяти. Разработанные структуры проявляют биполярное резистивное переключение с параметрами, зависящими от состава слоев и характеристик границ раздела в структуре, состава электродов. К общим параметрам структур элементов памяти относятся отношение сопротивлений в состояниях с низкой и высокой проводимостью более 10, напряжение переключения в диапазоне 2–5 В, число переключений более 10^4 , время переключения менее 100 нс. Получены предварительные данные по высокой стойкости характеристик элементов памяти к ионизирующему (протонному) воздействию. (Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского)

Обнаружен новый эффект, который может быть использован для создания компьютеров, подобных мозгу человека. Экспериментально показано, что при записи цепей нанодоменов в сегнетоэлектрике при изменении прикладываемого напряжения, влажности, температуры и расстояния между доме-

нами, можно получать различные варианты чередования размеров доменов: перемежаемость, квазипериодичность и хаос. Этот эффект, обусловленный взаимодействием доменов, можно использовать для создания качественно новых вычислительных устройств, в которых хранение и обработка информации осуществляются в одних и тех же ячейках. Именно так организован мозг человека и нейронные сети. (Уральский федеральный университет)

Разработана комплексная методика исследования локальной атомной и электронной структуры пористых наноматериалов методами рентгеновской и оптической спектроскопии, а также многомасштабного компьютерного моделирования, которая позволила определить параметры наноразмерной атомной и электронной структуры этих материалов и установить фундаментальные закономерности взаимосвязи «структура-свойства» для этого класса соединений.

Изученные нанопористые цеолиты, функционализированные кластерами меди, являются перспективными соединениями для удаления токсичных соединений азота из выхлопных газов двигателей внутреннего сгорания. Они обладают большей стабильностью и активностью в большем диапазоне температур, чем любые другие используемые в настоящее время катализаторы. (Южный федеральный университет)

Альтернативой классическому шифрованию являются системы квантовой криптографии. Процесс отправки, передачи и приема информации выполняется физическими средствами, при помощи фотонов в линиях волоконно-оптической связи, что делает перехват данных в таких системах физически невозможным, независимо от ресурсов злоумышленника.

Создана первая в России квантовая информационная сеть на основе систем квантовой рассылка ключа на боковых частотах модулированного излучения с расстоянием между узлами 1 км и скоростью 250 кбит/с. Реализованы первые два узла. Сеть строится на основе разработанной технологии квантовой криптографии на боковых частотах, позволяющей передавать квантовые сигналы в действующей телекоммуникационной инфраструктуре с рекордными параметрами скорости (свыше 1 Мбит/с) и дальности (более 200 км), что существенно превышает технические характеристики зарубежных аналогов. (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики)

Получены результаты фундаментальных исследований размерного эффекта в электрофизических свойствах твердых тел, которые показали, что, по мере уменьшения размера частиц до наноуровня в алмазе, кремнии, кристаллах щелочных галогенидов, наблюдается прогрессивный рост диэлектрической проницаемости порошков. Абсорбция влаги может кардинально изменить свойства веществ, вплоть до превращения диэлектрика в квазиметаллическое состояние. Полученные результаты важны в связи с использованием наноразмерных материалов в науке и технике, а стандартные справочные данные о физических свойствах твердых тел непригодны для этого класса веществ. (Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений)

ЭНЕРГЕТИКА, МАШИНОСТРОЕНИЕ, МЕХАНИКА И ПРОЦЕССЫ УПРАВЛЕНИЯ

Энергетика представляет собой ярко выраженную междисциплинарную науку, формирующую новые знания о методах преобразования энергии и создающую новые средства для таких преобразований путем интеграции достижений практически всех других наук. Энергетические технологии формируются на базе таких физико-технических дисциплин, как электрофизика и электротехника, теплофизика и теплотехника, гидравлика и гидротехника, атомная физика и техника, газовая динамика, прочность, материаловедение и их сочетания при создании нового энергетического оборудования, одного из сложнейших во всех видах техники. На разработку энергетических технологий приходится до 70% исследований в области энергетики. Отбор таких технологий проводится по критериям экономической эффективности и экологической приемлемости с учетом всех аспектов надежности и управляемости. Одним из важных направлений энергетической науки является исследование и конструирование энергетических систем. Причем пространственное развитие энергетики предусматривает создание различных систем, имеющих физико-техническую основу в виде трубопроводных и электрических сетей и одновременно являющихся сложными производственными системами.

Перед энергетической наукой стоит задача определения приоритетов научно-технологического прогресса с учетом мировых тенденций, но отвечающих российским условиям. На решение масштабных и перспективных задач энергетики направлены исследования, выполняемые в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2008–2012 гг., программ Президиума РАН и ОЭММПУ РАН по профилю энергетики на 2013–2020 гг., а также проектов Российской академии наук для участия в реализации направлений технологического прорыва по направлению «Энергоэффективность и энергосбережение, в том числе разработка новых видов топлива».

Особенно важна категория проектов, включающих технологии, приоритетные для возможной реализации. К ним относятся проекты: «Развитие мощной парогазовой энергетики», «Развитие электроэнергетической системы России с использованием принципов активно-адаптивной сети, включая интеллектуальную технологию координированного оперативного и противоаварийного управления электроэнергетическими системами» и «Разработка научных основ и промышленная реализация процессов глубокой, комплексной и безотходной конверсии тяжелых нефтяных остатков с применением наноразмерных катализаторов с целью обеспечения глубины переработки нефти не менее 92–95% масс, извлечение ценных металлов».

Осуществление названных и других проектов позволит решить сложный комплекс научно-технических вопросов современных энерготехнологий и осуществить решающий прорыв в энергетике, создав надежную базу для динамичного развития всех сопряженных отраслей экономики России.

Машиностроение является материальной базой научно-технического прогресса страны, всех секторов её экономики и национальной безопасности

и должно обеспечить перевод всех отраслей на новую технологическую базу, обеспечивающую снижение материалоемкости и энергопотребления производства, повышение производительности труда, уровня промышленной безопасности и конкурентоспособности производимой продукции.

Развитие машиностроительного комплекса опирается на фундаментальные и прикладные исследования в таких областях знания, как машиноведение. Последнее является междисциплинарной наукой о машинах, машинных комплексах и сложных системах «человек–машина–среда», динамике машин, волновых и вибрационных процессах в технике, ресурсе, живучести и безопасности машин и сложных технических систем. В качестве комплексных проблем машиноведения рассматривается повышение безопасности машин, снижение техногенных и технологических рисков для всех объектов народного хозяйства.

Машиноведение и машиностроение должны обеспечить технологическую независимость страны и совершенствование национальной технологической базы. Исходя из анализа состояния машиностроительного комплекса страны и прогнозных оценок его развития, определена направленность дальнейших фундаментальных и прикладных разработок по проблемам машиноведения и машиностроения, общая структура фундаментальных, поисковых и прикладных исследований междисциплинарного характера в области машиноведения и машиностроения. К числу приоритетных направлений отнесены анализ и синтез сложных машинных комплексов, эргономика и биомеханика человеко-машинных систем, динамика машин и вибрационные процессы в технике, перспективные материалы и технологии машиностроения, теория техногенной безопасности.

Создаются новые и совершенствуются существующие методы анализа и синтеза сложных механических систем «механизм–привод–управление» как составной части механических управляемых объектов различного назначения и принципа действия. Изучаются нелинейные процессы деформирования, повреждения и разрушения материалов, машин и конструкций при различных (в том числе экстремальных) условиях нагружения. Разрабатывается обобщенная теория нелинейной и волновой механики и технологий, обосновывающая создание перспективных образцов новой техники для нефтегазового, строительного и оборонного машиностроения.

Ведутся фундаментальные исследования по проблемам прочности, ресурса, живучести и безопасности машин и сложных технических систем, являющихся объектами технического регулирования, опасных производственных объектов и критически важных для национальной безопасности объектов инфраструктур. Разработаны научные основы комплексных методов термомеханического и физико-химического упрочнения несущих элементов машин в условиях штатных и экстремальных воздействий. Разрабатываются методы диагностики физико-механического состояния критических зон машин и конструкций в условиях сложных напряженных состояний. Ведется разработка робототехнических систем для выполнения работ в условиях вредных и опасных для человека. Ведутся исследования рабочих процессов, динамики ресурса и экологии новых машин и энергоустановок, использующих нетрадиционные энергоносители (ядерные, водородные, газовые).

Результаты фундаментальных исследований используются в совместных разработках научных учреждениях РАН, НИИ и конструкторских бюро (КБ), а также в атомном и тепловом энергомашиностроении, ракетостроении, авиации, на железнодорожном и автомобильном транспорте, в нефтегазовом и химическом комплексах.

Механика – фундаментальная наука, которая является основой инженерного дела и рационального природопользования. Актуальность тех или иных областей механики во многом определяется потребностями хозяйственной деятельности, обеспечения обороноспособности страны и успехами других фундаментальных наук. Результаты в сфере механики позволили решить ряд важных проблем совершенствования существующих и создания новых образцов аэрокосмической и морской техники, а также иных транспортных систем. Опережающее развитие механики – это необходимое условие реализации программ модернизации и инновационного развития России.

Традиционно механику разделяют на следующие разделы: общая и прикладная механика, механика жидкости, газа и плазмы, механика деформируемого твердого тела, трибология, механика природных процессов и биомеханика. В 2013–2014 гг. продолжалось развитие всех разделов механики.

В области общей и прикладной механики получены важные результаты по применению теории сухого трения в системах с несколькими степенями свободы для решения задач о взаимодействии колесных экипажей с дорогой. Продолжены исследования многозвенных механических систем при различных законах внешнего сопротивления, развиты методы их анализа и оптимального управления ими. По-прежнему, остаются актуальными задачи космической механики. Разработан новый метод построения оптимальных траекторий космических аппаратов с целью изменения орбит потенциально опасных астероидов, совершенствуются алгоритмы оптимального управления ориентацией космических аппаратов.

В области механики жидкости, газа и плазмы получили дальнейшее развитие математические модели и методики расчета сплошных сред с учетом механических, тепловых, химических и физических процессов.

В области гидромеханики проведены комплексные экспериментальные и теоретические исследования в глубоководных и шельфовых частях Мирового океана, построены и проанализированы новые математические модели придонных течений. Продолжено моделирование трехмерных нелинейных волн в идеальной несжимаемой жидкости. Разработаны и численно исследованы новые модели многокомпонентных течений в пористой среде, микро- и наноканалах.

В области газовой динамики продолжена разработка моделей и численных методов аэродинамического расчета для улучшения аэродинамики летательных аппаратов нового поколения при сверх- и гиперзвуковых скоростях полета, а также винтокрылых аппаратов. Совершенствуются методы аэродинамических испытаний и установки для их проведения.

В области физической и химической газодинамики выполнено трехмерное численное моделирование газовой динамики российских спускаемых аппаратов нового поколения, проведено моделирование течений плазмы и теплопередачи при входе в атмосферу перспективного космического аппа-

рата, разрабатываемого Европейским космическим агентством. Изучено влияние нестационарных течений газа на закономерности теплоотвода с разогреваемой поверхности.

В области механики деформируемого твердого тела (МДТТ) продолжено построение и развитие моделей процессов нелинейного деформирования и разрушения материалов, конструкций, природных объектов и элементов живых систем. Большое внимание уделено проблемам моделирования и экспериментального исследования влияния структуры и текстуры материалов и сред на их деформационно-прочностные характеристики и сопротивление разрушению. Установлены закономерности множественного упорядоченного разрушения при определенных комбинациях нормальных и сдвиговых нагрузок. Выполнены важные исследования по проблемам МДТТ в области критических технологий, в том числе нано- и микротехнологий.

Получили развитие перспективные процессы интенсивной пластической деформации для создания материалов с объемной наноразмерной структурой. Разработаны и реализованы технологии создания лопаток турбин авиадвигателей нового поколения методами интенсивной пластической деформации. Получила развитие механика поверхностных и интерфейсных слоев. На основе фундаментальных достижений МДТТ и физики твердого тела разработаны и реализованы технологии создания систем подложка-покрытие с бездефектными и износостойкими покрытиями для применения в нанoeлектронике и космической технике. Продолжено развитие механики интеллектуальных материалов. Выяснены природа и построены модели стрикционного эффекта в магнитоэластомерном композите.

В области трибологии предложены модели и методы расчета фрикционного взаимодействия с учетом микромасштабной поверхностной шероховатости.

В области механики природных процессов продолжено развитие нового метода решений задач механики сплошной среды – метода блочного элемента, в частности применительно к созданию модели кратковременного прогноза землетрясений и построению теории поведения и разрушения оползнеопасных структур. Разработана модель кристаллизации магмы, позволяющая анализировать содержание минералов в вулканических продуктах и закономерности вулканической активности.

В области биомеханики продолжается развитие моделей механического поведения живых систем. В рамках моделей процессов зрения выполнено моделирование двух способов статического нагружения оболочки глаза, используемых в офтальмологических испытаниях, что позволило существенно уточнить определяемое внутриглазное давление.

Процессы управления. Современная теория управления представляет собой разветвленное научное направление, использующее аппарат классической теории автоматического регулирования и управления, кибернетики, методов оптимизации, исследования операций и искусственного интеллекта, теории принятия решений и др. и охватывающее проблемы управления системами самой разнообразной природы, масштаба и назначения. В то же время более традиционные области использования теории управления – сложные технические системы, робототехника, авиация, навигация, космос,

обработка изображений и многие другие – будут сохранять существенную роль стимула для развития теории и областей ее приложений.

Перед теорией управления в период до 2030 г. стоят сложные и ответственные задачи. Это обусловлено не только растущей ролью управления как неотъемлемой черты инновационного развития, но и управления как средства выживания, стабильности и безопасности в современных, быстро меняющихся условиях. В теории управления все большую роль будет играть исследование нелинейных систем. Здесь можно ожидать прогресса в области синтеза нелинейных управлений, появления новых типов обратной связи, исследований хаоса, синхронизации, других специфических нелинейных эффектов. Все большее распространение получают модели гибридного управления, включающие логические и непрерывные компоненты.

Особую роль будет играть сетевое и интеллектуальное управление авиационно-космическими, морскими и наземными объектами, в том числе интеллектуальное планирование действий в беспилотных аппаратах. Широчайшие перспективы открываются для применения идей управления в биотехнологиях, биоинформатике и медицине. В частности, в системах управления в медицине все большую роль должны играть интеллектуальные экспертные системы, способные управлять лечебным процессом, повышать качество медицинских диагнозов и освобождать врачей от большого объема рутинной работы. Очень важны модели управляемых эколого-экономических систем.

Важнейшие достижения

Создана виртуальная (информационно-компьютерная) модель радиационной аэротермодинамики перспективного российского транспортного корабля, предназначенного для возвращения космонавтов на Землю после полета на Луну. Созданная модель представляет уникальный набор национальных (авторских) компьютерных кодов механики сплошной среды, квантовой механики, неравновесной термодинамики и переноса селективного теплового излучения, и позволяет выполнить проектирование тепловой защиты космического аппарата и обеспечить безопасность его спуска в плотных слоях атмосферы Земли (рис. 14). (ИпМех РАН совместно с РКК «Энергия» им. С.П. Королева)

Модернизирован модельно-информационный комплекс SCANNER, предназначенный для прогнозирования развития мировой и российской энергетики. Актуализированы показатели и детализированы информационные базы данных (технологическая, ресурсная, экономическая). С использованием комплекса подготовлены научно обоснованные прогнозы развития мировых энергетических рынков с определением условий и возможных масштабов эффективного участия в них российских энергетических ресурсов, исследованы различные сценарии развития энергетического сектора России. Определён состав и количественно оценены основные составляющие внешних и внутренних угроз развитию экономики и ТЭК России.

Полученные результаты использованы при выполнении крупных прикладных исследований по заданию федеральных органов власти и ведущих энергетических компаний, в том числе при подготовке документов: «Разработка предложений по доработке проекта Энергетической стратегии России на период до 2035 года», «Оценка устойчивости энергетики России и ее регионов к изменениям конъюнктуры внешних и внутренних рынков топливно-энергетических ресурсов», «Оценка вариантов развития ВИЭ и их последствий на перспективу до 2035 г.», «Разработка научно обоснованных предложений по долгосрочной политике в области ценообразования с учетом вариантов налогообложения отраслей топливно-энергетического комплекса» (рис. 15). (ИНЭИ РАН)

Новым, крайне опасным видом угроз для инфраструктуры и промышленности являются возможные кибератаки на системы управления. В связи с этим решена задача создания конкурентно-способных в мире цифровых автоматизированных систем управления технологическими процессами атомных электростанций (АЭС). Созданы новый класс систем управления с полностью отечественным программным обеспечением и уникальная технология их распределенного изготовления, тестирования и сборки. Результаты внедрены на АЭС «Бушер» в Иране (2012) и внедряются на многоблочной АЭС «Куданкулам» в Индии (2013–2014) (рис. 16). (ИПУ РАН)

Завершены исследования термических и переносных свойств перспективных жидкометаллических теплоносителей для ядерных реакторов на быстрых нейтронах. Экспериментально получены новые систематизированные данные по термическим и переносным свойствам расплавов натрия–свинец и калий–свинец, которые будут служить научной базой для разработки и оптимизации технологии использования этих материалов в качестве жидкометаллических теплоносителей для ядерных энергетических установок нового поколения. (ИТ СО РАН)

Разработана миниатюрная контурная тепловая труба мощностью 100 Вт, которая впервые в мировой практике использована на борту малого космического аппарата «Мир», изготовленного в ОАО «Информационные спутниковые системы» им. академика М.Ф. Решетнева, в системе терморегулирования научного прибора «Дока-Б». Миниатюрные контурные тепловые трубы являются перспективными устройствами для систем охлаждения электроники, компьютерной, лазерной и другой техники, содержащей компоненты с высокой плотностью тепловыделения. (ИТФ УрО РАН)

Разработан и реализован комплекс физических моделей, детально описывающих протекание аварийных процессов на АЭС с реакторными установками с натриевым теплоносителем (БН-600, 800, 1200) и на этой базе создан сквозной интегральный код СОКРАТ-БН. Код позволяет моделировать процессы, важные с точки зрения безопасности и связанные с теплогидравликой контуров реакторной установки и помещений реактора, нейтронной физикой, накоплением и переносом продуктов деления, термомеханикой твэлов, плавлением и перемещением элементов активной зоны в режимах проектных и запроектных аварий. Работа проводилась с участием ведущих научных центров (ОАО «ОКБМ Африкантов», ГНЦ РФ ТРИНИТИ, ГНЦ РФ – ФЭИ, НИЦ «Курчатовский институт»). Расчетный код представлен к аттестации в

НТЦ ЯРБ Ростехнадзора и используется проектными и конструкторскими организациями Госкорпорации «Росатом» для обоснования безопасности по проектам РУ-БН-1200 (рис. 17).

Расчетный код представлен в аттестации в Ростехнадзор и используется проектными и конструкторскими организациями Госкорпорации «Росатом» для обоснования безопасности по проектам РУ-БН-1200. (ИБРАЭ РАН)

На базе уникальной тераваттной фемтосекундной хром-форстерит лазерной системы лазерного комплекса впервые в мире получена энергия импульса терагерцового излучения 0,9 мДж методом оптического выпрямления в нелинейном органическом кристалле в диапазоне от 0,1 до 5 ТГц при длительности импульса 10 пс ÷ 200 фс соответственно. Пиковая мощность импульса излучения достигает 5 ГВт, максимальная конверсионная эффективность составляет около 3%. Получена рекордная напряженность электрического поля 42 МВ/см в пятне фокусировки 260 мкм. Показана возможность получения с помощью данной лазерной системы напряженности электрического поля порядка 80 МВ (рис. 18). (ОИВТ РАН совместно с Институтом Пауля Шреера (Швейцария))

Изучение графена и графеноподобных материалов является актуальной областью физики конденсированного состояния и может привести к практической отдаче в ближайшей перспективе. Для приложений необходимо создать материал с управляемой полупроводниковой щелью в спектре. Перспективным материалом для этих целей является двухслойный графен, у которого одна углеродная плоскость повернута относительно другой (скрученный двухслойный графен). До настоящего времени не было адекватной теории, описывающей электронный спектр этой сложной системы. Задача была решена. Показано, что в электронном спектре возникает щель, которой можно управлять, меняя допирование, угол поворота или прикладывая управляющее напряжение. (ИТПЭ РАН)

Предложен теоретически и реализован экспериментально принципиально новый метод выращивания низкодефектных пленок карбида кремния на кремнии. Качество структуры слоев, полученных данным методом, значительно превосходит качество пленок карбида кремния, выращенных на кремниевых подложках ведущими мировыми компаниями. Получены пластины эпитаксиального карбида кремния на кремнии диаметром 150 мм. Впервые в мировой практике на кремниевой подложке с буферным слоем нанокарбида кремния получена светодиодная структура и создан работающий макет светодиода. Созданы первые опытные образцы НЕМТ транзисторов. Этот результат открыл беспрецедентные возможности для создания электронных приборов нового поколения на основном материале электроники – кремнии. (ИПМАШ РАН)

Разработана собственная технология получения водноаэрозольного огнетушащего состава, основанная на перемешивании и распылении водного компонента в сверхзвуковом газовом потоке продуктов сгорания твердотопливного газогенерирующего устройства в диффузоре эжекторного типа. Преимущества: использование химических источников энергии твердого топлива, значительно снижает стоимость установки пожаротушения и повы-

шает удельную эффективность; получение мультидисперсного распределения размера капель в огнетушащей струе. (ИМАШ УрО РАН)

Впервые методом молекулярно-динамического моделирования предсказано образование объемно центрированной кубической фазы в меди за фронтом ударной волны в диапазоне давлений 100–200 ГПа. Получены атомные конфигурации меди, соответствующие поликристаллам со средним размером зерна от 2 до 16 нм. Для ударного сжатия поликристаллической меди построены ударные адиабаты. При давлении за фронтом от 100 до 200 ГПа обнаружено присутствие объемно центрированной кубической фазы меди, что ранее не было отмечено в литературе. В результате разгрузки данная фаза становится нестабильной и переходит в гранецентрированную кубическую структуру с большим количеством дефектов упаковки. Присутствие данной фазы может служить причиной возникновения ячеистой кристаллической структуры в разгруженном материале (рис. 19). (ИТПМ РАН)

Разработан метод синтеза систем контурного управления для автоматической настройки параметров программных сигналов движения подводных аппаратов по произвольным пространственным траекториям на предельно высокой скорости при сохранении заданной динамической точности перемещения. В отличие от известных указанные системы управляют не самими аппаратами, а их программными сигналами. Это позволяет не только значительно упростить практическую реализацию устройств управления, но и, как показали результаты моделирования и экспериментальных исследований, обеспечить быструю реализацию различных миссий без снижения качества выполняемых операций. (ИАПУ ДВО РАН, ИПМТ ДВО РАН)

С целью повышения нефтеотдачи пластов получены новые теоретические результаты на основе использования эффектов резонансных волновых воздействий на пласт в целом. На их основе разработана волноводная механика пористых сред и получены критерии успешности волновой обработки заданного участка пласта и подбора параметров волнового поля и ударных волн (амплитуда волн, конфигурация расположения генераторов). Они обеспечивают наибольшую вероятность успешности выполнения условия отрыва твердых частиц, удерживаемых у стенок силами адгезии, и капиллярно-удержанных капель от стенок пор пластов. Разработанный эффективный метод повышения нефтеотдачи пластов является альтернативой современным методам. (ИМАШ РАН)

Разработаны методы оптимизации многовитковых траекторий межорбитального перелета космических аппаратов (КА) с использованием электроракетных двигательных установок (ЭРДУ). Кооперацией в составе ОАО «ИСС им. акад. М.Ф. Решетнева», НИИ ПМЭ МАИ и ФГУП ОКБ «Факел» решена задача радикального повышения эффективности выведения КА на геостационарную орбиту (ГСО) за счет добавления к существующей системе, состоящей из ракеты-носителя и разгонного блока, блока довыведения на базе ЭРДУ. Высокий удельный импульс тяги ЭРДУ позволяет при допустимом увеличении времени полета значительно увеличить массу КА на ГСО, что выводит отечественные системы доставки КА на ГСО на качественно новый уровень. Кооперацией были проведены баллистические исследования, разработан проект тяжелого КА с апогейной ЭРДУ на базе двух двигателей

СПД-140 производства ОКБ «Факел» мощностью 9 кВт. Это позволило увеличить проектную массу КА на ГСО более чем на тонну (до 4–4,5 т) по сравнению с массой КА (3,2 т), выводимого без использования ЭРДУ. При этом время довыведения составит 3–3,5 месяца. В 2014 г. продемонстрирована реализуемость схемы выведения КА на ГСО за счет использования комбинации химических и электрических ракетных двигателей. Двигатель СПД-100 мощностью 1,35 кВт системы коррекции был использован как маршевый для довыведения на ГСО КА «Экспресс-АМ5». Время довыведения составило два месяца, масса КА возросла на 100 кг. В настоящее время запланировано применение СПД-100 для довыведения на геостационарную орбиту КА «Экспресс-АМ6». (МАИ)

Разработан комплекс расчетных и экспериментальных методик обеспечения вибрационной безопасности двухвальных авиационных двигателей. Изучены нестационарные термогазодинамические процессы в газотурбинных двигателях. Проведены прикладные исследования деталей и узлов двигателя ПД-14: исследованы вибрационные характеристики, демпфирование колебаний, конструкционная прочность и повреждение посторонними предметами. Проведены экспериментальные исследования повреждения посторонними предметами рабочих лопаток вентилятора и усталостных характеристик образцов лопаток с повреждениями; экспериментальные исследования влияния конструктивных факторов на вибрационные характеристики двухвального ротора на установках Rotor-1 и Rotor-2. Основным заказчиком научных исследований является ОАО «Авиадвигатель». (Пермский национальный исследовательский политехнический университет)

Разработан комплексный метод анализа виброакустических процессов в гидромеханических системах как взаимодействующей совокупности пульсаций рабочей среды, вибраций механических элементов и излучаемого шума. Теоретически получены и экспериментально подтверждены виброакустические характеристики комбинированного насоса, объясняющие механизм усиления динамических нагрузок на ротор шнекоцентробежной ступени вследствие совпадения частот срыва вихрей с лопасти шнека, динамического воздействия от шестеренной ступени с собственной частотой колебаний лопастей шнека.

Исследованы причины вибронагруженности основных узлов комбинированного насоса и разработаны на этой основе методы и средства снижения виброакустических нагрузок в гидромеханических системах с комбинированными насосами: гасители колебаний давления, скругление кромки шнека, установка обратного конуса на его входе. (Самарский государственный аэрокосмический университет имени ак. С.П. Королева)

Разработаны, изготовлены и проходят испытания опытные образцы ионных двигателей ИД-500. Конструкция двигателя разработана на основе проводившихся в последние годы научных исследований с широким применением методов математического моделирования. В настоящее время двигатель является наиболее мощным ионным двигателем в мире (до 35 кВт) и разработан в обеспечение выполнения проекта «ТЭМ», который осуществляется в соответствии с Решением Комиссии при Президенте Российской Федерации по модернизации и технологическому развитию экономики России.

При испытаниях на функционирование ИД-500 показал работоспособность на всем диапазоне режимов соответствующих удельному импульсу 70 000 м/с и тяге в диапазоне от 375 до 750 мН. В настоящее время осуществляется ряд работ, направленных на развитие технологии производства электродов двигателя, изготовленных из углерод-углеродных материалов, что обеспечит высокий срок службы ИД-500. (Исследовательский центр им. М.В. Келдыша)

Разработана теория физического моделирования течения в пограничном слое и вязкостном следе кораблей и судов, основанная на управлении пограничным слоем корпуса.

Установлено, что при уменьшении коэффициентов вязкостного сопротивления моделей судов при проведении испытаний моделей в растворе полимера до значений, соответствующих натурным, безразмерные кинематические скорости и динамические характеристики одинаковы. Данное явление позволяет в условиях модельных испытаний получить точные данные об условиях работы движителей, необходимые для проектирования, даже тогда, когда числа Рейнольдса модели и судна не одинаковы. (Крыловский государственный научный центр)

Исследовано взаимодействие модификаторов с полимерными связующими, армирующими наполнителями и их влияние на межфазные границы композитов. Установлено, что модификация улучшает смачиваемость волокон и облегчает фильтрацию связующего полимера через образуемые стенками соседних волокон капилляры. Это приводит к повышению предельной плотности укладки армирования на 15–25 % при всех способах технологической переработки. Этот эффект обеспечивает повышение упругих и прочностных характеристик на 10–15 %. Концентрируясь на межфазных границах модификаторы создают фрактальные структуры связывающие матрицу и армирующие волокнистые материалы. Такая связь обеспечивает существенное повышение теплостойкости композитов.

Объекты использования наномодифицированных полифункциональных композитов и достигаемый эффект:

буи антенные радиопрозрачные – снижение массы на 10%;

обтекатели ГАС – снижение массы на 10%, повышение радиопрозрачности на 6 дБ;

металлополимерные панели – повышение демпфирующей способности на 5–7 дБ;

элементы узлов трения – повышение износостойкости (срок эксплуатации возрастает в 1,5–2 раза). (Центр технологии судостроения и судоремонта)

Для оценки стойкости авиатехники к воздействию ЭМП была разработана, апробирована и внедрена современная методология проведения испытаний, как путем прямого воздействия ЭМП большого уровня, так и эквивалентными методами воздействия ЭМП малого уровня в соответствии с нормативной НТД.

Для реализации методологии создан испытательный стенд, включающий генераторы СВЧ, усилители мощности, датчики ЭМП, излучающие и измерительные антенны. Разработаны программы цифрового управления стен-

дом, обеспечивающие автоматизированный режим проведения испытаний, что значительно сокращает время испытаний и повышает их достоверность. На созданный испытательный стенд получен аттестат соответствия метрологического центра Минобороны России № 13/24/1046 от 20.11.2013.

В соответствии с разработанной методологией и использованием созданного испытательного стенда в 2013–2014 г.г. испытаны на стойкость к воздействию внешних ЭМП самолеты: МиГ-29К, МиГ-29КУБ, Су-35С. (Летно-исследовательский институт им. М.М. Громова)

Создан стенд виртуального прототипирования (СВП), который представляет собой первый отечественный виртуальный комплекс бортового оборудования и вооружения боевого самолета, где реальные системы самолета, а также все типы оружия представлены в виде математических моделей.

Основными достоинствами СВП являются:

- возможность проводить полномасштабную разработку ПО на ранних стадиях создания самолета, то есть за 3–4 года до окончания разработки КБО;

- наличие универсальных средств отладки ПО, позволяющих идентифицировать программные и смысловые ошибки в реальном масштабе времени;

- высокая надежность, обусловленная отсутствием аппаратных элементов комплекса бортового оборудования и вооружения.

СПВ впервые в истории создания отечественных боевых самолетов включен Заказчиком в жизненный цикл разработки самолета 5-го поколения. Это позволило радикально изменить технологию проектирования ПО информационно-управляющей системы, существенно повысить качество программ, снизить стоимость и сократить реальной срок разработки перспективного авиационного боевого комплекса.

К настоящему времени на СВП прошли отработку 3 версии функционального программного обеспечения информационно-управляющей системы самолета 5-го поколения. (Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем)

ХИМИЯ И НАУКИ О МАТЕРИАЛАХ

В области химии и наук о материалах фундаментальные исследования осуществлялись по шести основным научным направлениям:

фундаментальные основы химии;

научные основы создания новых материалов с заданными свойствами и функциями, в том числе высокочистых и наноматериалов;

физико-химические основы рационального природопользования и охраны окружающей среды на базе принципов «зеленой химии» и высокоэффективных каталитических систем; создание новых ресурсо- и энергосберегающих металлургических и химико-технологических процессов; процессы, включающие углубленную переработку углеводородного и минерального сырья различных классов и техногенных отходов, а также новые технологии переработки облученного ядерного топлива и обращения с радиоактивными отходами;

химические проблемы получения и преобразования энергии, фундаментальные исследования в области использования альтернативных и возобновляемых источников энергии;

фундаментальные физико-химические исследования механизмов физиологических процессов и создание на их основе фармакологических веществ и лекарственных форм для лечения и профилактики социально значимых заболеваний;

фундаментальные исследования в области химии и материаловедения в интересах обороны и безопасности страны.

В рамках перечисленных направлений институтами, находящимися под научно-методическим руководством Отделения химии и наук о материалах РАН, получены следующие результаты, которые не только имеют научное значение, но и могут найти практическое применение.

Синтезирована новая группа макромолекулярных нанообъектов – сверхразветвленные полиметил(алкокси)силсесквиоксаны, а также их аналоги. Продемонстрированные комбинаторные возможности новых объектов в регулировании параметров молекулярной структуры открывают перспективы создания новых поколений силиконовых жидкостей, смазок и модификаторов для широкого спектра практических применений.

Разработан новый эффективный метод синтеза симметричных α , ω -дихлор-1,1,3,3-тетраорганилдисилоксанов с выходом 70–90%, который может быть использован при получении линейных и циклических силоксанов, а также полисилоксанов, применимых в авиационно-космической, автомобильной, химической, электротехнической, фармацевтической, пищевой, косметической промышленности и медицине.

Синтезированы принципиально новые соединения для применения в бор-нейтронозахватной терапии онкологических заболеваний – нуклеозидные конъюгаты борных кластеров.

Впервые синтезированы регулярно привитые полиимиды (полиимидные щетки) с узкодисперсными полиметакрилатными боковыми цепями, строение которых доказано спектральными методами, а также методом электрон-

ной микроскопии. Водорастворимые полимерные щетки с боковыми цепями полиметакриловой кислоты перспективны в качестве наноконтейнеров для доставки гидрофобных биологически активных соединений и лекарственных веществ в органы мишени.

Сконструированы новые pH-зависимые наноконтейнеры на основе неионных поверхностно-активных веществ и амфифильных пиримидинофанов для контролируемой доставки лекарственных средств.

Впервые выявлены структурные факторы, определяющие эффективность кинетического разделения рацемических гетероциклических аминов, представляющих интерес в качестве промежуточных продуктов в синтезе лекарственных препаратов.

Разработана методология получения ранее неизвестных фторсодержащих конденсированных имидазолфосфоновых кислот, которые по данным виртуального скрининга являются синтонами для получения веществ, обладающих нейропротекторной активностью. Проводимые исследования не имеют аналогов в мировой практике.

Показана принципиальная возможность использования тетрапиррольных макроциклов с включением фрагментов карборанов, в частности, диборированных производных метилфеофорбида **a**, в онкологии при проведении фотодинамической терапии и нейтрон-бор-захватной радиотерапии.

Впервые разработана высокотехнологичная экологически чистая методика изготовления самоорганизующихся монослойных органических полевых транзисторов (СМОПТ) из новых кремнийорганических производных органических полупроводников – олиготиофенов. Разработанная методика характеризуется высокой скоростью изготовления монослоя в обычных атмосферных условиях. Изготовленные СМОПТ стабильны на воздухе в течение длительного периода времени.

Разработан способ повышения твердости сталей, при сохранении сверхупругости армирующих металлическую матрицу углеродных частиц, путем механоактивации исходных фуллеритов. В результате, износостойкость композиционных материалов возрастает на порядок при снижении коэффициента трения вдвое.

Разработаны низкотемпературные способы синтеза германатов циркония и гафния, основанные на методе соосаждения смешанных гидратированных оксидов, в виде тонких покрытий на карбидокремниевом волокне. Установлено, что покрытия, полученные из низкоконцентрированных зольей, характеризуются высокой степенью однородности. Модифицированные волокна сохраняют высокую прочность и могут эффективно выполнять армирующую функцию в композитах. Полученные результаты важны для разработки компонентов перспективных волокнистых высокотемпературных керамических композитов, предназначенных для летательных аппаратов.

Разработаны новые композиционные газоразделительные мембраны с селективным микропористым слоем на ультрафильтрационных подложках. Оптимальное сочетание высокой проницаемости и селективности газов достигается при использовании неорганической подложки на основе цеолитоподобных имидазольных каркасных структур. Мембрана обладает проницаемостью, на два порядка превышающей уровень аналогов, а также известных

полимерных газоразделительных мембран, при уникально высоком уровне идеальной селективности H_2/CO_2 . Это открывает новые возможности выделения водорода из водородсодержащих смесей в нефтехимии.

Впервые предложено для получения порошков тантала магниетермическим восстановлением использовать в качестве прекурсора танталаты магния или кальция. Получены порошки тантала с удельной поверхностью на уровне $80 \text{ м}^2/\text{г}$ и насыпной плотностью $1,2 \text{ г}/\text{см}^3$, не имеющие аналогов в мировой практике. Основная часть поверхности порошков определяется мезопорами диаметром менее 10 нм . Способ открывает путь к созданию нового класса материалов – мезопористых порошков тугоплавких металлов, которые послужат основой для создания накопителей энергии нового поколения, наноразмерных порошков тугоплавких соединений и катализаторов.

Разработаны новые методологии золь-гель синтеза материалов биомедицинского назначения и получены фермент-захваченные препараты на основе оксигидроксида алюминия, обладающие высокой стабильностью. Эти материалы являются основой создания вакцин нового поколения – композитов, в которых белок захвачен в матрицу геля оксигидроксида алюминия.

Впервые осуществлен синтез этилена и пропилена из природного газа через диметилвый эфир с использованием тонкодисперсных модифицированных металлами III и IV групп цеолитных катализаторов, суспендированных в углеводородной среде. Разработанная каталитическая система позволяет осуществлять процесс при низких температурах и селективности по олефинам 80% , что превосходит характеристики всех известных катализаторов. Преимущества этого процесса по сравнению с известными процессами получения олефинов из природного газа: снижение энергозатрат, повышение селективности по целевым продуктам, простота технологического оформления.

Впервые научно обоснованы, сконструированы и изучены первичные литиевые химические источники тока на основе лигнина различного происхождения, взятого в качестве катодного материала. Полученные результаты в сочетании с низкой себестоимостью лигнина позволяют говорить о перспективности использования таких источников тока для питания различных устройств малой мощности.

Получен первый октаэдрический высоковалентный кластер, все шесть терминальных пропионатных лигандов которого координированы через атомы углерода, проявляющий долгоживущую и яркую люминесценцию в красной области спектра. Комплексы представляют интерес для разработки нового поколения сенсоров, а также для медицины, цитологии и гистологии.

Разработан и изготовлен на ООО «Завод электрохимических преобразователей» (г. Новоуральск) экспериментальный образец автономной энергоустановки для электропитания станций катодной защиты магистральных газопроводов.

Впервые выявлены структурные факторы, определяющие эффективность кинетического разделения рацемических гетероциклических аминов, представляющих интерес в качестве промежуточных продуктов в синтезе лекарственных препаратов.

Впервые предложены новые реагенты – ацилированные этиленамины, жирные имидазолины и производные 1,2,4-триазола в качестве эффективных

экстрагентов редких, цветных и благородных металлов. Разработана принципиальная технологическая схема экстракционного разделения и концентрирования палладия(II), платины(IV) и родия(III) из сложных технологических растворов аффинажного производства золота и металлов платиновой группы.

Предложено принципиально новое техническое решение для высокоэффективной экологически чистой энергоустановки средней мощности, использующей в качестве топлива возобновляемые виды энергоносителей как органической, так и неорганической природы – биогаз и алюминий. Оба основных узла установки: «быстрый» реактор окисления алюминия и объемное матричное горелочное устройство являются оригинальными разработками.

Разработаны модифицированные никельсодержащие катализаторы гидрооблагораживания бионефти – продукта быстрого пиролиза биомассы, обладающие повышенной механической и коррозионной стойкостью, что имеет определяющее значение при их эксплуатации в кислой среде при повышенных температурах.

Разработаны новые материалы для компонентов топливных элементов (ТЭ): протонпроводящие мембраны с повышенным влагоудержанием и пониженной температурой «замерзания», электродные материалы с повышенной коррозионной устойчивостью и толерантностью к загрязнителям, эффективные углерод-полимерные композиции для биполярных пластин. Созданы новые конструкции ТЭ, дающие возможность их применения в составе беспилотных летательных аппаратов малой размерности. Топливные элементы имеют повышенные эксплуатационные и массо-габаритные показатели, могут работать при отрицательных температурах без дополнительного увлажнения топлива и окислителя.

Разработаны методы синтеза энергоемких органических соединений нового класса – производных азоксифуразанилфуроксанов. Указанные соединения являются кристаллическими веществами, характеризуются высоким содержанием активного кислорода, высокой энтальпией образования и представляют интерес как ключевые компоненты высокоимпульсных твердых ракетных топлив стратегического назначения и мощных плавких взрывчатых составов.

Предложен способ понижения чувствительности перспективного компонента взрывчатых материалов и топлив CL-20 при сохранении его мощности. Впервые получены высокоплотные бимолекулярные кристаллы (БМК) CL-20 с диазодинитропентаном и фуразановыми производными азепина и оксепина. Показано, что теплота взрыва БМК с диазодинитропентаном превосходит три наиболее мощных в настоящее время взрывчатых вещества, а чувствительность на 30% ниже октогена. Метод совместной кристаллизации позволит комбинацией различных высокоплотных энергетических соединений в одной кристаллической решетке получить вещества с улучшенными характеристиками (плотность, чувствительность, стабильность).

Впервые проведена реакция переиминирования N,N'-диалкил-1,2-диимина (где алкил: C1-C8) с бензиламином, аллиламином и фурфурил-амином. Проведена оптимизация процесса получения 2,6,8,12-тетраацетил-2,4,6,8,10,12-гексаазаизовюрцитана, получен ряд производных

гексаазаизовюрцитана, не описанных ранее в литературе. Полученные производные гексаазаизовюрцитана являются промежуточными соединениями в синтезе гексанитрогексаазаизовюрцитана – мощного взрывчатого вещества, компонента твердых топлив.

Важнейшие достижения

Впервые в отечественной практике разработан и применен дуплекс процесс для получения соответствующих мировым стандартам алюминотермических бездефектных лигатур редких тугоплавких металлов (V, Nb, Mo, Cr, Zr), которые придают титановым сплавам уникальные сочетания служебных свойств. Извлечение редких металлов из исходного сырья достигает 96 – 98%. Разработка внедрена на ОАО «Уралредмет», которое выпускает около 40% мирового производства таких лигатур. За эту работу коллектив ученых и производственников ИМЕТ УрО РАН и ОАО «Уралредмет» удостоен Премии Правительства РФ в области науки и техники. (ИМЕТ УрО РАН)

Открыта новая реакция, не имеющая аналогии в органической химии – перегруппировка пиранозидов в фуранозиды в условиях кислотнокатализируемого исчерпывающего сульфатирования под действием аминных комплексов SO_3 . Применение данной реакции позволяет упростить сложные схемы синтезов малодоступных биологически значимых олигосахаридных производных. Это продемонстрировано успешно проведенными синтезами сложных гетеросахаридов, структурно родственных фрагментам галактоманнана плесневого гриба «черная гниль», ряда бактерий, а также полисахарида фукоидана из бурой водоросли. Синтезированные антигены патогенов являются ключевыми элементами при создании микробиологических диагностикумов, а также соответствующих вакцин. (ИОХ РАН совместно с НИИВС им. И.И. Мечникова)

Проблема утилизации техногенных полихлорбифенилов (ПХБ) является одной из острейших среди мировых химических проблем экологии. Для ее решения предложен процесс, на первой стадии которого ПХБ, входящие в состав промышленных смесей, взаимодействуют с 2-аминоэтанолом, образуя нерастворимые в воде производные, которые с помощью комплекса коммерческих поверхностно-активных веществ («Сульфонол» и Berol LG) переведены в водную среду. На второй стадии водные эмульсии производных ПХБ размещены в среде обитания аэробного штамма *Rhodococcus wratislaviensis* KT112-7. По результатам бактериальной деструкции установлено разложение производных ПХБ на 85 % за 14 суток без накопления токсичных соединений. Применение такого подхода к нерастворимым в воде производным ПХБ осуществлено впервые. (ИОС УрО РАН)

Разработан первый отечественный катализатор получения дизельного топлива стандартов Евро-4 и Евро-5, что позволяет отказаться от стратегически опасного импорта этих катализаторов. В ООО «НПК «Синтез» (Алтайский край) создано производство катализаторов гидроочистки от серы дизельного топлива и вакуумного газойля мощностью 1500 тонн катализаторов в год. Производство позволяет выпускать катализаторы глубокой гидро-

очистки дизельного топлива в соответствии с нормами Евро-5 (менее 10 ppm серы), а так же катализаторы гидроочистки вакуумного газойля до уровня остаточной серы 200–300 ppm, что в 2 раза лучше известных промышленных катализаторов, включая зарубежные. Потребителями продукции будут являться крупнейшие нефтяные компании: ОАО «Роснефть», ОАО «Газпром-нефть», ОАО «Татнефть» и др. (рис. 20). (ИК СО РАН)

Разработаны новые методы экстракционно-хроматографического разделения урана (VI), тория (IV), нептуния (IV) и плутония (IV) полимерными сорбентами, импрегнированными фосфорилподаном кислотного типа – 1,5-бис[2-(оксизтоксифосфинил)-4-(этил)фенокси]-3-оксапентаном, а также его смесями с четвертичным аммониевым основанием нитратом метилтриоктил-аммония. Осуществлено экстракционно-хроматографическое выделение нептуния (IV), плутония (IV) из рафинатных растворов переработки отработанного ядерного топлива (ОЯТ) этим сорбентом. Предложены методики измерений содержания нептуния (IV) и плутония (IV) в продуктах переработки ОЯТ в варианте высокоэффективной жидкостной хроматографии со спектрофотометрическим детектированием. (ИФХЭ РАН)

В ходе исследований по созданию оригинального, не имеющего аналогов в мировой практике процесса получения метанола из синтез-газа впервые методом термического разложения прекурсоров (солей переходных металлов) в углеводородной среде сформированы новые Cu-Zn-содержащие каталитические системы с размером частиц не более 200 нм. Синтезированные контакты проявили уникально высокую производительность по метанолу при проведении процесса в трехфазной системе в сларри-реакторе (*трехфазном реакторе суспензионного типа*) с получением метанольно-водной смеси, содержащей 98% метанола (рис. 21). (ИНХС РАН)

Синтезированы два новых тиadiaзолсодержащих полупроводниковых полимера (P1 и P2). На их основе и производных фуллерена (PC60BM и PC70BM) разработаны солнечные фотоэлементы (СФ) с эффективностью (КПД) 3,45 и 1,19%. Высокое значение КПД полимера P1 (3,45%) в составе СФ связано с высокими значениями тока короткого замыкания, напряжения холостого хода и мобильностью зарядов, благодаря планарности полимерной структуры и низко расположенной ВЗМО. При допировании СФ (P1: PC70BM) диiodоктилом эффективность повышается до 5,3%, что связано с повышением степени кристалличности и, как следствие, более сбалансированным транспортом зарядов. Новые сополимеры являются перспективными материалами для создания высокоэффективных органических солнечных фотоэлементов в качестве дешевых экологически чистых возобновляемых источников энергии. (ИНЭОС РАН)

Разработан новый, экономичный способ получения 3,3'-бис-азидометил-оксетана (БАМО) – высокоэнергетического мономера для синтеза перспективных энергетических азидополимеров оксетанового ряда. В отличие от известных способов, в предлагаемой схеме синтеза исключена стадия хлорирования. Промежуточный продукт 3,3-бис-нитроксиметил-оксетан (БНМО) впервые был использован в качестве мономера при синтезе новых энергетических высокомолекулярных соединений оксетанового ряда. Отработана лабораторная технология получения БАМО из БНМО, методы его выделения

и очистки, разработан технологический регламент. Технология находится на стадии внедрения. (ИПХФ РАН)

Предложен новый подход к формированию композитных покрытий для предотвращения миграции радионуклидов цезия, основанный на сочетании пылеподавляющих свойств силоксан-акрилатных латексов с сорбционными свойствами наноразмерных ферроцианидов переходных металлов, предварительно иммобилизуемых на поверхности латексов. Показано, что композитные латексные покрытия микронной толщины с содержанием ферроцианидов кобальта $1,3 \cdot 10^{-6}$ моль/см³ обеспечивают фиксацию радионуклидов ¹³⁷Cs на загрязненной поверхности с эффективностью более 99%. (ИХ ДВО РАН)

Впервые показана эффективность магнитной сепарации в качестве эффективного метода модификации химического и фазового состава базальтового сырья. Установлено, что разделение на магнитно-обогащенную и магнитно-обедненную фракции позволяет существенно расширить область применения базальтов и целенаправленно влиять на качество и ассортимент готовой продукции. Определены условия получения различных фракций для улучшения качества камнелитейной продукции и производства минеральных волокон. Достигнутое существенное увеличение содержания аксессуарных металлов (Ti, Cr, V) в магнитно-обогащенной фракции открывает новые возможности для их попутного извлечения при комплексной переработки габбро-базальтового сырья. (ИОНХ РАН)

Предложена новая концепция и выполнены исследования по созданию нового поколения альтернативных GTL-технологий глубокой переработки газового углеводородного сырья – попутных и нефтезаводских газов, локальных ресурсов небольших месторождений, газового сырья удаленных от конечных потребителей месторождений – без дорогостоящей стадии получения синтез-газа. Технологии базируются на комплексном процессе прямого парциального окисления легких углеводородных газов и карбонилировании получаемых продуктов окисления. Выполнена технологическая проработка совмещённого процесса окислительной конверсии и карбонилирования полученных в едином технологическом цикле метанола, этилена и СО с образованием метилпропионата – ценного «зеленого» растворителя и полупродукта для синтеза метилметакрилата (рис. 22). (ИПХФ РАН)

Впервые получены кристаллические наночастицы металлического серебра внутри канала и на поверхности синтетических гидросиликатных нанотрубок $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ как при атмосферных, так и в гидротермальных (температура 150–300 °С, давление до 70 МПа) условиях. Изучены динамика и интенсивность процессов заполнения нанотрубок от температуры и продолжительности их обработки соответствующими растворами. Заполненные серебром нанотрубки перспективны для создания антибактериальных хирургических шовных материалов и трансдермальных терапевтических систем. (ИХС РАН)

Впервые получены высокоплотные бимолекулярные кристаллы (БМК) CL-20 с динитродиазепентаном и фуразановыми производными азепина и оксепина. В зависимости от условий кристаллизации получены две полиморфные модификации с соотношением CL-20:азепин 1:1 и две с соотноше-

нием 1:2. В одном из полиморфов с соотношением 1:1 обнаружено новое, пятое по счету, конформационное состояние η молекулы CL-20. Показано что, теплота взрыва БМК с динитродиазапентаном превосходит теплоту взрыва трех наиболее мощных в настоящее время взрывчатых веществ, а чувствительность на 30% ниже октогена. Метод совместной кристаллизации позволит комбинацией различных высокоплотных энергетических соединений в одной кристаллической решетке получить вещества с улучшенными характеристиками (плотность, чувствительность, стабильность и др.). Термодинамические исследования показали максимально эффективное использование БМК в композициях СТРТ с активным связующим (АС) и небольшими добавками алюминия и АДНА или ПХА. Баллистическая эффективность таких композиций должна быть близка к составам с гидридом алюминия, АС и АДНА. (ИПХФ РАН)

Разработана уникальная методика создания лазерных сред на основе ZnSe:Cr^{2+} с заданным профилем концентрации активного иона в объеме и нулевой концентрацией на поверхности. Лазерная стойкость синтезированных образцов более чем в два раза выше аналогичных образцов, полученных по традиционной технологии. Изготовлен импульсно-периодический лазер, перестраиваемый в диапазоне 2140–2870 нм с эффективностью $\sim 75\%$. (ИХВВ РАН)

Созданы опытные образцы новых литий-ионных аккумуляторов с удельными характеристиками, превышающими достигнутый мировой уровень. Проведены их предварительные испытания. Разработаны программа и методики приёмочных испытаний технологической линии на Сафоновском заводе «Гидрометприбор» и выпущена опытно-промышленная партия литий-ионных аккумуляторов, проведены их приемочные испытания (рис. 23). (ИФХЭ РАН)

Для экологически безопасной переработки и иммобилизации радиоактивных отходов разработан самораспространяющийся высокотемпературный синтез шлакометаллического компаунда фторфлогопита (*состава* $\text{KNaMg}[\text{Si}_3\text{AlO}_{10}]\text{F}_2$) с высокой механической прочностью и устойчивостью к длительному воздействию природной среды (рис. 24). (ИСМАН)

Разработана методика масс-спектральной микроскопии биологических тканей и клеток с использованием TOF-SIMS масс-спектрометра. Впервые обнаружено изменение жесткости липидных мембран нервной клетки при действии метил- β -циклодекстрина, АТФ или аденозина на живую клетку нерва. Методом TOF-SIMS был установлен факт выделения клеткой холестерина и изменения липидного состава мембран, определены морфологические характеристики этих компонентов в клетке. Такие изменения состава мембраны служат причиной увеличения жесткости липидного бислоя. Увеличение жесткости бислоя было выявлено в данной работе методом рамановской микроскопии. Результат представляет значительный интерес для понимания механизмов регуляции механических и электрических свойств миелиновых оболочек нервной клетки и является важным результатом в изучении дегенеративных патологий нервных тканей, таких как, болезни Альцгеймера, Паркинсона и т.п. (ИХФ РАН)

Разработан оригинальный метод синтеза природных и синтетических 5Z,9Z-диеновых кислот высокой степени стереочистоты (~100%), основанный на применении новой реакции межмолекулярного цикломагнирования терминальных 1,2-диенов с помощью реактивов Гриньяра под действием катализатора Cr_2TiCl_2 . Синтезированные 5Z,9Z- C_{18} - C_{22} кислоты обладают высокой ингибирующей активностью по отношению к топоизомеразе 1 человека при концентрации ниже 0,1 μM . Разработанная реакция имеет широкий синтетический потенциал и позволяет получать большой ассортимент Z,Z-диеновых кислот, перспективных для создания таргетных противоопухолевых и противовирусных препаратов. (ИНК РАН)

Синтезированы первые ингибиторы ацетилхолинэстеразы (АХЭ) человека на основе макроциклических пиримидинофанов, которые ингибируют АХЭ в низких концентрациях (10^{-9} моль/л), показывая большую эффективность – более чем на 2 порядка – в отношении АХЭ по сравнению с бутирилхолинэстеразой. В экспериментах на крысах установлено, что некоторые из пиримидинофанов эффективно купируют симптомы аутоиммунного заболевания миастении гравис, проявляя при этом значительно большую терапевтическую широту по сравнению со стандартным медицинским препаратом Калимин. Полученные макроциклы чрезвычайно перспективны для создания лекарственных средств лечения синдромов патологической мышечной слабости. (ИОФХ КазНЦ РАН)

Разработана новая концепция управления люминесцентными свойствами материалов путем создания кремнийорганических наноструктурированных люминофоров (КНЛ), представляющих собой особый тип молекулярных антенн, состоящих из двух типов люминофоров, объединенных атомами кремния. КНЛ сочетают в себе лучшие свойства органических люминофоров и квантовых точек. Использование КНЛ в пластмассовых сцинтилляторах, широко применяющихся для детектирования радиации и в исследовании элементарных частиц, привело к прорыву в повышении их эффективности и быстродействия, расширению спектрального диапазона их излучения – от голубого до красного. Можно ожидать широкого использования разработанной концепции КНЛ в фотонике, оптоэлектронике, биологии и медицинской диагностике (рис. 25). (ИСПМ РАН)

Разработана технология термомеханической обработки модифицированного алюминиевого сплава, предназначенного для изготовления объемных полуфабрикатов со следующими свойствами при рабочей температуре 165 °С: предел ползучести $\sigma_{0,2/1000} > 200$ МПа; предел текучести $\sigma_{0,2} > 390$ МПа; предел прочности $\sigma_B > 450$ МПа; предел длительной прочности $\sigma_{100 \text{ ч}} \geq 370$ МПа, $\sigma_{1000 \text{ ч}} \geq 290$ МПа; относительное удлинение $\delta \sim 16\%$; модуль упругости $E \sim 70$ ГПа при комнатной температуре; предел малоциклового усталости на 2×10^4 циклов $\sigma_R \sim 200$ МПа при комнатной температуре; вязкость разрушения при плоской деформации $K_{Ic} = 34$ МПа $\sqrt{\text{м}}$ при комнатной температуре; СРТУ меньше 3 мм/1000 циклов при $\Delta K = 31,6$ МПа $\sqrt{\text{м}}$ при комнатной температуре.

Технология может быть использована для получения ответственных деталей многоцелевых авиационных газотурбинных и поршневых двигателей: деталей рабочих колес – лопаток и дисков, а также блисков пер-

вых ступеней компрессоров низкого давления для газотурбинных энергетических и газоперекачивающих установок наземного применения (типа ГТП-10/953, АЛ-31СТН); высокоресурсных деталей цилиндропоршневой группы многоцелевых авиационных поршневых двигателей, в том числе поршней авиационных двигателей класса АПД-800. (Белгородский государственный национальный исследовательский университет)

Разработана технология эффективной переработки крупномасштабных отходов производства минеральных удобрений – фосфогипса – конверсионным способом с получением высококачественной товарной продукции: сульфата аммония и карбоната кальция.

Производство сульфата аммония обеспечивает импортозамещение этого продукта. Полученный фосфомел используется по прямому назначению в стройиндустрии, сельском хозяйстве и металлургии. Являясь продуктом гидрохимического синтеза, фосфомел характеризуется повышенной химической активностью и используется для производства новых продуктов карбоалюминатного ряда. (Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»)

Установлено, что скорость десорбции азота из сложнелегированного никелевого расплава в условиях ВИП существенно возрастает за счет проведения «углеродного и водородного КИП». Это позволило получить в готовом металле концентрацию азота на уровне 0,0001–0,0002% масс. (первоначальный прогноз составлял $\leq 0,0008\%$ масс.). Термодинамические расчеты и экспериментальные исследования позволили найти и обосновать пути решения задачи по удалению кремния из многокомпонентного никелевого расплава путем связывания его в тугоплавкие силициды с РЗЭ с последующим удалением включений путём их сорбирования на пенокерамическом фильтре при разливке металла.

Найден и теоретически обоснован также альтернативный способ удаления кремния из расплава при введении NiO на жидкий металл в условиях ВИП.

Найдены и теоретически обоснованы пути и методы удаления серы из многокомпонентных никелевых расплавов в условиях вакуумной индукционной плавки за счёт связывания её в высокотемпературные термодинамически прочные соединения с повышенной адгезией к керамике, что позволило в несколько раз понизить содержание серы в металле до ультранизкого уровня 0,0001–0,0002% масс.

Все полученные на данном этапе работы результаты были спрогнозированы и подтверждены компьютерными расчётами и моделированием термодинамических реакций.

Полученные в работе результаты могут быть использованы не только при получении бездефектных монокристаллических лопаток повышенной чистоты для перспективных авиационных ГТД, а также при получении материалов для энергетического и транспортного машиностроения, металлургической и электронной промышленности, для транспортных систем по перекачке газа и др., где требуется иметь материалы повышенной чистоты по вредным примесям, газам и неметаллическим включениям. (ГНЦ РФ «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов»)

Создан не имеющий аналогов в стране Научно-исследовательский центр нанотехнологий, оснащенный современным научно-исследовательским и технологическим оборудованием для разработки и производства отечественной микросистемной и наносистемной техники. Центром разработаны новые материалы и технологические процессы для производства уникальной продукции, такие как датчики угловых скоростей, микромеханические акселерометры, гироскопы, сенсоры и др., являющиеся основой систем вооружения и специальной техники нового поколения.

Проведенные исследования и полученные результаты позволили создать новое научно-техническое направление «Комплексные системы безопасности на основе нано- и МЭМС-технологий». Развитие этого направления в среднесрочной перспективе является основным условием преодоления технологического отставания в таких областях как ракетная техника, авиация, машиностроение, боеприпасы, военная и специальная техника. (Центральный научно-исследовательский институт химии и механики)

Впервые в России создан эталон в области измерения органических компонентов в самых разных объектах, предназначенный для обеспечения выполнения федерального закона о единстве измерений. Внедрение эталона позволит: 1) приступить к серийному выпуску новых типов ГСО, прослеживаемых к ГЭТ для контроля качества выпуска промышленной и пищевой продукции, обеспечения достоверности результатов медицинской диагностики; 2) повысить достоверность результатов контроля экологической безопасности, новых промышленных технологий, контроля качества фармацевтической продукции; 3) обеспечить участие в новых ключевых сличениях и увеличить количество строк КИВ России (ВНИИМ) в международной базе данных МКМВ. (Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева)

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Современная биология – это комплекс наук о жизни, подразделяемый на область общей биологии и область физико-химической биологии. При этом приоритетными направлениями являются биология развития, эволюционная биология, экология организмов и сообществ, изучение биологического разнообразия, общая генетика, почвоведение, микробиология, физиология и биохимия растений, исследование структуры и функции биомолекул и надмолекулярных комплексов, молекулярная генетика, клеточная биология, биофизика, радиобиология, биоинформатика, биоинженерия и биотехнология.

В области **общей биологии** наибольшую актуальность для биологии развития имеет изучение фундаментальных механизмов реализации генетической информации, клеточных основ дифференциации тканей растений и животных, становления интегрирующих систем, обеспечивающих целостность организма в онтогенезе. Одно из перспективных направлений – объединение онтогенетических и эволюционных подходов для изучения закономерностей эволюции онтогенетических процессов и их регуляции. В области эволюционной биологии центральное место занимают вопросы изучения процессов макроэволюции и возникновения крупных групп организмов, изучение проблемы появления жизни на Земле.

В области экологии ведущее значение имеет развитие теории адаптивных стратегий на основе исследований молекулярно-генетических, физиологических, поведенческих и популяционных механизмов адаптаций. Важные результаты получены по популяционной экологии, в исследованиях коадаптивных, симбиотических ассоциаций. В области изучения биоразнообразия ведутся работы по инвентаризации животного и растительного мира, сообществ и экосистем, по информационному обеспечению этих работ, изучению механизмов устойчивости биосистем надорганизменного уровня. С учетом современного состояния биоразнообразия разрабатываются эколого-адаптационные, генетические и синэкологические основы реинтродукции и восстановления популяций ценных и исчезающих видов.

В области генетики важнейшее значение имеют работы по выяснению молекулярно-генетических и популяционных механизмов генотипической и фенотипической изменчивости, разработка концептуальных основ управления генофондами экономически и экологически значимых организмов. На основе биоинформатики как метода анализа генетических текстов успешно развивается новое научное направление – системная (интегративная) биология, в рамках которой функционирование живых систем моделируется на уровнях биомолекул, клеток, организмов и экосистем. С помощью геномного анализа удастся находить мутантные гены, ответственные за возникновение ряда болезней. Это позволяет разрабатывать тест-системы для поиска препаратов, корректирующих патологический процесс до проявления клинических симптомов.

Исследования комплекса дисциплин **физико-химической биологии** направлены на раскрытие взаимосвязи структуры и функций биомолекул и надмолекулярных комплексов, генетических структур, органелл клетки,

изучение систем регуляции клеточных процессов и межклеточных взаимодействий, а также механизмов воздействия факторов внешней среды на живые организмы. Эти фундаментальные исследования служат основой для создания диагностикумов, лекарственных препаратов и биотехнологических разработок. Из природных источников животного и растительного происхождения выделены и всесторонне изучены новые пептиды, обладающие уникальным спектром биологической активности. Из различных морских организмов выделена серия новых стероидных и тритерпеновых метаболитов, а из ризосферных микроорганизмов – ряд липополисахаридов.

Расшифрованы первичные и пространственные структуры некоторых белков, а также полные геномы ряда микроорганизмов. Полученные результаты представляют собой существенный вклад в современные представления о структурных основах функционирования живых организмов.

Исследования, связанные с проблемами молекулярной генетики, направлены как на изучение строения и функционирования генетического аппарата, так и на получение практически значимых результатов с использованием генно-инженерных подходов.

Разработаны тест-системы, позволяющие идентифицировать в геноме человека мутации в генах, ассоциированные с онкологическими заболеваниями легких, кишечника, поджелудочной железы и кожи, что позволяет индивидуально подбирать эффективную противоопухолевую терапию с минимальным риском токсического воздействия на организм.

Осуществляются работы в рамках одного из направлений технологического прорыва «Медицинские технологии, прежде всего диагностическое оборудование, а также лекарственные средства». Спектр этих работ весьма разнообразен: совершенствование технологий биочипов, биосенсоров и нанофильтров; химический синтез лекарственных препаратов на основе пептидов, в том числе синтез новых производных генно-инженерного инсулина; биотехнологический синтез нескольких стероидных препаратов; разработка высокоэффективной технологии получения импортозамещающего противоопухолевого препарата L-лизин-альфа-оксидазы и ряда других потенциально биологически активных соединений.

В целом проведенные в 2014 г. фундаментальные исследования можно рассматривать как очередной важный этап формирования и расширения экспериментальной базы для работ обобщающего характера, ставящих целью интеграцию накопленных данных методами биоинформатики и системной биологии.

Главная стратегическая задача состоит в развитии интегративного подхода в исследованиях, основанного на системном анализе результатов изучения разных уровней организации биологических систем – от молекулярного до биосферного, на принципах мульти- и междисциплинарности.

Основные прогнозные результаты:

разработка теорий индивидуального и исторического развития живых систем всех уровней организации; создание моделей становления и эволюции биосферы, включая начальные этапы ее существования; разработка проблем происхождения жизни и астробиологии;

выявление генетических и эпигенетических механизмов регуляции индивидуального развития, молекулярных основ дифференцировки и трансдифференцировки клеток и тканей, механизмов регенерации и трансплантации тканей и органов; создание банка данных и оценка валидности палеонтологической летописи для реконструкции состояния биосфер прошлого и разработки теоретических основ палеобиологии;

выявление специфики развития ранней биосферы для оценки времени появления жизни и построение моделей эволюции биосферы на разных этапах ее развития; разработка модели биосферных кризисов и выявление закономерностей эволюции сообществ, экосистем и биот, прогнозирование будущих кризисных ситуаций;

решение проблемы появления в истории Земли организмов разного уровня организации и возникновения таксонов высокого ранга путем параллельного появления основных структур нового архетипа в связи с разработкой теоретических проблем эволюционной морфологии и эволюционного учения; разработка методологических основ синтеза филогенетических построений, полученных молекулярно-генетическими и эволюционно-морфологическими методами (включая палеонтологические данные), и изучение становления современного биоразнообразия;

выявление факторов, механизмов и закономерностей функционирования живых систем (популяций, видов, сообществ, экосистем); разработка теории формирования их адаптивных стратегий на основе комплексных исследований экологии, поведения, физиологии и морфологии, экологической биохимии и генетики; разработки моделей эволюционных и катастрофических изменений отдельных сообществ и биосферы в целом для прогнозирования этих процессов в будущем;

разработка моделей коэволюции различных групп органического мира, их биотических взаимоотношений и сопряженного воздействия на биосферу; выявление этологических аспектов эволюции надорганизменных систем на примере отдельных таксонов животных; исследование принципов формирования симбиотических и паразитарных ассоциаций; разработка концепции социальности у животных; выявление коммуникации разных модальностей и разработка на их основе концепции опосредованной коммуникации; разработка концепции управления поведением животных на примере использования данных по миграциям; разработка методологии организации мониторинга экосистем, оценка их ресурсного потенциала и биосферных функций;

оценка состояния и динамики современного биоразнообразия, выявление его ресурсных и средообразующих функций, исследование истории формирования и современной динамики в условиях глобальных климатических изменений; ревизия систематики разных таксонов животных и растений на основе использования морфофункциональных, филогенетических и эволюционных подходов;

разработка научных основ мониторинга биоразнообразия и состояния окружающей среды, основных показателей их ресурсного потенциала и биосферных функций; создание региональных баз данных по биоразнообразию, WEB-ориентированных информационных систем, включающих интегрированную базу данных по биоразнообразию; разработка научных основ тех-

нологий сохранения и восстановления редких, исчезающих и хозяйственно-ценных видов живых организмов; развитие дистанционных и неинвазивных методов исследований животных; разработка комплексных методов сохранения и воспроизводства биологического разнообразия и генетических ресурсов животных и растений России; инвентаризация флоры и фауны России и сопредельных стран; разработка рекомендаций по управлению, рациональному устойчивому использованию и расширенному воспроизводству биологических ресурсов различных видов и категорий на популяционном, видовом и экосистемном уровнях;

выяснение молекулярно-генетических и популяционных механизмов формирования генотипической и фенотипической изменчивости; разработка концептуальных основ управления генофондами экономически и экологически значимых организмов; молекулярно-генетическое картирование геномов сельскохозяйственных растений и животных, биотехнологически ценных микроорганизмов; расшифровка геномов важнейших сельскохозяйственных растений и животных; разработка эффективных методов селекции и генетической инженерии на базе геномных и постгеномных технологий; разработка методов создания и применения генетически модифицированных организмов; изучение популяционно-генетической структуры региональных и этнических групп в населении России по признакам, используемым для геномной регистрации; применение методов метагеномики для решения задач экологии, биотехнологии и медицины;

изучение закономерностей формирования и функционирования почвенного покрова в геологической истории Земли; оценка влияния глобальных климатических изменений и хозяйственной деятельности человека на состояние почв и регулирование циклов биофильных элементов в наземных экосистемах; разработка методических основ и системы экологической оценки состояния почв на основе данных биоиндикации, биотестирования и химико-аналитических данных;

оценка экологической роли почв в эмиссии и стоке парниковых газов, формировании и сохранении планетарного биологического разнообразия; изучение закономерностей и динамических трендов формирования населения почв, адаптаций животных к среде обитания и роли зоогенных факторов в почвообразовании; изучение структуры микробных сообществ основных типов почв с целью выявления ключевых групп генов и геномов, определяющих базовые процессы почвообразования и развития растений; создание методик мониторинга техногенного загрязнения почв и рекультивации антропогенно нарушенных территорий;

выделение «некультивируемых» в лабораторных условиях микроорганизмов, детектируемых молекулярно-биологическими методами, и определение их функциональной роли в экосистемах; разработка методов анализа метагеномов микробных сообществ; метагеномный и транскриптомный анализ микробных сообществ биосферы (включая подземные экосистемы) в условиях изменяющегося климата и экстремальных явлений; идентификация полиэкстремофильных микроорганизмов, изучение механизмов их устойчивости; характеристика микробных сообществ, обитающих в различных экологических нишах;

выделение новых микроорганизмов на основе анализа их полных геномных последовательностей; идентификация и изучение новых бактериофагов; установление закономерностей генетического дрейфа у вирусов, вызывающих социально значимые инфекционные заболевания; исследование структуры и динамики микробных консорциумов, поиск новых перспективных микроорганизмов для целей биотехнологии; разработка новых биоремедиационных технологий на основе растительно-микробных ассоциаций;

изучение структур фотосинтетического аппарата, выяснение молекулярных основ первичного преобразования энергии света при фотосинтезе; определение полных первичных структур геномов у ряда древнейших фотосинтезирующих бактерий и хлоропластов растений в целях исследования эволюции фотосинтеза; изучение возможности повышения эффективности функционирования и регуляции фотосинтетических систем и создания искусственного фотосинтеза; исследование механизмов реализации экспрессии генов на уровне сложных физиологических функций;

выяснение механизмов генерации активных форм кислорода и их участия в процессах метаболизма и межклеточной сигнализации; поиск генов внутриклеточного и межорганного сигналинга, идентификация биологических функций кодируемых ими белков; изучение механизмов действия природных и синтетических регуляторов физиологических процессов; создание методологии управляемого онтогенеза и продуктивности растений; исследование стратегии и механизмов адаптации и выживания растений в условиях нестабильного климата и техногенного давления на окружающую среду; установление систем общей и специализированной устойчивости, а также контролирующих их генов с целью получения стресс-толерантных форм; конструирование новых форм растений с заданными свойствами с использованием молекулярных биотехнологий; изучение физиологии трансгенного растения; разработка фундаментальных основ фиторемедиации; выяснение молекулярных механизмов локального и системного фитоиммунитета;

разработка новых методов анализа многокомпонентных смесей биомолекул различной химической природы; идентификация и установление состава и пространственной конфигурации низкомолекулярных биомолекул, биополимеров и сложных макромолекулярных комплексов; раскрытие взаимосвязи их структур и функций; компьютерный дизайн и синтез биомолекул любого класса и их неприродных аналогов, в том числе посредством методов белковой и геномной инженерии;

установление молекулярных механизмов взаимодействия с ДНК белков, РНК, низкомолекулярных биорегуляторов и выявление регуляторных элементов ДНК, контролирующих функционирование генома; выяснение биологической роли некодирующих последовательностей ДНК;

раскрытие регуляторных механизмов координированного функционирования генов, приводящего к появлению конкретных признаков;

выявление генетических программ старения, смерти и механизмов нарушения нормального развития клеток; разработка методов повышения эффективности иммунной системы организма;

создание теоретических основ и методических подходов к изучению сетевых динамических взаимодействий молекул, органелл и структур клеток,

определяющих их функционирование и межклеточные контакты в норме и при патологических изменениях; создание компьютерных моделей про- и эукариотических клеток, позволяющих описывать метаболические превращения и процессы переноса энергии, обеспечивающие функционирование клеток разного уровня организации;

разработка методов выделения, очистки и культивирования стволовых клеток; получение стабильных линий стволовых клеток человека, способных к тканеспецифической дифференцировке;

расшифровка механизмов, ответственных за отклик биологических систем на электромагнитные и акустические поля;

установление молекулярных механизмов формирования отдаленных последствий хронического низкоинтенсивного облучения объектов биоты и человека и их отличий от высокодозового облучения;

разработка алгоритмов и программ для высокоэффективной функциональной аннотации геномов, транскриптомов, протеомов, метаболомов микроорганизмов, растений, животных и человека;

расширение спектра и разработка новых биотехнологических подходов на основе микроорганизмов и растений для получения медицинских препаратов, повышения урожайности сельскохозяйственных культур, производства биотоплива, при добыче и разработке месторождений нефти, угля, цветных и благородных металлов (биогеотехнология), для решения проблем биоремедиации почвенного покрова, водных систем и очистки производственных выбросов в атмосферу.

Важнейшие достижения

В рамках российско-германского проекта «Восстановление торфяных болот в России в целях предотвращения пожаров и смягчения изменений климата» разработана система мониторинга состояния пожароопасных торфяников на основе многозональной космической съемки высокого разрешения. Создана ГИС торфяников Московской области, проведены картирование торфяников региона и анализ эффективности обводнения 2010–2013 гг. на площади более 72 тыс. га, даны рекомендации по восстановлению водно-болотных экосистем и повышению экологической безопасности территорий. (ИЛАН РАН)

На основе многолетних исследований механизмов канцерогенеза был создан оригинальный противоопухолевый генно-терапевтический препарат АнтионкоРАН-М. В ходе доклинических испытаний АнтионкоРАН-М проявил высокую эффективность (увеличение продолжительности жизни 62–86%, торможение роста опухоли 75–83%, торможение метастазирования 80–82% в зависимости от типа опухоли) и низкую токсичность. Эффективность увеличивается при комбинированном использовании АнтионкоРАН-М и лучевой терапии, не приводя к появлению дополнительной токсичности. Препарат активен против многих видов рака (рис. 26). Получены патенты. (ИМГ РАН, ИБХ РАН, ИБГ РАН)

Обоснован новый взгляд на общие закономерности эволюции биоты во времена крупных биотических кризисов на основе оригинального исследования динамики разнообразия насекомых близ пермотриасовой границы. Показано, что конец средней и начало поздней перми характеризовались равновесной динамикой разнообразия, сменившейся падением разнообразия к концу перми. В это время суть преобразований биоты состояла не столько в ее обеднении из-за массового вымирания, сколько в реорганизации ее структуры, обеспечившем рост ее разнообразия в последующие сотни миллионов лет. Сделан вывод, что разнообразие растет или падает больше по внутренним для биоты причинам, чем под внешним воздействием, т.е. динамика биоразнообразия существенно эндогенна. (ПИН РАН)

Создана платформа для разработки многофункциональных наноструктур и инструментария для их регистрации. Разработка включает наносистемы для адресной доставки агентов для диагностики и терапии на основе нано- и микрочастиц, содержащих распознающие, визуализующие и лекарственные агенты и инструментарий для получения 3-D распределения и 3-D структуры наносистем и их идентификации с использованием комплекса нанотехнологических методов, включающих атомно-силовую микроскопию, оптическую микроспектроскопию и нанотомографию. Впервые с помощью белок-опосредованной нековалентной самосборки получены коллоидные бифункциональные (флуоресцентные и магнитные) нано- и микрочастицы, обладающие исключительной устойчивостью к экстремальным для белков денатурирующим условиям. Разрабатываемая технология белок-опосредованной нековалентной самосборки мультифункциональных коллоидных нано- и микрочастиц предназначена для создания нового поколения тера(г)-ностических агентов. (ИБХ РАН)

В геноме ветвистоусых ракообразных группы *Daphnia pulex* обнаружен фрагмент вирусного происхождения, родственный современным вирусам рода *Phlebovirus*, представители которого вызывают ряд серьезных заболеваний животных и человека (сицилийская и неаполитанская москитные лихорадки, лихорадка Рифтовой Долины и др.). Данный фрагмент встречается в геноме только этой группы ветвистоусых ракообразных, что может говорить о том, что в прошлом вирусом был заражен ее общий предок. Вопреки широко распространенному мнению вирусологов о недавней специализации флебовирусов, эти данные свидетельствуют об их значительном возрасте (млн лет), поскольку таков возраст группы видов *Daphnia pulex*. (ИПЭЭ РАН)

Закончены доклинические испытания противоопухолевого препарата на основе аналога пептида женского молока – лактапина. Показано, что препарат безопасен и обладает противоопухолевой и антиметастатической активностью в отношении ряда опухолей человека. Разработана технология получения препарата в субстанции и лекарственной форме, произведены экспериментальные партии препарата (рис.27). (ИХБФМ СО РАН)

В поймах рек северных регионов России выявлен новый, ранее неучтенный источник поступления метана (CH_4) в атмосферу – углеводородные сипы, ассоциированные с грязевыми постройками. Потоки CH_4 из этих природных объектов на порядки превосходят его эмиссию с эквивалентных по площади участков болот зоны средней тайги. Несмотря на низкие темпера-

туры (0–5 °C), в локусах выхода метана на поверхность зафиксированы высокие скорости его микробного окисления. С помощью анализа генов *pmoA*, кодирующих мембранную метанмонооксигеназу, проведена идентификация метанотрофных бактерий, развивающихся в локусах высачивания метана. Установлено, что ведущая роль в контроле эмиссии CH₄ из холодных речных сипов принадлежит метанотрофам класса Gammaproteobacteria (рис. 28). (ИНМИ РАН)

На основе данных съемки серии спутников LANDSAT (2006–2010 гг.) в 2013 г. создана первая версия карты растительности Центрального федерального округа с разрешением 30 м. В 2014 г. проведена актуализация карты за период с 2011 по 2014 г. и оценка точности с использованием данных учета лесного фонда. Карта 2014 г. является единственным актуальным источником о пространственном распределении растительности Центральной России с учетом всех нарушений за последние десять лет и позволяет проводить оценки динамики биоразнообразия и экосистемных функций, обусловленной комбинированным влиянием антропогенных и природных факторов (рис. 29). (ЦЭПЛ РАН)

Разработана платформа для диагностики рассеянного склероза, ключевой компонент которой – оригинальный конъюгат на основе биолюминесцентного белка обелина и специфичной молекулы РНК-аптамера, связывающей патогенные антитела, циркулирующие в крови больных рассеянным склерозом. Биосенсор генерирует световой сигнал при анализе препаратов из крови больных рассеянным склерозом. (ИБФ СО РАН, ИХБФМ СО РАН)

В 2013–2014 гг. выполнена систематизация и создана база данных по состоянию популяций ресурсных видов охотничьих птиц (гусеобразные, тетеревиные) и млекопитающих (копытные, крупные хищные и пушные звери) за последние 50 лет в Кольско-Карельском регионе. Выявлена и прослежена зависимость динамики ареалов и численности животных от естественных и антропогенных факторов. Результаты исследований служат основанием при разработке стратегии управления популяциями ресурсных видов, а также решения вопросов охраны редких и уязвимых видов. (ИБ КарНЦ РАН)

Впервые для Евро-Арктического региона зафиксировано массовое развитие диатомовой водоросли *Didymosphenia geminata* (Lyngb.) Schmidt. Эти явления в последние десятилетия являются общемировой проблемой чистых холодноводных рек и регистрируются по всему миру, включая Северную Америку и Австралию. Массовое инвазивное развитие *D. geminata* служит индикатором глобальных изменений окружающей среды и климата. Также демонстрирует адаптационные механизмы, позволяющие виду трансформироваться из редких в массовые за счет расширения диапазона экологической толерантности к факторам среды. Смена условий в реках за счет развития этой водоросли представляет угрозу для естественных трофических сетей субарктических рек, что неизбежно скажется на ценных промысловых рыбах, в первую очередь лососевых. (ИППЭС КНЦ РАН)

Впервые из мерзлых отложений позднелейстоценового возраста (34 000 лет) выделен гигантский ДНК вирус (*Pithovirus sibericum*), который инфицировал акантамёб. Показано, что в древних мерзлых отложениях наряду с представителями прокариот и эукариот, описанных ранее, сохраняются

гигантские вирусы. Размер вирусной частицы достигает 1,5 микрона в длину. У вируса наблюдался полный цикл репликации в цитоплазме клетки-хозяина (рис. 30). (ИФХиБПП РАН)

Изучена световая регуляция низкотемпературной адаптации у цианобактерий. Ответ клеток цианобактерий на снижение температуры окружающей среды контролируется мембранным сенсором и регулируется красным светом, который запускает реакции синтеза омега-3 полиненасыщенных жирных кислот в липидах мембран, что способствует адаптации клеток к снижению температуры. Мутантные по гену *Nik33* клетки не способны отвечать на красный свет и теряют способность регулировать синтез полиненасыщенных жирных кислот. Это открытие имеет значение для понимания фундаментальных основ адаптации к низким температурам и для разработки технологии производства бионефти и биодизеля из цианобактерий. (ИФР РАН)

Впервые обнаружена уникальная способность вспомогательных клеток нервной ткани, глии, трансформироваться в мезенхимальные стволовые клетки. Показано, что послеоперационное восстановление костных тканей напрямую зависит от присутствия глиальных клеток, расположенных на нервах. Полученные экспериментальные данные могут быть применены в медицинских технологиях восстановления тканей человека (ИБМ ДВО РАН совместно с Каролинским институтом, Швеция).

Метод электрофореза единичных клеток в геле агарозы, больше известный как метод ДНК-комет или комета-тест (comet assay) – один из наиболее простых и чувствительных методов анализа повреждений ДНК в живых клетках. Однако массовому применению метода препятствует необходимость использования для визуализации ДНК-комет относительно дорогостоящего оборудования (люминесцентный микроскоп и камера для флуоресцентной микроскопии).

Разработан метод окраски ДНК-комет для рутинной световой микроскопии с помощью дешевого красителя Гимза. Чувствительность метода оказалась достаточной не только для визуализации ДНК-комет, но и обработки микроизображений при помощи специализированного программного обеспечения. Простой и доступный метод окраски ДНК-комет для рутинной световой микроскопии позволит использовать его в любой клинической, исследовательской или образовательной лаборатории, что значительно увеличит количество исследований, проводимых с использованием этого метода в биологии и медицине. (ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России)

ФИЗИОЛОГИЯ И ФУНДАМЕНТАЛЬНАЯ МЕДИЦИНА

Выполнен широкий круг исследований по основным разделам классической физиологии. Особенностью прошедшего года явилось применение для решения фундаментальных задач физиологии современных биофизических, молекулярно-биологических, биохимических и математических методов.

Важным достижением в области молекулярной физиологии является детализация молекулярного механизма расхождения хромосом – одной из ключевых фаз важнейшего биологического процесса в природе – деления клетки. Установлено, что движителем, определяющим перемещение хромосом, является процесс деполимеризации микротрубочек – белковых нанотрубок диаметром 25 нм. Получен ответ на вопрос – как хромосома движется, «держась» за непрерывно разбирающийся конец микротрубочки. Выявлена важная роль в этом процессе одного из белков хромосомы (CENP E). Оказалось, что этот белок «умеет» самостоятельно передвигаться вдоль микротрубочки, и независимо от этого «держаться» за нее своим другим концом, что обеспечивает его устойчивое соединение с концом как растущей, так и разбирающейся трубки. Продолжение этих исследований приведет в перспективе не только к углублению наших представлений о фундаментальных принципах передачи генетической информации, но и к расшифровке механизма развития таких форм патологии, как рак, некоторые наследственные болезни (ЦТПФХФ).

В 2013 г. был реализован очередной этап программы «Бион-1М» по исследованию механизма влияния невесомости на организм позвоночных. Состоялся 30-суточный полет биоспутника «Бион-1М». Детальный анализ полученных результатов был продолжен в текущем году с применением методов молекулярной биологии, молекулярной генетики, клеточной физиологии (ГНЦ РФ ИМБП РАН, КИББ КазНЦ РАН).

В наземных экспериментах на животных при моделировании гипогравитации установлено, что уже через несколько дней в скелетных мышцах конечностей развиваются атрофия мышечных волокон, снижение мышечного тонуса и силы, повышение утомляемости. Эти изменения аналогичны тем, которые имеют место при реальном гипогравитационном двигательном синдроме, развивающимся у человека и животных в космосе. Получены доказательства, что нарушения локомоторного аппарата инициируются в центральной нервной системе. В частности, важную роль в развитии гипогравитационного двигательного синдрома играют процессы разрушения миелиновой оболочки нервных волокон. Она обеспечивает проведение нервного импульса к мышцам, снижение экспрессии холинацетилтрансферазы – одного из ключевых ферментов холинергической системы, нарушение разных форм выделения нейромедиаторов (молекул, передающих информацию от нервной клетки к мышечной), замедление транспорта по нервным отросткам нейротрофических факторов – веществ, определяющих свойства скелетной мышцы (ГНЦ РФ ИМБП РАН, КИББ КазНЦ РАН). Важным представляется тот факт, что свидетельств серьезных нарушений в функционировании миелинизированных нервных волокон у животных, находившихся в 30-суточном

космическом полете не обнаружено. Эти данные представляют интерес для разработки инновационных методов профилактики и лечения гипогравитационного двигательного синдрома и ставят вопрос о выяснении степени валидности наземных моделей невесомости.

В ходе «космического» эксперимента получены важные свидетельства возможности выживания микроорганизмов в метеоритном материале при прохождении плотных слоев атмосферы (ГНЦ РФ ИМБП РАН), что имеет прямое отношение к обсуждаемой проблеме происхождения жизни на Земле.

Проведенные фундаментальные исследования дали важную информацию о механизмах развития ряда нейродегенеративных заболеваний и разработке новых подходов к их лечению. При анализе изменений в мозге на модели болезни Альцгеймера показано, что одной из причин развития ранних токсических эффектов бета-амилоидного пептида в мозге является дисфункция холинергических нейронов вследствие снижения экспрессии фермента холинацетилтрансферазы, определяющей нейромедиаторную специфичность этих клеток. Результаты этого исследования позволяют сформировать новую стратегию компенсации патологий при этом заболевании (ИВНД РАН).

Анализ развития спинальной патологии показал, что при травмах спинного мозга активируются механизмы нерегулируемой нейропластичности, что может приводить к развитию прогрессирующей дегенерации двигательных функций. На модели двойной гемисекции левой и правой половин спинного мозга, выполненных на разных уровнях, показано, что нейрореабилитация, включающая адресную электрическую и фармакологическую активацию спинальных нейронных сетей в сочетании с выполнением специфических моторных задач, направленно регулирует компенсаторную пластичность (ИФ РАН).

На основании анализа произвольных движений у пациентов с поврежденным спинным мозгом и изучения эффектов зрительной биологической обратной связи доказано, что у этих пациентов отдельные аспекты сенсорно-моторной информации, анализируемой ЦНС при организации движений, визуализируются в режиме реального времени. Это демонстрирует вклад самого пациента в организацию движений и указывает на новые способы оптимизации процессов реабилитации при двигательных нарушениях (ИФ РАН).

Показано, что регистрация движений пораженной конечности с последующим биомеханическим анализом движений в суставах представляет собой объективный способ оценки эффективности методов нейрореабилитации с помощью тройного интерфейса с обратной связью «мозг – компьютер – экзоскелетон – мозг». В результате применения тройного интерфейса с обратной связью ожидается качественное улучшение нейрореабилитации у пациентов (ИВНД РАН).

При разработке новых соединений для последующего их применения в качестве лекарственных препаратов для лечения миастении и миастеноподобных синдромов установлено, что алкиламмониевые производные 6-метилурацила являются ингибиторами ацетилхолинэстеразы, обладающими органоспецифическими свойствами. Скрининг соединений данного класса по способности ингибировать ацетилхолинэстеразу разных органов выявил вещества, которые в концентрациях, облегчающих синаптическую передачу

возбуждения в нервно-мышечном синапсе, не оказывают побочных эффектов, связанных с влиянием на ацетилхолинэстеразу сердца и гладкой мускулатуры. Это позволяет рассматривать их как потенциальные лекарственные средства лечения миастении гравис и других синдромов патологической мышечной слабости (ИОФХ КазНЦ РАН, КИББ КазНЦ РАН).

В ходе фундаментальных исследований механизмов регуляции водно-солевого обмена установлено, что модификация нонапептидов нейрогипофиза, которая связана в эволюции позвоночных со сменой вазотоцина на вазопрессин, может лечь в основу синтеза новых регуляторов ионного баланса. Исследование влияния на функцию почек новых аналогов вазотоцина выявило возможность их участия в избирательной регуляции экскреции ионов натрия или калия почкой. В опытах на крысах с использованием селективных агонистов и антагонистов рецепторов вазопрессина установлено вовлечение V_{1a} -рецепторов в усиление экскреции ионов натрия при действии аналогов вазотоцина с выраженным натрийуретическим эффектом. Показана роль стимуляции V_2 -рецепторов в усилении экскреции ионов калия при действии аналогов вазотоцина с калийуретическим эффектом (ИЭФБ РАН).

Результаты исследований, выполненных в 2013–2014 гг. в учреждениях Отделения физиологии и фундаментальной медицины РАН, показывают их значение для фундаментальной и прикладной науки, подтверждая тезис о том, что физиология является краеугольным камнем фундаментальной и клинической медицины.

Важнейшие достижения

С использованием технологии лентивирусной трансдукции, позволяющей локально *in vivo* изменять экспрессию целевых белков на длительный срок на переживающих срезах гиппокампа крыс, показано, что увеличение экспрессии фактора роста нервов (но не нейротрофического фактора мозга) полностью компенсирует токсическое действие бета-амилоидного пептида (25–35) на индукцию длительной потенциации эффективности синаптической передачи в гиппокампе. Нейропротекторный эффект фактора роста нервов подтверждает перспективность его использования для коррекции патологии, связанной с амилоидной токсичностью (в т. ч. болезни Альцгеймера). (ИВНДиНФ РАН)

Получены данные о различной корковой локализации процессов категоризации стимула и его сравнения со следом в рабочей памяти, что может иметь важное значение в клинической диагностике психических заболеваний. Описанные компоненты когнитивных вызванных потенциалов могут быть использованы в клинической практике в качестве биомаркеров аутизма и шизофрении, поскольку процессы категоризации и сравнения со следом в рабочей памяти страдают при этих психических заболеваниях (рис. 31). (ИМЧ РАН)

Показано, что по своей способности предотвращать судорожные синдромы, вызываемые электрошоком, фармакологической блокадой тормозных систем ЦНС и гиперактивацией глутаматергической синаптической пере-

дачи, производное фенилциклогексила ИЭМ-1921 превосходит мемантин, единственный используемый в практике антагонист NMDA рецепторов. Для получения результата был использован комплексный подход, включающий: создание компьютерных моделей ионных каналов для предсказания наиболее перспективных структур лигандов; экспериментальное тестирование на нативных и рекомбинантных моделях клеточного и системного уровней; исследования *in vivo* с использованием экспериментальных моделей патологических состояний. (ИЭФБ РАН)

Получено свидетельство асимметричного паттерна стволовых судорог и возможности их одностороннего распространения в кору по внутриполушарным связям (латерализованного эпилептогенеза). На крысах с моделируемой аудиогенной эпилепсией показано, что бинауральная звуковая стимуляция может вызывать асимметричное возбуждение слухового ствола (*inferiorcolliculus*). Повторная стимуляция этих стволовых структур ведет к вторичной патологической активации коры, первые электрографические проявления которой также имеют асимметричный паттерн с опережающим возбуждением коры, ипсилатеральной стволу фокусу. (ИВНДиНФ РАН)

Показано участие инкретиннов в регуляции водно-солевого обмена у человека и млекопитающих. После введения в организм воды или раствора NaCl стимулируется секреция инкретина – глюкагоноподобного пептида-1 (грант РФ 14-15-00730), в итоге ускоряется выведение почкой избытка воды или ионов, что способствует нормализации состава крови. Физиологический механизм действия инкретина основан на уменьшении реабсорбции неорганических веществ в проксимальном сегменте нефрона и селективном изменении эффективности всасывания веществ в последующих отделах канальца. (ИЭФБ РАН)

Разработана экспериментальная методика для исследования пространственно-временного распределения активности тромбина в процессе роста фибринового сгустка в плазме крови по расщеплению флуорогенного субстрата. Экспериментально показано, что распространение активности тромбина в пространстве происходит в виде движущегося пика. Амплитуда и скорость пика тромбина не меняются со временем и не зависят от силы активационного сигнала, что свидетельствует об автоволновом характере этого процесса. Формирование автоволны происходит только в присутствии факторов VIII и XI, а так же при наличии фосфолипидной поверхности, *in vivo* предоставляемой тромбоцитами и микровезикулами. Остановка автоволны возможна при активации отрицательной обратной связи через добавление в систему кофактора тромбина – тромбомодулина. (ЦТП ФХФ РАН)

В поджелудочной железе выделены различные типы островков (методом двойного иммунофлуоресцентного окрашивания), отличающиеся по пролиферативной активности β -клеток, чувствительности к повреждающему действию аллоксана и содержанию в них макрофагов. При стимуляции функциональной активности макрофагов количество пролиферирующих β -клеток возрастает. (ИИФ УрО РАН)

Показано влияние изменений вестибулярных и тактильно-проприоцептивных функций на зрительно-мануальное слежение при длительном воздействии невесомости. Выявлено снижение отолитового рефлекса вплоть до его

полного отсутствия или инверсии и повышение спонтанных движений глаз, спонтанный и установочный нистагм. Сопоставление результатов космического эксперимента и ранее проведенных пред- и послеполётных обследований космонавтов показало, что нарушения зрительно-мануального слежения наблюдаются у космонавтов, у которых, наряду со снижением тонической (статической) вестибулярной возбудимости (показатели отолитового рефлекса), имеют место и центральные изменения вестибулярной системы (показатели спонтанных движений глаз (рис. 32). (ГНЦ РФ ИМБП РАН)

Разработана стратегия поиска низкомолекулярных соединений, обладающих свойствами факторов роста нервов. Синтезированы ряды и отобраны соединения-лидеры для создания оригинальных фармакологических средств лечения острых нарушений мозгового кровообращения, депрессии и сахарного диабета. (НИИ фармакологии им. В.В. Закусова)

Исследование взаимодействия мультипотентных стромальных клеток (МСК) человека и аллогенных мононуклеаров крови (МНК) *in vitro* показало, что при непосредственном контакте иммунокомпетентные клетки оказывали негативное действие на МСК с исходно повышенным уровнем АФК, что приводило к активации лизосом, снижению пролиферации и дифференцировки. При паракринном взаимодействии клеток повреждающие эффекты не выявлялись. При этом в МСК увеличивалась экспрессия генов, связанных с синтезом и деградацией внеклеточного матрикса (*COL12A1*, *COL6A2*, *COL7A1* и *MMP1*, *MMP3*), «воспалительных» (*IL-8*, *CCL5*, *LIF*, *IL-1b*) и «иммуносупрессивных» генов (*HLA-B,E,F,H*; *TGFBI*; *PTGS2*). Эти изменения указывают на активацию механизмов, вовлеченных в реализацию регенеративного потенциала МСК, за счет паракринных факторов. (ГНЦ РФ ИМБП РАН)

Изучены морфофункциональные особенности структуры капилляров ногтевого ложа у аборигенов и уроженцев Магаданской области 1–2-го поколения из числа европеоидов (укорененные популяции). Установлено, что у аборигенов наблюдается меньшая длина артериального и венозного звена конечных капилляров, при большей их плотности на единицу площади изучаемых поверхностей, что, по всей видимости, является одним из генофенотипически закрепленных адаптационных механизмов поддержания оптимального температурного гомеостаза организма в условиях Севера. (НИЦ «Арктика» ДВО РАН)

Различия белкового профиля микроорганизмов рода *Bifidobacterium* отражают уникальность спектра белков каждого штамма бифидобактерий, определяющую их функциональную активность, особенности взаимодействия с ассоциативными микросимбионтами и интеграцию с организмом хозяина при ассоциативном симбиозе человека. (ИКВС УрО РАН)

Установлено, что в системе регуляции внешнего дыхания простагландины являются активными передатчиками цитокинового сигнала на группы нейронов, участвующих в реализации дыхательных хеморефлексов. (ИФ РАН)

Установлено, что в течение острого коронарного синдрома у кошек фибрилляция желудочков возникает при удлинении реполяризации в миокарде, окружающем зону ишемии, что отражается на ЭКГ в виде инверсии конечной фазы Т-волны. (ИФ Коми НЦ УрО РАН)

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

Научные исследования в объединяемых научно-методическим руководством Отделения медицинских наук РАН учреждениях проводились по десяти основным научным направлениям.

Получены следующие важнейшие научные результаты.

В области клинических наук

Доказана более высокая эффективность процедур экстракорпорального оплодотворения (ЭКО) у женщин с невынашиванием при внутривенном использовании иммуноглобулинов.

Показано преимущество помповой инсулинотерапии по сравнению с множественными инъекциями инсулина в отношении компенсации углеводного обмена, частоты и тяжести осложнений беременности и частоты гипогликемических состояний у новорожденных у женщин с сахарным диабетом I типа.

Выявлено повышение в крови количества микрочастиц с фенотипом, характерным для нейтрофилов и моноцитов, и снижение количества микрочастиц, образованных НК-клетками, при преэклампсии по сравнению с физиологической беременностью.

Показана эффективность и достоверность оценки активации тромбоцитов периферической крови с помощью метода проточной цитофлюорометрии, позволяющей выявлять увеличение экспрессии CD62P при различных тромбофилических состояниях.

Создана «Генетическая карта репродуктивного здоровья», определены генетические детерминанты мультифакториальной патологии, нарушающей репродуктивный потенциал женщины, созданы основы пренатальной диагностики наследственных заболеваний, генной терапии наследственных болезней.

Созданы основы фетохирургии в перинатальной медицине.

Разработаны инновационные методы диагностики и лечения в акушерской и гинекологической практике на основе технологии использования стволовых клеток эндометрия.

Разработан метод определения ароматазной активности антральных фолликулов с помощью антагониста ароматазы летрозола, установлено повышение овариальной ароматазной активности у женщин с наружным генитальным эндометриозом (НГЭ). Установлена патогенетическая гетерогенность синдрома поликистозных яичников (СПЯ). Снижение овариальной ароматазы почти у половины больных СПЯ сопровождается значительным увеличением числа антральных фолликулов и уровня антимюллера гормона (АМГ) в крови.

Выявлены фенотипические и генотипические различия внутри одного вида *Gardnerella vaginalis* у разных пациенток. Проведена оценка методики, основанной на количественной мультиплексной ПЦР, для скрининга бактериурии у беременных женщин.

Исследованы полиморфизмы генов MMP1(rs1799750), MMP3, (rs3025058), гена PAI (rs1799768) у женщин с ПТО и стрессовым недержанием мочи.

Получены новые данные о роли мутаций генов: CYP19A1 в патогенезе эндометриоза, MET-12 – в развитии миомы матки, FRAX – в патологии функции яичника, HLA-G – в рецептивности эндометрия, SMN1, SMN2 – в патогенезе спинальной мышечной атрофии, секвенирование гена CFTR для поиска мутаций у больных муковисцидозом.

Разработана молекулярно цитогенетическая диагностика синдромов Прадера-Вилли и диагностика микро-хромосомных нарушений методом сравнительной геномной гибридизации (CGH). (ФГБНУ «НИИ АГиР им. Д.О. Отта»)

Показано, что использование генно-модифицированных продуктов с симбиотическими компонентами обеспечивает коррекцию метаболических болезней у детей с момента рождения. Биологическая терапия ревматических и аутоиммунных болезней детей генно-инженерными агентами повышает до 90% эффективность лечения. Создан проект этического кодекса врача-генетика, работающего с детьми.

Определены полиморфизмы генов интерлейкинов ИЛ-4, 4RA, 13, 13RA1 у больных с различным течением бронхиальной астмы (БА). Установлено, что тяжелое течение БА у детей с резистентностью к терапии ингаляционными кортикостероидами (ИГК) ассоциировано с генотипами ADRB2*46GG, ADRB2*79CG, ADRB2*79GG, CYP2D6*1934GG, CYP2D6*1934GA. У 54,5% больных атопической БА с контролируемым течением генотипы ADRB2*46AA, ADRB2*46AG, ADRB2*79CC, CYP2D6*1934AA ассоциированы с низким риском развития резистентности к терапии ИГК.

Разработана новая модель оказания специализированной медицинской помощи детям с врожденной расщелиной губы и неба в периоде новорожденности. Разработан новый подход к хирургическому лечению детей с врожденной двусторонней расщелиной губы и неба с применением ортодонтической подготовки. Разработан новый малоинвазивный способ хирургического лечения небно-глоточной недостаточности с использованием дентального тканевого экспандера.

Оценены параметры структурно-функционального состояния моторных и сенсорных путей у детей с детским церебральным параличом (ДЦП).

Выявлены особенности клинико-лабораторных и инструментальных изменений у пациентов с болезнью Гоше на фоне длительной ферментозаместительной терапии, показано, что ее своевременное начало предотвращает инвалидизацию больных.

Изучен вакцинальный статус детей с ревматическими болезнями, предложены индивидуальные варианты его коррекции.

Усовершенствована пластика проксимальных форм гипоспадии с применением одноэтапного метода коррекции данной патологии для достижения максимального снижения осложнений в виде девиации полового члена, образования фистул, стенозов неоуретры. Усовершенствована хирургическая тактика лечения пороков наружных и внутренних гениталий у девочек.

Определены объективные методы диагностики нарушения слуха у детей первых лет жизни. Дана характеристика коротколатентных слуховых вы-

званных потенциалов мозга (воздушное и костное звукопроводение) у детей с нормальным слухом.

Определена информативность комплексной оценки состояния Т- и В-клеточного звена иммунитета у пациентов, позволяющая прогнозировать эффективность биологической терапии. Выявлена прогностическая значимость определения содержания В-лимфоцитов, Th17-лимфоцитов, активированных Т-хелперов в сыворотке крови у детей с воспалительными заболеваниями кишечника (ВЗК). Определены сигнификантные уровни сывороточных цитокинов в прогнозе эффективности биологической терапии у детей с ВЗК. Выявлены новые пути диагностики и оптимизации лечения анемического синдрома у детей с ВЗК. Разработана система определения структурно-функциональных нарушений печени при её хронических заболеваниях у детей. Разработан протокол диагностики и этапности терапии детей с аутоиммунным гепатитом.

Созданы новые специализированные отечественные продукты для лечения наследственных болезней, в основе которых лежит нарушение аминокислотного обмена, в первую очередь соответствующие требованиям качества и безопасности смеси на основе кристаллических L-аминокислот. Новые отечественные продукты обеспечивают полное импортозамещение.

Установлены морфологические признаки коксартроза (КА), отражающие шестиступенчатую стадийность глубины поражения гиалинового хряща и четырехступенчатую распространенность изменений в структурных тканях тазобедренного сустава, что позволяет определить методы лечения, в том числе и хирургические, на разных стадиях процесса разрушения тазобедренного сустава. Разработана высокоэффективная программа реабилитации, основанная на дифференцированной методике лечебной физкультуры, позволяющая существенно улучшить функциональные результаты лечения подростков после оперативного лечения КА.

Установлены критерии выбора тактики оперативного лечения гастроэзофагеальной рефлюксной болезни у детей с неврологической патологией в зависимости от степени поражения центральной нервной системы, разработан алгоритм оперативного лечения. Впервые предложен алгоритм раннего послеоперационного парентерального и энтерального питания детей с неврологической патологией и гастроэзофагеальной рефлюксной болезнью.

Определены критерии оценки результатов хирургического лечения гастроэзофагеальной рефлюксной болезни у детей на основе конфокальной лазерной эндомикроскопии (ФГБНУ «НЦЗД»).

Создан (совместно с НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи) инновационный генно-инженерный лекарственный препарат Адеваск для лечения бокового амиотрофического склероза (БАС), представляющий собой комбинацию генов сосудистых факторов роста, встроенных в псевдотрофический наноноситель и обеспечивающих выживаемость двигательных нейронов спинного мозга в условиях гипоксии. Показано, что Адеваск способствует стабилизации течения БАС и удлинению сроков выживаемости.

Разработана новая методика нейрореабилитации и психофизического тренинга, позволяющая осуществлять тонкое функциональное картирование двигательных и речевых зон больших полушарий головного мозга, что

значительно повышает точность воздействия, оптимизирует параметры применяемого магнитного поля и режимы нейромодуляции. Установлено, что применение данной методики в клинике сопровождается значительным улучшением результатов лечения, связанных с восстановлением нарушенных функций после перенесенного инсульта.

Методом функциональной магнитно-резонансной томографии покоя (фМРТп) впервые в России получены основные паттерны сетей покоя здоровых субъектов и пациентов с болезнью Паркинсона и болезнью Гентингтона, оценены взаимоотношения паттерна активации головного мозга при фМРТп с функциональным статусом пациентов.

Изучена роль генетических факторов в патогенезе БАС путем проведения мутационного скрининга генов SOD1, TARDBP, ANG, анализа тандемных повторов в генах ATXN2 и Corf72, генетических полиморфизмов в генах VEGF и APOE на выборке более 200 пациентов из российской популяции. Уточнена частота семейной формы заболевания, описаны моногенные варианты болезни.

Предложен новый метод оценки характеров изменений сердечно-сосудистой системы при церебро-васкулярных заболеваниях на основе исследований артериальной ригидности. Усовершенствованы методы ведения таких больных в острой и острой стадии ишемического и геморрагического инсульта.

Созданы и оценены с помощью морфохимических методов новые экспериментальные модели болезней Альцгеймера, Гентингтона и других форм селективной дегенерации ЦНС, спинальной и черепно-мозговой травмы.

Создан алгоритм работы имитатора опорной нагрузки «КОРВИТ» у пациентов в остром периоде ишемического инсульта.

Разработан протокол неинвазивной стимуляции мозга переменным магнитным полем, как метода реабилитации пациентов с последствиями нарушений мозгового кровообращения (НМК) – постинсультный болевой синдром и др. Разработаны высокоэффективные индивидуальные режимы коррекции двигательных нарушений, применимые даже при длительной гипокинезии у больных с тяжелой соматической и неврологической патологией.

Разработаны и внедрены методы малоинвазивных хирургических вмешательств при дегенеративных заболеваниях позвоночника и спинного мозга. Освоены и внедрены методы жесткой и гибкой эндоскопии для диагностики и хирургического лечения новообразований головного и спинного мозга. (ФГБНУ «НЦН»)

Разработаны современные диагностические и лечебные технологии на основе применения комплексных, гибридных и альтернативных методов лечения основных нозологических форм сердечно-сосудистой патологии от врожденных аномалий сердечно-сосудистой системы у плода и новорожденных до пациентов старше 85 лет.

Экспериментально разработаны и клинически апробированы современные технологии с использованием генных, клеточных и нанометодик для создания биопротезов нового поколения с улучшенными функциональными характеристиками и долговечностью, а также уникальный малогабаритный

беспроводной электрокардиостимулятор (ЭКС) и новый кардиоплегический раствор «Бокерия–Болдырева».

Выполнена первая в мире имплантация эпикардального автономного беспроводного ЭКС у больного с клапанной патологией. Разработана методика неинвазивного многоканального компьютерного картирования для диагностики фибрилляции предсердий и выполнения прицельной радиочастотной абляции.

Созданы нормативные базы данных основных параметров структур сердца для детской, подростковой и взрослой категорий; проведен нормативный анализ математических уравнений, предложенных для расчёта нормативных параметров у детей и взрослых.

Разработана и внедрена персонализированная оптимальная тактика выполнения хирургических вмешательств при критических врожденных пороках сердца (ВПС) у детей первого года жизни. Научно обоснована возможность восстановления функциональных характеристик миокарда левого желудочка после успешной хирургической коррекции порока.

Впервые в сердечно-сосудистой хирургии определена прогностическая ценность маркера активации фагоцитов (пресепсина) в периоперационном периоде в качестве предиктора развития инфекционных осложнений и летальности у взрослых больных.

Разработаны нанотехнологии модифицирования поверхности имплантируемых и экстракорпоральных медицинских изделий, контактирующих с кровью, композициями на основе биологически активных веществ, белков и антикоагулянтов, технологии получения биodeградируемых покрытий с лекарственными препаратами и нанесения их на поверхность изделий.

Впервые в мире выполнена операция Фонтена в модификации экстракардиального анастомоза с использованием биodeградированного протеза XELTIS.

Разработана технология оценки биосовместимости полимерных композиций *in vitro*.

Разработана методика определения кровотока с картой скорости с использованием МРТ с программой 4D Flow у детей с ВПС.

Разработан в эксперименте катушкообразный стент и стент-клапан в позиции межпредсердной перегородки для лечения левожелудочковой сердечной недостаточности.

Разработана и внедрена тактика хирургического лечения больных ишемической болезнью сердца (ИБС) с аневризмой левого желудочка в условиях сокращающегося сердца (летальность 0,9%).

Полученные новые фундаментальные знания в области хирургии клапанной патологии сердца позволили выполнять многокомпонентную их реконструкцию с использованием синтетических, биологических и наноструктурированных изделий, в том числе у пациентов с инфекционным эндокардитом.

Внедрены новейшие технологии мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) для диагностики сосудистой патологии и осложненных форм ИБС. Технология позволяет выявить патологию висцеральных ветвей брюшной аорты при различных нозологических формах, определить основ-

ную этиологическую причину патологии. Метод МСКТ дает объективные данные о точной локализации и объеме постинфарктной аневризмы задней стенки левого желудочка. (ФГБНУ «НЦССХ им. А.Н. Бакулева»)

Сформулированы новые принципы оказания психиатрической помощи в клинической и социальной психиатрии с учетом персонализированного и биомедицинского подходов.

Разработаны новые подходы к диагностике расстройств аутистического спектра, депрессивных расстройств и шизофрении по клиническим и биологическим маркерам, алгоритм диагностики, прогноза и лечения психосоматических расстройств и деменций позднего возраста.

Выявлена новая мишень для терапии шизофрении.

В нейроморфологии показана роль патологии глиальных клеток в дисфункции нейронных сетей при шизофрении, создана инновационная компьютерная программа для светооптического изучения пространственной организации клеток глии.

В молекулярной нейроцитогенетике установлена роль вариабельности и нестабильности генома при аутизме, болезни Альцгеймера, шизофрении, мозжечковой атаксии, созданы тест-системы для анализа генома на молекулярном и клеточном уровне.

В нейроиммунологии выявлены новые молекулярные маркеры шизофрении и депрессий. (ФГБНУ «НЦПЗ»)

Проведён анализ профиля экспрессии микроРНК в плазме у больных до и после удаления опухоли, выявлены отдельные микроРНК, ассоциированные с наличием опухоли. На культуре опухолевых клеток обнаружено, что ряд микроРНК селективно выбрасывается во внешнюю среду, что позволяет использовать определение микроРНК для ранней диагностики и прогноза онкологических заболеваний.

Успешно завершены доклинические исследования нового оригинального противоопухолевого препарата – аналога гипоталамического гормона. Показана высокая эффективность препарата при лечении моделей рака молочной железы, толстого кишечника и рака кожи. Установлено, что препарат в течение длительного времени тормозит рост рака шейки матки, его противоопухолевой эффект превышает действие широко применяемого в клинике импортного препарата Сандостатина. Специальными токсикологическими исследованиями показана безопасность препарата при применении в виде таблеток, препарат рекомендован для клинических исследований.

В области детской онкологии разработан и внедрен метод высокодозной терапии с трансплантацией аутологичных стволовых клеток в лечении больных с рецидивами и резистентными формами лимфомы Ходжкина (ЛХ). Впервые в России удалось повысить безрецидивную выживаемость детей с ЛХ высокого риска до 73 %.

Разработаны и внедрены в клиническую практику диагностические панели мутаций в генах BRCA1, BRCA2, CHEK2 и RET для генетического скрининга больных раком молочной железы и/или раком яичников, раком щитовидной железы.

Разработана панель для анализа таргетных участков генома с использованием библиотеки зондов NimbleGen Sequence Capture (жидкий чип) для

ДНК-диагностики злокачественных новообразований ЖКТ, включающая гены MLH1, PMS1, PMS2, MSH2, TP53, MSH6, CDH1, APC, BMP1A, CHEK2, EPCAM, MYT1H, PTEN, SMAD4, STK11.

На основании молекулярного скрининга генов BRCA-1, BRCA-2, TP 53 сформирована группа пациенток с высоким риском развития контрлатерального рака молочной железы у больных молодого возраста с гистологически верифицированным раком молочной железы. Разработаны показания к выполнению различных вариантов профилактической мастэктомии с рекомендациями выбора метода одномоментной реконструкции, внедрение и использование которых в клинической практике лечебно-профилактических учреждений России позволит снизить заболеваемость контрлатеральным раком молочной железы.

Разработаны несколько моделей вакцин в виде липосомальных конструкций, содержащих лизаты клеточных линий крысиных и мышинных опухолей. Продолжается исследование противоопухолевой эффективности данных вакцин на крысах и мышах с перевитыми опухолями.

Разработана иммунолипосомальная конструкция, загруженная доксорубицином и направленная против рецептора HER2-neu. Размер везикул составил 145 ± 5 нм, включение препарата в иммунолипосомы составило 80%. Исследование специфической активности полученных иммунолипосомальных конструкций выявило высокий уровень антигенспецифичности – эффективность связывания с антигенположительными клетками-мишенями составила $96 \pm 3\%$.

Продемонстрированы аналитические и диагностические возможности многопараметрических систем на основе новых технологий нано- и микро- чипов для детекции спектра опухолевых маркеров. Показана высокая диагностическая эффективность и информативность тест-систем. Многопараметрический анализ на микрочипах профиля онкомаркеров открывает для медицины возможность массовых обследований и своевременной диагностики злокачественных новообразований.

Разработаны схемы синтеза дендронов и многоликих дендримеров для получения на их основе наноконструкций. Получен дендрон, содержащий DOTA-группировку, способную образовывать комплексы с ионами галлия, меди и гадолиния.

Радиобиологические исследования с препаратами гадолиния и йода на культурах опухолевых клеток меланомы B16F10 и лейкоз Jurkato показали, что существенно большее значение, чем энергетический спектр рентгеновского излучения и используемый элемент, имеет максимальная концентрация выбранного элемента в мишени. Показано, что для поверхностных мишеней оптимально использовать йод и рентгеновское излучение до 100 кэВ, а для глубокозалегающих опухолей – золото или висмут и рентгеновское излучение от 200 до 500 кэВ. (ФГБНУ «РОНЦ им. Н.Н. Блохина»)

Создан оригинальный отечественный метод неинвазивного исследования и оценки функции сердца, на основании которого выполняется разработанная в России комплексная реконструктивная операция на остановленном сердце, позволяющая избежать пересадки у пациентов при крайне тяжелых нарушениях сердечной гемодинамики.

Разработан мультимодальный подход к хирургическому лечению метастатического колоректального рака на основе персонификации в лечении каждого пациента.

Изучены молекулярно-генетические и биохимические механизмы неопластического превращения и опухолевой прогрессии, разработаны новые подходы к контролю опухолевого роста на основе выяснения молекулярных механизмов канцерогенеза и особенностей поведения опухолевых клеток, проведены исследования эндогенных и экзогенных модифицирующих факторов канцерогенеза.

Разработаны новые молекулярные маркеры для диагностики, усовершенствованы существующие и разработаны новые подходы к ДНК-диагностике рака и диагностические системы в формате наночипов для определения опухолевых маркеров.

Проведена разработка новых методов коррекции нарушений ритма сердца, включая комплексный подход к хирургическому лечению аритмий сердца, в том числе с сочетанной патологией; современных технологий хирургического лечения сложных врожденных и приобретенных пороков сердца у детей и взрослых; новых технологий хирургического лечения пороков развития сосудов и ишемической болезни сердца, малотравматичных операций с применением торакоскопической, ангиоскопической техники, рентгеноэндоваскулярных и гибридных методов, в том числе эндопротезирования сосудов. Разработаны и внедрены новые технологии диагностики и хирургического лечения заболеваний грудного и торакоабдоминального отделов аорты с использованием искусственного кровообращения и технологии, позволяющие довести 5-летнюю выживаемость больных с пересаженным сердцем до 85 процентов.

Проведены разработка и внедрение в клиническую практику принципиально новых технологий лечения кардиомиопатий, основанных на фундаментальных исследованиях этиопатогенеза и прогноза этого жизнеугрожающего заболевания; методов комплексного лечения больных с хронической ишемией нижних конечностей на основе сочетания реконструктивных сосудистых операций и генно-инженерных технологий индукции ангиогенеза.

Разработаны новые технологии реконструктивной, малоинвазивной, резекционной и пластической хирургии в лечении больных с хронической венозной недостаточностью, в том числе с использованием имплантируемых устройств для лечения лимфедемы, хилезных мальформаций и лимфорреи; мероприятия для снижения летальности и инвалидизации детей и взрослых за счет применения высокотехнологичных методов диагностики врожденных и приобретенных пороков сердца, патологии сосудов, ишемической болезни сердца, нарушений ритма сердца, интерактивной патологии.

Определены критерии выбора различных видов коллапсотерапевтического лечения по данным клинических и лучевых методов исследования.

Разработаны современные эндоскопические технологии с использованием клапанных бронхоблокаторов в комплексном лечении бронхолегочной патологии различного генеза.

Проведено совершенствование показаний и техники комбинированных резекций легких в лечении больных туберкулезом и другими заболеваниями легких.

Разработаны правила получения донорских органов путем клонирования, проведено изучение возможностей генно-инженерной профилактики тканевой несовместимости при трансплантации органов и тканей, в том числе родственной, механизмов немедикаментозной иммуносупрессии при трансплантации органов и тканей, механизмов стимуляции микрохимеризма у реципиентов родственных органов и поиск нового класса иммунодепрессантов с избирательным действием на трансплантационный иммунитет, модернизация техники операций трансплантации сердца, печени, почек, поджелудочной железы, легких, трахеи, а также разработка экспресс-методов оценки жизнеспособности органов. (ФГБНУ «РНЦХ им. академика Б.В. Петровского»)

Обобщен многолетний опыт специалистов НИИ нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко по хирургическому и консервативному лечению больных со спорадическими и наследственными кавернозными мальформациями центральной нервной системы (ЦНС) различной локализации, в том числе с каверномами базальных ганглиев и таламуса, боковых и 3-го желудочков, ствола мозга и спинного мозга. Особое внимание уделено показаниям к операциям и технике их выполнения, а также исходам хирургических вмешательств у больных с эпилептическим синдромом, при каверномах глубинного расположения и каверномах у детей.

Обобщена информация по основным разделам фундаментальной и клинической неврологии и нейрохирургии. Представлены современные сведения по анатомии, развитию и морфофункциональным основам работы нервной системы; семиотике неврологических нарушений; методам обследования больных. Изложен материал по этиологии, патогенезу и клинической картине наиболее значимых и распространенных заболеваний центральной и периферической нервной системы; приведены основополагающие принципы их топической и нозологической диагностики. Освещены современные подходы к профилактике и лечению (консервативному и хирургическому) основных форм неврологической патологии, вопрос реабилитации и медико-социальной экспертизы.

Проведена количественная оценка микроструктурных характеристик головного мозга: при глиобластомах – в опухоли, в перитуморальном отеке, в контралатеральном белом веществе мозга; при ЧМТ – в очагах ушиба и неизменной ткани мозга в больших полушариях мозга, подкорковых ядрах, мозолистом теле.

Проведена пространственная реконструкция проводящих трактов белого вещества головного мозга с количественной оценкой их плотности в зонах научного интереса. Изучена вариабельность и пластичность речевых и двигательных зон головного мозга у пациентов с внутримозговыми опухолями до и после операционного лечения.

В рамках проекта по поиску биомаркеров глиобластом создан банк образцов сыворотки крови от пациентов с глиобластомой и здоровых добровольцев, составляющих контрольную группу. В образцах определены уровни потенциальных биомаркеров (YKL40, IGF-BP3, IP10, MMP9, p53, HSP70, EGFR). Кластерный анализ выявил сочетания в уровнях биомаркеров, характерные для глиобластом. Были созданы алгоритмы классификации по типу

диагностического дерева методами CHAID и CRT (чувствительность модели составила 87%, специфичность – 85%).

Создан классифицирующий алгоритм, способный дифференцировать пациентов с глиобластомой от здоровых добровольцев на основе уровней и предикторов (чувствительность модели – 91% и специфичность близкая к 100%).

Проведено усовершенствование инструментария (канюля для проведения стереотаксической биопсии с одномоментной флюоресцентной спектроскопией опухоли) и отработка методики лазерной спектроскопии при эндоскопических вмешательствах на головном и спинном мозге, стереотаксической биопсии. (ФГБНУ «НИИ НХ им. академика Н.Н. Бурденко»)

Разработан метод экстракорпоральной модификации биологической терапии, направленный на сорбцию патогенных цитокинов, на основе оригинальной технологии по созданию иммобилизованных антигенных препаратов с магнитными свойствами с использованием в качестве антигенной матрицы фактора некроза опухоли. Данная экспериментальная разработка представляет новый подход в направлении поиска дополнительных патогенетически направленных методов лечения аутоиммунных ревматических заболеваний, оптимизирующих его результаты.

Подтверждено, что применение структурно-резонансной электромагнитной терапии (СРЭМТ) повышает эффективность комплексного лечения системной склеродермии (ССД), оказывая наиболее выраженное позитивное влияние при лимитированной форме, хроническом течении, I степени активности, I стадии заболевания, может использоваться при наличии у больного при непереносимости лекарственных препаратов, недостаточной эффективности медикаментозной терапии, у больных с выраженным болевым синдромом и значительными психоэмоциональными нарушениями. Разработаны рекомендации по персонализированному применению СРЭМТ у больных ССД. (ФГБНУ «НИИ КиЭР»)

Разработан новый отечественный диагностический тест, позволяющий объективно выявлять возбудителя туберкулёза и проводить оценку эффективности лечения по процентному содержанию лимфоцитов.

В сотрудничестве с ЗАО «СИНТОЛ» (Россия) разработана новая отечественная технология, направленная на ускорение диагностики туберкулеза и снижение трудозатрат на молекулярно-генетические исследования при массовом скрининге на лекарственно-устойчивый туберкулез, основанная на автоматизации молекулярно-генетических исследований и обеспечивающая выявление ДНК микобактерий туберкулеза и определение их множественной лекарственной устойчивости в течение 2 дней, в отличие от традиционной микробиологической диагностики туберкулеза, результаты которой врачи-фтизиатры получают в течение 2–3 месяцев.

Разработанный подход позволяет исследовать до 100 образцов диагностического материала в день, что проводится ежедневно в медицинских организациях фтизиатрического профиля Российской Федерации, и имеет огромное значение при массовом скрининге на лекарственно-устойчивый туберкулез. Разработана новая стратегия, которая сокращает сроки абацилирования, повышает эффективность лечения пациентов и предотвращает

распространение лекарственно-устойчивых штаммов микобактерий туберкулеза. (ФГБНУ «ЦНИИТ»)

Разработана новая технология ранней диагностики ревматоидного артрита на основе многопараметрического анализа протеомных биомаркеров. На основе протеомного анализа сыворотки крови с использованием микрочипов разработан высокоинформативный иммунологический тест, включающий определение уровней антител к цитруллинированным белкам, С-реактивного белка и цитокинов (IL-6, GM-CSF, IFN- γ , IP-10). Применение данного многопараметрического теста позволяет перевести на качественно новый уровень раннюю диагностику ревматоидного артрита.

Показано, что ключевым звеном патогенеза ревматоидного артрита является нарушение гомеостаза В-клеток. Впервые проведено исследование субпопуляций В-лимфоцитов крови у больных ревматоидным артритом до и после лечения моноклональными антителами к CD20 (ритуксимаб, РТМ) и рецепторам интерлейкина-6 (тоцилизумаб, ТЦЗ). Установленная характеристика гомеостаза В-клеток позволяет разработать новые подходы к мониторингу и прогнозированию эффективности современной терапии ревматоидного артрита. (ФГБНУ «НИИР им. В.А. Насоновой»)

Разработаны и применены в клинике новые подходы к диагностике патологии хрусталика и его связочного аппарата на основе ультразвуковой диагностики, позволяющие более точно диагностировать патологические изменения до хирургического лечения; разработана система комбинированного патогенетически ориентированного хирургического лечения катаракты в сочетании с открытоугольной глаукомой, определены показания к комбинированному и поэтапному ее применению.

С помощью конфокальной микроскопии роговицы определены типичные признаки структурных нарушений во всех слоях роговицы, характерные для каждой стадии кератоконуса; разработан алгоритм медикаментозной коррекции синдрома «сухого глаза» при кератоконусе с применением слезозаменителей и корнеотрофических средств; разработана новая модификация операции полной стромопластики роговицы, позволяющая получить высокий функциональный результат при сохранности собственного слоя заднего эпителия роговицы; определены возможности компенсации оптических aberrаций волнового фронта глаза и роговицы при различных стадиях кератоконуса с помощью жестких газопроницаемых контактных линз. (ФГБНУ «НИИГБ»)

Разработаны методики количественного определения ряда средств базисной терапии дисрегуляторных состояний в плазме крови с применением хроматографического метода с масс-селективным детектированием. Исследования фармакокинетики нового антигипоксанта – 4 метил-2, 6-диизоборнилфенола показали низкую степень его проникновения именно в ткани и органы с высокой экспрессией Р-гликопротеина. Разработана методика количественного определения метаболитов цикла трикарбоновых кислот – сукцината и глутамата. (ФГБНУ «НИИФиРМ им. Е.Д. Гольдберга»)

Выявлены характерные особенности метаболизма лимфоцитов крови у больных постинфарктным кардиосклерозом с желудочковыми нарушениями ритма сердца – высокий уровень энергетических процессов с акти-

вацией субстратного стимулирования реакций аминокислотного обмена, высокая активность Г6ФДГ, повышение интенсивности реакций липидного обмена, обусловленное высокой активностью ГЗФДГ и НАДФМДГ. (ФГБНУ «НИИМПС»)

Выявлено, что при бронхиальной астме (БА), хронической обструктивной болезни легких (ХОБЛ) и их сочетанном течении доминирует избыточный уровень секреции sTNF- α , sTNF- α RI, IL – 4 и IgE в сыворотке крови, свидетельствующий о переключении иммунного ответа на реагиновый Th2 – тип. Поддержание данного типа иммунопатогенеза осуществляется биологически активными субстанциями – провоспалительными оксилипинами и растворимым лиганд-рецептором к TNF- α . Выявлена весомая роль NK- и Th17-клеток в поддержании хронического воспаления при БА и ХОБЛ. Разработана прогностическая модель течения хронического воспалительного процесса и прогрессирования фиброзных изменений у больных ХОБЛ.

Показано, что гидрокинезотерапия при бронхиальной астме частично контролируемого течения способствует снижению активности местной воспалительной реакции, увеличению функциональных резервов дыхательной системы и повышению уровня контроля над заболеванием. Противовоспалительный эффект гидрокинезотерапии характеризуется снижением содержания острофазовых белков (альфа-1-кислый гликопротеин) и маркеров аллергического воспаления бронхов (оксид азота) в конденсате выдыхаемого воздуха и назальном лаваже. (ФГБНУ «ДНЦ ФПД»)

Показано, что увеличение объемной плотности соединительной ткани в миокарде при хронической гиперхолестеринемии и гипертриглицеридемии положительно коррелирует с повышением уровня экспрессии мРНК остеопонтина и мРНК люмикана в миокарде, а также мРНК аполипопротеинов E, A-IV и микросомального триглицерид-переносящего протеина.

Показано, что при дислипидемиях в миокарде значительно уменьшается количество мРНК RyR2, что обуславливает развитие сократительной недостаточности кардиомиоцитов. Введение верапамила способствует нормализации количества мРНК RyR2 и SERCA2a и снижению выраженности литических повреждений кардиомиоцитов и эндотелиоцитов. (ФГБНУ «ИМПМ»)

Установлено, что при повреждении брюшины выраженность образования спаек определяется соотношением активности про- и антиапоптотических механизмов в активных фибробластах в зоне повреждения. В начальный период преобладают механизмы антиапоптоза, а в более поздние сроки доминируют явления каспаз-зависимого проапоптоза. При этом в зоне повреждения активность антиапоптотического механизма, поддерживающая жизнедеятельность формирующих спайки клеток, имеет двухволновый характер с максимальной выраженностью на 1–3 сутки и 14. Установлено, что при блокаде JNK-МАРК-киназы в зоне раны наблюдается привлечение в очаг повреждения прогениторных (полипотентных) клеток, повышение концентрации миофибробластов и повышение их активности по выработке коллагена. (ФГБНУ «ИНЦХТ»)

Выявлены новые маркеры риска гематогенного метастазирования при аденокарциноме легкого. Установлена взаимосвязь особенностей морфо-

логического строения разных молекулярных типов рака молочной железы с различными формами опухолевой прогрессии, экспрессией генов лекарственной устойчивости и эффективностью неoadъювантной химиотерапии. Разработан оригинальный комплекс критериев для формирования групп риска по раку гортани у больных с хроническим гиперпластическим ларингитом и папилломатозом гортани. Разработаны и внедрены оригинальные методические подходы МРТ-диагностики рецидивных опухолей прямой кишки, шейки матки и мочевого пузыря, позволяющие повысить чувствительность и специфичность метода. Разработаны оригинальные методы комбинированного лечения рака легкого, шейки матки, желудка, пищевода с использованием модальности предоперационной химиотерапии, позволившие повысить показатели операбельности, безрецидивной и общей выживаемости.

Разработан уникальный алгоритм на основе оценки ДНК-аббераций опухолевых клеток для прогноза ожидаемой эффективности предоперационной химиотерапии рака молочной железы с целью персонифицированного ее назначения. Разработан комбинированный метод лечения больных раком гортани и гортаноглотки на основе дистанционной лучевой терапии и локальной гипертермии, позволяющий повысить количество органосохраняющих операций и частоту полных регрессий. (ФГБНУ «Томский НИИ онкологии»)

Разработан новый хирургический метод лечения хронической посттравматической передней нестабильности плечевого сустава при костном дефекте суставной поверхности лопатки, который позволяет восстановить утраченную анатомическую форму впадины лопатки с сохранением конгруэнтности и биомеханики плечевого сустава. Установлены факторы, приводящие к прогрессированию сегментарной нестабильности позвоночно-двигательного сегмента (ПДС) и формированию рецидивов грыж межпозвоночных дисков. Разработаны и внедрены в клиническую практику способы доступа и реконструкции позвоночного канала пояснично-крестцового отдела позвоночника, позволяющие при минимальной операционной травме мышечно-связочного аппарата выполнить оптимальную реконструкцию позвоночного канала. (ФГБНУ «ИНЦХТ»)

В области профилактических наук

Разработана информационная система мониторинга здоровья населения.

Разработаны «Методические рекомендации по формированию докладов о состоянии здоровья населения и организации здравоохранения по итогам деятельности за отчетный год органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации».

Осуществлены международные сравнения здоровья населения в различных регионах России и в ряде стран мира. В рамках проекта ВОЗ «Исследование глобального старения и здоровья взрослых» проведен анализ состояния здоровья более 5 тыс. респондентов в 40 субъектах всех федеральных округов России. Мониторинг состояния здоровья населения позволил выявить существенное отличие эпидемиологических данных от данных официальной

статистики. Результаты исследования показали, что реальная распространенность артериальной гипертензии среди больных в возрасте старше 50 лет в 3 раза превышает показатель официальной статистики.

Обоснована целесообразность и возможность использования в условиях Российской Федерации оценки технологий здравоохранения (ОТЗ) как эффективного инструмента принятия управленческих решений. Разработан перечень характеристик центра ОТЗ с учетом экономических особенностей и системы здравоохранения России, в том числе организационную и функциональную структуры центра, схемы межведомственного взаимодействия, направления работ, источники финансирования и т.п. Сформированы приоритетные задачи и перспективные направления развития Центра ОТЗ в соответствии с задачами здравоохранения Российской Федерации. (ФГБНУ «Национальный НИИ общественного здоровья им. Н.А. Семашко»)

Впервые в мире создана и успешно прошла доклинические испытания поливалентная культуральная инактивированная вакцина для специфической профилактики геморрагической лихорадки с почечным синдромом.

Впервые в мире в 2014 г. с помощью ПЦР и электронной микроскопии были верифицированы вирусы семейства *Anelloviridae* в крови и гепатоцитах больных с различными хроническими заболеваниями печени, что доказывает их гепатотропность.

В центральных областях и в субтропической зоне Краснодарского края (Большой Сочи) выделены новые ранее не известные хантавирусы «Куркино» и «Сочи», вызывающие заболевание людей геморрагической лихорадкой с почечным синдромом, а также установлены виды диких грызунов – резервуары этих вирусов в природе и источники заражения людей.

От водоплавающих птиц выделено 3 новых штамма вируса гриппа подтипа H4 и 1 штамм подтипа H3. Установлена высокая эффективность штамма «А/утка/Москва/4182/2010» (H5N2) для создания живой ветеринарной вакцины против вирусов гриппа H5N1.

Впервые выявлены эндемичные по гепатиту Е регионы Российской Федерации; установлена циркуляция 3 генотипа и завоз 1 и 4 генотипов вируса гепатита Е.

Изучены антигенные свойства дикого штамма вируса полиомиелита – возбудителя вспышки в Конго в 2010 г.

На модели вариантов вируса клещевого энцефалита впервые показано, как точечные аминокислотные замены в поверхностном гликопротеине, связанные с адаптацией вируса к клещам и млекопитающим и определяющие вирулентность вируса, влияют на структуру гликопротеина и основные свойства вириона.

Установлено, что энтеровирус 71 типа широко циркулирует в РФ, а также регулярно заносится из других стран. Установлено, что вспышка менингоэнцефалита в 2013 в Ростове-на-Дону была вызвана вариантом энтеровируса 71 типа, циркулировавшим на территории РФ и СНГ в течение 3 лет, а не завезенным из эндемичных стран штаммом. (ФГБНУ ИПВЭ им. М.П. Чумакова)

Получены приоритетные данные по конструированию генно-инженерной вакцины против *Pseudomonas aeruginosa* на основе рекомбинантных

белков – экзотоксина А и белков наружной мембраны. Доказана биобезопасность рекомбинантных белков, их высокая иммуногенность и защитные свойства при экспериментальной инфекции. Рекомбинантные продукты будут использованы при создании вакцины против синегнойной инфекции для профилактики внутрибольничных инфекций, инфекционных осложнений после оперативных вмешательств, диагностических манипуляций и травм и даст возможность сократить сроки пребывания больных в стационарах и снизить себестоимость лечения.

Разработана концепция создания терапевтических фаговых смесей второго поколения, которые будут включать несколько хорошо изученных бактериофагов одного вида, различающихся по спектру литической активности, что позволит обеспечить безопасность и эффективность их применения для персонализированной фаготерапии. Изучена группа вирулентных бактериофагов *Pseudomonas aeruginosa*, перспективных для включения в будущие видоспецифичные наборы для терапии синегнойной инфекции. Определены способы модификации фагов для лишения их нежелательных свойств (псевдовiruлентности у фага KMV и генетической нестабильности у фагов вида Luz24).

Исследована возможность переноса мутации из ответственного за аттенуацию PB1-гена холодоадаптированного штамма вируса гриппа в геном вирулентного штамма с целью его аттенуации. Показано, что метод сайт-специфического мутагенеза является перспективным для получения вакцинных штаммов вируса гриппа типа А: полученный вариант вируса приобрел ts-фенотип и характеризовался резко сниженной вирулентностью для мышей.

В результате сравнительного анализа полноразмерных геномов дикого и аттенуированного вариантов штамма С-77 вируса краснухи выявлены вероятные генетические детерминанты и выявлен иммунологический маркер аттенуации. Штамм С-77 обладал большей антигенностью по сравнению с вакцинным штаммом RA/27 и был способен индуцировать клеточный иммунитет, активируя популяцию Th1-типа. Это позволяет рассматривать аттенуированный вариант штамма С-77 в качестве отечественного кандидата в вакцинный штамм.

Разработан экспериментальный вариант иммунохроматографического теста для определения антител к ВИЧ-1 и ВИЧ-2 на основе конъюгатов коллоидного золота с рекомбинантными антигенами p24 и gp38. Повышена чувствительность теста для определения суммарных антител к ВИЧ-1 за счет применения новых иммунометрических конъюгатов на основе рекомбинантных антигенов gp120 и интегразы ВИЧ-1. (ФГБНУ НИИВС им. И.И. Мечникова)

Выделен штамм немителиальных бактерий, образующий антибиотик амикумацин А, эффективный в отношении MRSA и штамма *Leuconostoc mesenteroides*, обладающего природной устойчивостью к ванкомицину. Установлена видовая принадлежность штамма, последовательность гена 16S рРНК депонирована в GenBank. Впервые установлено, что среди бактериальных и грибных представителей микробиот плодовых тел высших грибов высок процент продуцентов антибиотиков, в том числе эффективных в отношении резистентных форм болезнетворных микроорганизмов. Отобрано

12 перспективных продуцентов, 2 штамма образуют ранее неописанные олигопептидные антибиотики. Выделены препараты индивидуального полисахарида (совместно с ИОХ РАН) и фракции интрацеллюлярных полисахаридов *G. lucidum*. У суммарной фракции водорастворимых полисахаридов выявлена четкая антигерпетическая активность.

Получены мутанты промышленного продуцента монокомпонентного эремомицина, синтезирующие новые природные метаболиты: гликопептидные антибиотики семейства ванкомицина, соединения не гликопептидного строения с выраженным антибактериальным действием, а также противогрибковый антибиотик, ранее неизвестный для этой культуры актиномицета.

Разработан метод масс-спектрометрической детекции аминов с помощью химической функционализации, позволяющий легко определять амины, детекция которых ранее в масс-спектрометрии была затруднена (летучие малой массы или гликопептидные антибиотики). Получены новые конъюгаты гликопептидов с макролидом азитромицином, обладающие высокой антибактериальной активностью, включая резистентные штаммы грамположительных бактерий. Получены новые полусинтетические борольные производные амфотерицина В. Оптимизирован метод синтеза нового мультитаргетного противоопухолевого препарата ЛХТА-2034.

Изучена кинетика гибели чувствительных и резистентных к ципрофлоксацину субпопуляций штаммов *P. aeruginosa*. Полученные результаты позволили впервые оценить применимость теории существования «окна селекции мутантов» для фторхинолонов применительно к *P. aeruginosa*, а также прогнозировать антимутантные концентрации антибиотика.

Показано, что оригинальный мультитаргетный противоопухолевый препарат ЛХТА-2034, разработанный в НИИНА, активирует апоптоз резистентных опухолевых клеток за счет одновременного ингибирования топоизомераз I и II и ряда протоонкогенных протеинкиназ и обладает высокой противоопухолевой активностью и умеренной токсичностью на прогностически значимых для клиники опухолевых моделях при парентеральном и пероральном применении. Конкурентные преимущества ЛХТА-2034 – активность в отношении резистентных опухолей, низкая кумулятивная токсичность, синтетическая доступность. На основании результатов доклинического исследования препарат рекомендован для передачи на I фазу клинических испытаний.

Проведено доклиническое изучение токсикологической безопасности препарата Доксорубицин наносомальный (ООО «Технология лекарств», Россия), установлены его преимущества по отношению к адрибластину по гемато-, нефро-, гонадо- и кардиотоксичности. На основании результатов доклинического исследования препарат представлен в Министерство здравоохранения РФ для получения разрешения на проведение клинических испытаний.

Разработаны оригинальные лиганды G-квадруплексов (G-квадруплексы – перспективные мишени для направленного воздействия на опухолевые клетки) и выявлены закономерности структура-активность.

Открыт новый механизм модулирования экспрессии генов с помощью динамической регуляции четырехцепочечных квадруплексных элементов в промотерных областях генов.

Исследовано влияние антрафурандиона ЛХТА-2034 на клеточный цикл опухолевых клеток: вызывает остановку деления клеток в фазе G2 и активирует программируемую клеточную гибель в опухолевых клетках независимо от статуса гена p53, т.е. антрафурандион отличается по механизму индукции апоптоза от классических ингибиторов топоизомераз, активирующих клеточную гибель по p53-опосредованному пути (p53/Bax/Bcl-2). Показано, что антрафурандион не индуцирует развития резистентности, обусловленной накоплением на поверхности клеток трансмембранного транспортёра Р-гликопротеина за счет активации экспрессии гена *MDR1*.

Синтезированы новые аналоги стауроспорина – потенциальные таргетные противоопухолевые препараты – ингибиторы протеинкиназ человека с высокой цитотоксической активностью в отношении клеток лейкемии линии MV4-11. (ФГБНУ «НИИНА»)

Впервые разработаны методы определения в пищевой продукции новых приоритетных токсических загрязнителей: полихлорированных бифенилов, рактопamina и фузариотоксинов.

Впервые расшифрован механизм токсического действия на организм человека поступающих с пищей наночастиц диоксида кремния, реализующийся через специфическое влияние на процессы биосинтеза белков и подавление Т-клеточного звена иммунитета. Доказана возможность поступления наночастиц серебра из организма матери к потомству через плацентарный барьер и грудное молоко.

Впервые разработана самая строгая в мире система оценки безопасности генно-модифицированных организмов (ГМО) 2-го поколения на основе анализа системных биомаркеров; усовершенствован и внедрен в практику Роспотребнадзора порядок идентификации и количественного определения ГМО 2-го поколения в пищевых продуктах.

Впервые расшифрован молекулярный механизм действия минорных биологически активных веществ (БАВ) пищи (индол-3-карбинола и флавоноидов) и доказана их роль в регуляции экспрессии генов и активности ферментов метаболизма ксенобиотиков и антиоксидантной защиты, что явилось обоснованием для установления физиологической потребности человека в БАВ.

Разработана система оценки риска развития зависимых от питания заболеваний с использованием генетических тестов, внедренная в работу консультативно-диагностических центров «Здоровое питание» Москвы, Самары, Екатеринбурга, Новосибирска и систему «Центров здоровья» Минздрава России. (ФГБНУ «НИИ питания»)

Получены новые данные по уточнению патогенетических механизмов формирования современных форм профессиональной патологии (бронхо-легочной, кожной, нервной и скелетно-мышечной систем), послужившие основой для обоснования обновленного Списка профессиональных заболеваний, гармонизированного с международным.

Разработана гармонизированная с международными стандартами концепция профилактики отрицательных последствий информационных нагрузок и оптимизации интеллектуальной деятельности, базирующаяся на понятиях и классификациях информационно-зависимых нозологий (МКБ-10),

функций высшей нервной деятельности (МКФ ВОЗ), адекватности умственной нагрузки (ИСО), ноофармакологии (АТХ ВОЗ) и факторах научно-технологических инноваций (Руководство Осло).

На основе фундаментальных исследований по изучению механизмов и дозо-эффективных зависимостей при воздействии факторов производственной среды и трудового процесса усовершенствована система нормативно-правового регулирования в области медицины труда с учетом гармонизации ее с международными требованиями, а также с учетом оценки и управления профессиональными рисками нарушений здоровья работников. (ФГБНУ «НИИ МТ»)

Выполнено генотипирование полиморфных вариантов в генах *IFNGRI* (rs2234711), *PACRG* (rs9347683) и *ETSI* (rs61907765) в группах больных бронхиальной астмой, туберкулезом и здоровых индивидов. Сформированы две мультиплексные панели SNP маркеров, состоящие из 27 и 31 полиморфных вариантов генов, ассоциированных с фиброзом печени, атеросклерозом, стабильностью атеросклеротической бляшки, эндотелиальной дисфункцией, сахарным диабетом 1 и 2 типа, синтропией сердечно-сосудистого континуума, с дистропными заболеваниями. Показано, что одним из факторов привычного невынашивания беременности могут являться нарушения эпигенетического статуса импринтированных генов, связанные с аномалиями поддержания характера их дифференциального метилирования в соматических клетках эмбрионов на ранних этапах внутриутробного развития. Впервые показано, что в экстраэмбриональной мезодерме спонтанных абортусов с кариотипом 46XX в 10% случаев отмечается асимметричная инактивация X-хромосомы, тогда как у индуцированных абортусов контрольной группы в 100% наблюдается ожидаемая равновероятная инактивация. (ФГБНУ «НИИМГ»)

Проанализирован полиморфизм генов цитокинов TNFA -863 C → A, TNFA -308 G → A, TNFA -238 G → A, IL1β -511 T → C, IL1β -31 C → T, IL1β -511 T → C, IL-4 -590 C → T, IL-6 -174 G → C, IL-10 -1082 G → A и IL-10 -592 A → C; матричных металлопротеиназ MMP2 -1306 C → T, MMP9 -1562 C → T; гена фактора роста эндотелия сосудов VEGF -2578 A → C и VEGF +936 C → T в группах здоровых жителей Западной Сибири и пациентов с такими мультифакториальными заболеваниями (МФЗ), как ишемическая болезнь сердца, сахарный диабет 2 типа, рак молочной железы, ревматоидный артрит. Показано, что аллельные варианты промоторных участков исследованных генов регуляторных факторов активности воспаления и ангиогенеза образуют своеобразные генетические сети, варианты которых ассоциированы с определенным уровнем предрасположенности и резистентности к развитию группы МФЗ различной природы, для которых характерно развитие хронического воспаления и нарушений сосудистого русла системы кровообращения. (ФГБНУ «НИИКЭЛ»)

Впервые представлены характеристики генофонда трех этнотерриториальных групп якутов. Показано, что 86% мужчин, выходцев из центральных улусов, имеют одного прародителя с N1c-хромосомой.

Проведены генотип-фенотипические сопоставления порогов слуха гетерозиготных носителей мутации сайта сплайсинга IVS1+1G>A гена *GJB2*

и индивидов с нормальным *GJB2*-генотипом в эндемичном очаге накопления мутации IVS1+1G>A на территории Восточной Сибири (популяция якутов). Выявлены достоверные отличия средних порогов слуха на высоких частотах (8,0 кГц) между группами индивидов с генотипом IVS1+1G>A/wt и генотипом wt/wt в возрастных когортах 20–39 и 40–59 лет, с тенденцией к повышению с возрастом. Разработан экспериментальный образец биочипа для диагностики врожденной глухоты и наследственных болезней. (ФГБНУ «ЯНЦ КМП»)

Определены значимые протеиновые и липидные биомаркеры в развитии разных типов нестабильности атеросклеротических бляшек. Подготовлены образцы для выполнения пилотных исследований транскриптома атеросклеротической бляшки методом высокопроизводительного секвенирования. Из банка ДНК жителей Новосибирска сформированы две группы мужчин по 200 человек с инфарктом миокарда (ИМ) и без ИМ. Приготовлена пулированная (смешанная) ДНК, представляющая собой смесь образцов геномной ДНК нескольких индивидов. Результаты выборочной проверки данных, полученных на чипах с помощью генотипирования индивидуальных образцов ДНК (входивших в пулы) показали: а) частоты аллелей, проверенных однонуклеотидных полиморфизмов (ОНП) соответствуют базе dbSNP, б) обнаружены новые ОНП, ассоциированные с ИМ в сибирской популяции, в) метод пулированной ДНК в описанном дизайне может быть использован для поиска ассоциаций однонуклеотидных полиморфизмов с мультифакториальными заболеваниями. (ФГБНУ «НИИТПМ»)

Получены данные о важной роли полиморфных вариантов генов *MTHFR*, *F5*, *SERPINE1*, *NOS3* в формировании структуры наследственной предрасположенности к преэклампсии и невынашиванию беременности. Разработана автоматизированная система расчета вероятности развития депрессии во время беременности у женщин с потерей плода в анамнезе. Разработана медицинская технология оценки внутриутробного состояния плода, представляющая собой способ регистрации, распознавания и анализа сердечных ритмов плода и матери, выделенных из суперпозиции сигналов, полученных с абдоминальных электродов. Сформирована база данных сердечных ритмов плода и матери при неосложненном течении гестационного процесса на основании анализа сигналов, полученных при проведении кардиоинтервалографии.

Разработан способ прогнозирования риска развития тяжелого поражения ЦНС у новорожденных детей с различным сроком гестации в раннем неонатальном периоде с расчетом вероятности развития поражения ЦНС. (ФГБНУ «НИИАГП»)

Показано, что оксидативный стресс у пациенток с бесплодием и гиперпролактинемией, в отличие от группы с трубно-перитонеальным бесплодием, ассоциирован с недостаточностью эссенциальных микроэлементов (селена, йода) и накоплением токсических элементов (ртути). Установлено, что информативными критериями прогнозирования хронического воспаления эндометрия у женщин с репродуктивными нарушениями являются уровни ФНО- α , ИЛ-10, IgA, IgM, лютеинизирующего гормона, диеновых конъюгатов. Доказано, что ранними маркерами тромбогенного риска у детей с эс-

сенциальными артериальными гипертензиями являются: индуцированная агрегация тромбоцитов с АДФ, концентрация фибриногена, уровень РФМК, активность плазминогена, содержание фактора Виллебранда, полиморфизм C677T гена MTHFR, отягощенность тромботического генеалогического анамнеза по отцовской линии. (ФГБНУ «НЦ ПЗСРЧ»)

Впервые идентифицированы генетические полиморфизмы, влияющие на тяжесть сердечной недостаточности у больных ИБС, что позволяет прогнозировать течение хронической сердечной недостаточности (ХСН). Доказано, что аллельные варианты генов белка апоптоза p53, каспазы 8, GPR1, BNP, MTHFR и A-рецептора эндотелина-1 коррелируют с развитием ишемического ремоделирования миокарда левого желудочка. Установлено, что положительный инотропный и инфаркт-лимитирующий эффекты адаптации к непрерывной нормобарической гипоксии являются следствием активации опиоидных рецепторов (ОР). Показано, что ОР не участвуют в реализации инфаркт-лимитирующего эффекта гипоксического preconditionирования. Установлено, что кардиопротекторный эффект последнего является следствием усиления продукции активных форм кислорода, результатом активации индуцибельной NO-синтазы и открытия АТФ-чувствительных K⁺-каналов митохондрий. Разработаны методы хронотерапии, адаптированные к условиям заполярной вахты. (ФГБНУ «НИИ кардиологии»)

Доказано, что наличие генотипа G/G полиморфного варианта гена аполинпопротеина A1 (APOA1) у пациента с ИМ с подъемом сегмента ST (ИМпST) ассоциируется с высоким риском выявления сахарного диабета (СД) и развитием острой сердечной недостаточности, генотип A/A ассоциируется с множественным окклюзионно-стенотическим поражением коронарных артерий.

Показано, что концентрация в плазме С-реактивного белка до операции, а также в раннем послеоперационном периоде коронарного шунтирования (КШ) позволяет с высокой вероятностью прогнозировать развитие ранней послеоперационной когнитивной дисфункции (ПОКД). Значимыми факторами развития стойкой ПОКД являются наличие ранней ПОКД, низкая приверженность к лечению и сниженная фракция выброса левого желудочка через год после КШ. (ФГБНУ «НИИ КПССЗ»)

Разработан новый методический подход оценки среднесуточных перегрузок работы сердца у пациентов с разными формами гипертрофии миокарда левого желудочка. Указанный подход позволяет персонифицированно выявлять пациентов, попадающих в группу риска по развитию гипертрофии левого желудочка. Установлены особенности реактивности мозгового кровотока и системной гемодинамики на ортостаз у юношей с артериальной гипертензией. Впервые выявлено, что при ИБС тревожность проявляется нарушением регуляции дыхания и явлениями психогенной одышки. Разработаны объективные критерии диагностики психогенной одышки, основанные на комплексе показателей капнографии и ключевых показателях паттерна дыхания. (ФГБНУ «НИИФМ»)

Предложен новый подход к персонифицированному прогнозированию макроангиопатии нижних конечностей у больных сахарным диабетом (СД) II типа на основе анализа полиморфных вариантов генов цитокинов (IL1B, IL4,

IL6, IL10, TNFA), фактора роста эндотелия сосудов (VEGFA) и матриксных металлопротеиназ (MMP2, MMP3, MMP9). Определена прогностическая значимость параметров вариабельности гликемии, полученных с помощью технологии непрерывного мониторинга уровня глюкозы, в прогнозировании эпизодов ночной гипогликемии у больных СД II типа, получающих инсулин. Разработан препарат мелатонина пролонгированного действия с дозированным высвобождением гормона из наноносителя. (ФГБНУ «НИИКЭЛ»)

Выявлен дисбаланс в работе естественных антиоксидантных систем у лиц в состоянии психической дезадаптации, развившейся под воздействием психоэмоционального стресса, проявляющийся в увеличенной активности каталазы и глутатионпероксидазы и достоверном снижении активности глутатионредуктазы, глутатион-S-трансферазы и глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы в эритроцитах пациентов. Выявлено, что терапия традиционными антипсихотическими препаратами снижает повышенные активности ферментов глутатионредуктазы и каталазы по сравнению с показателями до начала терапии. Атипичные антипсихотические препараты в процессе фармакотерапии нормализуют активность глутатионпероксидазы и каталазы в эритроцитах пациентов и не влияют на сниженные активности глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы и глутатион-S-трансферазы. (ФГБНУ «НИИПЗ»)

Разработана морфологическая диагностика возможного ремоделирования левого желудочка (ЛЖ) у пациентов с ишемической кардиомиопатией после операции по реконструкции ЛЖ на основании интраоперационных биопсий из разных участков миокарда и послеоперационного клинического обследования. Разработан способ выбора режимов гипоксического preconditionирующего воздействия и прогнозирования результатов хирургического лечения и интенсивной терапии пациентов посредством измерения мощности анаэробного порога пациентов. Доказана эффективность и безопасность применяемого способа у кардиохирургических больных.

Установлено, что наличие исходного дефекта симпатической иннервации является отрицательным прогностическим фактором для сохранения синусового ритма у пациентов с фибрилляцией предсердий (ФП) после операции эндокардиальной катетерной абляции, а восстановление концентрации протеолитических ферментов происходит через 6 месяцев после вмешательства при условии сохранения синусового ритма. Показано, что аневризмэктомия и пластика левого желудочка позволяют в 90% случаев устранить желудочковую тахикардию в раннем и позднем послеоперационном периоде у пациентов с постинфарктными аневризмами левого желудочка. Доказано, что трехмерная реконструкция сердца по результатам неинвазивного поверхностного картирования позволяет с высокой точностью (88%) и чувствительностью (95%) выявить до операции локализацию эктопической желудочковой активности. Впервые показано, что у больных с хронической сердечной недостаточностью (ХСН), осложненной тахисистолической формой ФП, резистентной к медикаментозной терапии, сочетание сердечной ресинхронизирующей терапии (СРТ) и радиочастотной абляции (РЧА) атриовентрикулярного (АВ) соединения обуславливает лучшую отдаленную выживаемость в сравнении с пациентами с ФП без РЧА АВ-соединения и с синусовым ритмом. Показано,

зано, что наличие блокады левой ножки пучка Гиса ассоциируется с лучшей выживаемостью больных с ХСН на фоне СРТ. (ФГБНУ «НИИ кардиологии»)

Разработана методика расширенной антральной изоляции легочных вен, в том числе у пациентов с рецидивами ФП после неэффективных радиочастотных процедур на открытом сердце. Разработан алгоритм дифференцированного выбора способа защиты миокарда, заключающийся в оценке дополнительных факторов риска, индивидуализации методов анестезии и перфузионного обеспечения. Впервые на основании изучения динамики высокочувствительных маркеров ишемии в крови коронарного синуса установлено кардиопротективное воздействие ингаляционного анестетика севофлурана. Впервые обосновано и доказано кардио- и органопротективное влияние экстракорпоральной мембранной оксигенации при плановой и экстренной эндоваскулярной реваскуляризации миокарда у пациентов крайне высокого риска. Разработан алгоритм прогнозирования осложненного послеоперационного периода с учетом индивидуальных особенностей системного воспалительного ответа. Подобран принципиальный состав для создания разделительных противоспаечных биodeградируемых мембран для полостной хирургии. (ФГБНУ «НИИ КПССЗ»)

Разработаны технологии малоинвазивного лечения трофических язв на фоне хронической венозной недостаточности и органосохраняющего лечения гнойных осложнений у больных с синдромом диабетической стопы с применением методов превентивной хирургии. Разработан алгоритм выявления больных для исследования генов-кандидатов, предрасполагающих к развитию первичной лимфедемы нижних конечностей. Разработана технология органосберегающего хирургического лечения доброкачественных опухолей матки с использованием эндоскопической техники и аргоновой энергии. (ФГБНУ «НИИ КЭЛ»)

Созданы две информационные базы: «Показатели физической подготовленности обучающихся общеобразовательных учреждений Иркутской области»; «Психофизиологические показатели подростков, проживающих в Иркутской области». Разработана программа для ЭВМ «Оценка уровня физической подготовленности детей и подростков». Установлено, что генотип СС полиморфного локуса -592С/А маркирует устойчивость к развитию хронической патологии верхних дыхательных путей у детей, проживающих в условиях умеренного загрязнения воздуха. Разработан способ выявления хронической патологии верхних дыхательных путей, обусловленной загрязнением атмосферного воздуха. Разработана математическая модель «Качество жизни семьи», характеризующая уровень благополучия, сложность условий жизнедеятельности семьи и случайное фоновое влияние ряда факторов и может использоваться органами управления в качестве аналитико-прогностического инструментария при осуществлении семейно-демографической политики. (ФГБНУ «ВСИМЭИ»)

Проведена оценка уровня окислительного повреждения генома у жителей промышленного города-порта Владивостока. Показано, что у населения, проживающего на территории высокого загрязнения воздушной среды микро-размерными токсикантами возрастает уровень 8-hydroxy-2'-deoxyguanosine в периферической крови – маркера окислительной модификации ДНК, что

свидетельствует о генотоксическом действии ксенобиотиков микроразмерного ряда. Повреждение дыхательных путей и прогрессирование бронхолегочных заболеваний у лиц, проживающих в экологически неблагоприятном районе, ассоциировано с формированием окислительного стресса. Увеличение в поверхностно-активных веществах легких содержания интермедиаторов перекисного окисления липидов сопровождается истощением глутатионового звена антиоксидантной защиты. (ФГБНУ «ДНЦ ФПД»)

Разработаны критерии генетического риска воздействия и развития хронического пылевого бронхита у работников по гену GST1(-) и «быстрому метаболитеру» цитохрома CYP1A1 – вариант CYP1A1AA. Разработана новая медицинская технология «Информационная система профессионального риска для здоровья работников черной металлургии». Впервые дана комплексная оценка показателей здоровья работников с учетом негативного влияния факторов производственной и окружающей среды.

Впервые разработана патогенетическая схема риска развития сердечно-сосудистой патологии в условиях воздействия на организм промышленных ксенобиотиков. Показано, что при вдыхании угольно-породной пыли необходима ранняя антигипоксическая, противовоспалительная и иммуномодуляторная терапия для поддержания резистентности эндогенных механизмов адаптации. Разработана новая медицинская технология «Ранняя диагностика диастолической дисфункции правого желудочка с использованием антиортостатической пробы у шахтеров с пылевой патологией легких в сочетании с ИБС и артериальной гипертензией». (ФГБНУ «ФГБУ НИКППГПЗ»)

У пациентов с вибрационной болезнью от воздействия локальной вибрации установлены демиелинизирующие изменения периферических нервов не только верхних, но и нижних конечностей, что свидетельствует о генерализованных нарушениях микроциркуляции (микроангиопатии) и нарушениях функционального состояния неспецифических систем мозга. Разработан и запатентован способ диагностики эректильной дисфункции у лиц, имеющих профессиональный контакт с вибрацией. Разработана медицинская технология «Применение метода биоуправления в клинике профессиональных заболеваний», использование которой позволяет восстановить нейродинамический баланс, нервно-мышечную проводимость, активировать влияние ретикулярной формации на стволые образования и таламус, снизить проявления ангиодистонического синдрома; повысить эффективность лечебного процесса у 70% пациентов с вибрационной болезнью. (ФГБНУ «ВСИМЭИ»)

Впервые в Дальневосточном регионе молекулярно-генетическими методами определены ведущие сероварианты основного возбудителя внебольничной пневмонии у детей. В 87,5% случаев установлена общность их спектра с вакцинальными серовариантами, входящими в состав вакцины Превенар-13. Установлено изменение спектра возбудителей респираторных заболеваний нижних дыхательных путей, обусловленное увеличением числа ко-инфекций, при сохраняющейся ведущей роли пневмококка в этиологии воспалительного процесса. (ФГБНУ «ДНЦ ФПД»)

Разработана стратегия вторичной и третичной профилактики осложнений у пациентов с протезированными клапанами сердца. Показано, что внедрение в клиническую практику тромболитической терапии в ранние сроки при тромбозе механического протеза позволяет добиться хорошего клинического результата и избежать хирургической агрессии у пациентов. (ФГБНУ «НИИ КПССЗ»)

Впервые изучены ассоциации комбинированных генетических признаков, включающих варианты генов семейства цитокинов, ростовых факторов и матриксных металлопротеиназ с провоспалительной и проангиогенной активностью у больных с ИМ. Выделено 30 генетических комбинаций, ассоциированных с предрасположенностью к развитию ИМ, и 37 комбинаций, ассоциированных с формированием устойчивости к нему с уровнем статистической значимости. Комбинации, позитивно ассоциированные с развитием ИМ, включали генотипы VEGF, содержащие в гетерозиготном или гомозиготном вариантах аллель С, ассоциированную с высоким уровнем продукции фактора роста сосудистого эндотелия. Среди полиморфизмов генов, негативно ассоциированных с развитием ИМ, в отличие от группы позитивно ассоциированных комбинаций генотипов, преобладают генотипы ММР. (ФГБНУ «НИИКЭЛ»)

Установлено, что штаммы *Salmonella enteritidis*, выделенные от больных и содержащие идентичные по нуклеотидным характеристикам плазмиды массой 1,4 Mda и 2,3 Mda, являются близко родственными. Методом секвенирования по Сэнгеру установлена высокая родственность нуклеотидных последовательностей ДНК плазмид молекулярной массой 2,3 Mda (p2,3) в двух штаммах *S. enteritidis*, выделенных от больных в Приморском крае, включающая 3609 п.о и 3610 п.о. Выявленное различие плазмид имеет значение для молекулярного типирования штаммов *S. enteritidis*, позволяющего осуществлять эффективное слежение за возбудителем, определять значимость доминирующих плазмидов в этиологии болезни, устанавливать эпидемиологическую связь заболевания с определенным пищевым продуктом. (ФГБНУ «НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.П. Сомова»)

Исследование аутопсийного материала от людей, умерших от осложненных форм гриппа А/Н1N1, показало, что независимо от сроков инфицирования пациентов на фоне угнетения гуморального иммунитета имеется пролонгированная персистенция вируса гриппа А в клетках различного гистогенеза с преобладанием клеток системы мононуклеарных фагоцитов. Выявлена активация клеточного звена иммунитета и повышение функциональной активности макрофагов, выявлены клеточные цитокин-опосредованные реакции с повышением гидролитического потенциала и избыточной продукцией свободных радикалов в локусах воспаления, что приводит к развитию отечно-геморрагического, деструктивного и фибропластического синдромов и вызывает необратимые структурно-функциональные изменения в органах, преимущественно в легких. (ФГБНУ «НИЦЭМ»)

В области медико-биологических наук

Впервые в России проведено исследование по протеогеомике клеток злокачественных опухолей. В протеомах 60 клеточных линий обнаружены специфичные для опухолей изменения аминокислотной последовательности белков с использованием базы данных персонализированных геномов (экзомов) этих линий. Впервые в России секвенированы экзомы и получены

протеомы биоптатов колоректального рака (5 пациентов), выявлены продуцируемые на белковом уровне раковые мутации.

Разработана методика пробоподготовки образцов плазмы человека в норме и при ишемии головного мозга для количественной оценки белковых маркеров ишемии.

В клетках ткани печени человека и линии HepG2 найдены последовательности транскриптов, кодируемые генами хромосомы 18, возникшие в результате процессов альтернативного сплайсинга или вследствие наличия одно-нуклеотидных полиморфизмов в геноме. Разработан протокол экспериментальной валидации наличия соответствующих модифицированных форм белков масс-спектрометрическими методами. Впервые инициировано создание алгоритма анализа модифицированных белков с перспективой выхода на определение полного протеома любой хромосомы. Результаты могут быть использованы для создания диагностических тест-систем на основе масс-спектрометрической идентификации модифицированных форм белков, связанных с заболеваниями.

Собраны экспериментально установленные данные по модификациям белков 18-й хромосомы человека для 4-х типов наиболее распространенных посттрансляционных модификаций – фосфорилированию (236 белков, 2036 сайтов), ацетилированию (96 белков, 218 сайтов), гликозилированию (20 белков, 37 сайтов), убиквитинированию (110 белков, 419 сайтов) и включены в базу знаний по 18-й хромосоме. Разработан новый компьютерный метод по предсказанию сайтов фосфорилирования на основе локального сходства аминокислотных последовательностей. Результаты предсказания включены в базу знаний и будут использованы для планирования протеомных экспериментов по анализу посттрансляционных модификаций в белках.

Разработана технология многократного восстановления оптических чипов для биосенсоров поверхностного плазмонного резонанса. Технология может быть отнесена к импортозаместительной, так как позволяет в разы сократить закупку дорогостоящих расходных материалов для оптических биосенсоров.

На основе интеграции методов анализа взаимосвязей «структура-активность» с методами анализа сигнальных и метаболических путей, сигнальных регуляторных сетей разработан подход к оценке роли фармакологических мишеней в индукции побочного действия лекарств. Оценка белков-мишеней лекарственных соединений, связанных с побочным действием на сердечно-сосудистую систему, позволило выявить 658 мишеней, потенциально связанных с индукцией инфаркта миокарда (155 мишеней), сердечной недостаточности (455 мишеней) и желудочковых аритмий (312 мишеней), и классифицировать выявленные мишени на три категории достоверности относительно их участия в этиопатогенезе исследуемых эффектов.

Разработано оригинальное лекарственное средство на основе фосфолипидных наночастиц размером до 30 нм, обладающее гипополипидемическими свойствами. Механизм действия препарата не имеет аналогов и связан с влиянием на процесс обратного транспорта холестерина за счет повышения акцепторных свойств ЛПВП. Технология производства препарата также не имеет аналогов. Готовая лекарственная форма под условным названием

Фосфолиповит (порошок для приготовления раствора для приема внутрь) рекомендована в качестве гипополипидемического средства в комплексной терапии атеросклероза. Закончены доклинические исследования препарата. Проведена I фаза его клинического изучения. Подготовлены документы для проведения II фазы.

Разработана оригинальная трехстадийная схема синтеза новых азотсодержащих производных 17(20)-прегнена, имеющих структурное сходство с абиратероном и галетероном – ингибиторами цитохрома P450 17A1, использующимися в качестве лекарственных препаратов при лечении рака простаты. Синтезированные соединения связывались с цитохромом P450 17A1 и подавляли его каталитическую активность подобно абиратерону и галетерону, что позволило выдвинуть гипотезу о значительном фармакологическом потенциале оксазолин- и бензоксазол-содержащих производных 17(20)-прегнена.

Получены и охарактеризованы 3D-культуры мезенхимальных стволовых клеток из различных тканей и изучены особенности их пролиферации и остеогенной дифференцировки на скаффолдах из различных биodeградируемых материалов.

На модели клеточной линии SKMel-147 меланомы человека исследована роль интегрина альфа-2/бета-1 в механизме устойчивости опухолевых клеток к лекарственным цитостатикам. Получены приоритетные данные о стимулировании указанным рецептором устойчивости опухолевых клеток к одному из широко применяемых в клинике лекарственных препаратов (доксорубину), что свидетельствует о перспективности применения антиинтегриновой терапии, как средства подавления лекарственной устойчивости опухолей. (ФГБНУ ИБМХ)

Создана система ДНК-диагностики на основании технологии секвенирования следующего поколения (NGS) для детекции точковых мутаций в генах X-сцепленных и аутосомно-доминантных несиндромальных прогрессирующих мышечных дистрофий. Установлено, что при немелкоклеточном раке легкого (НМРЛ) в качестве маркеров неблагоприятного прогноза могут рассматриваться аллельные нарушения локусов *D2S405*, *D3S1300*, гиперметилирование промоторов генов *RASSF1A*, *FHIT*, *DAPK1*, снижение экспрессии микроРНК *let-7a* и *miR-155* в опухолевой ткани; в качестве маркеров дифференциальной диагностики плоскоклеточного рака легкого от других типов рака легкого – потеря гетерозиготности (ПГ) и/или микросателлитной нестабильности (МН) локусов *D9S925*, *D17S938*, аномальное метилирование промоторов генов *CDH1* и *CD44*. На основе NGS разработана панель для ДНК-диагностики болезни Штаргардта и болезни Франческетти, включающая 61 ген.

Впервые в качестве блокаторов негативного действия окисленной ДНК применили димерные бисбензимидазолы и водорастворимые производные фуллеренов. Впервые показано, что данные соединения снижают уровень окислительного стресса в митохондриях, который индуцируется окисленной внеклеточной ДНК, в результате значительно снижается влияние внеклеточной ДНК на экспрессию генома в нормальных и раковых клетках человека. Впервые показано, что димерные бисбензимидазолы могут быть рекомен-

дованы к использованию в качестве эффективных радиопротекторов. Впервые выявлена повышенная (22,7%) частота микроделений субрегиона AZF a,b или c на Y-хромосоме у мужчин с бесплодием, являющихся носителями сбалансированных аберраций хромосом.

В выборке русских и абхазов старших возрастных групп проанализирован полиморфизм генов биологических часов: гена хитотриоксидазы-1 (CHIT1), апополипротеина E (APO E), ангиотензин-превращающего фермента (ACE), N-ацетил трансферазы (NAT), параоксоназы (PON), глутатион-S-трансферазы (GST M1).

Апробирован новый неинвазивный метод изоляции клеток плода из крови беременных женщин методом фильтрации.

Изучена структура генофондов народонаселения на значительной части Евразии: по наиболее дифференцирующим маркерам Y-хромосомы исследовано население Закавказья, Малой Азии, Иранского нагорья, тюркоязычного населения Крыма, Урала, Кавказа, Казахстана, коренных народов Амура, а по широкогеномным маркерам (600,000 SNPs) проведен анализ разных групп тюрков Евразии.

Впервые в мире проведено подробное исследование генофонда всех славянских и балтских народов одновременно по трем генетическим системам – по Y-хромосомным, митохондриальным и полногеномным ядерным маркерам. Выявлена высокая (до 0,9) корреляция реконструкций происхождения народов, полученных по разным генетическим системам. Завершено создание и отладка компьютерной программы Naplomatch, позволяющей проводить поиск сходных гаплотипов Y-хромосомы в подгружаемых базах данных и рассчитывать степень сходства популяционных выборок по спектру гаплотипов.

Обобщены результаты генетико-эпидемиологического изучения моногенных наследственных болезней (МНБ) среди населения восьми районов Республики Татарстан. Рассчитаны значения отягощенности основными типами наследственной патологии для населения восьми районов Республики в целом, отдельно для татар и только для детского населения. Средняя распространенность МНБ среди татар составила 1:164 человек ($6,09 \pm 0,17/1000$), с вариацией 1:133 человек ($7,49 \pm 0,23/1000$) в сельских популяциях до 1:285 ($3,50 \pm 0,22/1000$) в городах и райцентрах рассматриваемых районов. Встречаемость МНБ среди детского населения Республики Татарстан составляет 1:103 детей. Проанализирована частота мутаций в гене коннексина 26 и муковисцидоза (*CFTR*) у представителей различных этнических групп России.

Разработана новая тест-система для выявления частых мутаций при недостаточности $\alpha 1$ -антитрипсина, недостаточности длинноцепочечной 3-гидроксиацил-КоА-дегидрогеназы, недостаточности среднецепочечной 3-гидроксиацил-КоА-дегидрогеназы. Создан протокол определения кислой липазы в высушенных пятнах крови.

Продолжено пополнение регистра больных муковисцидозом (МВ). Проанализированы данные о 1026 пациентах. Продемонстрировано, что больные муковисцидозом различных регионов имеют ряд клинико-генетических особенностей и различную частоту осложнений. (ФГБНУ МГНЦ)

Определена антибиотикочувствительность стафилококков, выделенных от обезьян, к некоторым лекарственным препаратам. У всех выделенных штаммов стафилококков изучена чувствительность к 6 антибиотикам – гентамицину, офлоксацину, ципрофлоксацину, рифампицину, доксициклину, меропенему. Установлено, что все штаммы стафилококков высокочувствительны к вышеперечисленным антибиотикам.

Проведено секвенирование части генома штаммов микоплазм, выделенных от обезьян, подготовлена база данных для определения их филогенетического положения в семействе *Mycoplasmataceae*.

Показано, что общая распространенность РНК ротавирусов среди обезьян Адлерского приматологического центра составила 14%. Позитивные особи наблюдались у клинически здоровых обезьян (14%), погибших животных с патологией желудочно-кишечного тракта (13%), а также у обезьян, прибывших из мест естественного обитания (20%).

В условиях самцовой группы иерархические отношения обезьян оказывают выраженное влияние на физическое состояние, вес и поведение животных. Несмотря на то что высокоранговые животные имели приоритетный доступ к корму, низкоранговые обезьяны имели сравнительно более высокий вес. Обнаружена достоверная положительная корреляция некоторых биохимических показателей и относительного ранга самцов: аланинаминотрансферазы ($r = 0,623$, $P < 0,05$), мочевины ($r = 0,700$, $P < 0,01$), креатинина ($r = 0,781$, $P < 0,01$), и достоверная отрицательная корреляция между относительным рангом и содержанием натрия ($r = -0,678$, $P < 0,01$). Высокая, но не достигающая достоверного уровня, положительная корреляция обнаружена также между относительным рангом обезьян и следующими показателями: аспартатаминотрансферазой, лактатдегидрогеназой, кальцием, холестерином и альбумином.

Проводилось изучение иерархического статуса, когнитивных способностей, агрессивности, тревожности и депрессивности самок макак-резусов. Для оценки когнитивных способностей использовались тесты: тест на неисчезаемость; прозрачный экран; задача на экстраполяцию; задача на способность к сознательному выбору; задача на память; реакция на новый предмет. Полученные данные во многом неоднозначны и свидетельствуют о больших индивидуальных различиях в способностях и поведении животных. Высокранговые животные показали сравнительно более высокий уровень агрессивности, а также наилучшие результаты в некоторых тестах, в частности, в задачах, связанных с обучением.

Коллекция мезенхимальных стволовых клеток (МСК) лабораторных приматов пополнена новыми депонентами. Изучены культуральные, морфоиммунологические и физиологические характеристики новых депонентов.

При обследовании образцов крови от 300 здоровых людей и от 100 биопсийных и оперативно удалённых материалов опухолей мозга и лимфатической системы онкобольных выявлен относительно высокий процент выявления ДНК SV40 в опухолях головного мозга и опухолях лимфатической системы (15% и 40% соответственно) и более низкий процент выявления ДНК SV40 у здоровых людей (5–10%). В урогенитальных мазках здоровых и больных людей ДНК SV40 выявлялась в 10–20%. Во всех образцах вирусная

нагрузка была очень низкой. Был упрощён метод экстракции ДНК вируса из тканей, заключённых в парафиновые блоки.

Проведено полногеномное секвенирование штамма 3761 ИМП, выделенного из ткани миокарда погибшего павиана гамадрила. При множественном сравнении полных геномов вирусов рода *Cardiovirus* выявлено, что штамм имеет 80% гомологии с вирусом энцефаломиокардита и 85% гомологии с вирусом Менго. На основании этого штамм 3761 ИМП определен как Менго-подобный. Разработана Real-time PCR тест-система, выявляющая РНК большинства вирусов рода *Cardiovirus*. (ФГБУ «НИИМП»)

Установлено, что злокачественный потенциал карциномы желудка определяется пролиферативной активностью, интенсивностью клеточного обновления опухолевых клеток и уровнем экспрессии белков и протеиназ, участвующих в межклеточных и клеточно-матриксных взаимодействиях. По иммуногистохимической экспрессии муцинов MUC1, MUC2, MUC5AC, MUC6, а также гликопротеина CD10 среди карцином желудка выделены желудочный, кишечный и смешанный иммунофенотипические варианты, при этом функциональный иммунофенотип рака не зависит от локализации опухоли в желудке, ее гистологического типа и стадии. Выявлены независимые онкоморфологические факторы прогноза рака желудка, основанные на иммунофенотипе карциномы: муцины, гликопротеин CD10, коэффициент клеточного обновления, количественные показатели экспрессии Е-кадхерина, галектина-3 и матриксных металлопротеиназ 2-го и 3-го типа.

Установлена универсальная для человека и лабораторных животных система связанных между собой инфрадианных биоритмов (4-, 6- и 12-суточных), морфофункционального состояния эндокринной и иммунной системы и динамики митотической активности эпителия. Полученные данные позволяют прогнозировать фазу биоритма и могут быть использованы при разработке новых хронобиологических подходов к диагностике и лечению различных заболеваний человека.

В эксперименте установлено, что тяжесть альтеративных и воспалительных изменений в органах-мишенях при системном воспалительном ответе, индуцированном липополисахаридом, зависит от уровня экспрессии генов провоспалительных цитокинов ИЛ-1 α , ИЛ-1 β и ИФН- γ и определяет прогноз развития органной патологии.

Показано, что в злокачественных формах астроцитарной глиомы головного мозга у человека процессы аутофагии и, в частности, митофагии, происходят более интенсивно, что приводит к значительному снижению числа митохондрий в клетках злокачественных опухолей по сравнению с их доброкачественными аналогами, что может быть использовано при интерпретации результатов дифференциальной диагностики.

Установлено, что пробиотики наряду с динамическими изменениями микробиома уже в первые часы после их введения активируют иммунную систему, вызывая повышение экспрессии провоспалительного цитокина – фактора некроза опухолей альфа в печени.

Охарактеризован эмбриональный гистогенез вкусовых луковиц языка человека. Установлено, что дифференцировка луковиц в пределах одного вкусового сосочка происходит путем разделения эмбриональной закладки на

9-й неделе развития на две и более частей или перемещения развивающихся луковиц в процессе морфогенеза сосочков.

Показано, что эффект наносомальных препаратов характеризуется более выраженной противоопухолевой активностью, сопоставимой с активностью референсного препарата растворимого доксорубина гидрохлорида, а по ряду показателей – повышению выживаемости, снижению клеточного обволакивания и торможению ангиогенеза, – достоверно ее превышает.

На модели регенерации печени после субтотальной резекции выявлена способность мультипотентных стромальных клеток пупочного канатика стимулировать восстановительные процессы в печени, что характеризуется увеличением выживаемости животных, более быстрым восстановлением массы печени, увеличением митотического индекса гепатоцитов на 3-и и 10-е сутки после операции.

Выявлена обратная зависимость экспрессии металлопротеиназ 2-го и 9-го типов и их ингибиторов TIMP-1 и -2 в маточно-плацентарной области – материнских децидуальных клетках, инвазивном цитотрофобласте и многоядерных гигантских клетках, что отражает преимущественно паракринную регуляцию в течение неосложненной беременности.

Выявлена высокая противоопухолевая активность мурамилдипептида, которая обусловлена повышением цитотоксической активности НК-клеток, повышением фагоцитарной активности макрофагов, ускорением дифференцировки дендритных клеток и повышением продукции T_H1 цитокинов, что отражает активацию механизмов врожденного иммунитета. (ФГБНУ «НИИМЧ»)

Выявлена способность дипептидного миметика фактора роста нервов ГК-2 снижать фоновый уровень глюкозы и повышать переносимость глюкозной нагрузки, нормализовать показатели образования тромбина, индексов коагуляции, скорости лизиса зуглобулинового сгустка при моделировании диабета с использованием стрептозотоцина. Соединение отобрано для дальнейших фармакологических исследований в качестве антидиабетического средства.

На стрептозотоциновой модели болезни Альцгеймера выявлена способность ГК-2 восстанавливать уровень BDNF, предотвращать гиперэкспрессию индуцибельной NO-синтазы и белка теплового шока, выявлено влияние ГК-2 на нарушенные введением стрептозотоцина когнитивные функции. Планируется продолжение фармакологического изучения ноотропных свойств ГК-2.

Выполнены исследования структура-активность в ряду дипептидных миметиков BDNF. Отобраны соединения для разработки в качестве антидепрессантов.

Выявлены новые механизмы кардиопротекторной активности афобазола, связанные с предупреждением увеличения содержания индуцибельной NO-синтазы при моделировании инфаркта миокарда. Планируется фармакологическое изучение афобазола по новым показаниям в качестве кардиопротектора. Разработаны лекарственные формы с модифицированным высвобождением афобазола. Образцы переданы на фармакологическое исследование.

Доказано, что дипептидный миметик фактора роста нервов ГК-2 обладает избирательным регуляторным влиянием на TRKα рецептор, стимулируя активацию АКТ-киназного пути.

Выполнены в полном объеме доклинические исследования препарата тропоксин, перспективного для лечения мигрени.

Создана лекарственная форма препарата ГБ-115 с антиалкогольными и анксиолитическими свойствами.

В пилотных клинических исследованиях (фаза 2а) выявлен спектр психотропных свойств препарата «Дилепт», разработанного в эксперименте в качестве нового оригинального антипсихотического средства. Установлены эффективные дозы препарата.

Выполнено клиническое исследование фазы 2 противопаркинсонического препарата гимантан. (ФГБНУ «НИИ фармакологии имени В.В. Закусова»)

Впервые выявлено существенное снижение числа прогениторных стволовых клеток в гиппокампе и субвентрикулярной зоне боковых желудочков и появление пролиферирующих клеток в нехарактерных областях мозга крыс через 25 дней после перенесенного витального стресса, что свидетельствует о вовлеченности процессов нейрогенеза в зрелом мозге в патогенез посттравматических стрессовых расстройств.

Впервые показано кортикостатическое действие лактоферрина и участие эндогенных дефенсинов в регуляции уровня кортикостерона в крови крыс при стрессе.

Впервые выявлен эффект передачи мтДНК по отцовской линии в течение нескольких поколений мышей.

Впервые на северо-западе России охарактеризовано три мутации гена рецептора ЛПНП, из них две (р.W433R и р.W620S) описаны впервые в мире, а одна (р.E408K) – впервые в России. С помощью нового набора праймеров идентифицирован новый частый полиморфизм гена рецептора ЛПНП (IVS 9+56 C>T (с.1358+56 C>T), который ранее не обнаруживали.

Усовершенствован комплекс мер по ранней диагностике поражений ЦНС при ВИЧ и коинфекции, изучены особенности протекания ВИЧ-инфекции на современном этапе.

Для создания системы доставки лекарственных препаратов в мозг на основе производных фуллерена C60, разработан метод модификации биологически активных соединений высоколипофильным остатком 3'-H-циклопропа[1,9](C60-Ih)[5,6]фуллерен-3'-карбоновой кислоты.

Разработан оригинальный метод выявления метилирования ДНК на гистологических срезах с целью анализа уровня метилирования в ядрах премейотических ооцитов и окружающих их фолликулярных клетках в норме и при экспериментальных воздействиях.

Синтезирован ряд новых N-алкилпроизводных тропина и нортропина дикатионной структуры. Определена острая токсичность (ЛД50) и безопасность (терапевтический индекс) этих соединений в экспериментах на лабораторных животных.

Разработан инновационный препарат на основе антагониста орексинового рецептора для подавления алкогольной зависимости.

Разработаны технические требования и структура нового многоканального аппаратно-программного комплекса (АПК), обеспечивающего получение новой информации о функционировании сердечно-сосудистой и дыхательной систем организма за счет применения дополнительных каналов регистрации физиологических сигналов и сигналов воздействий.

Исследована возможность межпоколенческого наследования эпигенетических модификаций ДНК и хроматина, возникающих под влиянием экотоксикантов. Впервые изучены уровень и характер распределения метилирования ДНК при воздействии *in vitro* и *in vivo* низкими дозами бисфенола А – экотоксиканта, способного связываться с рецепторами эстрогенов.

Впервые выявлены особенности влияния пробиотических и аутопробиотических молочнокислых бактерий (LAB) на микробиоту при экспериментальном антибиотико-ассоциированном дисбиозе кишечника.

В соответствии с рекомендациями ВОЗ подготовлены два вакцинных штамма для включения в состав живой гриппозной вакцины на эпидсезон 2014–2015 для Северного полушария: A/17/Техас/2012/30(H3N2) и B/60/Массачусетс/2012/10 (линия Ямагата). Штаммы полностью охарактеризованы в доклинических исследованиях, отсекарованы и переданы в производство в НПО «Микроген».

Созданы штаммы для амплификации генетических конструкций кандидатных иммуногенов против *M. tuberculosis*. Создан штамм-продуцент кандидного иммуногена против *M. tuberculosis*. Получен высокоочищенный препарат плазмидных ДНК, кодирующих белки *M. tuberculosis* Ab85a и Ag85b.

Закончены доклинические исследования первой отечественной пятикомпонентной рекомбинантной вакцины против *S. agalactiae*. Доказано, что вакцина безопасна по критериям острой и хронической токсичности, не обладает иммунотоксическим и эмбриотоксическим действием.

Разработана оригинальная химерная вакцина против патогенных пневмококков, которая обладает высокой иммуногенностью и обеспечивает протективный иммунитет к пневмококкам у лабораторным животным. (ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины»).

Получены приоритетные данные о том, что интраназальное введение молодым мышам амилоидогенных структур белка альфа-синуклеина в дозах, вызывающих у стареющих животных изменения иммунобиохимических показателей, сходные с таковыми при болезни Паркинсона, не влияет на формирование, хранение и воспроизведение памяти в модели условно-рефлекторного пассивного избегания.

В опытах на улитках впервые показано дозозависимое действие ингибитора киназы гликогенсинтазы-3 на сохранность и воспроизведение памяти, а также возможность восстановления нарушенной памяти, что свидетельствует о вовлеченности этого фермента в обеспечение механизмов реконсолидации долговременной памяти.

В исследованиях на мышах впервые документировано, что ежедневная депривация потомства от матери в первую неделю жизни приводит к нарушению раннего обонятельного обучения, которое сопровождается изменением экспрессии транскрипционного фактора c-Fos в гиппокампе и снижением уровня ацетилирования гистонов в переднем мозге.

В исследованиях регуляторных функций ренин-ангиотензиновой системы впервые установлено, что в условиях острой гипо- и гипергликемии характер влияния свободного и связанного с сывороточным альбумином функционального антагониста ангиотензина II – ангиотензина-II₁₋₇ – на показатели питьевого инструментального поведения крыс практически не изменяется. Впервые выявлено, что эффекты этанола, никотина и кофеина зависят от активности периферических (желудочных) опиоидных рецепторов. Обнаружено, что внутрижелудочное введение агониста μ -опиоидных рецепторов DAMGO или агониста каппа-опиоидных рецепторов ICI-204,448 подавляет депрессивное действие этанола.

В наблюдениях на людях при выполнении сложной зрительно-моторной деятельности впервые документированы особенности корреляционных связей ЭЭГ-показателей в зрительных и фронтальных областях коры с параметрами сердечной деятельности и дыхания. Обнаружено, что эмоциональное напряжение на начальных стадиях обучения находит отражение в характере взаимодействия центральных и гомеостатических компонентов функциональных систем организма.

Получены новые данные о физиологических механизмах, лежащих в основе психоэмоционального стресса. Установлено, что суточные ритмы поведения и теплопродукции у крыс выражено изменяются в течение первых 2-х суток и проявляют тенденцию к восстановлению на 3-и сутки после острого стрессорного воздействия. В отличие от прогностически устойчивых, у предрасположенных к стрессу животных наиболее значимое уменьшение двигательной активности и тепловыделения выявлено в темное время суток. Установлено, что смещение эндогенных биологических ритмов организма сопровождается изменениями протеомного профиля гиппокампа у крыс с разной устойчивостью к эмоциональному стрессу. Полученные результаты свидетельствуют о наличии специфических белковых маркеров формирования отрицательного эмоционального состояния и адаптационно-компенсаторных процессов у млекопитающих.

Получены неизвестные ранее экспериментальные факты, иллюстрирующие характер изменений ноцицептивной чувствительности у крыс с разной прогностической устойчивостью к эмоциональному стрессу. Установлено, что многократные стрессорные воздействия у животных сопровождаются усилением перцептуального компонента ноцицепции.

Впервые установлено, что результативность интеллектуальной деятельности и устойчивость к негативному влиянию психо-эмоционального напряжения при работе человека на компьютере связаны с лабильностью межцентральных отношений, проявляющейся во взаимосвязанных изменениях паттерна когерентных связей потенциалов альфа- и бета₂-диапазонов ЭЭГ и соотношения характеристик variability сердечного ритма.

Впервые установлено, что объективными критериями физического утомления и отказа испытуемых от дальнейшего выполнения нагрузки являются изменения ЭЭГ-показателей в префронтальных, затылочных и височных областях коры головного мозга. Завершение физической нагрузки и переход испытуемых в состояние восстановления приводят к повышению полной спектральной мощности ЭЭГ в указанных отделах коры мозга. (ФГБУ «НИИНФ им. П.К. Анохина»)

Впервые получены доказательства независимости механизма формирования долговременной памяти от механизмов обучения. Выявлено, что из двух видов кратковременной памяти, независимой и зависимой от гиппокампа, ишемия нарушает только первую из них.

Разработан метод цитофотометрического анализа содержания ДНК в нейронах коры, позволяющий представить полный объем ядра нейрона оптических срезов.

Создана коллекции образцов ДНК больных боковым амиотрофическим склерозом, нейродегенеративными заболеваниями, не связанными с агрегацией белков и контрольных здоровых доноров, соответствующих по этническим, гендерным и возрастным характеристикам.

На модели очаговой ишемии мозга показано, что новые гибридные белки на основе рекомбинантного эритропоэтина человека (ЕРО): карбамилированные формы ЕРО-FC и ЕРО-TR при их внутривенном введении через 1 ч после ишемического повреждения коры способствуют сохранению условного рефлекса пассивного избегания и уменьшению объема очага ишемии. Полученные данные свидетельствуют о ноотропной и нейропротективной активности данных гибридных белков.

Показано патогенное действие дипротина А на поведение животных, выражающееся в развитии психоэмоциональных нарушений.

При исследовании на экспериментальной модели геморрагического инсульта доказано, что применение антиорто статической гипокинезии (АНОГ) в течение двух дней перед созданием инсульта улучшало заживление сравнительно с контролем (инсульт без АНОГ) по всем изученным показателям: ангиогенез, развитие сосудистой сети, размер и состав инфильтратов, регенерация нейронов, восстановление функции.

Исследованы молекулярно-генетические механизмы влияния антител к глутамату на экспрессию генов, участвующих в программированной гибели нейронов и глии. Показано, что антитела к глутамату являются эндогенными биорегуляторами нейроиммунных процессов в организме, обладающими защитными свойствами. Интраназальное введение антител к глутамату приводит к структурно-специфической репрессии транскрипции генов *Aifm1*, *Casp3*, *Dffb*, *Parpl*, участвующих в программированной гибели нейронов и глии, а также нормализует нарушения памяти на модели болезни Альцгеймера, вызванной введением А β 25–35 в базальные ядра Мейнерта.

Определена степень метилирования 14 генов микроРНК в опухолях почки и легкого и отобраны маркеры для ранней диагностики и прогноза немелкоклеточного рака легкого (НМРЛ) и плоскоклеточный рак (ПКР). Получен патент на изобретение РФ «Система маркеров на основе группы генов микроРНК для диагностики НМРЛ, включая ПКР и аденокарциному».

Созданы порошкообразные полимерные материалы: синма-70, фторакс, пластмасса, модифицированные наночастицами серебра малого размера с разной плотностью покрытия.

Разработаны технологии получения липосомальных лекарственных препаратов (цитохром С, оксалиплатина, кверцетин, доцетаксел, рифабутин, иринотекан).

Разработан новый препарат на основе комплекса биоактивных факторов, полученный из ткани коры головного мозга свиней, перенесших экспериментальный инсульт, для лечения острых нарушений мозгового кровообращения и восстановления утраченных функций мозга.

Разработана и внедрена методика оценки индивидуального профиля активации моноцитов. Оформлена патентная заявка «Иммунокорректирующее средство для терапии атеросклеротических заболеваний».

Проведена апробация комплекса тестов для определения последствий облучения и факторов космического полета, в частности микрогравитации. Комплекс тестов для определения последствий облучения и факторов космического полета успешно применен в ходе полета биоспутника «БИОН-М1» (космический эксперимент «Резистентность»).

Доказана ведущая роль профессиональной деятельности с ночными сменами в десинхронизации циркадных ритмов, базирующейся на изменении оптимальной регуляции вегетативных функций. (ФГБНУ «НИИОПП»)

Разработан молекулярно-генетический диагностический риск развития нозокомиальной пневмонии (НП) и респираторного дистресс-синдрома (ОРДС) у больных, госпитализированных в связи с другими патологиями (травмы, ранения, обширные хирургические операции).

Показано, что белок клеток Клара информативен в качестве кандидатного молекулярного биомаркера ОРДС у больных хирургической абдоминальной инфекцией. Впервые в данной категории больных показано, что белок клеток Клара информативен для диагностики нозокомиальной пневмонии, вызванной *Pseudomonas aeruginosa*.

Разработана новая безопасная методика и определена эффективная доза перфторана для улучшения газотранспортной функции и коррекции морфофункциональных изменений эритроцитов донорской крови длительных сроков хранения.

Разработан и обоснован алгоритм ранней диагностики и дифференцированного лечения постперфузионной миокардиальной дисфункции. Впервые показано значение насосного коэффициента ЛЖ после ИК, связанного с неблагоприятным исходом операции (менее $2,8 \text{ гм}^{-1} \times \text{м}^{-2}/\text{мм рт.ст.}$, специфичность – 0,81; чувствительность – 0,78).

Установлена взаимосвязь между гибелью нейронов в постреанимационном периоде и изменениями уровня экспрессии основного фактора роста фибробластов (bFGF). Показано, что при повышении уровня экспрессии bFGF в нейрональной популяции не происходит гибели клеток. Применение bFGF перспективно при разработке подходов к защите мозга при ишемии–реперфузии.

С помощью атомного силового микроскопа исследовали наноструктуру мембран эритроцитов. Показано, что при различных заболеваниях и действии физико-химических факторов на кровь в мембранах возникают специфические топологические нанодфекты. Выявлены характерные формы и размеры нанодфектов для различных видов нарушений наноструктуры мембран эритроцитов, что позволяет раскрыть механизмы нарушений газотранспортной функции и реологических свойств крови при критических состояниях организма.

Выявлено, что у доношенных новорожденных планоциты являются транзитной формой эритроцитов. Доказано, что перинатальная гипоксия плода вызывающая нарушения метаболизма и кислородного статуса крови, влияет на состояние эритроцитов недоношенных новорожденных.

Разработана и обоснована модифицированная методика проведения ингаляционной анестезии с реализацией эффекта цито- и органопротекции на основе севофлурана.

Разработана методика количественной оценки уровня ароматических метаболитов (АМ) и фенилкарбоновых кислот (ФКК) в сыворотке крови для работы в условиях клинической лаборатории. Установлены референтные значения шести диагностически значимых АМ в сыворотке крови здоровых людей. Разработаны и предложены для внедрения в практику способ объективной оценки степени выраженности интоксикации по уровню АМ; способ лабораторной оценки эффективности антимикробного лечения интоксикации у реаниматологических больных; способ диагностики септической энцефалопатии у новорожденных по Индексу P/S. (ФГБНУ «НИИОР»)

Выявлены эндофенотипические маркеры баланса систем положительного и отрицательного подкрепления. Обнаружен устойчивый нейрофизиологический маркер, представляющий собой среднелатентный позитивный вызванный потенциал, возникающий в лобных областях коры головного мозга при восприятии эмоционально положительных зрительных стимулов. Ослабление потенциала свидетельствует о негативной аффективности, в том числе, о повышенных уровнях депрессии у здоровых людей. У лиц, длительно практикующих технику саморегуляции (медитация), на нейрофизиологическом уровне выявлен эффект ослабления среднелатентного позитивного вызванного потенциала при воздействии стрессора.

Создан алгоритм дифференциальной диагностики вариантов повышенного ВЧД на базе линейных измерений на магнитно-резонансных томограммах в формате DICOM, предназначенный для индивидуализированного подбора терапии в зависимости от варианта патогенеза повышенного ВЧД на фоне гидроцефально-гипертензионно-отечного синдрома (ГГОС) у пациентов с различными заболеваниями ЦНС.

Показана высокая эффективность коррекции синдрома нарушения угашения памяти о страхе у депрессивных мышей при одновременной активации ГАМКБ (баклофен) и дофаминовых D1 (SKF38393) рецепторов. Доказана целесообразность использования данных о ГАМКБ/D1 рецепторных взаимодействиях в качестве нового альтернативного фармакологического подхода для быстрого и полного устранения синдрома длительного сохранения памяти о неприятных событиях при депрессии.

Получены данные о нейроиммунных механизмах, включенных в развитие различных психоэмоциональных расстройств. Впервые установлено, что агрессивное и депрессивное состояние у мышей линии C57BL/6J, индуцированное длительным социальным стрессом, характеризуется различным паттерном содержания в иммунокомпетентных органах про- и противовоспалительных цитокинов. (ФГБНУ «НИИФФМ»)

Экспериментально показано, что ишемическое preconditionирование в большей степени снижает размеры инфаркта миокарда у животных с артериальной гипертензией по сравнению с контрольными. При сравнительной

оценке диагностической и прогностической значимости возможных маркеров нелипидной природы сердечно-сосудистых осложнений у человека выявлено повышение активности матриксных металлопротеаз (ММП), хитотриозидазы и концентрации цистатина С, коррелирующих со степенью тяжести ишемической болезни сердца у больных. Наиболее информативными является увеличение активности ММП, коррелирующее с повышенным уровнем холестерина ЛПНП в сыворотке крови пациентов. Установлены прямые корреляционные взаимосвязи между повышенным уровнем ММП и концентрацией СРБ-hs, свидетельствующие о связи изменений с развитием локального воспаления в сосудах. (ФГБНУ «НИИФФМ»)

Получены два варианта клонов *Pichia pastoris*, экспрессирующие ген зрелого аполипопротеина А-I (апоА-I) человека, состыкованный с нуклеотидной последовательностью, кодирующей сигнальный белок SUMO. Отработан способ индукции и культивирования рекомбинантных клонов и очистки химерного апоА-I. Сконструированы два штамма *E. coli*, продуцирующие зрелый апоА-I человека: в штаммах экспрессировались синтетические гены адаптированные для экспрессии в клетках *P. pastoris* и *E. coli*, соответственно. Разработан способ очистки рекомбинантного зрелого апоА-I методом аффинной хроматографии.

Показано, что инкубация клеток костного мозга, а также моноцитоподобных клеток линии THP-1 со стауроспорином приводила к индукции апоптоза. Получены данные, свидетельствующие о перспективности использования апоА-I для адресной доставки индукторов апоптоза в высоко пролиферирующие клетки.

На культуре клеток асцитной карциномы Эрлиха *in vitro* показано, что комплекс аполипопротеина А-I (апоА-I) с цитостатиком доксорубицином обладает выраженным цитостатическим действием при использовании дозировки противоопухолевого препарата на порядок ниже, чем известная терапевтическая доза. Эффективность данного комплекса подтверждена в экспериментах *in vivo*. (ФГБНУ «НИИ биохимии»)

В ходе оптимизации модели цирроза печени обнаружено, что наибольшая частота развития склеротических изменений в ткани печени наблюдается при сочетанном применении тетрахлоруглерода и раствора спирта. Установлено, что секреторная активность клеток кроветворного микроокружения регулируется преимущественно р38МАРК-сигнальным путем; усиление колониеобразующей способности миелокариоцитов и повышение выработки ими Г-КСФ в условиях иммобилизационного стресса также находится под контролем р38МАРК- и NF-κB-зависимого сигналинга. (ФГБНУ «НИИФиРМ им. Е.Д. Гольберга»)

Показано, что дендритные клетки (ДК), генерируемые в присутствии ИФН-α (ИФН-ДК) обладают более высокой миграционной активностью в ответ на стимуляцию хемокинами CCL19 и CCL21, чем ДК, полученные в присутствии ИЛ-4 (ИЛ4-ДК). Получены данные, свидетельствующие о большей миграционной активности ИФН-ДК доноров, сравнимой способности ИФН-ДК и ИЛ4-ДК доноров к активации различных популяций Т-клеток, сниженной миграционной активности ДК при онкопатологии, что обосновывает необходимость направленной коррекции ДК функций при проведении иммунотерапии. Выявлена вовлеченность ДК в формирование иммунопато-

логического процесса при ревматоидном артрите. Выявлена прогностическая значимость циркулирующих гемопоэтических предшественников как биомаркера репаративного ответа и разработана новая прогностическая модель оценки исходов черепно-мозговой травмы на основе оценки количества CD34+CD45+ клеток. Установлена высокая информативность регуляторных Т-клеток как предиктора рецидива и разработана модель прогноза раннего рецидива при проведении аутологичной трансплантации стволовых кроветворных клеток у больных лимфомами. (ФГБНУ «НИИФКИ»)

Впервые показано, что моноклеарные клетки (МНК) пациентов с хронической сердечной недостаточностью и с облитерирующим атеросклерозом нижних конечностей после фармакологической мобилизации G-CSF и обогащения стволовыми клетками (СК) продуцируют ростовые факторы и регуляторные цитокины. Показано, что проангиогенные медиаторы, секретируемые обогащенными СК МНК, обладая паракринным потенциалом, способны осуществлять и аутокринное действие.

Разработана методика заселения синтетических сосудистых протезов из политетрафторэтилена (ПТФЭ) мезенхимальными мультипотентными стромальными клетками костного мозга крысы. Показано, что компоненты экстраклеточного матрикса – фибронектин и коллагены I и IV типов в различных сочетаниях увеличивают адгезию мезенхимальных стволовых клеток костного мозга (КМ-ММСК) к поверхности ПТФЭ. Наибольшую адгезивность показала смесь фибронектина и коллагенов I и IV типов.

Изучено влияние стволовых клеток и их кондиционных сред на процессы ангиогенеза *in vitro*. Впервые показано, что горизонтальная миграция мезенхимальных стволовых клеток (МСК) в режиме реального времени на аппарате Cell-IQ статистически значимо выше при добавлении к клеткам кондиционной среды от клеток эндотелиальной линии EA.Нy926, по сравнению с уровнем спонтанной миграции ММСК и в присутствии эритропоэтина. Показано, что Еро увеличивает пролиферативный потенциал клеток EA.Нy926, а Еро, TNF- α и VEGF увеличивают миграцию EA.Нy926 в камере Бойдена и в режиме реального времени на xCELLigence в двухуровневых камерах. (ФГБНУ «НИИКЭЛ»)

Разработано пять оригинальных нутрицевтиков эпигенонаправленного действия, которые обладают выраженным стимулирующим действием на гуморальный и клеточный иммунитет. Разработано три оригинальных нутрицевтика с противовоспалительным эффектом. Клинические исследования, проведенные на пациентах с диагнозом ревматоидный полиартрит и с диагнозом артроз коленного сустава показали, что длительное употребление с пищей этих нутрицевтиков в значительной мере снимает болевой синдром и увеличивает подвижность суставов. (ФГБНУ «НИИФКИ»)

Показано, что полимер-конъюгат диборнол-гидроксиэтилированный крахмал снижает агрегационный индекс эритроцитов. Двукратное внутривенное введение полимер-конъюгата диборнол-гидроксиэтилированный крахмала животным в условиях острой неполной транзиторной ишемии головного мозга приводит к улучшению локального мозгового кровотока. (ФГБНУ «НИИФиРМ им. Е.Д. Гольберга»)

В эксперименте *in vivo* показано, что водные и спиртовые экстракты левзеи сафлоровидной обладают гипогликемическим действием, усиливая

утилизацию глюкозы в тканях, и, одновременно, имеют отчетливый гиполипидемический эффект. Установлен эффект взаимопотенцирования антиоксидантных свойств биофлавоноида дигидрокверцетина, аскорбиновой кислоты и альгината, показано выраженное антиишемическое и нейропротективное действие комплекса этих соединений. (ФГБНУ «НИИТПМ»)

В эксперименте исследовано соотношение проформ и активных форм матриксных металлопротеаз (ММП) в динамике роста аденокарциномы легких Льюис. Показано, что рост опухоли в терминальной стадии сопровождается повышением проММП. Развитие метастазов в легких характеризовалось увеличением активной ММП при снижении уровня проММП. В селезенке тех же мышей обнаружено повышение уровня проММП и особенно – активной ММП. Выявлено, что опухоленосительство вызывает нарушение соотношения активных ММП и проформ ММП в опухоли легких с метастазами и в селезенке, где метастазы не обнаружены. (ФГБНУ «НИИФФМ»)

У больных с аденомами желудка установлено, что с возрастанием пролиферативной активности эпителиоцитов аденом снижается способность иммунокомпетентных клеток к продукции $IFN\gamma$, а по мере увеличения количества эпителиоцитов с патологическими митозами снижается способность клеток крови к продукции $IL-1\beta$ и повышается их способность к продукции $IL-1Ra$. Последний показатель при аденокарциномах желудка находился в прямой корреляционной связи с количеством регионарных лимфоузлов, пораженных метастазами.

Установлено также, что на начальном этапе канцерогенеза, при развитии аденом, иммунокомпетентные клетки обладают наибольшим цитокинпродуцирующим проонкогенным потенциалом, как по сравнению с атрофическим гастритом, являющимся предраковым состоянием, так и по сравнению с уже сформированным злокачественным образованием – аденокарциномой желудка. Получены результаты, свидетельствующие о том, что гепатоканцерогенез под действием химических соединений может быть связан с активацией ядерного рецептора CAR. Активация CAR вызывает повышенную пролиферацию клеток печени через блокирование опухолевого супрессора FOXO1, и, следовательно, через снижение экспрессии его генов-мишеней, участвующих в регуляции клеточного цикла и апоптоза. Увеличение пролиферации клеток печени при активации CAR связано со значительным снижением экспрессии регулятора клеточного цикла $Cdkn1a$ (p21), гена-мишени для фактора транскрипции. FOXO (ФГБНУ «НИИМББ»)

На основе изучения молекулярно-генетических характеристик внутриопухолевой гетерогенности при раке молочной железы идентифицированы генетические нарушения, связанные с формированием мутаторного фенотипа опухоли и ее метастазированием. Построено филогенетическое древо клональной эволюции опухоли молочной железы, сопряженной с внутриопухолевым морфологическим разнообразием, как основа для разработки критериев прогноза и предсказания эффективности терапии для персонализации лечения. Выявлено, что полиморфизм в кодирующем регионе гена супрессора TP53 в опухоли связан с экспрессией генов множественной лекарственной устойчивости и эффектом неoadьювантной химиотерапии рака молочной железы, а делеция локуса 17p13.1 гена TP53 является благоприятным прогностическим признаком. (ФГБНУ «Томский НИИ онкологии»)

Показано, что процесс эмиграции активированных макрофагов из БЦЖ-гранулем, диссоциация которых может происходить как спонтанно, так и при успешном медикаментозном лечении, приводит к изменениям состояния иммунного гомеостаза не только в самом органе, в котором формировались туберкулезные гранулемы, но и в организме в целом.

При разработке лекарственных форм направленного транспорта, основанных на использовании в качестве носителей лекарственных средств наноразмерных липосом, определены структурно-размерные параметры нанолипосом. Цитотоксические эффекты *in vitro* наноразмерных липосом, содержащих декстразид, на макрофаги проявляются только в определенном наноразмерном (в пределах 100 нм) диапазоне и возрастают с увеличением времени воздействия на макрофаги. Заключение декстразида в нанолипосомы приводит к снижению цитотоксических свойств свободного декстразида. (ФГБНУ «НЦКЭМ»)

Разработаны дискриминантные модели для прогнозирования степени контроля бронхиальной астмы. Разработана тактика ступенчатого наращивания объема противовоспалительной монотерапии ингаляционными глюкокортикостероидами у больных бронхиальной астмой с холодовой гиперреактивностью дыхательных путей в зимний период года с продолжением длительного лечения в фиксированной дозе, позволяющая в 48% случаев достигнуть контроля болезни. Предложена дискриминантная модель для прогнозирования достижения фармакотерапевтического эффекта на основе установленных клинико-функциональных предикторов. (ФГБНУ «ДНЦ ФПД»)

Расшифрован полный геном 10 штаммов, относящихся к оригинальному варианту вируса клещевого энцефалита (ВКЭ) – «группа 886». В полипротеине этих штаммов выявлено 29 уникальных генотипспецифических замен. Выявлены молекулярные мишени, способствующие аттенуации вируса КЭ. Показано, что мутации в белках prM, E и NS1 могут оказывать влияние на нейтроинвазивность штаммов ВКЭ. Установлена связь между потенциальными молекулярными мишенями в структуре вируса, подавление которых позволит блокировать трансмиссивность вируса и снизит зараженность клещей. (ФГБНУ «НЦ ПЗСРЧ»)

Установлены различия в действии на клетки врожденного и адаптивного иммунитета штаммов вируса клещевого энцефалита дальневосточного субтипа (Dal, negorsk и Primorye-183) с различной молекулярно-генетической характеристикой. Установлена возможность использования биогенных аминов (допамина и серотонина) для разработки диагностикумов, детектирующих *Y. pseudotuberculosis*. Выявлено наличие, по меньшей мере, двух субтипов геноварианта FarEast вируса Hantaan. Усовершенствованы способы выделения РНК вируса клещевого энцефалита методом аффинной сорбции на частицах силикагеля. Установлено противовирусное действие каррагинанов двух структурных типов – каппа и лямбда, полученных из водорослей *Chondrus armatus*. (ФГБНУ «НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.П. Сомова»)

Важнейшие достижения

Впервые разработана методология выделения и культивирования клеточной популяции эндометрия человека. Реализация проекта позволит тестировать новые лекарственные препараты для терапии социально-значимых заболеваний, проводить персонифицированный отбор лекарственных препаратов для оптимизации лечения с учетом оценки индивидуального клеточного ответа (рис. 33).

Получены данные о диагностической информативности тестов российского производства на основе методов амплификации нуклеиновых кислот для выявления возбудителей инфекций, передаваемых половым путем, и вируса папилломы человека высокого онкогенного риска; впервые описан случай выявления нового варианта хламидий в России и оценена способность тестов, разработанных и используемых в нашей стране, выявлять этот вариант возбудителя; разработана доказательная база для использования клинических материалов, полученных неинвазивным путем, для диагностики инфекций, передаваемых половым путем.

Определена роль контактных и опосредованных цитокинами взаимодействий между иммунокомпетентными клетками (моноцитами/макрофагами, естественными киллерами) и тканеобразующими клетками (эндотелиальными клетками, клетками трофобласта) в механизмах формирования и развития плаценты при физиологической беременности, а также при беременности, осложненной преэклампсией. (НИИАГ им. Д.О. Отта)

Разработана новая технология оценки функционального состояния человека в клинике и на производстве на основе анализа сложной структуры и нелинейного поведения медленных колебаний кардиоритма. По характеру адаптивной реакции спектральных показателей кардиоритма возможно прогнозирование стресс-устойчивости организма к нагрузке, ортостатической неустойчивости, прогноза успешности деятельности операторов (рис. 34).

Разработана методология, методы и информационно-аналитическая модель оценки распространенности патологии среди населения на основе использования персонализированных баз данных о наличии функциональных и морфологических отклонений, выявленных при обследовании пациентов различными диагностическими методами, и регистрации патологии органов у умерших для совершенствования мониторинга здоровья населения, деятельности диагностических центров, клиник, патологоанатомических и судебно-медицинских служб с целью прогнозирования здоровья населения, определения перспектив медицинской помощи, востребованности медицинских технологий, планирования структурных преобразований в здравоохранении.

Изучен молекулярно-генетический полиморфизм у работников алюминиевого производства, больных флюорозом. Сделан вывод, что наличие гомозигот по нуль-аллелю GSTT1 является фактором риска развития флюороза у работников алюминиевого производства, что в большей степени выражено при развитии остеопороза. Наличие аллеля GSTT1(+) является фактором резистентности к развитию как остеопороза, так и остеосклероза. Полученные данные могут найти применение при формировании групп риска к развитию флюороза, для проведения своевременной диагностики и профилактики потерь здоровья работающего населения. (НИИ КПППЗ)

На основании полногеномного исследования впервые картированы 20 импринтированных локусов генома, нарушения функциональной активности которых через эпигенетические механизмы, ассоциированы с остановкой эмбрионального развития человека. Установлено, что множественные нарушения импринтинга, возникающие в соматических клетках эмбрионов и изменяющие баланс дозы генов материнского и отцовского происхождения, характерны для привычного невынашивания беременности. Эпигенетический статус импринтированных генов может быть использован в качестве нового биомаркера для диагностики наследственных причин и профилактики потерь беременности на ранних сроках, а также для снижения частоты младенческой смертности.

Впервые обнаружен эффект парадоминантного наследования на эпигенетическом уровне при атеросклеротическом поражении сосудов у человека. Установлено, что формирование атеросклеротической бляшки происходит вследствие накопления мутаций в соматических клетках тканей сосудистого русла в ходе онтогенеза. Аналогичные мутации, возникающие в половых клетках, являются летальными. Показано наличие aberrантного метилирования 4 кандидатных генов атеросклероза (*APOM*, *GNAS*, *MPO* и *PNPLA2*) в атеросклеротических бляшках. Полученные результаты позволяют выделить новые молекулярные мишени, значимые для диагностики, профилактики и лечения патологии. (НИИМГ)

Продолжена разработка лекарственного препарата «Средство, снижающего алкогольную мотивацию – Оригинальный противосудорожный препарат Галодиф». Получены приоритетные данные по влиянию данного препарата на специфические рецепторы головного мозга крыс с последующим эффектом снижения потребления алкоголя. Результаты доклинического изучения включены в состав комплекта документов, представляемых в Минздрав России для получения разрешения на проведение клинических испытаний. Разработаны и утверждены фармакопейные статьи предприятия на стандартный образец, на субстанцию и таблетки «Галодиф». Планируется производство активной субстанции препарата «Галодиф» на заводе «ФАРМАМЕД» (г. Санкт-Петербург) и изготовление опытной партии таблеток на Томской фармацевтической фабрике. (НЦПЗ, НИИ фармакологии им. В.В. Закусова, ОАО «Российская венчурная компания», ООО «Синтегал»)

В России проблема побочных эффектов нейролептиков является социально значимой в связи с тем, что около 70–80% больных шизофренией получают терапию традиционными нейролептиками, которые зачастую приводят к развитию двигательных расстройств. Двигательные побочные эффекты осложняют течение основного заболевания, ухудшают качество жизни и являются причиной отказа пациентов от терапии. Разрабатываются технологические основы персонализированной терапии эндогенных психических расстройств на основе идентификации фармакогенетических механизмов лекарственных побочных эффектов фармакотерапии. Результаты являются основой для создания фармакогенетической панели диагностики риска развития побочных эффектов психотропной терапии. (НИИПЗ совместно с Гронингенским Университетом (Нидерланды))

Перспективным направлением в комплексной терапии сердечно-сосудистой патологии является восстановление реологических свойств крови с

применением лекарственных средств, способных уменьшать вязкость крови за счет воздействия на микрореологические параметры. На основе синтетических и природных соединений разработан ряд инновационных лекарственных средств, способных ослаблять агрегацию эритроцитов, повышать их деформируемость, улучшать микроциркуляцию, повышать доставку кислорода тканям. Использование препаратов, обладающих гемореологической активностью, в качестве новой терапевтической стратегии лечения сердечно-сосудистых заболеваний, позволит повысить эффективность их терапии.

Подведены итоги многолетнего изучения закономерностей функционирования системы крови, а также механизмов ее регуляции при действии различных болезнетворных факторов. В исследованиях использованы разнообразные модели патологических процессов (иммобилизационный стресс, кровопотеря, воспаление, цитостатические и лучевые миелосупрессии, экспериментальные энцефалопатии, неврозы, спонтанный лейкоз). Полученные результаты рассматривались с учетом представлений о функционировании кроветворной ткани как единой системы, адекватно реагирующей на изменяющиеся условия внешней и внутренней среды. Анализ накопленного обширного материала позволил авторам сформулировать теорию регуляции кроветворения, характеризующую закономерности функционирования основных отделов гемопоэтической ткани в норме и при патологии, а также разработать ряд препаратов для коррекции нарушений в системе крови путем воздействия как на кроветворные клетки, так и на механизмы их контроля. (НИИФиРМ им. Е.Д. Гольдберга)

Впервые на основе сравнительного анализа полногеномных нуклеотидных последовательностей 40 дальневосточных штаммов вируса клещевого энцефалита (КЭ), обладающих различной вирулентностью, установлена непосредственная связь между участками генома и вирулентностью вируса. Выработаны критерии прогнозирования течения и исхода инфекционного процесса в зависимости от молекулярно-генетической характеристики штаммов вируса и состояния иммунной системы в инкубационном периоде КЭ, что явилось основой для поиска препаратов с противовирусной активностью.

Впервые установлена идентичность и трансконтинентальное распространение в штаммах *Salmonella enteritidis* маркерной плазмиды p1,4 Mda, играющей ведущую роль в заболеваемости населения. Разработан новый способ оценки заболеваемости населения сальмонеллезом, основанный на ежемесячном оперативном молекулярно-генетическом мониторинге возбудителя заболевания.

Разработана технология изготовления геля на основе хитозана и альгината кальция, содержащего гидролизат двустворчатых моллюсков, предназначенного для лечения ран. Подготовлен проект НТД (ТУ «Гель “Тихоокеанский”») и ТИ по изготовлению геля). Установлено, что применение сульфатированных полисахаридов из бурых водорослей (фукоиданов) в комплексе с базисной терапией у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями приводит к нормализации показателей липидного обмена и системы гемостаза, уровня проатерогенных молекул и делает возможным 2-кратное снижение дозы статинов и продолжительности лечения.

Большинство исследований, направленных на разработку средств борьбы с бактериальными инфекциями, фокусируются на поиске химических

веществ с бактерицидной и/или бактериостатической активностью. Однако быстрое формирование множественной антибиотикорезистентности среди наиболее распространенных возбудителей снижает ценность подобных разработок. (НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.П. Сомова)

Показано, что низкотемпературная плазма может служить реальной альтернативой химическим антибактериальным агентам, т.к. обладает выраженным бактерицидным действием. Низкотемпературная плазма становится привлекательным методом для стерилизации и/или деkontаминации поверхностей различного рода, включая поверхностные покровы и слизистые. Возможный потенциал низкотемпературной плазмы как иммуностимулирующего агента позволяет рассматривать более широкие перспективы ее внедрения в практику здравоохранения в качестве терапевтического средства. (ОИВТ РАН, НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Н.Ф. Гамалеи, Max Plank Institute for Extraterrestrial Physics, ГНЦ РФ ИМБП РАН)

Внедрен в практику скорой помощи г. Новосибирска экспресс-тест для ранней диагностики инфаркта миокарда с использованием метода определения сердечного белка, связывающего жирные кислоты «КардиоБСЖК» (рис. 35). (НИИТПМ СО РАМН)

Разработан базовый вариант «Генетической карты здоровья» – программы генетического тестирования, определяющей предрасположенность к развитию различных мультифакторных заболеваний. (ИХБФМ СО РАН)

Разработан препарат моноклональных антител для терапии глиобластомы головного мозга. Показано, что введение разработанного препарата крысам на модели глиобластомы головного мозга приводило к увеличению продолжительности жизни на 50% и полному излечиванию – у 20%, тогда как в контрольной группе животных смертность составляла 100%. Важнейшее значение разработки препаратов для терапии глиобластом головного мозга обусловлено тем, что глиобластома – это низкодифференцированная опухоль головного мозга, характеризующаяся высокой степенью злокачественности, средняя продолжительность жизни после постановки такого диагноза составляет 15 месяцев, а летальность практически равна 100%.

Получена линия клеток, стабильно продуцирующая антитела к белку межклеточных контактов Коннексину 43, ответственному за передачу межклеточного сигнала между здоровыми и опухолевыми клетками.

Разработаны векторные системы на основе липосом, наногелей и наночастиц оксида железа и получен ряд моноклональных антител, выступающих в качестве средства для адресной доставки в опухолевую ткань. Полученные векторные наноконтейнеры после конъюгации с моноклональными антителами показали свою эффективность в терапии и диагностике модельных опухолевых заболеваний, в частности глиобластомы головного мозга крысы.

Получены гибридомы стабильно продуцирующие мышинные моноклональные антитела к нативному фактору роста эндотелия сосудов. На основе полученных моноклональных антител может быть разработана высокочувствительная тест-система для иммуноферментного определения концентрации VEGF в биологических жидкостях. (Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова)

Тераностика – новое направление биомедицины, подразумевающее создание мультифункциональных агентов, сочетающих в себе диагностические

и терапевтические свойства. В рамках развития данного направления разработан модульный подход для создания тераностических наноразмерных агентов нового поколения. Агент включает диагностический, терапевтический и направляющий модули, объединенные в единый комплекс. Получены фотолюминесцентные наночастицы на основе неорганических материалов с уникальными оптическими свойствами, составляющие основу диагностического комплекса. Разработаны методы поверхностной функционализации наночастиц, обеспечивающие стабильность и биосовместимость. С использованием технологии рекомбинантных белков созданы высокоэффективные токсины для использования в качестве терапевтического модуля. Сконструированы белковые направляющие модули, обеспечивающие адресную доставку к опухолевым клеткам. Созданы флуоресцентные модели опухолей человека для *in vivo* и *in vitro* исследований свойств мультифункциональных тераностических агентов. (Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского)

Разработана и успешно апробирована на экспериментальных животных технология комбинированной фотодинамической/фототермической терапии опухолей (рак печени) на основе одновременного облучения опухоли лазерным излучением инфракрасного (808 нм) и видимого (633 нм) диапазонов при введении в опухоль золотых наностержней, функционализированных гематопорфирином. Получено, что одновременное облучение допированной нанокompозитами опухоли излучением лазеров существенно повышает эффективность лечения. (Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского)

Синтезировано семейство биопластиков от высококристаллических термопластов до конструкционных эластомеров, пригодных для получения барьерных пленок и мембран, ультратонких волокон, трубчатых эндопротезов, костнопластических материалов и имплантатов, носителей клеточных культур и систем доставки лекарственных препаратов. Получена научно-практическая основа для масштабирования биотехнологии и становления в России экологически ориентированной отрасли производства материалов нового поколения, необходимых для выпуска высокотехнологичных импортозамещающих изделий для медицины и других сфер. (Сибирский федеральный университет)

Недавнее открытие интерференции РНК (РНКи) – одного из основных механизмов посттранскрипционной регуляции экспрессии генов, дало возможность использовать данный феномен для разработки новых средств, способных эффективно и безопасно подавлять экспрессию и продукцию патогенетически важных генов. Главными преимуществами использования препаратов на основе РНКи являются высокая специфичность и сравнительная дешевизна методики. Синтез олигонуклеотидов в настоящее время вполне доступен и прост в масштабировании.

Создана технология получения лекарственного средства на основе механизма интерференции РНК (механизма, позволяющего контролировать активацию определенных генов и регулировать их функциональную активность). Сконструирован комплекс, состоящий из молекул миРНК и пептида ЛТП (лизин-транспортный пептид), способный подавлять экспрессию провоспалительного цитокина IL-4. С использованием антисмысловых РНК раз-

рабатываются новые противовирусные препараты (против гепатита С, респираторно-синцициального вируса и др., а также для лечения бронхиальной астмы и ее осложнений на экспериментальной модели).

siIL4-89-153/LTP – лекарственное средство (ЛС) для профилактики и лечения бронхиальной астмы, представляет собой препарат, состоящий из молекул миРНК против гена про-воспалительного цитокина IL-4, упакованных в катионные липотрипептиды (LTP) для оптимизации биодоступности молекул миРНК. ЛС специфично подавляет экспрессию и продукцию IL-4, воздействуя на основное звено патогенеза бронхиальной астмы, оказывает мощный противовоспалительный эффект, что позволяет значительно ослабить симптомы БА. ЛС доставляется в нижние дыхательные пути в ингаляционной форме. ЛС безопасен ввиду селективного взаимодействия только с целевыми мРНК и не обладает побочными эффектами. Высокая эффективность, безопасность и невысокая себестоимость олигонуклеотидных препаратов делает их перспективными и конкурентоспособными на рынке антиастматических препаратов. (ГНЦ Институт иммунологии ФМБА России)

Разработана защищенная патентом РФ технология производства живой культуральной вакцины «Вектор-Флю» против пандемического гриппа A/H1N1pdm. Основным преимуществом разработанной технологии является автономность производства, наличие запаса аттестованного стандартизованного клеточного материала для культивирования вакцинного штамма (культура клеток MDCK), возможность быстрого наращивания объемов производства вакцины в условиях подготовки как к эпидемии, так и пандемии гриппа. Замена в производственном цикле куриных эмбрионов, на которых сейчас в России производятся все противогриппозные вакцины, на культуры клеток позволяет исключить в вакцине остаточный яичный белок, на который возможна аллергическая реакция у вакцинированных. Кроме этого, существующие производства гриппозных вакцин ориентированы на птицеводческие хозяйства, которые могут в любое время быть подвергнутыми инфицированию птиц, что отразится на поставке куриных эмбрионов для производства гриппозной вакцины. Уникальность данной технологии заключается в том, что при появлении нового штамма вируса гриппа с пандемическим потенциалом можно в кратчайшие сроки наработать вакцину в больших количествах на стандартизованном субстрате – культуре клеток MDCK.

Вакцина успешно прошла первую фазу клинических исследований, завершен первый этап 2-й фазы клинических исследований, который продемонстрировал хорошую переносимость и низкую реактогенность живой культуральной вакцины «Вектор-Флю» для интраназального применения, а также ее высокую эффективность и способность индуцировать как протективный гуморальный, так и клеточный иммунный ответ у более, чем 80% вакцинированных добровольцев. (ГНЦ вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора)

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Науки о Земле, являясь неотъемлемой частью общего естественнонаучного познания, ориентированы в первую очередь на изучение внутренних и внешних оболочек Земли, особенностей их строения, эволюции и взаимодействия, характера и природы происходящих в них процессов, закономерностей их развития во времени и пространстве. Тесная и неразрывная связь фундаментальных и прикладных исследований проявляется в науках о Земле в том, что все эмпирические сведения, теоретические модели и создаваемые на этой основе прогностические построения так или иначе направлены на решение конкретных и жизненно необходимых для общества задач: устойчивое обеспечение минерально-сырьевыми и водными ресурсами, обеспечение промышленного производства энергоносителями и поиск новых природных источников энергии, прогноз и предупреждение опасных и катастрофических природных и техногенных явлений, понимание причин и механизмов изменения окружающей среды и климата, мониторинг процессов антропогенного воздействия на природу и ее отклика на это воздействие, определение предельно допустимых техногенных нагрузок на среду обитания человека.

Сложность и многофакторность эволюции природных систем вызывают необходимость взаимодействия и сотрудничества ученых самых разных специальностей и профилей, что предопределяет в свою очередь широкое развитие междисциплинарных исследований. Точно так же разномасштабность объектов исследований от Земли в целом, как планеты, до отдельных ее оболочек, слоев, минералов и наночастиц, предполагает использование широчайшего спектра аналитических средств: от астрономических и геофизических наблюдений и мониторинга до прецизионных физических и химических методов. В соответствии с этим, а также с учетом задач и проблем, выдвигаемых меняющимися экономическими и геополитическими обстановками в стране и мире, происходят изменения как в выборе приоритетов, так и в развитии научных направлений, закрепленных в Программе фундаментальных научных исследований государственных академий на 2013–2020 гг.

В числе приоритетных направлений развития научных исследований в интересах Российской Федерации, определенных Президентом РФ и Правительством страны на ближайшие годы, указано изучение и освоение Арктики. Повышение роли Арктического региона для экономического развития и обеспечения безопасности России требуют ускорения решения научно-технических задач освоения Арктики, при этом многие проблемы должны решаться и решаются науками о Земле.

Понимание особой стратегической важности этого направления в развитии страны определило тематику специальной научной сессии Общего собрания членов РАН 16 декабря 2014 г., посвященного научно-техническим проблемам освоения Арктики. В числе 13 докладов сессии семь были сделаны представителями Отделения наук о Земле РАН. В этих докладах был показан широкий спектр современных знаний об истории эволюции региона, его энергоресурсах, запасах минерального сырья, включая углеводороды; биологические ресурсы, состояние ледового покрова и оледенения в целом,

проблемы мерзлоты и изменения климата. Показана сложность тектонического строения дна Северного Ледовитого океана и недостаток фактических данных для адекватного восстановления его геодинамической истории, на основании чего сделаны рекомендации по расширению комплексных геолого-геофизических исследований региона. Важнейшим для страны является проблема нефтегазоносности территорий и акваторий Российской Арктики. Сделанная сводная оценка нефтегазоносности арктических территорий и акваторий и перспектив их освоения показала, что в этом отношении территории и акватории различаются незначительно, но при этом геолого-геофизическая изученность восточных акваторий намного отстает от западных и здесь требуется срочная организация разведочных работ. Такие работы должны повысить достоверность оценок нефтегазоносности и уточнить соотношения ресурсов нефти и газа, что даст возможность обоснованного выбора первоочередных объектов поисковых работ и минимизировать риски. Кроме того, в докладах была четко показана очевидная целесообразность срочной организации переработки нефти в местах, приближенных к эксплуатации месторождений. Россия может стать крупнейшим производителем нефтегазохимической продукции для устойчивого обеспечения как внутренних потребностей, так и для экспорта.

Арктика может играть особо важную роль и в восполнении запасов стратегических металлов: в Российском секторе находится около 10% активных мировых запасов никеля, около 19% металлов платиновой группы, 10% титана и более 3% цинка, кобальта, золота и серебра, а также редкоземельных металлов. Перспективы их освоения, помимо масштабов запасов и разнообразия руд, актуальны также в силу близости к Северному морскому пути и наличия крупных судоходных рек, что существенно повышает рентабельность разработки этих месторождений. По итогам выполненных исследований в этом отношении также сформулированы первоочередные задачи развития региона.

Однако Арктика – это не только богатые недра, это и среда обитания разнообразных морских и сухопутных животных, ледяные поля и ледники, климат, который оказывает определенное влияние на южные регионы. Одним из важных природных компонентов Арктики является ее криосфера, включающая наземное оледенение, морские льды и многолетнемерзлые толщи. В связи с колебаниями современного климата состояние и положение криосферы испытывает серьезные изменения, отражающиеся на многих элементах окружающей среды, а в последние десятилетия и на хозяйстве северных территорий. Наиболее ярким свидетельством этих изменений является быстрое сокращение площади распространения и объема морских льдов. Некоторые исследователи полагают, что возможно во второй половине XXI в. акватория будет полностью освобождаться ото льда в летне-осенние месяцы. Такие оценки позволяют надеяться на более активное освоение Северного морского пути как мощной транспортной магистрали, важной для строительства новых рудников, нефтяных вышек и сопутствующей этому развитию инфраструктуры северных населенных пунктов. С другой стороны, это неизбежно может привести к повышению ветро-волновой активности, что вызовет значительные затруднения для прохода судов и, что не менее

важно, усилит разрушение береговой зоны, сложенной многолетнемерзлыми породами. Возможно также повышение повторяемости опасных явлений – штормов, нагонов и др. Потепление вызывает деградацию ледников, покрывающих острова Северного Ледовитого океана, усиление образования айсбергов, которые представляют серьезную опасность не только для судоходства, но и для функционирования сооружений в шельфовой зоне морей. Не менее серьезные изменения происходят и в зоне вечной мерзлоты – криолитозоны. Учеными накоплен большой объем фактических данных о ее пространственном распространении, тепловом состоянии, о льдистости отложений, структуре и других физических свойствах и их изменениях. Последние исследования пролили свет и на природу газовых гидратов, которые существуют в толще мерзлоты на разных глубинах и вне ее зоны. Запасы газа в таких структурах могут быть сопоставимы с запасами традиционного природного газа. Наконец, широкий общественный интерес вызвали явления образования гигантских воронок (провалов) в зоне мерзлоты. Многие до конца еще не понятые явления, происходящие здесь, требуют проведения более детальных и крупномасштабных полевых исследований. Важным фактором функционирования природы Арктики являются техногенные воздействия, которые здесь чрезвычайно сильны в силу хрупкости и высокой ранимости экосистем и ландшафтов арктической полярной зоны. Наиболее болезненная форма этого воздействия – значительное загрязнение региона, последствия которого пока еще слабо изучены.

Современная наука не только накопила большой объем знаний о природе Арктики, но и выявила существенные пробелы. Арктический вектор развития, указанный руководством страны, обязывает науку расширить и углубить исследования с целью своевременного обнаружения новых явлений и объяснения происходящих процессов как при потеплении, так и при похолодании климата, а также при техногенных воздействиях.

В этой связи важно отметить те конкретные результаты по проблемам Арктики, которые уже получены российскими учеными, работающими в области наук о Земле:

сделано новейшее обобщение материалов по современной тектонической структуре Российского сектора Арктики. Выполнены палеотектонические реконструкции, позволяющие понять геологическую историю Арктического региона с неопротерозоя до настоящего времени. Выполненные работы вносят значительный вклад в обоснование заявки России в ООН на расширение зоны ее экономического влияния; (ИНГГ СО РАН)

созданы новые модели геологического строения и дана оценка перспектив нефтегазоносности арктических регионов Сибири, разработаны рекомендации по освоению ресурсов углеводородов арктических территорий и акваторий России. В частности, выполнена оценка перспектив нефтегазоносности континентального сектора Сибирской Арктики, Карского моря и моря Лаптевых, осуществлены палеогеографические реконструкции для юры и мела Западно-Сибирского осадочного бассейна, являющиеся основой для выделения и картирования нефтегазопроизводящих пород; (ИНГГ СО РАН)

на основе результатов морских исследований в Арктике экспериментально подтверждено явление массированного выброса метана на арктическом

шельфе и установлено наличие «метановых окон» в отдельных районах Восточно-Сибирского моря и моря Лаптевых, с которыми связаны интенсивные потоки метана, оказывающих существенное влияние на климат планеты; (ТИГ ДВО РАН, ИО РАН)

в результате изучения осадков оз. Эльгыгытгын (Чукотка) получены новые данные о климате плиоцена и раннего плейстоцена в интервале от 2,2 до 3,6 млн л. назад, что важно для анализа современных изменений климата. Установлено, что в этот период Арктика была очень теплой, хотя содержание CO_2 в атмосфере незначительно превышало современное. Установлен ступенчатый характер изменений климата при переходе от плиоцена к плейстоцену – этот интервал охватывал и теплые, и холодные орбитальные циклы, и совпадал с продолжительным (1,2 млн лет) периодом, когда на Западной Антарктиде отсутствовал ледовый покров. (СВКНИИ ДВО РАН)

Одновременно с приоритетными исследованиями в институтах ФАНО, находящихся под научно-методическим руководством Отделения наук о Земле РАН, активно проводились и плановые научные изыскания, соответствующие направлениям Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 годы.

Направление «Геодинамические закономерности вещественно-структурной эволюции твердых оболочек Земли» охватывает вопросы выяснения источников, сил и механизмов реализации тектонических движений в недрах планеты. Здесь наиболее значимые исследования связаны, с одной стороны, с модельными обобщениями по строению и эволюции значительных сегментов Земли, а с другой, с их приложением к решению ряда актуальных практических задач геологии.

В рамках такой относительно молодой дисциплины, как глубинная геодинамика, синтезирующей данные геолого-геофизических, петрологических и изотопно-геохимических исследований и возможности численного и физического моделирования, удалось существенно продвинуться в понимании способов и механизмов перераспределения масс в литосфере и мантии через комбинацию конвективных и адвективно-плюмовых процессов. В частности, такие актуализированные представления о роли верхнемантийной конвекции в геодинамической эволюции Арктического региона, вместе с новейшими данными по современной тектонической структуре российского сектора Арктики и палеотектоническими реконструкциями, легли в основу принципиально новой модели его глубинного строения, предложенной коллективом ведущих российских ученых (академики РАН Н.П. Лаверов, Н.Л. Добрецов; члены-корреспонденты РАН Л.И. Лобковский, В.А. Верниковский и др.). Эта модель, вместе со свидетельствами существования фрагментов континентальной коры в пределах центрального сегмента Северного Ледовитого океана (хребет Ломоносова, поднятие Альфа-Менделеева, котловины Подводников и Макарова) и доказательствами их пространственно-генетических связей со структурами Евразийского континента, включена в качестве составной части обновленной заявки России в Комиссию ООН по установлению внешней границы континентального российского шельфа в Арктике.

Понимание геодинамической значимости процессов вещественных преобразований в земной коре и верхней мантии с участием тектонических

деформаций и флюидных потоков привело к обоснованию оригинальных моделей объемно локализованных разнонаправленных изменений плотности мантийно-корового вещества, ответственных либо за быстрое погружение блоков коры, либо за их подъем при разуплотнении метаморфогенного корового вещества (член-корреспондент РАН Е.В. Артюшков). С помощью этих моделей предприняты попытки объяснить, с одной стороны, факты опускания в течение кайнозоя обширных участков континентальной суши (прибрежные акватории Арктики), а с другой стороны очень быстрый (1–3 млн лет) подъем горных областей на континентах (Гималаи и т.п.).

Среди результатов исследований данного направления, имеющих отчетливо практическое приложение, можно отметить новейшие сведения о тектоническом строении осадочного чехла Туранской плиты, полученные на основе сейсмо-стратиграфического анализа домезозойских структурно-формационных комплексов. Это позволило выявить закономерности размещения нефтяных и газовых месторождений относительно структурных элементов осадочного чехла. (ГИН РАН) Важное значение особенностям тектонического строения и геодинамической эволюции отводится и при выявлении перспективных прогнозных площадей на стратегическое минеральное сырье (Ni, Co, Pt, Au, Fg, Mb, Pb, U). Так, для области сочленения Центрально-Азиатского пояса и Алдано-Станового щита выявлена пространственно-временная корреляция между тремя металлогеническими эпохами и этапами масштабных коллизионно-сдвиговых процессов в регионе, что позволило разработать новые поисковые критерии. (ИТИГ ДВО РАН) Составленная впервые тектоническая карта территории Дагестана масштаба 1: 500 000 может рассматриваться как основа для корреляции выявленных месторождений полезных ископаемых с элементами тектонической структуры и обоснования их потенциальных проявлений в регионе в связи с тектоническими событиями. (ИГ ДаГНЦ РАН)

Направление «Фундаментальные проблемы развития литогенетических, магматических, метаморфических и минералообразующих систем» охватывает наиболее актуальные вопросы и проблемы строения, вещественных преобразований и состава внутренних оболочек Земли. При этом развитие научных исследований и получение значимых результатов основано на тесной взаимосвязи аналитических работ, выполненных на природных объектах, и экспериментального и числового моделирования минерально-парагенетических систем, приближенных по ряду параметров к природным. Большое внимание уделяется выявлению пространственно-генетических взаимосвязей магматических, метаморфических, литогенетических и минералообразующих процессов с геодинамическими обстановками и условиями их проявления, а также изучению роли флюидов в этих системах и их влиянию на эволюцию вещества земной коры и мантии.

В изучении литогенетических систем интересны результаты, связанные с проявлениями флюидных транскоровых потоков на площадях осадконакопления. В частности, в этом ключе на основе анализа условий и геохимии современного осадконакопления в Чукотском море разработана модель формирования палеозой-мезозойских малоуглеродистых черносланцевых толщ северо-востока Азии. Показано, что накопление осадков, обогащенных органическим

веществом (2,0–2,5%) и с аномальными содержаниями металлов, в том числе благородных, происходит в зоне современного растяжения земной коры, где в формирующихся прогибах при активизации процессов дефлюидизации возникают аноксидные обстановки. (ТОИ ДВО РАН) В этом же отношении не менее значимы новые данные о преобразовании минерального и химического состава осадочного покрова под воздействием гидротермальных процессов в срединно-океанических хребтах, а также о трансформации состава рудообразующего раствора при его прохождении сквозь осадочный покров. В результате установлено перераспределение макро- и микроэлементов, включая редкоземельные элементы, в осадках при их гидротермальном изменении. Также предложена новая схема типизации постседиментационных преобразований терригенных пород и ранжирования литогенетических процессов с учетом влияния на них геодинамических факторов формирования флюидно-породных систем континентов и их окраин в палеозое, мезозое и кайнозое. (ГИН РАН)

В магматической и метаморфической петрологии заслуживающие внимания результаты связаны с изучением изотопных характеристик систем, особенностей процессов плавления в условиях контаминации расплавов и роли флюидных потоков в концентрации рудных элементов. Так, выявлены общие закономерности в поведении редких элементов в процессах парциального плавления пород при метаморфизме гранулитовой и амфиболитовой фации, и показано, что это поведение регулируется коэффициентами их разделения между твердыми фазами и расплавом. Завершен цикл работ по изучению низкотемпературных зон флюидной проницаемости и метасоматоза. Опубликованы результаты определения изотопного возраста метаморфизма и рудообразующего метасоматоза на орогенных месторождениях и проявлениях золота в низкотемпературных сдвиговых зонах Фенно-Карельского кратона. На основе Rb-Sr и Sm-Nd изотопной систематики перовскита, апатита и титанита, которые являются главными концентраторами REE и Sr в щелочно-ультраосновных породах, показано, что изотопно-геохимические особенности (Sr, Nd) этих пород во многом обусловлены коровой контаминацией в ходе подъема родоначальных для них расплавов к поверхности и их кристаллизации в магматических камерах. (ИГГД РАН)

Успехи в изучении минеральных систем зафиксированы открытием более 25 новых минералов, утвержденных Комиссией по новым минералам, номенклатуре и классификации Международной минералогической ассоциации. (Минмузей РАН, ИГЗ УрО РАН)

Направление «Периодизация истории Земли, определение длительности и корреляции геологических событий с использованием методов геохронологии, стратиграфии и палеонтологии» составляет базу современной геологии и обеспечивают понимание эволюционных особенностей внутренних оболочек Земли в многофакторном пространстве геологической истории. Исследования по этому направлению привносят координату времени во все изучаемые явления, позволяют выстраивать и уточнять шкалу естественно-эволюционных событий, обеспечивают возможность их датирования и измерения скоростей геологических процессов. Реперами такой шкалы служат данные абсолютного геохронологического датирования целого ряда изотопных систем.

Среди значимых результатов здесь следует отметить следующие:

в рамках исследований по детализации общей стратиграфической шкалы верхнего протерозоя России обоснована новая модель размещения аэробных и анаэробных обстановок в раннерифейском палеоокеане и определено влияние латеральной смены этих обстановок на таксономический состав микробиот; уточнен изотопный возраст рифейских отложений в опорных разрезах Сибири и восстановлена истории формирования крупных оледенений Земли;

уточнен и детализирован ряд стратиграфических схем фанерозойских бассейнов Евразии. Осуществлена типизация разных палеоакваторий с выделением открытых, шельфовых и эпиконтинентальных бассейнов и выявлена специфика составления стратиграфических схем в зависимости от типов бассейнов;

подготовлена Региональная стратиграфическая схема палеогена Поволжско-Прикаспийского региона и объяснительная записка к ней. Границы ярусных стратонів установлены биостратиграфическими методами в свете международных решений о точках глобальных стратотипов границ. Схема с 2015 г. будет использована при работах по созданию геологических карт нового поколения; (ГИН РАН)

установлены уральские эталонные разрезы и обосновано положение в них границ ярусов нижнего отдела Пермской системы с использованием методов радиоизотопного датирования по цирконам, анализа изменения стабильных изотопов углерода и кислорода и детального изучения ископаемых организмов, что позволило решить основные проблемы зональной стратиграфии. Результаты одобрены Международной подкомиссией по стратиграфии Пермской системы. (ИГГ УрО РАН)

На основе анализа стратиграфического распространения видов-индексов граптолитовых и конодонтовых зон маркеров нижних границ ярусов и видов-индексов южно-сибирских последовательностей в ордовикских разрезах западной части Алтае-Саянской складчатой области (АССО) выделено 12 реперных уровней границ всех ярусов нового стандарта Международной стратиграфической шкалы ордовика. Ордовик АССО, наряду с ордовиком Сибирской платформы, может рассматриваться как ключевой объект с выявленными межрегиональными корреляционными уровнями для современной оценки хроностратиграфического положения границ стратонів азиатских и арктических регионов России.

Для отложений юры и мела севера России построена опорная для бореальных районов кривая вариаций изотопов углерода, откалиброванная относительно биостратиграфических реперов и новой версии магнитостратиграфической последовательности; на основе комплексирования био-, хемо- и магнито-стратиграфических данных определен оптимальный для бореально-тетических корреляций интервал положения границы юры и мела. (ИНГГ СО РАН)

Для задач прецизионной хронологии метаморфических процессов на основе породообразующих минералов разработан новый метод, принципиально отличающийся от принятого в зарубежных лабораториях, использующих для определения возраста так называемые изохроны выщелачивания, и получаю-

щих изотопный состав для растворенных фаз (включения, обрастания), но не данные для минерала-хозяина. В предлагаемом методе используются остатки после выщелачивания включений, что обеспечивает измерение реального возраста порообразующего индикаторного минерала. (ИГГД РАН)

Направление «Динамика и механизмы изменения ландшафтов, климата и биосферы в кайнозое, история четвертичного периода» имеет своей основной целью сопоставление наблюдаемых современных глобальных климатических изменений с вариациями аналогичных процессов в недалеком (в геологическом масштабе) прошлом. Предполагается, что выяснение динамики и механизмов изменения ландшафтов, климата и биосферы в кайнозойский и четвертичный периоды, поиски закономерностей, цикличности и причин этих событий в предшествующие эпохи дадут возможность более четко прояснить особенности современных явлений.

По этому направлению за отчетный период получены следующие заслуживающие внимания результаты.

Реконструкции на основе палеофлористических методов показали, что по продолжительности господства типичны межледниковые климатические условия. По главным трендам изменения температур в течение межледниковья, по темпам и амплитудам этих изменений, а также по характеру географической дифференциации средних температур наиболее холодного и наиболее теплого месяцев в фазу климатического оптимума микулинское межледниковье (около 125 тыс. лет назад) было подобно современному межледниковью (голоцену). Для лихвинского межледниковья (около 350 тыс. лет назад) выявлен ряд важных отличий от голоцена. На этом основании сделан вывод о предпочтительном использовании микулинского (земского) межледниковья как палеоаналога при создании сценариев состояния климата и экосистем при дальнейшем развитии глобального потепления. (ИГ РАН)

Впервые детально проведенная корреляция результатов диатомового и палинологического анализа донных отложений Азовского моря за последние 3 тыс. лет показала взаимную связь морских и наземных процессов, происходящих в бассейне Азовского моря. Причем трансгрессивные фазы сопровождаются общим увлажнением условий, а регрессивные напротив сопряжены с аридизацией климата. (ИАЗ ЮНЦ РАН; ЮНЦ РАН)

Изучены некоторые природные события последнего позднеледниковья, являющегося переходным рубежом от оледенения к межледниковью. В Прикаспии была установлена сложная гидрологическая история разнонаправленных изменений уровня Каспия, свойственная трансгрессивному этапу, продолжающемуся в настоящее время. Эти гидрологические события отличались кратковременностью, экстремальностью и как линейным, так и нелинейным типом проявления. Их связи с изменениями палеоклимата не обнаружено. Это позволило предполагать связь проявления экстремальных гидрособытий с импульсами геодинамических процессов, оказывавших влияние на изменение объема каспийской впадины и на динамическое состояние подземной гидросферы. В результате исследований создана оригинальная схема изменений уровня Каспия в позднем квартере, включая современность. (ГИН)

На основе детальных комплексных исследований разрезов отложений Байкальского региона установлены эпохи активизации экзогенных процес-

сов и почвообразования в позднеледниково́е и голоцене. В границах этапов (эпох) выделяется несколько фаз смыва, размыва, седиментации и почвообразования. (ИГ СО РАН)

Гидрогеохимические исследования холодного кислого источника и гидротерм с выходами у береговой линии Байкала позволили прогнозировать возникновение локальных аномалий Mn, Al, Co, Ni, Zn, Cd, REE и Y в донных осадках Байкала. Изучение аккумуляции и биомагнификации Cd, Hg, Pb, As и Se в воде, планктоне, бентосе и рыбах оз. Байкал позволило определить особенности и закономерности поведения этих элементов, которые могут быть использованы для выявления возможных источников загрязнения экосистемы озера. (ИГХ СО РАН)

Установлены особенности биоразнообразия млекопитающих Восточной Европы в наиболее холодный интервал позднего плейстоцена (максимум последнего оледенения) и в климатический оптимум голоцена. Показано принципиальные различия биоразнообразия млекопитающих в холодный этап (оледенение) и в наиболее теплый этап (термический оптимум голоцена) рассматриваемого периода. (ИГ РАН)

Направление «Физические поля, внутреннее строение Земли и глубинные геодинамические процессы» охватывает ряд ключевых проблем, связанных с происхождением и пространственно-временными особенностями проявления геофизических полей (главного геомагнитного поля, электромагнитного, гравитационного, теплового), комплексной интерпретацией данных по физическим полям в целях изучения неоднородностей недр Земли, использованием методов космической геодезии и математического моделирования для изучения современной динамики Земли. Отличительной особенностью современных исследований является глубокий синтез данных специальных наблюдений и экспериментальных лабораторных данных с результатами теоретических построений и, в особенности, с численными моделями. Развитие методов интерпретации геофизических данных позволяет сузить границы неопределенности и выбрать оптимальные модели строения земной коры и верхней мантии.

Достигнуты значительные успехи в области исследования поведения геомагнитного поля. Разработана информационная технология для распознавания пульсаций и техногенных аномалий в наблюдениях магнитограмм. Реализовано моделирование векового хода магнитного поля Земли по наземным наблюдениям. Осуществлено развертывание новых геомагнитных обсерваторий стандарта ИНТЕРМАГНЕТ с целью получения экспериментальных данных по магнитному полю Земли. В 2014 г. введен в строй Российско-украинский центр геомагнитных данных, являющийся ядром российско-украинского сегмента международной сети геомагнитных наблюдений высшего стандарта качества ИНТЕРМАГНЕТ (<http://geomag.gcras.ru/>); значительно расширена сеть геомагнитных обсерваторий международного стандарта ИНТЕРМАГНЕТ на территории РФ. Введены в строй геомагнитные обсерватории «Климовская» (Архангельская область) и «Бор» (Красноярский край). (ГЦ РАН)

Построена полоса допустимых значений плотности в мантии и внешнем жидком ядре, а также параметров добротности и функции крипа в мантии

и внутреннем твердом ядре по данным о собственных колебаниях Земли, нутации и приливах. При анализе приливных данных учитывались гравиметрические эффекты атмосферы, диссипации, а также зависимости гравиметрического и наклономерного факторов от широты. Рассчитаны процессы конвективной неустойчивости литосферы для реологической модели неустойчивившейся ползучести с учетом зависимости от температуры. (ИФЗ РАН)

На основе анализа разномасштабных сейсмотомографических исследований на Камчатке и Японии обоснована многоуровневая система миграции расплавов и флюидов над погружающейся океанической плитой в зонах субдукции. С учетом петрологических данных показаны возможные физико-химические сценарии эволюции расплавов в зонах субдукции с образованием самостоятельных кальдеробразующих андезитовых и/или базальтовых вулканов. В качестве преобладающей модели обоснована горячая зона субдукции, в которой достигается температура 1000–1100 °С на глубине 180 км, что подтверждается данными по Кокчетавской зоне в Казахстане. (ИНГГ СО РАН)

Впервые на основе высокопроизводительных параллельных вычислений электромагнитных полей на многоядерных графических ускорителях в электропроводящих горных породах, данным разработанного комплекса скважинной электрометрии и лабораторных исследований керна определены диэлектрические спектры и установлена анизотропия электропроводности пиритисто-углеродистых карбонатно-глинисто-кремнистых трещиноватых отложений баженовской свиты. (ИНГГ СО РАН)

Для территории северо-восточного сектора Европы, включающего часть Восточно-Европейской платформы, Тимано-Печорский и Северо-Уральский регионы, выполнено изучение структурных особенностей гравитационного и магнитного полей, и на этой основе построены карты аномалий этих полей, связанных со строением земной коры. (ИГ УрО РАН)

В направлении «Закономерности формирования минерального, химического и изотопного состава Земли, космохимия планет и других тел Солнечной системы, возникновение и эволюция биосферы Земли, био-геохимические циклы и геохимическая роль организмов» исследования успешно развивались по таким дисциплинам как космохимия и сравнительная планетология, метеоритика, изотопная, экспериментальная и физическая геохимия, геохимия и петрохимия пород ранних этапов формирования Земли.

Несмотря на объективные трудности последнего времени в реализации проектов по изучению планет и тел Солнечной системы (неудача проекта Фобос-Грунт) активно ведутся работы, связанные с лунной программой, с подготовкой российской экспедиции Луна-Глоб. Так, на основании изучения детальных изображений и цифровых моделей рельефа днища кратера Богуславский (73° ю.ш., 43° в.д., D = 100 км) в южной полярной области Луны составлена геологическая карта этого района и определено положение двух эллипсов посадки 15 × 30 км для российской экспедиции Луна-Глоб. Исследованы геология района, частотное и пространственное распределения уклонов поверхности, а также частотно-размерное распределение камней в предполагаемых местах посадки. Анализ показывает, что наиболее вероят-

ным веществом, которое может быть встречено в месте посадки, являются породы, вероятно, древнейшего лунного бассейна South Pole-Aitken. Таким образом, в месте посадки может быть обнаружено вещество, характеризующее самые древние эпизоды геологической истории Луны. (ГЕОХИ)

Рассмотрена модель образования системы Земля–Луна из газо-пылевого облака, альтернативная теории твердотельной аккреции. Предложен ряд геохимических аргументов и проведено численное моделирование эволюции сгущения. Разработана система аналитических уравнений сжимаемой среды для самогравитирующего сфероида с учетом термодинамических и геохимических ограничений, следующих из состава пород Луны и Земли. На основе конверсии скоростей сейсмических волн и стационарной модели теплопроводности установлены ограничения на тепловой режим Луны для модели магматического океана. Определены тепловые потоки с поверхности, области распределения температуры, мощности тепловых источников (концентрации урана) в мантии Луны, удовлетворяющие геофизическим ограничениям в верхней мантии, а также условиям подплавления мантийного вещества в окрестности ядра. (ГЕОХИ)

Продолжены исследования о строении и эволюции и других планет Солнечной системы. На основе численных оценок Р-Т условий в солнечной небуле и протоспутниковом диске Сатурна, а также экспериментальных данных компонентного и изотопного состава ($^{14}\text{N}/^{15}\text{N}$, $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ и D/H) комет, атмосферы Титана, предложена термодинамическая модель образования азотной атмосферы Титана (ГЕОХИ). Впервые проведено моделирование радиального сжатия пылевого слоя в протопланетном диске с учетом объединения пылевых частиц при столкновениях и потери массы на фронте испарения льда и получено, что между зонами формирования Марса и Юпитера плотность вещества была слишком мала для образования пылевых сгустков и планетезималей. Это значимый результат, способствующий пониманию причин отсутствия планеты между Марсом и Юпитером. (ИФЗ РАН)

В области метеоритики наиболее яркое достижение в отчетный период связано с исследованиями вещества Челябинского метеорита. Прецизионные измерения изотопных отношений кислорода ($^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$, $^{17}\text{O}/^{16}\text{O}$) из образцов силикатной матрицы, серы ($^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$, $^{33}\text{S}/^{32}\text{S}$) во включениях сульфидных минералов и углерода ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$) из органических включений, а также элементный анализ позволили установить принадлежность данного метеорита к хондритам группы LL5. Методами Рамановской спектроскопии обнаружены зерна карбонатов. Метеорит содержит значительное (около одной трети объема) количество ударно-расплавного материала. Результаты комплексного изучения позволяют предположить, что ударное событие в истории образования метеорита произошло приблизительно 290 млн лет назад. (ГЕОХИ РАН, ДВГИ ДВО РАН, ИГ КомиНЦ РАН)

Согласно существующим моделям формирования Земли в процессах ранней дифференциации происходило разделение ее первичного вещества с образованием Fe-Ni ядра (с примесью легких элементов H, C, S, O, Si и др.) и силикатной мантии. Важную роль в этих процессах принадлежала равновесиям, протекающим в системе Fe-Ni-S-C-O и ее особенности – несмесимости между Fe-металлическим и Fe-сульфидным расплавами. Впервые изучено

влияние физико-химических условий – T , P и состава системы на расслоение расплава Fe-Ni-S-C-O состава. Определены их составы, коэффициенты распределения металлов между сосуществующими расплавами. (ИЭМ РАН)

Существенный вклад в данное направление вносят и работы в области экспериментальной геохимии, петрологии и минералогии. Экспериментальные исследования, проведенные при высоких температурах и давлениях (интервал давлений 7,5–12 ГПа и температур 900–1400 °C) впервые показали возможность формирования щелочно-карбонатитовых расплавов в результате частичного плавления материала океанической коры. Установлены фундаментальные закономерности распределения редкоземельных металлов в карбонатитах крупнейшего в мире ультраосновного-щелочного комплекса Полярной Сибири. Экспериментально получены нанодиамазы при возбуждении кавитации в углеводородных жидкостях разного состава. Получены две фазы углерода: алмаз и N-алмаз. (ГЕОХИ РАН)

Направление «Рудообразующие процессы, их эволюция в истории Земли, металлогенические эпохи и провинции и их связь с развитием литосферы; условия образования и закономерность размещения полезных ископаемых» – одно из важнейших в науках о Земле и наиболее ярко выражает тесную связь фундаментальных исследований и насущных народно-хозяйственных задач. Практические успехи в этом направлении напрямую зависят от усилий ученых по совершенствованию теорий рудогенеза, принципов и методов изучения источников и механизмов концентрирования полезных ископаемых, от знаний особенностей их последующей эволюции в изменяющихся глубинных условиях. С учетом этого развиваются геологические, геофизические и изотопно-геохимические подходы к проблемам прогнозирования металлогенических провинций, месторождений традиционных, стратегических и новых видов минерального сырья, благороднометалльного и редкометалльного оруденения.

Особого внимания требует научное обеспечение расширения минерально-сырьевой базы стратегических видов полезных ископаемых, среди которых важнейшую роль месторождения редких (Re, Rb, Cs, Li, Be, Nb, Ta, Zr, Hf) и редкоземельных элементов (La, Ce, Y и др.). В настоящее время выявлены процессы, ответственные за их образование, разработаны модели возникновения таких месторождений, разработаны алгоритмы прогноза и поисков месторождений золота, связанных с интрузивами гранитоидов, золото-медно-порфировых месторождений, молибден-порфировых месторождений, месторождений вкрапленных сульфидных руд, золото-полиметаллических месторождений и силикатных оловорудных месторождений (ИГЕМ РАН). Обоснованы возможности получения редкоземельных металлов (РЗМ) как побочного продукта разработки лопаритовых руд Ловозерского месторождения (Кольский п-ов), в которых их сумма в отдельных зонах достигает 35%, а неодима до 5%. Необходимо иметь в виду, что лопарит является также источником ниобия (8%), тантала (0.7%), Ti (39%) и радиоактивных элементов (Th – 0.7%, U-десятые доли %). Проводятся работы по экспертной оценке рудного потенциала стратегических металлов в ультраосновных, щелочно-карбонатитовых, гранитных комплексах России с целью расширения минерально-сырьевой базы России на стратегическое сырье.

В качестве объектов изучения выбраны крупнейшие щелочно-карбонатитовые провинции Российской Арктики – Кольская, Маймеча-Котуйская (Полярная Сибирь), Алданская, Сибирская трапповая провинция, гранитоиды Кольского региона, Дальнего Востока. (ГЕОХИ РАН)

Получены новые данные о закономерностях распределения и минералах-концентраторах рассеянных элементов: индия, германия, теллура, скандия, редкоземельных металлов, металлов платиновой группы, играющих важнейшую роль в создании новых материалов в оборонной и инновационных высокотехнологичных отраслях. Эти данные могут служить основой для разработки новых технологий извлечения ценных попутных компонентов, что значительно повысит рентабельность разработки месторождений и, в конечном счете, приведет к изменению положения на рынке высокотехнологичных металлов. (ИГЕМ РАН)

Предложенная физико-химическая модель рудного этапа формирования месторождений «сухоложского типа» демонстрирует механизм формирования золотого оруденения в результате преобразований в трещиноватой зоне при прохождении катагенного флюида через черные сланцы с последующим резким снижением температуры от 375 до 190 °С и давления от 2100 до 300 бар. Модель является базовой для месторождений золота метаморфогенно-гидротермального типа. (ИГХ СО РАН)

Разработан минералогический метод, позволяющий на основе типоморфных признаков россыпного золота обосновать комплекс морфогенетических и минералого-геохимических критериев для определения генезиса россыпной золотоносности и формационных типов коренных источников в платформенных областях, перекрытых мощным чехлом МZ–KZ отложений, где традиционные методы поиска месторождений золота не эффективны. (ИГАБМ СО РАН)

Созданы геоинформационные ресурсы, позволяющие разработать новые металлогенические схемы развития конкретных регионов, а на их основе проводить прогнозы перспективных для обнаружения новых месторождений территорий. Выявлены главнейшие эпохи рудообразования и металлогенические эпохи. Сделан вывод о том, что образование металлогенических провинций и эпох происходило прерывисто в истории Земли и связано с крупными геодинамическими перестройками, такими как наращивание континентов, благодаря процессам аккреции и коллизии. В целом ряде случаев рудообразование контролируется мантийными плюмами. Это позволило выделить металлогенические провинции, перспективные для обнаружения в них нетрадиционных типов месторождений. (ГГМ РАН, ИГЕМ РАН)

Направление «Геология месторождений углеводородного сырья, фундаментальные проблемы геологии и геохимии нефти и газа, научные основы формирования сырьевой базы традиционных и нетрадиционных источников углеводородного сырья» непосредственно связано с проблемой ресурсного обеспечения топливно-энергетического и промышленного комплекса страны и, таким образом, играет жизненно важную роль для России. Учеными Российской академии наук обоснован сценарий преимущественно ресурсно-инновационного развития экономики страны в ближайшие 10–15 лет, который включен в проект «Энергетической стратегии России до 2035 г.». (ИНГГ СО РАН, ИПНГ РАН)

Выполнен анализ долгосрочных и среднесрочных факторов и прогноз сценариев развития глобальной энергетической системы. Сформулированы глобальные закономерности мировой энергетики. Выполнен прогноз добычи и потребления основных энергетических ресурсов и изменения структуры их потребления в XXI в. Показано, что в XXI в. отчетливо проявится конечность доминантных энергетических ресурсов – нефти, газа и угля, и это обстоятельство должно определять энергетическую политику развитых и развивающихся стран, выбор приоритетных направлений развития науки, необходимость установления нового энергетического порядка в мире. Увеличение населения Земли, рост экономик развивающихся стран, приводит к перманентному увеличению потребления энергии и всех без исключения энергоносителей. В связи с ограниченностью количества ископаемых энергоносителей уже к 2020–2030 гг. человечество может столкнуться с проблемами в добыче традиционной нефти. Для традиционного газа пик мировой добычи может быть достигнут в 2040–2050 гг. (ИНГГ СО РАН)

В этой связи на передний план выходят задачи по расширению научно обоснованных прогнозных исследований в области нефтегазовой геологии и геофизики. Помимо приведенных выше сведений о проблемах и перспективах освоения арктических акваторий в целом, данное направление расширяется за счет научных разработок по вопросам строения и потенциальной нефтегазоносности отдельных провинций. В частности, в отчетном году выполнено моделирование процессов осадконакопления и нефтегазообразования в южной впадине Карского моря. Выполнена оценка перспектив нефтегазоносности континентального сектора Сибирской Арктики, Карского моря и моря Лаптевых и дана принципиальная схема строения резервуаров в меловых отложениях приарктической части Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. В дополнение к этому выполнены реконструкции палеогеографии Западно-Сибирского осадочного мегабассейна для всех веков юрского и мелового периодов. Работы иллюстрированы набором палеогеографических карт. (ИНГГ СО РАН)

На основе фундаментальных исследований в области нефтегазовой геологии увеличены ресурсы углеводородного сырья:

в Прикаспийской нефтегазоносной провинции открыто 3 месторождения нефти и газа, что позволило довести общие запасы газа до 5,2 млрд м³;

в пределах Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения открыты новые залежи матричной нефти (карбонатного аналога сланцевой нефти), увеличившие запасы Оренбургского месторождения – до 3,0 млрд тонн;

для шельфа и прибрежной зоны Южно-Карского региона доказана возможность сохранения промышленных резервуаров в породах юрского и доюрского комплексов, установлены новые критерии, повышающие эффективность поиска новых крупных залежей нефти и газа в Западной Арктике. (ИПНГ РАН)

Созданы и опробованы инновационные технологии, направленные на повышение эффективности разработки месторождений нефти и газа, находящихся на поздней стадии добычи. Широкомасштабное применение этих технологий позволит значительно продлить срок эксплуатации крупнейших отечественных

месторождений, содержащих наиболее ценные запасы легкой маловязкой нефти и сеноманского газа, интенсифицировать на них добычу и повысить степень извлечения нефти и газа из недр. Разработана и защищена патентом технология создания и эксплуатации подземных хранилищ газа вблизи крупных городов Крыма, основанная на использовании ресурсов газа, растворенного в высокотемпературных пластовых водах, с одновременным извлечением из них ценных микроэлементов и утилизацией геотермальной энергии. Практическая реализация предложенной технологии позволит в существенной степени снизить дефицит энергопотребления в этом регионе. (ИПНГ РАН)

В результате исследований палеодинамических явлений и нефтегазоносности обширной территории Приуральской области Западно-Сибирской геосинеклизы установлена их связь со спецификой строения земной коры. Показана необходимость учета глубинной информации при решении вопросов генерации, образования и прогнозирования месторождений углеводородов, геодинамики и тектоники осадочных бассейнов нефтегазовых провинций. (ИГФ УрО РАН)

Проведена корреляция позднедокембрийских осадочных комплексов южного фланга Сибирского кратона с оценкой их нефтегазоматеринского потенциала с целью изучения строения и количественной оценки перспектив нефтегазоносности рифея, венда, нижнего кембрия в зоне сочленения Предпатомского регионального прогиба с Непско-Ботуобинской антеклизой с обоснованием главных направлений поисково-разведочных работ на территории Иркутской области на 2015–2018 гг. (ИЗК СО РАН)

Направление «Комплексное освоение и сохранение недр Земли, инновационные процессы разработки месторождений полезных ископаемых и глубокой переработки минерального сырья» ориентировано на решение фундаментальных и прикладных проблем экономически эффективного, технологически безопасного и максимально экологически чистого извлечения полезных ископаемых. Институтами РАН горного профиля решаются общетеоретические задачи перехода на инновационные энергосберегающие технологии углубленной переработки полезных ископаемых, обогащения благороднометаллических руд, вопросы геомеханики и компьютерного моделирования при отработке месторождений, а также проблемы освоения недр в условиях вечной мерзлоты. Достижения этих институтов существенно обогатили теорию и практику горного дела.

Фундаментальные исследования в области обогащения полезных ископаемых, ориентированные на усиление инновационной составляющей, привели к теоретическому обоснованию и практической разработке ряда новых методов и подходов, заметно увеличивающих эффективность горнодобывающего сектора экономики. Так, научно обоснован электрохимический метод и разработан опытно-промышленный аппарат для интенсификации процесса осаждения тонкодисперсных шламов при обогащении алмазосодержащего сырья, обеспечивающий получение в условиях замкнутого водооборота осветленной воды, соответствующей по качеству технологическим требованиям производства, снижение потерь алмазов и получение дополнительной товарной продукции в виде сапонита, для использования в народном хозяйстве. (ИПКОН РАН)

В целях повышения инновационно-инвестиционного потенциала Арктики на основе информационных технологий научно обоснованы и разработаны технологии добычи и переработки рудного и техногенного цирконий-фосфорсодержащего сырья, обеспечивающие снижение техногенной нагрузки на природную среду при повышении эффективности и промышленной безопасности производства в соответствии с экологической стратегией развития горнодобывающей отрасли. На основе новых знаний о закономерностях массопереноса в многофазных средах, полученных с использованием компьютерного моделирования объектов, процессов горно-обогачительного производства и геоэкотехнологий, на базе современных пакетов программ, разработаны научные основы создания инновационных технологий извлечения ценных компонентов из рудного и техногенного минерального сырья и очистки сточных вод от многокомпонентных загрязнений, обеспечивающих снижение техногенной нагрузки горнодобывающей отрасли на природную среду. (ГоИ КНЦ РАН)

Важнейшей составляющей научных исследований в горной отрасли является решение вопросов геомеханики, связанных с оценкой непрерывно меняющегося напряженного состояния разрабатываемых массивов горных пород. В качестве примера успешного продвижения в этом направлении следует отметить разработку теории лавинного самоподдерживающегося разрушения призабойной зоны угольного пласта, в которой доказано, что этот процесс, характерный для газодинамических явлений, возникает в предельно напряженном массиве: 1) при скачкообразном падении прочности (энергоемкости разрушения угля) при сбросе компоненты напряжения σ_3 со скоростью не меньше $1\div3$ МПа/с, действующей со стороны забоя во время его подвигания и запаздывании развития пластических деформаций; 2) при достаточном запасе энергии в массиве, не меньше $0,3\div0,5$ МДж/м³ и реализации избыточной энергии упругого сжатия в виде хрупкого разрушения. (ИПКОН РАН)

Обоснован оперативный метод управления газодинамической реакцией угольного пласта при проведении подготовительной выработки по фактическим данным ее метанообильности. Впервые получены аналитические выражения для расчета размеров зон дезинтеграции пласта, в пределах которых требуется снижение его газодинамического потенциала, а также уточненные параметры технологий снижения газодинамической опасности при проведении подготовительных выработок. (ИУ СО РАН)

Разработан метод 4D-геомеханического моделирования разработки месторождений нефти и газа, позволяющий прогнозировать изменения напряженно-деформированного состояния и гидродинамики коллекторов в процессе разработки, что необходимо для оптимизации размещения скважин и оценки их устойчивости. В результате решения связанной задачи геомеханики и фильтрации появляется возможность выбора оптимального направления бурения, интенсификации притока, определения направления трещин гидроразрыва и вычисления просадки поверхности над разрабатываемым нефтегазовым месторождением. (ИФЗ РАН)

Заметны определенные успехи и в развитии геоинформационных технологий в приложении к горно-добывающим задачам отрасли. Создана гео-

информационная система комплексной оценки геомеханических условий отработки удароопасных месторождений, базирующаяся на программных средствах моделирования объектов горной технологии и расчета напряженно-деформированного состояния массива, а также визуализации результатов микросейсмического мониторинга техногенно-нарушенной геологической среды. (ГоИ КНЦ РАН)

Исследования по направлению **«Мировой океан – физические, химические и биологические процессы, геология, геодинамика и минеральные ресурсы океанской литосферы, роль океана в формировании климата Земли»** включают фундаментальные и прикладные исследования Мирового океана (эволюция дна, тектонические процессы, уточнение глобальной циркуляции вод, климат и взаимодействие океана и атмосферы, продуктивность океанической биоты и др.) и окраинных морей Российской Федерации.

Новые данные необходимы для решения актуальных задач, обусловленных необходимостью поиска новых источников природных ресурсов, их освоением, проблемами экологии, связанными с антропогенными воздействиями и растущим общим загрязнением планеты. Важной задачей остается необходимость прогнозирования природных катастроф в океане (землетрясения, цунами, штормы).

В 2014 г. на основе новых данных сейсмической томографии уточнена геодинамическая модель эволюции Арктического региона, в рамках которой уточнены этапы эволюции арктической литосферы. Полученные данные включены в доработанную заявку Российской Федерации в Комиссию ООН на установление внешней границы континентального шельфа России в Северном Ледовитом океане. Апробирована новая технология исследования глядowego рельефа в переходной к морю зоне речных дельт: выполнена съемка дна дельтовых рукавов Северной Двины, что позволило выявить новые закономерности строения рельефа дна в таких зонах (образование глядowych форм, способных препятствовать судоходству). Состояние биоокеанологии сохраняется на достаточно высоком уровне, в первую очередь в области исследований биоразнообразия океана, биогеографии, комплексного исследования морских экосистем для оценки их современной изменчивости под воздействием климатических и антропогенных факторов. Разработаны методы и технические средства экологического мониторинга ликвидированных нефтяных скважин с использованием телеуправляемых подводных аппаратов. Исследовано развитие экосистем на искусственных рифах, которые образуются в устьях ликвидированных нефтяных скважин в северной части Каспийского моря. Проведено комплексное исследование экосистемы Карского моря: вскрыты причины ее низкой продуктивности; установлено отсутствие существенной реакции экосистемы на текущее потепление климата и соответствующее удлинение безледного периода в Арктике; установлено, что в районах крупнейших месторождений углеводородов на Карском шельфе экосистемы имеют низкую продуктивность и малую чувствительность к антропогенному воздействию. Это позволяет сделать вывод о том, что активное развитие нефтедобычи не нанесет большого ущерба экосистемам холодных арктических морей. РАН и ее ведущие институты уделяют большое внимание мониторингу и анализу динамики глобального климата: уточня-

ются оценки процессов обмена между Атлантическим океаном и Арктикой, в большой степени определяющего климатические изменения в высоких широтах. Ведутся исследования процессов взаимодействия в системе «океан-атмосфера», позволяющие оценить роль океана в климатических колебаниях. Сохраняют актуальность исследования, уточняющие роль океана в формировании изменчивости глобального и региональных климатов. Изучены вариации глобальных метеорологических и океанографических полей, в частности имеющие место при событиях Эль-Ниньо и Ла-Нинья, которые периодически развиваются в приэкваториальной зоне Тихого океана и оказывают значительное влияние на динамику глобального климата.

В связи с проектированием и строительством моста и коммуникационных связей через Керченский пролив в этом регионе выполнены детальные исследования течений. В отдельных районах Керченского пролива установлены три различных механизма формирования опасных течений со скоростями до 1,6 м/с и установлены причины их формирования, на основании которых может быть дан прогноз возникновения опасных ситуаций.

Направление «Поверхностные и подземные воды суши – ресурсы и качество, процессы формирования, динамика и механизмы природных и антропогенных изменений; стратегия водообеспечения и водопользования страны». В 2014 году научные исследования были в значительной степени ориентированы на создание новых методов, моделей и технологий (в том числе адаптированных к использованию информации с искусственных спутников Земли) для оценки и прогнозирования состояния ресурсов и качества вод суши в условиях нарастающего антропогенного воздействия на водные объекты и их бассейны и неопределенности климатических изменений. Решение этих задач непосредственно связано с реализацией «Водной стратегии Российской Федерации на период до 2020 г.» и обеспечением водной безопасности России.

В связи с освоением арктического шельфа и природных богатств Арктики на основе модели взаимодействия подстилающей поверхности суши с атмосферой разработана методика оценки возможных изменений стока и других составляющих водного баланса для бассейнов рек северной Евразии, расположенных в условиях многолетней мерзлоты. Построены долгосрочные (до конца XXI в.) вариантные прогнозы изменений указанных характеристик в бассейнах крупных рек для различных климатических сценариев.

Получили существенное развитие работы по обоснованию и развитию научных и технологических основ автоматизированных крупномасштабных систем мониторинга водных объектов суши и их водосборов. Разработаны научные принципы комплексного мониторинга водных объектов в связи с необходимостью обеспечения их безопасности при аварийных разливах нефти и нефтепродуктов. С применением новых высокоточных методов исследований и малогабаритных флуоресцентных лидаров впервые для российских условий детально изучено комплексное влияние на качество вод углеводородных компонентов нефти, сопутствующих тяжелых металлов, радионуклидов и редкоземельных металлов.

Одним из основных направлений успешной реализации Водной стратегии является совершенствование системы управления водными ресурсами,

качеством вод и водоохранной деятельностью. Обоснована необходимость перехода к принципу регулирования водоотведения в Российской Федерации на основе наилучших доступных технологий; разработаны методические рекомендации и справочные документы для предприятий, осуществляющих эту деятельность. В связи с изменениями климата и усилением антропогенного воздействия проведена новая оценка озерного фонда России (в $\sim 25\,970\text{ км}^3$), вычислены объемы воды повышенной минерализации и условно чистой воды. Для ряда областей Центрального и Южного федеральных округов показано существенное сокращение озерного фонда в последние десятилетия.

Разработана методология и реализующие ее механизмы согласования стратегий водопользования при несовершенной конкуренции в условиях неопределенности, порождающей риск снижения эффективности использования водных ресурсов. Описаны экономические механизмы и разработаны математические модели разрешения конфликтных ситуаций. Подготовлены предложения по совершенствованию правового и организационного механизмов управления водным фондом страны, в частности, передачи значительной части соответствующих функций на муниципальный уровень, что позволит повысить эффективность водохозяйственной деятельности в целом.

Выполнен анализ состояния рынков воды в мире – показано, что по мере усиления глобального дефицита водных ресурсов Россия может стать одним из лидеров на рынке водоемкой продукции. Развита концепция «виртуальной» воды как альтернативы транспортировки «реальной» воды посредством импорта водоемкой продукции для ослабления водного дефицита. Разработаны предложения по механизмам участия России в международной торговле водой, включая «виртуальную» воду. В последние годы это становится все более серьезным конкурентным преимуществом России и представляет рычаг воздействия на глобальную экономическую и политическую ситуацию.

Исследования, проведенные **в рамках направления «Физические и химические процессы в атмосфере и на поверхности Земли, механизмы формирования и изменения климата, проблемы криосферы»**, были направлены на дальнейшее развитие численного моделирования атмосферных и климатических процессов, совершенствование методов мониторинга состава атмосферы и изменений ее состояния, а также анализ климатической системы Земли в целом, включающей всю область взаимодействия внешних оболочек Земли. Разработана новая версия глобальной модели атмосферы Земли, предназначенная для среднесрочного прогноза погоды (ИВМ РАН). Модель внедрена в оперативную практику Гидрометцентра России и имеет горизонтальное и вертикальное разрешение процессов, соответствующее мировому уровню. Обобщены данные о концентрации основных газовых составляющих атмосферы (O_3 , NO , NO_2 , CO , SO_2 , CH_4 , CO_2 , HMYB), определяющих качество воздуха (ИФА РАН). Полученные в 110 городах за 1995–2010 гг. среднесуточные концентрации O_3 , окислов азота, CO , SO_2 , метана и суммы неметановых углеводородов в крупных, средних и малых городах зимой, летом и осенью существенно превышают концентрации вне городов и в фоновых условиях. Проведен сравнительный анализ загрязнения атмосферы окисью углерода и аэрозолями мегаполисов Москвы и Пекина на основе данных, собранных за двадцать лет параллельных наблюдений.

Продолжены экспериментальные исследования температуры (спектров излучения) и плотности атмосферы в верхней стратосфере и нижней мезосфере (15–50 км). Достигнут существенный прогресс в изучении атмосферного пограничного слоя – исследованы закономерности турбулентного обмена теплом и импульсом с неоднородной подстилающей поверхностью (ИВМ РАН) и построена простая аналитическая модель, описывающая профиль ветра над разными подстилающими поверхностями (лед и вода) (ИФА РАН). Разработана и испытана в Нижегородской области региональная система сверхкраткосрочного прогноза образования опасных быстроразвивающихся метеорологических явлений (грозы, шквалы, смерчи), которая включает систему грозопеленгации, датчики квазистатического электрического поля, инфраструктуру и алгоритмы сбора и обработки данных. Функционирование системы обеспечивается сверхоперативным прогнозом с помощью мезомасштабной модели высокого разрешения и анализом радиолокационных данных в режиме реального времени. Система позволяет исследовать статистические характеристики электрических полей и климатологию грозовых разрядов в атмосфере средних широт (ИПФ РАН). На основании мониторинга погоды установлено, что характерной особенностью современной циркуляции атмосферы являются резкие колебания, которые существенно затрудняют использование традиционного подхода к оценке погоды с помощью аномалий (отклонения от климатических средних значений). Предложена и научно обоснована концепция динамических норм и динамических аномалий, особенно актуальная в условиях современного нестационарного климата. Усовершенствована модель климата ИВМ РАН – включен расчет эволюции концентрации основных аэрозолей (морская соль, континентальная пыль, сульфаты, углерод), который существенно улучшает прогнозируемость климата. Проведено уникальное исследование с целью дендрохронологической реконструкции климата севера Европейской России и построены две сверхдлинные древесно-кольцевые хронологии. Исследованы особенности режима температуры и влажности над Северной Евразией в связи с изменениями фазы квазидвухлетнего колебания стратосферных ветров и характером атмосферной циркуляции. Выявлена связь этих колебаний с приземной циркуляцией атмосферы над западными районами Северной Евразии весной и в начале лета, которая приводит к увеличению повторяемости прохождения циклонов на юге Российской Федерации и, соответственно, к увеличению осадков и увлажнения. Сделан вывод о возможности вероятностного прогноза типа циркуляции и температурно-влажностных условий над Северной Евразией на основе вероятностного прогноза фазы квазидвухлетнего колебания.

Впервые разработана и апробирована методика измерений толщины снежного покрова на ледниках с применением портативного радиолокатора, который применим для определения запасов снега и измерения его плотности, а также для организации масс-балансовых измерений и толщины снежного покрова на ледниках, на суше и на морском льду. Выполнены измерения толщины всех ледников Эльбруса (ИГ РАН). Проведено районирование территории РФ по типам криогенных руслообразующих процессов и описаны причинно-следственные связи и закономерности их развития в простран-

стве в зависимости от степени прерывистости распространения многолетнемерзлых пород. Полученные оценки возможных изменений и динамики криолитозоны на суше Северного полушария в XXI веке показывают, что многолетнемерзлые грунты и породы даже при сценарии самого агрессивного воздействия сохранятся к концу века в северных регионах Западной Сибири, Забайкалье и Тибете, а при более умеренных сценариях и в Восточной Сибири и отдельных регионах Северной Америки. Полное протаивание мерзлых толщ как реакция на внешние воздействия (потепление) может произойти только за тысячелетия.

Направление «Катастрофические эндогенные и экзогенные процессы, включая экстремальные изменения космической погоды: проблемы прогноза и снижения уровня негативных последствий». Уменьшение рисков и снижение уровня негативных последствий природных и техногенных катастроф является одним из приоритетов государственной политики в области экологической безопасности. В основе реализации принятой концепции экологической безопасности лежит развитие систем сбора и анализа геофизической, гидрометеорологической, геохимической и иной информации, а также построение новых теоретических моделей многофакторных динамических систем. При существующем многообразии природных (землетрясения, паводки и наводнения, оползни, аномальные атмосферные явления) и техногенных (экзогенных) катастроф, связанных с функционированием промышленных объектов повышенной опасности (АЭС, хранилища отработанного ядерного топлива гидроэлектростанции, экологически вредные производства, ГОКи и др.) поставленные задачи могут быть решены лишь путем развития исследований в различных по своему профилю академических институтах в тесной кооперации с производственными организациями и ведомственными структурами.

Достигнуты значительные успехи в развитии средств технологического и информационного обеспечения управления риском катастрофических наводнений на реках России. На основе разработанных в РАН методов оценки опасности и прогнозирования опасных гидрологических явлений создана технология информационной поддержки принятия решений по инженерной защите населенных пунктов в бассейне среднего Амура. На ее основе впервые количественно оценены противопаводковые эффекты действующих и планируемых водохранилищ в бассейне главных левых притоков р. Амур – рек Зея и Буря. В отчетный год было также продолжено изучение причин и последствий катастрофического паводка в бассейне реки Амур, выявлены его особенности и причины, обусловленные редким сочетанием активности основных областей формирования стока и синхронности прохождения в них паводков. С помощью физико-математических моделей формирования речного стока выполнено численное моделирование параметров паводка: рассчитано движение паводковых волн по основному руслу реки и ее притокам и оценен противопаводковый эффект крупных водохранилищ. Установлено, что наличие регулирующей емкости Зейского водохранилища позволило почти на 1,5 м снизить уровни воды на пике паводка в населенных пунктах среднего Амура. Во исполнение указа Президента РФ от 31 августа 2013 года № 693 подготовлены предложения РАН Правительству РФ по обоснованию приоритетных направлений научных иссле-

дований для оценки опасности и прогноза экстремальных паводков в бассейне р. Амур. В частности, проведен большой объем работы по проектам «Разработка технологии гидроинформационной поддержки принятия решений по инженерной защите селитебных территорий в бассейне реки Амур» и «Оценка изменений русла реки Амур в результате прохождения экстремального паводка 2013 г. и разработка рекомендаций по определению расчетных максимальных уровней воды с учетом комплекса защитных сооружений и руслоформирующих мероприятий на российской и китайской прибрежных территориях». (ИВП РАН; ИВЭП ДВО РАН)

Сформирована электронная глобальная база данных по наводнениям мира различного генезиса, не имеющая аналогов по степени изученности и полноты информации; в настоящее время она содержит информацию о 474 наводнениях на территории Российской Федерации и о 2832 наводнениях в зарубежных странах. (ИВП РАН)

Разработана новая шкала сейсмической интенсивности и методика определения интенсивности происшедшего землетрясения, а также прогнозирования возможных эффектов от воздействия будущих землетрясений. Проект ГОСТ «Землетрясения. Шкала сейсмической интенсивности» размещен для открытого обсуждения. (ИФЗ РАН)

Впервые разработан метод комбинирования принципиально разных типов прогноза землетрясений, позволяющий динамически оценивать меняющуюся сейсмическую опасность с учетом долговременных геофизических полей. Метод применим для комбинирования прогнозов двух следующих типов: 1) оценка вероятности землетрясения в данной точке пространства-времени; 2) выявление областей и периодов повышенной (но неизвестной) вероятности. К первому типу относятся также и долговременные оценки сейсмической опасности, ко второму – любые предвестники землетрясений. (ИТПЗ РАН)

Разработана методика выделения жестких консолидированных структур в земной коре сейсмоактивных областей на основе расчета интенсивности выделения сейсмической энергии, определена их роль в формировании областей подготовки сильных землетрясений. Численное моделирование полей напряжений и деформаций на 3D модели литосферы Центральной Азии указывает на формирование зон разуплотнения вблизи жестких блоков, к которым как раз и приурочены сильные землетрясения в Байкальском и Алтайском регионах, на Тянь-Шане, в зоне Индо-Евразийской коллизии и в районе подготовки мегаземлетрясения Тохоку. (ИНГГ СО РАН)

Впервые в мировой практике GPS/ГЛОНАСС станциями Охотского региона зарегистрированы косейсмические смещения земной поверхности в результате Охотского землетрясения ($M_w = 8,3$), произошедшего 24.05.2013 г. на глубине ~600 км вблизи западного побережья полуострова Камчатка. Построена дислокационная модель глубокофокусного землетрясения с учетом сферичности и слоистости Земли и определен тип подвижки в очаге – пологий сброс западного падения с амплитудой 7 м. (ИМГиГ ДВО РАН, ИТиГ ДВО РАН, ИАПУ ДВО РАН)

Разработан пакет программных средств, позволяющий на основе измерения вариаций магнитного поля Земли рассчитывать величины дополни-

тельного перепада напряжений в длинных линиях электропередач и трубопроводных системах, которые могут вызвать возникновение аварийных ситуаций. (ИДГ РАН)

Для горнопромышленных регионов востока азиатской части РФ построены и проанализированы схемы расположения площадок горнопромышленных предприятий, электростанций, месторождений полезных ископаемых, относительно активных разломов и мест проявления в них эпицентров сейсмических событий (по данным NEIC 2013 и CMT) с магнитудой от 2,99 до 7,99. Выполнен подсчет высвобождающейся сейсмической энергии с показом ее изменения на площади, визуализированный в системе ArcGIS. площадное распространение объемов высвобождающейся сейсмической энергии. (ГГМ)

Изготовлена и изучена новая матрица для иммобилизации актинидной фракции высокоактивных отходов переработки облученного ядерного топлива на основе титаната идеального состава $A_4Ti_9O_{24}$ (А – редкоземельно-актинидная фракция). По радиационной стойкости она близка к другим типам матриц, но по совокупности всех свойств она их превосходит. Ее отличает высокая емкость в отношении отходов (до 48 мас.%), низкая растворимость в растворе, относительно низкая температура плавления, что позволяет эффективно получать ее плавлением – кристаллизацией, а также высокая скорость синтеза при твердофазном спекании. Результаты получены при исследовании образцов с имитаторами отходов. Задачи дальнейших работ заключаются в изготовлении матрицы с актинидами и изучении ее свойств. (ИГЕМ РАН)

Разработан новый способ переработки отработавшего ядерного топлива, обеспечивающий минимизацию радиоактивных отходов. Растворение ОЯТ проводят в слабокислых растворах нитрата железа (III), уран (плутоний) количественно выделяют из нитратных растворов при осаждении его пероксида. Диоксид урана керамического качества получают при микроволновом воздействии в восстановительной атмосфере, образующиеся радиоактивные отходы иммобилизуют в высокотемпературные железифосфатные матрицы. (ГЕОХИ РАН)

Исследования, выполненные в рамках направления «Эволюция окружающей среды и климата под воздействием природных и антропогенных факторов, научные основы рационального природопользования, использование традиционных и новых источников энергии», ежегодно убеждают в том, что природа Земли, характер ведения хозяйства и свойства населения меняются очень быстро и не всегда предсказуемо. В этой связи задачи современной науки состоят в междисциплинарном подходе и анализе прошлого, современного и будущего состояния природы, населения и хозяйства и в установлении закономерностей взаимодействия общества и окружающей среды. Только такой подход позволит научно обосновать пути рационального природопользования и территориальной организации населения и хозяйства и заложить основы стратегии экологически безопасного и устойчивого развития страны и ее регионов.

В связи с экологическими проблемами усилилось внимание к результатам биогеографических исследований. Завершено создание уникальной,

крупнейшей в Европе и Азии базы данных PALEOFAUNA (№ государственной регистрации 2011620493), включающей сведения о находках фауны млекопитающих за последние 130 тыс. лет. Данные используются для палеоклиматических и картографических реконструкций. Уточнены пути и особенности миграции ряда животных и насекомых. Проведены исследования следов прошлого землепользования в современном лесном покрове районов древнего освоения Европейской части России и определены параметры антропогенной фрагментации (мозаичности) растительного покрова.

В 2014 г. подготовлен Атлас «Биоресурсный потенциал Черного и Азовского морей: история формирования, современная структура и освоение», позволяющих потребителям оперативно определять наиболее уязвимые для промысловых гидробионтов и объектов их питания участки водоемов и оценивать структуру, масштабы, динамику и тенденции вылова. Выполнено монографическое обобщение по географии почв Антарктиды.

В области социально-экономической географии выявлены масштабы и закономерности сезонных и иных «пульсаций» населения, связанных с циклами трудовых миграций жителей малых и средних городов и перемещениями миллионов жителей крупных центров в пригороды и сельскую местность в течение летнего сезона. В результате структура и функционирование системы расселения существенно изменились, что требует адекватных государственных мер по адаптации транспорта, налогообложения и бюджетной системы, общественных услуг к новым реалиям. Разработана типология так называемых фантомных границ по происхождению, современным функциям, «возрасту», символическому значению, положению относительно политических центров. Под фантомными границами понимаются политические или административные границы, функции которых ныне утрачены или изменились, но которые проявляются в современном экономическом, социальном и культурном пространстве. Учет фантомных границ важен в ландшафтном и социально-экономическом планировании. Установлено, что для Москвы и Московской городской агломерации характерно несовпадение моноцентризма морфологической структуры города и полицентризма городской жизни. Тем самым опровергнуто широко распространенное, в том числе и среди экспертов, мнение о том, что столичная агломерация России значительно отличается от других столичных агломераций в Европе и для нее характерна строго моноцентрическая структура. Соотношение между центром и периферией в Москве переживают качественную трансформацию – размывается грань между деловыми и спальными районами. И для центра, и для окраин характерны значительные изменения в структуре рынка труда, рынка жилой и деловой недвижимости, публичных пространств.

За последние годы в области социальной, экономической и политической географии созданы новые социально-, политико-, экономико-географические основы стратегий регионального развития, территориальной организации хозяйства и населения России и модернизации ее экономики. Разработаны подходы для политико-географической оценки и сформулированы рекомендации по оптимизации трансграничного сотрудничества с непризнанными и частично признанными государствами на постсоветском пространстве. Обобщены результаты мониторинга современной динамики природной среды и

созданы основы для составления прогнозов изменений климата, стока рек, рельефа, биоты и пр.

В области геоинформационных технологий и компьютерного картографирования созданы новые базы данных для развития транспорта, рынка земли, системы налогообложения, экологического планирования и стратегического регионального развития. Создана сеть академических и университетских геоportалов, объединяющая информацию и знания о Земле, ее природе, населении, хозяйстве и разных аспектах территориальной организации общества. В области географического образования разработаны новые образовательные стандарты по курсам географии, геоэкологии и устойчивого развития.

По направлению «Разработка методов, технологий, технических и аналитических средств исследований поверхности и недр Земли, гидросферы, атмосферы и околоземного космического пространства, геоинформатика» завершено создание установки сверхвысоких давлений и температур с алмазными наковальнями и лазерным нагревом (АНЛН-аппарат) для исследований глубинных процессов, включая генезис сверхглубинных алмазов в условиях нижней мантии Земли. Аппаратура успешно испытана до давления 40 ГПа и температуры 3000 К. С ее использованием выполнены эксперименты по кристаллизации алмаза при 30 ГПа и 2500 К в расплавах системы CaCO_3 – углерод. (ИЭМ РАН)

Разработан метод и созданы действующие прототипы прибора для рентгенофлуоресцентного анализа малых проб водных растворов с использованием поликапиллярной оптики. (ГЕОХИ РАН)

Создана и введена в эксплуатацию интерактивная информационная система (ВЕБ-ГИС) «Крупнейшие месторождения мира». В системе доступен широкий набор рабочих функций: а) навигация и масштабирование, б) отключение/подключение и настройка отображения информационных слоев, в) поиск объектов, г) множественная фильтрация, извлечение из проекта данных поиска и селекции в виде таблиц, добавление простейших объектов на карте, создание закладок и управление ими, печать любого фрагмента карты, визуализация легенд и классификаций, использованных в проекте, и др. (ГГМ РАН)

Разработан, изготовлен и испытан макет подводного телекоммуникационного комплекса для передачи навигационных и информационных сигналов и команд управления на удаленные подводные объекты. Испытания подтвердили, что комплекс надежно обеспечивает требуемую скорость передачи команд управления и точность позиционирования подводных объектов и превосходит штатные навигационные системы (ошибка составляет менее 100 метров на расстоянии 20 км до объекта). (ТОИ ДВО РАН)

Разработана новая аналитическая схема для малогабаритной хромато-масс-спектрометрической аппаратуры для внелабораторного определения следовых концентраций веществ в сложных матрицах (природных и техногенных объектах) с использованием воздуха в качестве газа-носителя, сочетающая концентрирование/разделение на основе быстрой (флэш) термодесорбции и коротких капиллярных колонок с малогабаритным масс-спектрометром с атмосферной ионизацией. Схема не имеет мировых аналогов. (ИНГГ СО РАН)

Созданы, реализованы в виде комплекса унифицированных программных компонентов и интегрированы в разрабатываемую информационно-вычислительную среду для поддержки исследований климатических изменений и климатического образования вычислительные модули, определяющие современные и возможные в будущем аномалии экстремальных приземных температур и осадков относительно базового периода 1961–1990 гг. На основе анализа результатов лабораторных и натурных испытаний экспериментального образца оптического двухканального измерителя осадков (ОДИО), проведенных в 2013 г., была разработана и создана новая одноканальная модификация оптического измерителя осадков (ОПТИОС), предназначенная для длительных испытаний в реальных природных условиях. Результаты испытаний подтвердили возможность практического использования теневого оптического метода измерения осадков в реальных условиях при воздействии различных климатических факторов. (ИМКЭС СО РАН)

Важнейшие достижения

Выполнен анализ долгосрочных и среднесрочных факторов и прогноз сценариев развития глобальной энергетической системы. Сформулированы глобальные закономерности мировой энергетики. Выполнен прогноз добычи и потребления основных энергетических ресурсов и изменения структуры их потребления в XXI веке. Определены временные пределы пиковых показателей мировой добычи нефти и угля по осторожному и оптимистическому вариантам (рис. 36). Также оценена структура потребления энергии и нефтяных ресурсов в мире в сопоставлении с мировой структурой населения.

Сделано новейшее обобщение материалов по современной тектонической структуре российского сектора Арктики. Выполнены палеотектонические реконструкции, позволяющие понять геологическую историю Арктического региона с неопротерозоя до настоящего времени. Выполненные работы вносят значительный вклад в обоснование заявки России в ООН на расширение зоны ее экономического влияния.

На основе обобщения новейших геолого-геофизических материалов и реконструкции истории развития созданы модели геологического строения и дана оценка перспектив нефтегазоносности арктических регионов Сибири. Разработаны рекомендации по освоению ресурсов углеводородов арктических территорий и акваторий России. Выполнено моделирование процессов осадконакопления и нефтегазообразования в южной впадине Карского моря. В частности, выполнена оценка перспектив нефтегазоносности континентального сектора Сибирской Арктики, Карского моря и моря Лаптевых, осуществлены палеогеографические реконструкции для юры и мела Западно-Сибирского осадочного бассейна, являющиеся основой для выделения и картирования нефтегазопроизводящих пород, оценки их нефте- и газогенерационного потенциала и перспектив нефтегазоносности. (ИНГГ СО РАН)

Введен в строй Центр геомагнитных данных, являющийся ядром российского сегмента международной сети геомагнитных наблюдений высшего стандарта качества ИНТЕРМАГНЕТ. Отличительной особенностью Центра

является созданная впервые автоматизированная система распознавания техногенных возмущений на магнитограммах по мере их поступления. Данная система контроля качества облегчает экспертам подготовку окончательных магнитограмм из предварительных записей (рис. 37).

В 2014 г. была значительно расширена сеть геомагнитных обсерваторий международного стандарта ИНТЕРМАГНЕТ на территории РФ. Введены в строй геомагнитные обсерватории «Климовская» (Архангельская область) и «Бор» (Красноярский край). (ГЦ РАН)

Экспериментально получены наноалмазы при возбуждении кавитации в углеводородных жидкостях разного состава. Получены две фазы углерода: алмаз и N-алмаз. Выявлен следующий размерный ряд наноалмазов: с использованием бензола – 20–30 нм, толуола – 10–15 нм, этилового спирта – 2–5 нм. (ГЕОХИ РАН)

Проведено, совмещенное с технологическими испытаниями, комплексное изучение структуры и физических характеристик алмаз-лонсдейлитового материала из Попигайского метеоритного кратера – единственного в мире месторождения с гигантскими ресурсами природного сверхтвердого материала, абразивная способность которого значительно превышает (в 1,5–2 раза) таковую для обычных синтетических и природных технических алмазов, что делает это абразивное сырье чрезвычайно перспективным в современных сложных технологиях металлообработки, обработки керамики, глубоком и сложном бурении и ряде иных технологий. (ИГМ СО РАН)

На основе использования современных химических и физических методов разработаны методики нанесения микро- и наночастиц золота и платины на поверхность сульфидов, имитирующих природные минеральные объекты и фиксации сорбции реагентов, что позволило научно обосновать и разработать новый класс реагентов-комплексобразователей для эффективного извлечения благородных металлов из руд сложного вещественного состава. (ИПКОН РАН)

На основе анализа опубликованных данных по изотопному составу и возрасту обломочных цирконов из первых земных континентальных пород и с учетом исследований по формированию Солнечной системы составлено модельное представление начала геологической истории Земли. Даны оценки длительности формирования протопланетного эмбриона Земли с массой 63% – за 11 млн лет, и 93% массы – через 30 млн лет. Показано, что первая континентальная кора формировалась в течение гаденского зона во временном интервале 4.4–4.0 млрд лет на месте архейских кратонов Западной Австралии, Канады, Северной Америки, Канады, Гренландии и Северного Китая, которые, возможно, были частями единого суперконтинента. Установлено, что материнскими породами для обломочных гаденских цирконов были образования промежуточного и кислого состава, а сами цирконы кристаллизовались в относительно «холодных» (700–800 °C) расплавах. Тот факт, что цирконы, подвергшиеся вначале выветриванию вблизи земной поверхности, в дальнейшем испытали погружение глубоко в мантию, свидетельствует о высокой геодинамической активности Земли на гаденском-раннеархейском этапах ее эволюции. (ИГХ СО РАН)

На основании результатов многолетних исследований динамики ледников и гляциальных процессов в районах вулканических массивов Кавказа установлено, что в среднем отступление языков ледников за последние 13 лет достигло 240 м (Большой Азау). По сравнению с предыдущим периодом 1985–1999 гг. средняя скорость отступления возросла в 1,5 раза (с 8,3 до 12,7 м/год), а площади ледников Эльбруса за последние 13 лет сократились примерно на 6 км² (~5%). Понижение высоты поверхности ледника в области границы питания достигло 9 м. Сокращение объемов и площадей ледников происходит, несмотря на увеличение количества годовых осадков – на 20% за период 2000–2012 гг. (метеостанция Терскол), хотя при этом средние летние температуры за тот же период возросли всего на 0,5 °С. (ИГ РАН)

В связи с изменениями климата и усилением антропогенного воздействия проведена новая оценка озерного фонда России на основе разработанной методики. Озерные водные ресурсы РФ оценены в ~25 970 км³, в том числе более 50 км³ – воды повышенной минерализации. В искусственных водоемах содержится до 830 км³ воды. Для ряда областей Центрального и Южного ФО в последние десятилетия выявлено существенное сокращение озерного фонда. На крупнейшие озера приходится более 95% общего объема пресных озерных ресурсов. Благодаря тому, что большинство из них сохранили высокое качество вод по основной части акватории, около 24 000 км³ озерной воды могут на сегодняшний день считаться условно чистыми, сохраняющими олиготрофный статус. В крупнейших водохранилищах сосредоточено 720 км³ воды, менее 8% которой являются условно чистыми. В то же время для многих наиболее экономически развитых областей РФ, в которых отсутствуют крупные водоемы, доля условно чистых озерных вод составляет лишь доли процента. (ИНОЗ РАН)

На основе детальных исследований параметров паводков на реках бассейна Амура в августе–сентябре 2013 г. выявлены особенности и причины формирования экстремального объема паводочной волны в Амуре, приведшего к катастрофическому наводнению. Выявлены особенности движения паводочных волн во времени и в пространстве, комплекс природных и антропогенных факторов, одновременно проявившихся в бассейне реки в летне-осенний период. Проанализированы атмосферные процессы, вызвавшие аномально интенсивные осадки в регионе. Оценены последствия влияния экстремального паводка на состояние природной среды в бассейне р. Амур.

Разработана технология гидроинформационной поддержки принятия решений по инженерной защите селитебных территорий в бассейне р. Амур, включающая комплекс физико-математических моделей процессов формирования речного стока и движения паводковых волн для 800-километрового участка среднего Амура (до впадения р. Сунгари). Показано, что разработанная технология позволяет с высокой точностью рассчитать объемы притока воды к Зейскому и Бурейскому водохранилищам и стока на устьевом участке р. Зея, а также уровни и расходы воды в разных створах среднего Амура, в сравнении с архивными гидрометрическими данными и с данными лета–осени 2013 года. Технология применена для построения сценарных оценок

противопаводкового эффекта действующих и планируемых водохранилищ на среднем Амуре.

Показано, что рекордное наводнение на Амуре в 2013 г., связано с блокирующими антициклонами в атмосфере в сезон муссонной активности. Проведен анализ совокупности причин экстремальных осадков и аномально крупного наводнения в бассейне реки Амур в 2013 г. с оценкой риска подобных явлений в связи с климатическими изменениями. Использованы данные наблюдений, реанализа и расчетов с климатическими моделями. Показано, что увеличению риска аномального наводнения на Амуре, наряду с интенсивными осадками способствовало повышенное влагосодержание почвы в бассейне из-за увеличения продолжительности залегания снежного покрова в регионе. Полученные модельные оценки свидетельствуют об увеличении вероятности экстремальных осадков и стока в бассейне реки Амур в летне-осенние муссонные сезоны при сценариях глобального потепления в 21-м веке с увеличением влагосодержания атмосферы. Усилению риска наводнений способствует усиление муссонной активности и увеличение общей продолжительности атмосферного блокирования летом над Тихим океаном.

Выявлены особенности и причины формирования экстремального объема паводочной волны в Амуре, приведшего к катастрофическому наводнению в 2013 г. Установлено, что наводнение было обусловлено редким сочетанием активности основных областей формирования стока и синхронности прохождения в них паводков. Проанализированы атмосферные процессы, вызвавшие аномально интенсивные осадки в регионе. Оценены последствия влияния экстремального паводка на состояние природной среды в бассейне р. Амур (рис. 38). (ИВП РАН, ИВЭП ДВО РАН, ИФА РАН)

В Институте аридных зон Южного научного центра в отдельных районах Керченского пролива установлены три различных механизма формирования опасных течений со скоростями до 1,6 м/с. В юго-западном районе пролива эти течения связаны с возникновением одноузловой сейши Азовского моря в зоне ее амфидромии. В устьях пролива – они формируются ветровыми течениями во время штормов. В средней мелководной части пролива, при сильных ветрах южных или северных направлений, образуются течения с высокими горизонтальными сдвиговыми напряжениями, которые иногда образуют пару (циклонического и антициклонического) вихрей в зоне гидрологического фронта (при соприкосновении двух встречных потоков вод из Азовского и Черного морей). Полученные результаты должны быть учтены при проектировании и строительстве моста и коммуникационных связей через Керченский пролив (рис. 39). (ИАЗ ЮНЦ РАН)

Впервые установлено, что вещество метеорита, выпавшего 15.02.2013 г. в Челябинской области, относится к обыкновенным хондритам. Установлена природа полыньи в озере Чебаркуль и по магнитной аномалии указано место нахождения крупного фрагмента. Впервые определены основные физические и механические характеристики вещества метеорита, послужившие основой для расчета параметров болида. Выявлены аномально низкие механические характеристики вещества метеорита Челябинск, объясняющие дробление болида в атмосфере. Впервые микроскопическими, спектральными

ми и дифракционными методами установлены минералогические различия между светлыми, темными и серыми фрагментами метеорита, объяснена их ударная и термическая история. Установлена роль ударных процессов в изменении отражательной способности астероидов. (Уральский федеральный университет, Лаборатория EXTRA TERRA CONSORTIUM)

Изучена статистика волн-убийц с учетом фокусирующего шестиволнового взаимодействия. Выявлена связь между статистикой волн и коэффициентами нелинейности, накачки и затухания. Предложена методика оценивания реальной статистики волн-убийц в районе по данным спутниковых альтиметров. Описаны результаты исследования динамической климатологии ветрового волнения в Мировом океане на основе массива судовых и спутниковых данных. Созданы коды для прямого интегрирования уравнений Эйлера и в представлении вихревых линий. Получены экспериментальные данные по характеристикам процессов срыва и осаждения капель в дисперсно-кольцевом режиме течения. Найдены важные для сопоставления с экспериментом семейства стационарно-бегущих решений системы уравнений для волн на поверхности стекающей пленки жидкости. Описана статистическая структура квазидвумерной турбулентности в щелевом канале и механизмы трансформации энергии турбулентности на всем диапазоне масштабов турбулентных пульсаций. (Новосибирский государственный университет)

Разработана изотопическая версия климатической модели ECHAM5-wiso для задач прогнозирования изменения климата и режима осадков в зоне вечной мерзлоты Западной Сибири, которая хорошо воспроизводит наблюдаемые изотопические характеристики водного цикла и режима осадков, как в прошлом (опубликованные данные 1960–2010 гг.), так и настоящем (данные, полученные в 2011–2013 гг.).

Проведено тестовое моделирование климата Западной Сибири до 2050 г., которое показало квазипериодическое чередование жарких и холодных периодов, а также засушливых и влажных. Существенный рост температуры выражен в прибрежной зоне Северного Ледовитого океана, что может отрицательно сказаться на устойчивости метаногидратов шельфовой зоны и провоцировать выбросы метана в атмосферу. Результаты моделирования предсказывают уменьшение летних осадков и увеличение зимних осадков. Уменьшение летних осадков увеличит вероятность засух и пожаров, рост зимних осадков может увеличить вероятность возникновения больших весенних паводков.

Созданы две станции российского сегмента международной Пан-Арктической сети мониторинга параметров атмосферного водного цикла. (Уральский федеральный университет)

Проведены фундаментальные гидрохимические исследования в морях Северного Ледовитого океана, выполненные в рамках научно-исследовательских экспедиций «Арктический плавучий университет» в 2012–2014 гг. Получены новые знания о состоянии современных гидрологических условий Баренцева, Гренландского и Карского морей, а также прибрежных вод архипелага Шпицберген. Исследованы распределение и трансформации атлантических водных масс в Гренландском и Баренцевом морях. Апробированы новые методы и средства мониторинга загрязнения акватории архипелага

Шпицберген и морей западной арктической зоны Российской Федерации экологически опасными химическими элементами и соединениями. (САФУ им. М.В. Ломоносова)

Разработаны алгоритмы и программа расчета ледовых нагрузок на инженерные сооружения, эксплуатирующиеся в условиях континентального шельфа арктических и субарктических морей. Разработанная иерархическая модель является наиболее полной и является основным элементом методологической базы вероятностного подхода к оцениванию и прогнозированию ледовых воздействий на объекты континентального шельфа. (Дальневосточный федеральный университет)

Совместно с Институтом физики Земли РАН создан уникальный чувствительный элемент гравиметра «Чекан-АМ» на основе двойной кварцевой системы с оптоэлектронной системой списывания, эффективно решены задачи выработки поправок на эффекты Этвеша, Гаррисона и кросс-каплинг эффект. Для самолетной съемки решена проблема измерения вариации высоты полета с точностью до 3 см.

В 2014 г. с помощью серийного гравиметра «Чекан-АМ» и опытного образца гравиметра «Шельф» успешно проведена гравиметрическая съемка в Арктике на борту научно-экспедиционного судна «Академик Федоров» (общая длина профилей около 10 000 км). (ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор»)

Изготовлен опытный образец диагностического комплекса для мониторинга нефтегазовых сооружений континентального шельфа в условиях льдообразования Арктики и проведены его испытания. По результатам испытаний откорректирована РКД с присвоением литеры «О». Разработаны предложения по использованию диагностического комплекса на нефтегазовых сооружениях разных типов в условиях льдообразования. (ГНЦ РФ ОАО «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор»)

Разработан многофункциональный телеуправляемый необитаемый подводный комплекс для выполнения геологоразведочных работ на месторождениях кобальтоносных железомарганцевых корок Мирового океана. Его внедрение позволяет повысить эффективность выполнения морских геологоразведочных работ на твердые полезные ископаемые и решить недоступные ранее, сложные геологические задачи. (ГНЦ РФ «Южное научно-производственное объединение по морским геологоразведочным работам»)

Разработана технология интегрированного анализа разнометодной геохимической, дистанционной, геолого-геофизической информации для решения геологических задач. (ГНЦ РФ «ВНИИГеосистем»)

В 2012 г. произошло историческое для науки событие – глубокая скважина, которую в течение многих лет бурили на станции Восток в Антарктиде, достигла, наконец, поверхности крупнейшего на нашей планете подледникового озера Восток. Этот успех российских ученых получил широкое освещение в отечественных и зарубежных СМИ и наиболее известных международных научных журналах, таких как Science и Nature. В результате успешного завершения этого бурового проекта получен ценнейший научный материал – керн озерного льда, в течение тысячелетий нараставшего на нижнюю поверхность ледникового покрова, и первые образцы замерзшей воды озера.

Детальные структурные, газовые, изотопные и химические исследования этого материала позволили получить первые представления о природе этого уникального природного объекта. В ходе молекулярно-биологических исследований образцов замерзшей озерной воды обнаружен еще неизвестный науке тип бактерий. Есть все основания ожидать, что продолжение прямых исследований водной толщи озера Восток через существующую скважину принесет научные результаты мирового значения, которые внесут фундаментальный вклад в познание природы уникального подледникового водоема и станут новым свидетельством конкурентоспособности российской науки на международном уровне. (ГНЦ РФ ААНИИ Росгидромета)

ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Принятый Правительством Российской Федерации курс на модернизацию отечественной экономики на инновационной основе в середине первого десятилетия XXI в., получил масштабную поддержку научной общественности и бизнеса. Однако программы, разработанные в начале XXI в. по одинаковому шаблону без анализа и оценки ресурсной составляющей и необходимых для их реализации мер, (например, Федеральная целевая программа «Повышение энергоэффективности и энергосбережение») представляют собой совокупность прогнозов, отражающих пожелания властных структур, а не нормативные документы управления экономикой.

Методические несовершенства при разработке стратегии развития и Федеральных целевых программ при наличии доброй воли руководителей и аппарата соответствующих министерств вполне исправимы, но поиск состава реалистичных и вполне реализуемых мер достижения стратегических целей представляет концептуальные трудности.

Технологическая модернизация объявлена как стратегическое направление развития, а ее главный фактор – инновации. Определены пять приоритетных направлений, которые ориентируют развитие на создание высоких технологий. Следовательно, инновации и высокие технологии в ближайшей перспективе должны стать фундаментом, базой развития отечественной экономики. Однако анализ текущего состояния инновационного развития и уровня, достигнутого в разработке и распространении высоких технологий, оптимизма не внушает. Стабильно низкие показатели инновационной активности предприятий – 10%, низкие общие затраты на науку – 1% от ВВП, малая доля затрат предприятий на науку – менее 20%, низкая доля российской продукции высоких технологий на мировых рынках – менее 1% и др. предлагается преодолеть рывком, скачком, начало которого на протяжении последних 10 лет регулярно откладывается на более поздний период.

Если в перспективе необходимость технологического развития ни у кого не вызывает сомнений, а стратегические установки на технологическую модернизацию поддерживаются политической элитой, российским бизнесом, учеными и обществом в целом, то практические продвижения в этом направлении крайне незначительны.

В чем причины? Их много: недостаточное финансирование, неконкурентоспособность отечественных разработок, невосприимчивость к инновациям и многое другое верно отражают отдельные составляющие, препятствующие росту экономики. Но главная причина – бесперспективность сформировавшейся на начальных этапах перехода к рынку ресурсно-экспортной модели экономики. Под эту модель выстроены налоговая, финансовая системы, и вся институциональная структура современной экономики России. Обменный курс, налогообложение и действия властных структур направлены на поддержку ресурсно-экспортной модели, а вся остальная экономика превратилась в инфраструктуру сырьевого сектора, обслуживающую добычу и экспорт первичных ресурсов. Хотя временная ограниченность и непрогрессивность ресурсно-экспортной стратегии очевидна и даже признается

властными структурами, но «слезть с нефтегазовой иглы» и пересесть на «локомотив высоких технологий» не удается.

Необходима другая модель развития экономики и стратегия ее реализации. В основе **новой модели развития должна быть инновационная составляющая**. Однако наряду с признаками инновационности компании существуют и другие – успешность и конкурентоспособность. В российской экономике эти признаки для отраслей не совпадают.

В сложившихся в России условиях инновационное развитие в силу многих причин подменяется имитацией инновационности и не заканчивается освоением инновационных решений и технологий.

Основная причина этого состоит в недостаточной успешности компаний перерабатывающего и обрабатывающего сектора и в отсутствии у них потенциала для финансирования отечественных разработок, конкурентоспособных на современном уровне. Конкурентоспособные технологии требуют значительных и скоординированных затрат, направленных на получение сверхчистых, прочных, надежных и одновременно сравнительно недорогих материалов, которые при современных технологиях обработки и превращения их в разнообразные машины и оборудование требуют меньше операций, обеспечивают высокую точность, надежность и долговечность, сочетающихся с возможностью модернизации и замены их активной части.

Попытки устранить недостатки в инновационно-технологическом развитии по одиночке, не системно и скачкообразно освоить новый технологический уровень, предпринимавшиеся на протяжении первого десятилетия XXI в., оказались безуспешными. Главный вывод: в рамках сложившейся ресурсно-экспортной модели устранение всех причин, препятствующих технологической модернизации на инновационной основе, невозможно. Следовательно, необходима другая модель инновационного развития и модернизации экономики.

К основным признакам такой модели относятся следующие:

необходим прозрачный механизм перераспределения дополнительных средств, получаемых от добычи ресурсов, в другие сектора экономики;

важно обеспечить активное насыщение инновационными решениями секторов добычи и переработки ресурсов, с целью компенсации возможного падения экспорта ресурсов за счет более совершенных технологий добычи и их полной переработки;

начальный этап модернизации возможен, прежде всего, за счет импорта технологий. Длительно существовавшие ограничения на импорт технологий последних поколений со стороны промышленно развитых стран вполне преодолимы при условии согласованных действий руководства страны, госкорпораций и бизнеса;

для инновационной поддержки технологической модернизации необходимо реформировать сложившуюся инновационную инфраструктуру, путем поддержки создания инжиниринговых центров, обеспечения целевой направленности деятельности технопарков, венчурных структур и инвестиционных фондов.

Наблюдаемая в настоящее время деиндустриализация экономики России не может быть преодолена без активных мер по **восстановлению средне-**

технологических отраслей машиностроительного профиля. Технологии, продукция и услуги таких отраслей должны соответствовать возросшим требованиям внутреннего и мирового рынка. Инновационность не должна имитироваться, а должна обеспечивать конкурентоспособность и успешность российских компаний.

Обозначенный в ряде документов, утвержденный на Федеральном уровне, переход к инновационной стратегии затруднен по целому ряду причин:

- высокий внешний спрос на ресурсы, которые могли бы быть использованы экономикой внутри страны;

- внутренний платежеспособный спрос на ресурсы, обеспечивающий поддержку «длинных технологических цепочек» ограничен в связи с низким потенциалом перерабатывающих и обрабатывающих компаний;

- по многим направлениям отсутствуют эффективные отечественные технологии переработки ресурсов;

- высоки налоги и риски для компаний перерабатывающих и обрабатывающих отраслей;

- отечественная инновационная сфера практически неконкурентоспособна и мало участвует в модернизации экономики, а развивающиеся отечественные компании делают главный акцент при модернизации на импорт технологий.

Эти причины обусловлены параметрами внешней среды и устойчиво поддерживаются интересами в экспорте ресурсов многими экономическими субъектами.

В России сохранение непрогрессивной ресурсно-экспортной стратегии приводит к экономическим противоречиям и социальным конфликтам, среди которых:

- чрезмерный разрыв в доходах сверхбогатых и бедных (30–50 раз);

- короткие перерабатывающие (без завершающих технологических процессов) и обрабатывающие цепочки технологий (без инновационной составляющей в начальных технологиях);

- рост коррупции;

- снижение качества при одновременном росте стоимости продукции и услуг (ЖКХ, продовольствие, транспорт, лекарства).

Директивными методами и изменением законодательства эти причины и противоречия устранить нельзя. **Необходимы новая модель управления экономикой, содержащая радикальные системные меры: новые технологии, низкие налоги для перерабатывающих и обрабатывающих отраслей, средства и механизмы стимулирования спроса и создания новых технологий.**

Нецелесообразность модернизации действующих и восстановления потенциала простаивающих мощностей в прежних масштабах и пропорциях, обусловлена тем, что:

- состав востребованных рынком продуктов за последние 20–30 лет кардинально изменился;

- многие отечественные отрасли и подотрасли уже прошли «точку невозврата» к конкурентоспособному уровню и на их месте необходимо создавать новые компании и отрасли практически с нуля.

В связи с этим учеными-экономистами предложен новый подход к инновационной индустриализации, целью которого является **создание подотраслей в виде сети связанных конкурентоспособных технологий по направлениям**: станкостроение, авиастроение, судостроение, отрасли тяжелого машиностроения, фармакология, производство экологически чистого продовольствия; переработки промышленных отходов и др. Реализация такого подхода возможна на основе централизации управления строительством в рамках новых современных холдингов и формирования инновационно-технологических кластеров, а не на основе существующих министерств и их структур.

Организационной основой формирования новых подотраслей и отраслей должны стать инновационно-технологические кластеры, а начало освоения новых технологий должно проводиться в рамках особых экономических зон со своим временным порядком налогообложения. Учитывая отсталость технологического уровня отечественных инновационных структур от мирового уровня целесообразен первоначальный масштабный импорт технологии лицензий и патентов с последующим обслуживанием этих производств отечественным инновационным потенциалом.

Динамика инновационной модернизации экономики России зависит не только от наличия инновационного потенциала, но и от качества технологического пространства, в котором реализуются инновационные решения. Технологическое пространство является частным случаем организационно-экономического пространства, где функционируют хозяйствующие субъекты, экономические агенты, предприниматели, бизнесмены. Крайне низкое качество технологического пространства в России обусловлено многими причинами, включая и неэффективность принятых Федеральных и региональных законов, нередко противоречащих друг другу. Совокупность принятых законов, правил и процедур, разрешающих и контролирующих бизнес, сопровождается высоким уровнем коррупции, неблагоприятной криминальной обстановкой и др. Перечисленные обстоятельства дополняются низким уровнем исполнения принятых законов, медлительностью рассмотрения и необъективностью принятых судебных решений, попытками рейдерского захвата чужой собственности и др.

Важно, не только импортировать новые технологии, но и комплексно осваивать их потенциал. Для этого, помимо настойчивости и последовательных действий властных структур и бизнеса необходима высокая квалификация кадров. Их нехватка в настоящее время может быть компенсирована за счет кардинальных мер в сфере образования и создания совместно с ведущими отечественными и зарубежными компаниями центров подготовки и обучения новым технологиям. Наличие квалифицированных кадров является одним из главных условий привлечения инвестиций. Также необходимо создать при участии государственных корпораций исследовательские центры, обеспечивающие поддержку и сопровождение осваиваемых технологий в рамках их жизненного цикла. Эти центры при условии эффективной организации способны заменить расформированную в 90-х гг. отраслевую науку и существовавшую ранее заводскую науку.

Конечно, создать конкурентоспособную промышленность во всех отраслях Россия не сможет, как и многие другие промышленно развитые страны.

В число первоочередных воссоздаваемых отраслей должны входить инвестиционное машиностроение, включая тяжелое, энергетическое, транспортное, химическое, отрасли конструкционных материалов, фармацевтическая промышленность, электроника, приборостроение, коммуникационно-информационные системы и др. Однако после прогнозных исследований и расчетов этот перечень может быть скорректирован, поскольку даже многие крупные промышленно-развитые страны не имеют полного перечня собственных конкурентоспособных производств, но использование отсталых технологий только тормозит развитие экономики страны.

Намечаемая индустриализация России может не состояться, если одновременно не принять меры по созданию адекватных масштабам поставленной задачи финансовых механизмов обеспечения инвестиций. Эффективно действующие механизмы инвестиционной поддержки должны направлять создаваемые активы на модернизацию, а не изыматься под различными предлогами в бюджеты и фонды. Эти средства должны превращаться из сбережений в накопления, а затем и в инвестиции, поддерживающие следующий новый цикл воспроизводства.

Принятый в законодательном плане порядок формирования госзаказа, особенно при выборе инновационных решений и новых технологий, устарел и требует кардинальных изменений.

Нелегитимность распределения государственной собственности в 90-е гг. до сих пор является препятствием для установления согласия и взаимной договоренности между различными слоями общества и социальными группами, что существенно сдерживает гармонизацию отношений в экономике и обществе.

В этой связи большие задачи стоят перед учеными-обществоведами по выявлению роли и динамики институциональных и индивидуальных факторов социальных, экономических и технологических изменений на разных уровнях структуры общества. Исследование этих факторов позволит существенно повысить обоснованность формирования ориентиров в целях предотвращения и преодоления кризисных явлений в экономике и обществе и создания новой рациональной модели развития страны.

Первоочередными задачами управления развитием экономики и социальной сферы Российской Федерации, направленные на предупреждение и подавление негативных вызовов, являются:

- обеспечение экономической и национальной безопасности;
- поддержка актуальных программ модернизации высокотехнологичных отраслей экономики;
- диверсификация экономики и уменьшение зависимости от импорта машин, оборудования;
- обеспечение устойчивости национальной финансовой системы;
- развитие конкуренции и снижение административного давления на бизнес;
- социальное развитие и инвестиции в человеческий капитал;
- сбалансированное региональное развитие, в том числе Сибири, Дальнего Востока, Байкальского региона и Арктической зоны;
- развитие местного самоуправления;
- укрепление Евразийского экономического союза;
- расширение и диверсификация внешнеэкономических связей.

Особенностью современного этапа развития Российской Федерации является также и то, что его невозможно реализовать без сплочения российского общества вокруг признаваемых большинством граждан РФ базовых ценностей и жизненных смыслов. Сущность этих ценностей и смыслов: они должны определять стратегическое направление развития нашей страны.

Это ставит перед учеными-обществоведами двуединую задачу.

Во-первых, необходимо интенсифицировать фундаментальные и прикладные комплексные, междисциплинарные исследования проблемы **цивилизационного выбора России**. Это особенно важно и актуально на фоне нынешних событий на Украине, которые резко повысили ее остроту.

Здесь важно найти наиболее продуктивную конфигурацию «соединения» опыта западных стран (и соответствующих ценностей) с традициями отечественной культуры. Поскольку использование западного опыта не должно принимать форму его автоматического «копирования». В частности, вопрос о цивилизационном выборе России невозможно решить без учета результатов современных дискуссий о соотношении демократии (которая предполагает опору на западный опыт) – и российской культурной идентичности, без сохранения и развития которой никакие заимствуемые модели модернизации не могут иметь успеха. Необходимо, кроме того, критически рассмотреть опыт модернизации и незападных стран, которым пришлось учитывать особенности своих национальных культур (страны дальневосточного региона).

Кроме того, необходимо также совершенствование федерального законодательства, определяющего правовое регулирование отношений с участием субъектов гражданского общества при акценте на вопросах активизации инновационных процессов в экономике, с учетом социальной составляющей в контексте общественных запросов, требований по обеспечению безопасности страны и населения.

Во-вторых, необходим анализ **собственно механизмов** сплочения российского общества вокруг базовых ценностей и смыслов, а также факторов, способствующих или наоборот препятствующих такому сплочению.

Здесь требуется выявить нравственно-психологические основы решения главных социальных проблем современного российского общества. Важно также в режиме мониторинга фиксировать реальное состояние и динамику ценностных ориентаций в российском обществе с обязательным учетом религиозно-мировоззренческого компонента проблемы. Необходима разработка новых теоретических подходов, концепций и моделей, углубляющих знания о семье, детях, детстве и актуальных проблемах социализации детей в трансформирующихся условиях.

Важнейшие достижения

В рамках программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Прогноз потенциала инновационной индустриализации России» сформирована концепция оценки влияния инноваций на развитие машиностроения как комплекса инвестиционных и инновационных отраслей. Разработана модель развития машиностроения, основанная на развитии цепочек:

«ОПК – станкостроение и отрасли его комплектующие»,
«отрасли топливно-сырьевого сектора и энергетика – тяжелое машиностроение – станкостроение»,
«транспортное машиностроение – станкостроение»,
«АПК – тракторное и сельскохозяйственное машиностроение – станкостроение».

Научно-аналитические материалы были представлены в Минэкономразвития России, Минпромторг России, Минсельхоз России, Комитет Государственной Думы по экономической политике, инновационному развитию и предпринимательству, Евразийскую экономическую комиссию, ОАО «Роснефть» и др. Опубликована коллективная монография «Перспективы развития экономики России. Прогноз до 2030 года». (ИНП РАН, ЦЭМИ РАН, ИМЭМО РАН, ИСКРАН и др.)

В рамках программы «Модернизация и экономическая безопасность Российской Федерации» опубликованы 3-й и 4-й тома коллективной монографии «Модернизация и экономическая безопасность России». В монографии представлен комплекс предложений, направленных на развитие модернизации различных сторон экономической и общественной жизни страны, основные показатели экономической и энергетической безопасности, основные направления, методы, механизмы модернизации социальной сферы, промышленности, финансов, экологии, науки, образования, условия, тенденции и формы сотрудничества и интеграции на постсоветском пространстве и др. (рис. 40). (ЦЭМИ РАН, ИЭ РАН, ИПР РАН, ИНП РАН, ИАГП РАН)

Подготовлен и представлен Президенту РФ В.В. Путину фундаментальный междисциплинарный научный доклад «Россия на пути к современной динамичной и эффективной экономике». Доклад посвящен сценариям экономического развития России, в котором представлен анализ общих условий социально-экономического развития России (макроэкономические тенденции; состояние человеческого потенциала; состояние научно-производственной сферы; неоднородность экономического и социального пространства; институциональные особенности; вызовы глобальной экономики), определены приоритеты долгосрочного социально-экономического развития страны, пути совершенствования институтов (эффективное государство, надежная финансовая система) и раскрыты особенности социально-экономической политики на перспективу (политика экономического развития: курс на модернизацию и устойчивость; приоритеты социальной политики; императивы пространственной политики; налогово-бюджетная политика на службе развития; денежно-кредитная политика; приоритеты внешнеэкономической политики). (Институты ООН РАН, ОГПМО РАН и др.)

Подготовлена и опубликована коллективная монография «Российская Арктика: современная парадигма развития», которая представляет собой объемный междисциплинарный труд большого числа ученых различных институтов РАН. Представлено современное видение места России в Арктике, путей разрешения проблем освоения циркумполярной зоны. Важность этого связана с тем, что формирование и фундаментальное научное обоснование стратегических приоритетов изучения и комплексного освоения арктических территорий Российской Федерации ныне является одной из ключевых задач

развития и модернизации отечественной экономики (рис. 41). (Институты РАН)

Опубликованы 3 тома коллективной монографии ИЭ РАН «Urbi et Orbi»: 1-й том – «Теоретическая экономика», 2-й том – «Экономическая политика», 3-й том – «Россия в глобальном мире», в которых обосновывается необходимость перехода к новой социально-экономической политике; предлагается комплекс мер по изменению структуры реального сектора экономики, ориентиров социального развития, системы финансовых и денежно-кредитных отношений, институциональной сферы, обеспечивающих устойчивое развитие экономики; анализируются различные форматы взаимодействия России с внешним миром, в частности интеграционные образования на евразийском континенте, феномен БРИКС; определены потенциал и риски сотрудничества России с государствами российского «пояса соседства» и др. (ИЭ РАН)

Для Совета Безопасности подготовлен научно-аналитический доклад «Стратегический анализ социально-экономических приоритетов обеспечения продовольственной безопасности России в условиях усиления глобальной и региональной интеграции», в котором выполнено научное обоснование роста конкурентоспособности агропродовольственного комплекса для формирования системы управления национальной продовольственной безопасностью в условиях взаимодействия конкуренции и сотрудничества на мировом продовольственном рынке (рис. 42). Реализуемый подход увязывает структуру рынка и институты, определяющие стратегические модели поведения рыночных субъектов, и позволяет обеспечить сбалансированность разноразмерных механизмов регулирования в условиях структурных изменений глобальной экономики на национальном, межотраслевом и региональном уровнях. (Институты ООН РАН)

Разработаны концептуальные параметры новой региональной промышленной политики регионов, опирающиеся на сочетание политики импортозамещения с политикой экономической безопасности государства. Разработаны концепция технопарка промышленно-логистической специализации на территории индустриального региона и методика обоснования отраслевой специализации технопарка на базе пространственно-временных технологических контуров и модель потока доходов технопарка, позволяющая эффективно сочетать интересы частных компаний и региональных органов власти (рис. 43).

Результаты исследования легли в основу Концепции создания и развития технопарка «Новокольцовский» на территории Свердловской области. Опубликована коллективная монография «Промышленность индустриального региона: потенциал, приоритеты и динамика экономико-технологического развития». (ИЭ УрО РАН)

Завершена систематизация результатов исследований последнего пятилетия по характеристике роли Сибири в народнохозяйственном комплексе России. На основе этого была опубликована коллективная монография «Современная роль экономики Сибири в народнохозяйственном комплексе России». В монографии рассмотрены потенциал, риски и возможности реализации трех векторов пространственного развития восточных районов

России: «северный вектор» – Север и Арктика как зона особых стратегических интересов России; «восточный вектор» – Дальний Восток и часть Восточной Сибири как географический ареал пространственных приоритетов государства; «центрально-сибирский вектор» – развитие Южно-Сибирского и Центрально-Сибирского мезорегиона как основа новой индустриализации востока страны (рис. 44).

Показано, что в условиях резкого роста процессов «турбулентности» и неопределенности, растет востребованность регионов с минимальными политическими, социальными, экологическими, демографическими и этническими рисками и сделан вывод, что Сибирь является таким макрорегионом. Для формирования в Сибири стратегического территориального резерва России потребуются ресурсы, сопоставимые на первом этапе со стоимостью сети спортивно-инфраструктурных проектов в европейской части России. (ИЭОПП СО РАН)

Институтом экономических исследований Дальневосточного отделения подготовлен и представлен в Совет Безопасности РФ научно-аналитический доклад «Население и качество жизни на Дальнем Востоке России», в котором выявлены основные направления и масштабы миграционных перемещений на межгосударственном, национальном и внутри региональном уровне с учетом объективных и субъективных факторов. Проанализированы состав и структура трудового потенциала региона, выделены причины дисбаланса между его основными элементами, включая миграционную составляющую. Дана характеристика социального потенциала с учетом сложившегося уровня и качества жизни в субъектах Федерации Дальнего Востока. Определены направления государственной политики, способствующие формированию постоянного населения на тихоокеанских рубежах страны и поддержания равновесия на региональных рынках труда. (ИЭИ ДВО РАН)

В рамках Программы фундаментальных исследований ООИ РАН «Социально-политическая и духовно-нравственная консолидация российского общества на современном этапе» были подготовлены и опубликованы новые книги 40-томной серии «Философия в России первой половины XX в.». Главная задача серии вернуть России имена русских мыслителей, восстановить роль русской философии в мировом интеллектуальном процессе, особо подчеркнуть влияние русских философов на мировую философию. Новые тома посвящены неокантианству в России, отечественному марксизму, творчеству Б.П. Вышеславцева, П.А. Флоренского, Н.А. Бердяева, П.А. Сорокина, Г.Г. Шпета, Л.Н. Толстого, Е.Н. Трубецкого, И.А. Ильина.

Введены в научный оборот новые переводы наследия Канта в рамках продолжения международного проекта двуязычного издания трудов немецкого философа (Иммануил Кант. Сочинения на русском и немецком языках / Immanuel Kant. Werke. Zweisprachige deutsch-russische Ausgabe / Hrsg. von Nelly Motroschilova (Moskau) und Burkhard Tuschling (Marburg). Bd. 5 (1). М., 2014). (Институт философии РАН)

В рамках мегапроекта «Транс-Евразийский пояс «RAZVITIE» разработаны теоретико-методологические основы создания пояса «RAZVITIE», который позволит решить комплекс экономических, геополитических, социаль-

ных проблем России, связанных с укреплением территориальной связности страны, стабилизацией геополитического положения России, введением в хозяйственную деятельность природных богатств Сибири и Дальнего Востока, решением демографической проблемы, превращением США из противника в партнера (рис. 45).

Создана система предельно критических (пороговых) показателей развития общества из 24 показателей. Она позволяет сформировать точку отсчета и контроля за изменениями, происходящими в различных сферах (экономической, политической, социальной, культурной) общества и на их основе перейти к фиксации персональной ответственности при принятии решений на всех уровнях государственной власти. Система дает технологическую возможность измерения национальной безопасности страны. (ИСПИ РАН)

Исследованы важнейшие вопросы современного предпринимательского (хозяйственного) права, в том числе о доктринальных подходах к формированию его системы, возможности принятия Предпринимательского кодекса России, экономической роли государства в науке предпринимательского (хозяйственного) права, роли института несостоятельности (банкротства) в рыночной экономике, правовой работе в народном хозяйстве, правовом регулировании энергетики и недропользования и т.д. («Творческое наследие академика В.В. Лаптева и современность»). (ИГП РАН)

Изучен механизм социальной консолидации российского общества, обоснованы место и роль в нем российской идентичности, межэтнической толерантности, мировоззренческих установок и системы ценностей россиян, предупреждения и деэскалации региональных конфликтов. Обоснована необходимость приведения модели общества в соответствие с нормами и ценностями, свойственными российской цивилизации; сочетания традиционного и инновационного. Разработан принципиально новый подход к проблеме этничности в условиях глобализации на основе интеграционного и дезинтеграционного потенциала развития межнациональных отношений. Полученные результаты учтены в государственной «Стратегии развития межнациональных отношений в РФ». (ИС РАН)

По проблемам национальной безопасности опубликована монография «Методологические проблемы прогнозирования в интересах национальной безопасности России», в которой исследуется категориальный аппарат политического, политико-военного и военно-технического прогнозирования, анализируются примеры наиболее удачных в мировой истории политико-военных прогнозов, связь между прогнозированием и планированием, специфика прогнозирования в сфере мировой политики, экономической сфере, научно-технической области (в том числе в военно-технической), рассматриваются проблемы применения системного подхода в сфере прогнозирования. Представлен анализ ряда тенденций макроизменений в системе мировой политики на 2020–2030 годы (рис. 46). (ООН РАН)

Осуществлен цикл исследований, включающий анализ эволюции, экономических механизмов и последствий неформальности (неформальной занятости) на российском рынке труда; он выполнен на больших массивах

эмпирических данных с использованием современной эконометрической методологии и охватывает период с середины 1990-х до конца 2000-х гг.

Впервые комплексно исследованы эволюция неформальности и ее движущие механизмы; профиль и структура такой занятости, как в статике, так и в динамике; выгоды и издержки для работников и для фирм; стимулы и ограничения формирования сегментации; мобильность на рынке труда, затрагивающая неформальные виды занятости; эволюцию различий в заработной плате и вклад неформальности в неравенство в оплате. Большое внимание уделено влиянию институтов рынка труда (налогообложения и минимальной заработной плате) на неформальность, а также ее последствиям для благосостояния работников. (Центр трудовых исследований НИУ ВШЭ)

ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И МЕЖДУНАРОДНЫЕ ОТНОШЕНИЯ

Институты Отделения глобальных проблем и международных отношений РАН проводят фундаментальные исследования проблем мирового развития, а также осуществляют прикладные разработки по запросам и в интересах органов государственной власти Российской Федерации. Приоритетными направлениями являются фундаментальные исследования динамики глобальных процессов и формирования новых моделей глобального управления, т.е. принципов, институтов и механизмов регулирования экономических, политических и социальных проблем, а также подходов к решению глобальных проблем. Одна из важнейших прикладных задач работы отделения – разработка краткосрочных и долгосрочных прогнозов развития стран и регионов полицентричного мира, а также крупных отраслей и комплексов мирового хозяйства.

Важнейшие достижения

Рассмотрены новые механизмы управления экономическими процессами на национальном уровне (инновационная политика, банки развития) и международные институты регулирования (например, регулирование финансовых рынков). В фокусе исследования – глобальные социальные дисбалансы, процессы транскультурной миграции, обостряющие поиск новых моделей идентичности, социального поведения и социальных ожиданий. Выполнен анализ новейших тенденций в мировой политике и безопасности. Сделан вывод о смене парадигм в сфере международной безопасности, дан анализ использования инструментов дипломатии, военной и «мягкой» силы в реализации национальных интересов. Дана оценка возрастающей роли международного взаимодействия как предпосылки реализации стратегических целей развития.

Исследованы тенденции социально-политических и экономических изменений в современном мире, дана оценка перспектив и ограничений глобального регулирования и трендов макрорегиональных интеграционных процессов. Рассмотрены модели социально-политического и экономического развития ведущих стран мира и альтернативы, которые высвечивают происходящие в США, Китае, Индии, Бразилии, Японии политические и экономические изменения. Проанализированы тенденции развития ведущих стран Европы, выявлены характеристики национальных моделей и то влияние, которое оказывают на национальное развитие процессы глобализации и европейской интеграции. Отдельный раздел исследования посвящен повестке дня современной России и ее роли в меняющемся мире.

Проанализированы важнейшие современные проблемы международной безопасности, связанные с развитием новейших средств вооруженной борьбы и их распространением в мире, а также с обострением военно-политических и вооруженных конфликтов в разных регионах планеты. Осо-

бое внимание уделено усилиям государств, международных организаций и профессиональных сообществ по ограничению этих опасных процессов и дипломатическому урегулированию кризисных ситуаций.

Выполнен анализ основных угроз и вызовов международной безопасности на тихоокеанском пространстве. Сделан вывод о том, что всестороннее укрепление безопасности стран региона возможно только при условии формирования принципиально новой архитектуры, позволяющей уменьшить остроту существующих в регионе международных и внутренних дисбалансов и купировать их проявления. Итогом такого подхода должна стать новая тихоокеанская система многосторонней безопасности и совместного развития, построенная на принципах недестабилизирующего неравенства и иерархической полицентричности. (ИМЭМО РАН)

Проанализированы причины и последствия нового обострения отношений между Россией и США. Рассмотрена расстановка сил на внутривосточной арене США по вопросам отношений двух стран. Подчеркнута необходимость недопущения институционализации новой холодной войны, долговременной конфронтации между Россией и США, Россией и Западом в целом. Сделан вывод о том, что поиск политического решения конфликта на Украине на основе прекращения гражданской войны, децентрализации власти и внеблокового статуса, а также активизация контактов между учеными, включая диалог по военно-политическим проблемам, могли бы способствовать снижению накала страстей в отношениях между США и Россией.

Рассмотрены роль и место США в мировом хозяйстве и мировой финансовой системе, состояние внешней торговли, инвестиционная позиция страны, региональные аспекты внешнеэкономических связей США. Значительное внимание уделено анализу ресурсной базы экономики США, рассмотрению основных макроэкономических индикаторов, отраслевой структуры и динамики основных секторов хозяйства, анализу проблем социальной сферы. Проведен детальный анализ рыночной модели американской экономики, экономической роли государства и важнейших направлений и инструментов его хозяйственной политики. Многие вопросы рассмотрены впервые в российской экономической литературе. (ИСКРАН)

Исследованы направления стратегического сотрудничества РФ и КНР в экономической, научно-технической, гуманитарной и других областях. Проанализированы цели, значение, формы российско-китайского взаимодействия по вопросам международной политики. Выявлен позитивный характер такого всестороннего сотрудничества, определен круг еще не решенных вопросов. Показан потенциал всеобъемлющего партнерства России и Китая, сделан вывод о том, что дальнейшее упрочение двусторонних связей имеет взаимовыгодный характер, отвечает интересам внутреннего развития РФ как евро-тихоокеанской державы, укреплению российских позиций на мировой и региональной арене. (ИЭ УрО РАН)

Издана монография «БРИКС-Латинская Америка: позиционирование и взаимодействие». В монографии подчеркивается естественный характер БРИКС – объединения нового поколения, показано совпадение интересов не только в рамках БРИКС, но и в отношениях с партнерами из Латино-Карибской Америки. Странам этого региона сотрудничество с БРИКС дает шанс

отойти от прежней траектории ассиметричных отношений с США и другими странами «коллективного Запада». Монография переведена на испанский язык и представлена Президентом Российской Федерации В.В. Путиным главам стран Латинской Америки во время саммита БРИКС в Бразилии в июле 2014 г. (ИЛА РАН)

Завершен первый этап работы над проектом «Исламистское движение в мировом политическом процессе: идейные направления, организации, тенденции развития». Дана общая оценка природы и значения исламизма, обозначена тенденция к усилению в исламизме экстремистского направления (джихадизма), к превращению исламизма в один из полюсов многополярного мира. Раскрыто основное содержание идеологии и практики радикальных исламских движений: их квинтэссенцией становится борьба против западной цивилизации и шире – против немусульманского мира в целом.

Показана серьезная угроза нарастающей международной активности крайних форм исламизма для национальной безопасности РФ. Исламская оппозиция сохраняет свои позиции на Северном Кавказе и усиливает деятельность в Татарстане и Башкортостане. Южная граница РФ становится все более проницаемой для исламистов из Центральной Азии. (ИАФ РАН)

Выполнено сравнительное исследование освоения смежных территорий России, Китая и Японии: (Дальнего Востока России, Маньчжурии и о. Хоккайдо) в XVII – первой половине XX в., которое выявило синхронность процессов, общие закономерности и специфические особенности колонизационной политики трех государств. Соседство дальневосточного региона с Китаем и Японией во многом предопределило характер развития территории как военного форпоста и ресурсной базы европейской России. (ИИЭАЭ ДВО РАН)

Обобщены результаты комплексного междисциплинарного фундаментального исследования наиболее актуальных проблем региона Большой Европы с точки зрения практических задач, стоящих в настоящее время перед социально-экономической и внешней политикой Российской Федерации. Исследование проведено по трем важнейшим направлениям: Европа в мировой истории, современная Европа, будущее Большой Европы.

Опубликованы результаты комплексного фундаментального исследования внутренней и внешней политики современной Великобритании – одной из ведущих стран Европы. Изучены вопросы влияния мирового экономического кризиса на британскую модель развития. Рассмотрена вестминстерская модель демократии и государственного управления. (ИЕ РАН)

ИСТОРИКО-ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Отделение историко-филологических наук ведет большую и важную работу, которая включает изучение и сохранение гуманитарного наследия, анализ закономерностей исторического и литературного процессов, построение целостной картины становления отечественной и мировой культуры, рассмотрение устного народного творчества, отдельных языков и литератур. Широкая презентация результатов исследований по истории и филологии способствует формированию у человека исторического мышления, чувства принадлежности к социуму, мировому культурному пространству.

В связи с этим особое место в разработках гуманитариев занимает подготовка обобщающих многотомных описаний историко-культурного развития отдельных стран и регионов. Вышел из печати пятый том «Всемирной истории», в котором по результатам комплексного анализа дается новое освещение ряда узловых вопросов мирового исторического процесса в XIX в. Одно из центральных мест в трактовке важнейших аспектов отечественной истории с древнейших времен до современности занимает новая академическая «История России» в 20 томах, к работе над которой привлечен широкий круг ведущих специалистов: историков, археологов, архивистов, искусствоведов из Москвы, Санкт-Петербурга и других регионов.

Ряд крупных исторических и филологических разработок связан со 100-летием начала Первой мировой войны, отмеченного всей страной в 2014 г. Конечно, гуманитарная наука не развивается в связи с памятными датами, но, именно, они нередко позволяют скоординировать усилия ученых на решении важных исследовательских задач, обновить источниковедческую базу, получить новые результаты. Вышеуказанное определяет высокий научный уровень фундаментальных трудов «Россия в годы Первой мировой войны: экономическое положение, социальные процессы, политический кризис» и «Политика и поэтика. Русская литература в историко-культурном контексте Первой мировой войны. Публикации. Исследования. Материалы».

Значительный вклад ученые Отделения вносят в разработку методологической базы отечественной гуманитарной науки, потребность в которой сегодня остро ощущается в трудах исторического характера. Продолжается работа по подготовке масштабного обобщающего издания – «Российской исторической энциклопедии» в 18 томах, призванной по-новому осветить комплекс основных вопросов исторической науки. Важное место в теоретическом осмыслении актуальных проблем гуманитарного знания займет справочное издание «Теория и методология исторической науки: Терминологический словарь».

Ученые Отделения ведут масштабную работу по публикации источников. Многие из этих изданий позволили по-новому осветить важные стороны исторического и литературного процессов. Следует отметить, что эти академические публикации, как правило, не имеют аналогов в мировой энциклопедической практике. На основе многолетних экспедиционных исследований осуществлено издание фольклорных текстов на сокотри, одном из наиболее архаичных семитских разговорных языков: «Корпус фольклорных текстов на

языке сокотри». Высокий уровень подготовки текстов демонстрируют также тома академических полных собраний сочинений классиков отечественной литературы.

Изучению отдельных вопросов истории нашей страны на разных этапах ее развития посвящен ряд фундаментальных разработок специалистов в области археологии и отечественной истории. Эти исследования имеют широкий хронологический охват, демонстрируют разнообразие методик, основаны на привлечении нового материала. К ним относятся – коллективная монография «Русь в IX–XII веках: общество, государство, культура», энциклопедия «Древняя Русь в средневековом мире», монография чл.-к. РАН С.М. Каштанова «Исследования по истории княжеских канцелярий средневековой Руси».

Жанр историко-этнографического описания народов в рамках их традиционной культуры представлен очередными томами серии «Народы и культуры» – «Карачаевцы. Балкарцы» и «Грузины». Вышеназванные работы демонстрируют одно из основных направлений в развитии гуманитарных исследований, связанное с аналитической презентацией отечественного и мирового историко-культурного наследия.

Необходимо отметить важность комплексного, междисциплинарного анализа, в том числе с применением методов естественных наук, который позволяет ученым-гуманитариям получать новые результаты в классических направлениях истории и филологии. К ним можно отнести такие крупные проекты, как создание Национального корпуса русского языка, национальных корпусов языков народов России, новые открытия в области археологии и антропологии.

Научно-исследовательская работа институтов, находящихся под научно-методическим руководством Отделения историко-филологических наук РАН, отмечена богатством и разнообразием направлений их деятельности. Подготовка обобщающих трудов историко-филологического характера сочетается с разработкой частных локальных тем. Установка на комплексность является одной из принципиальных черт этих исследований. Важное место в трудах гуманитариев занимает публикация исторических и литературных источников, составление словарей. Многие разработки связаны с выпуском справочных изданий, в том числе, имеющих характер аналитических презентаций.

Важнейшие достижения

Выпущена коллективная монография «Россия в годы Первой мировой войны: экономическое положение, социальные процессы, политический кризис». Она является первым в нашей стране исследованием обобщающего характера по данной проблематике. В книге комплексно рассмотрен широкий круг вопросов, связанных с положением страны в годы мирового военного противоборства, организацией обороны государства, созданием военной экономики. Новизна работы заключается также в том, что в ней раскрыты демографические и социальные аспекты влияния войны на российское общество (рис. 47). (ИРИ РАН)

К 100-летию начала Первой мировой войны подготовлен и издан том «Политика и поэтика. Русская литература в историко-культурном контексте Первой мировой войны. Публикации. Исследования. Материалы» (отв. ред. В.В. Полонский, М., 2014), в котором впервые публикуются корпуса публицистических статей русских писателей «серебряного века», посвященных военным событиям. В книгу вошли работы о различных аспектах отражения войны в литературно-художественных источниках: военно-морской мемуаристике, общественно-политической, женской и детской столичной и региональной периодике, неореалистической и модернистской прозе, высокой и массовой поэзии, авангардистском искусстве, писательских корреспонденциях и др. (ИМЛИ РАН)

Продолжается публикация томов «Всемирной истории» (гл. ред. ак. А.О. Чубарьян). Вышел пятый том «Мир в XIX веке: на пути к индустриальной цивилизации» (отв. ред. В.С. Мирзеханов), посвященный ключевым проблемам XIX в. (от Великой Французской революции до Первой мировой войны), осмысленным с позиций новейших достижений исторической науки. Книга включает обобщающий теоретический раздел об истории XIX столетия и главы по истории отдельных стран. (ИВИ РАН)

В книге «Русь в IX–XII веках: общество, государство, культура» (отв. ред. ак. Н.А. Макаров, А.Е. Леонтьев, М., 2014) собраны материалы новейших исследований, освещающих различные аспекты исторического развития Руси от момента появления древнерусского государства на исторической арене до конца XII столетия. Издание позволяет существенно обновить научные представления о власти, общественном устройстве и воинской элите Руси, расселении, культурных ландшафтах и формировании городских центров, древнерусской идентичности и областных культурных традициях. Основной акцент сделан на согласовании исторических и археологических материалов, обсуждении нестыковок в исторических реконструкциях, созданных на основании исследования различных категорий источников. Публикации знакомят с археологическими древностями далеко отстоящих друг от друга областей (от Западного Буга и Днестра до Ладоги и Белого озера), обеспечивая широкий географический охват территории Руси, понимание культурного своеобразия отдельных ее регионов. Предприняты попытки нового осмысления социальной стратификации древнерусского общества и этнокультурных трансформаций. (ИА РАН)

Энциклопедия «Древняя Русь в средневековом мире» (под общ. ред. Е.А. Мельниковой, В.Я. Петрухина. М., 2014), подготовленная ведущими специалистами России, Украины и Белоруссии, освещает социально-политическую, экономическую, культурную и религиозную жизнь Древнерусского государства от времени его зарождения до монгольского нашествия середины XIII в.

Монография чл.-к. РАН С.М. Каштанова «Исследования по истории княжеских канцелярий средневековой Руси» (М., 2014) посвящена дипломатическому анализу сохранившихся подлинников и копий актов XIV–XVI вв. в целях установления их канцелярской принадлежности. Книга опирается на современные дипломатические, палеографические, флиграноведческие, сфрагистические методики изучения средневековых актов и источников и

базируется на архивных документах Российского государственного архива древних актов, Государственного исторического музея, архива Санкт-Петербургского института истории РАН и др. (ИВИ РАН)

В историко-этнографической серии «Народы и культуры» изданы тома «Карачаевцы. Балкарцы» (отв. ред. М.Д. Каракетов, Х.-М.А. Сабанчиев, М., 2014) и «Грузины» (отв. ред. Л.К. Бериашвили, Л.Ш. Меликишвили, Л.Т. Соловьева. М., 2014). В них описываются происхождение народов, их этническая и политическая история, различные аспекты материальной, духовной и соционормативной культуры, важное место занимают процессы межэтнического и межкультурного взаимодействия. Большое внимание уделено социокультурным, этнодемографическим, социально-экономическим и этнополитическим процессам. (ИЭА РАН, МАЭ РАН, РЭМ, Карачаево-Черкесский госуниверситет, НАН Грузии)

Впервые в мировой научной практике на основе многолетних экспедиционных исследований осуществлено издание фольклорных текстов на сокотри, одном из наиболее архаичных семитских разговорных языков: «Корпус фольклорных текстов на языке сокотри» (науч. ред. чл.-к. РАН В.В. Наумкин, Лейден, 2014). Проведена уникальная работа по сбору, обработке, анализу и систематизации текстов с участием носителей языка, представителей коренного населения архипелага островов Сокотра (Южный Йемен). (ИВ РАН)

Значительным вкладом в изучение становления естественных гуманитарных наук в России в неразрывной связи с историей Академии наук стала публикация «Летопись Кунсткамеры. 1714–1836» (отв. ред. Н.П. Копанева, Ю.К. Чистов. СПб., 2014). В книге на основании архивных документов, опубликованных материалов и исследований представлены в хронологическом порядке основные события, связанные с историей первого российского музея, формированием фондов, экспонированием коллекций, работой сотрудников. (МАЭ РАН)

Монография «Академическая археология на берегах Невы (от РАИМК до ИИМК РАН, 1919–2014 гг.)» (СПб., 2013) посвящена истории Института истории материальной культуры РАН. Авторы раскрывают не только основные направления научно-исследовательской деятельности и полевых археологических работ института, но и передают непростую, временами трагическую судьбу, многих выдающихся ученых и рядовых сотрудников. В книге ярко показаны этапы развития академической археологической науки Петрограда/Ленинграда/Санкт-Петербурга в 1919–2014 гг. (ИИМК РАН)

Издание «Сводный каталог лермонтовских материалов в собраниях ИРЛИ РАН» (отв. ред. Л.Г. Агамалян. СПб., 2014) приурочено к 200-летию со дня рождения М.Ю. Лермонтова и является полным научным описанием лермонтовских материалов, хранящихся в собраниях Рукописного отдела и Литературного музея ИРЛИ (Пушкинского Дома) РАН: автографов Лермонтова и документов о жизни и творчестве поэта, его живописных и графических произведений, портретов Лермонтова, его родных и лиц из ближайшего окружения, иллюстраций к произведениям поэта и др. Каталог включает свыше 2000 описаний и большое количество воспроизведений, многие из которых публикуются впервые. Издание снабжено именными указателями и аннотированным словарем художников. (ИРЛИ РАН)

Подготовка академических полных собраний сочинений классиков отечественной литературы является одним из приоритетных направлений деятельности ОИФН РАН. Опубликовано: Собрание сочинений А.С. Пушкина, размещенных в хронологическом порядке, т. 5; И.А. Гончаров. Полное собрание сочинений и писем: в 20 тт., т. 10; Ф.М. Достоевский. Полное собрание сочинений и писем. Сочинения, т. 2; К.Н. Леонтьев. Полное собрание сочинений: в 12 тт., т. 9; М. Горький. Полное собрание сочинений. Серия II «Письма», т. XVII; Л.Н. Андреев. Полное собрание сочинений и писем: в 23 тт., т. 13. (ИМЛИ РАН, ИРЛИ РАН)

Проведено исследование кости самого древнего человека современного типа за пределами Африки и Ближнего Востока. Изучена и описана морфология кости из Усть-Ишима. Полученный самый древний геном человека подтвердил его принадлежность человеку современного типа, жившего на территории Сибири до или во время разделения популяций человека на западную и восточную ветви – около 45 000 лет назад. (ИПОС СО РАН совместно с Институтом эволюционной антропологии общества Макса Планка (Германия))

В монографии «Искусство Зирихгерана-Кубачи XIII–XV вв. и его место в системе художественных культур Востока и Запада» (Махачкала, 2014) воссоздается картина развития искусства Зирихгерана-Кубачи в контексте мировой художественной традиции. Подробно освещается архитектура, художественная обработка металла, камня и дерева, анализируются сюжеты, образы и орнаментальные мотивы архитектурного декора и произведений художественного ремесла. На основе анализа произведений декоративно-прикладного искусства раскрыты такие важные вопросы, как место средневекового искусства Зирихгерана-Кубачи в системе художественных культур Востока и Запада, роль арабо-мусульманской культуры в развитии исламского искусства Зирихгерана-Кубачи и Дагестана, сюжетно-тематический параллелизм в искусстве Дагестана и Владимиро-Суздальской Руси и др. (ИИАЭ ДНЦ РАН)

На материале памятников немецкой духовно-назидательной и церковно-правовой прозаической литературы средневековой Германии Н.А. Бондарко в монографии «Немецкая духовная проза XIII–XV веков: язык, традиция, текст» (СПб., 2014) исследует роль стереотипных языковых структур и текстообразующих моделей, а также особенности их варьирования в средневековой рукописной традиции. В книге представлено новое издание четырех трактатов и одной молитвы францисканца Давида Аугсбургского (ум. 1272) на средневерхненемецком языке; впервые публикуется ряд малоизвестных анонимных трактатов францисканского происхождения. (ИЛИ РАН)

Книга ««Новые законы» тангутского государства (первая четверть XIII в.)» (изд. текста, пер. с тангутского, введ. и коммент. Е.И. Кычанова. М., 2013) содержит исследование и первый в мире перевод средневекового памятника права вымершего народа, тангутов. Текст восстановлен на основе рукописных глав и их фрагментов, хранящихся в тангутской коллекции Института восточных рукописей РАН. В издание вошли вводная статья, комментарий и факсимиле тангутского текста. (ИВР РАН)

Продолжалась работа по составлению фундаментальных академических словарей русского языка и языков народов Российской Федерации. 1-й выпуск (А-Г) «Активного словаря русского языка» (отв. ред. ак. Ю.Д. Апресян. М., 2014) включает в себя 2000 словарных статей. Словарь является теоретическим источником для научного лексикографического описания русского языка и служит лексикографическим справочником активного типа, способствуя полноценному практическому овладению русским языком. Вышли из печати: «Большой академический словарь русского языка», тт. 22, 23; «Русский этимологический словарь», вып. 8; «Словарь русских народных говоров» вып. 47; «Новые слова и значения. Словарь-справочник по материалам прессы и литературы 90-х годов XX в.» в 3 тт.; «Академический словарь башкирского языка», т. VI; «Осетинско-русско-английский словарь», т. 2. (ИРЯ РАН, ИЛИ РАН, ИФЛ СО РАН, ИИЯЛ УНЦ РАН)

Продолжены охранно-спасательные работы на стоянке первобытного человека Афонтова гора (Красноярский край), открыт и исследован уникальный памятник эпохи неолита Венгерово-2 (Новосибирская область) (рис. 48). (ИАЭТ СО РАН)

Исследована эволюция структур государственного администрирования в результате взаимовлияния традиций и европейских новаций, изучен социальный состав и психологический портрет российского чиновничества XVIII в. Реконструирован процесс внедрения инновационных практик на уральских заводах XVIII в. (социальная политика, промышленная архитектура, транспорт). Изучен комплекс объектов индустриального наследия XVIII–XIX вв. в Уральском регионе. Доказано, что к началу XX в. крупные провинциальные города России по своим характеристикам развития соответствовали городам европейским. Изучены формы бытования традиционной духовной культуры в многокультурном Урало-Сибирском регионе. Создана база данных переводной литературы, позволяющая реконструировать «круг чтения» российской элиты XVIII в.

Результаты исследования позволяют детально реконструировать процесс превращения России XVIII–XIX вв. в один из политических, экономических, культурных центров Европы, и могут быть использованы для позиционирования России в мире с опорой на историко-культурное наследие и традиции страны. (Уральский федеральный университет).

Определены химические составы, физико-технологические приемы и центры производства изделий из глины, стекла, металла; выполнена реконструкция этногенетического типа населения средневекового Болгара; определен видовой состав животных и рацион мясного потребления населения средневекового Болгара; составлен и описан характер почвообразования в районе Болгарского городища; проведена реконструкция палеоклиматических условий на основе данных кернов донных отложений современных озер, палеопочв, изученных палеоботаническими, палеопедологическими, альгологическими и палеомагнитными методами; выявлено высокое антропогенное воздействие человека на окружающую среду; определен возраст археологических объектов радиоуглеродным, палеомагнитным и археомагнитными методами; проведены геофизические исследования, выявлены места вероятного обнаружения археологических памятников.

Созданы историко-культурные геоинформационные проекты Болгарского городища и прилегающих территорий и острова – града Свияжск с целью сбора и анализа всех видов пространственной информации, включая результаты археологических раскопок, полевых изысканий геофизическими, геоморфологическими, почвенно-биологическими и др. методами; совместной интерпретации результатов исследований, планирования будущих раскопочных работ.

Проведены научно-исследовательские и производственные работы по формированию базы трехмерных объектов, позволяющей сформулировать методику и программу создания историко-культурной виртуально-графической модели реконструкции города Булгар на период XIII–XIV вв. (Казанский (Приволжский) федеральный университет)

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Сельскохозяйственные науки – это комплекс фундаментальных, поисковых и прикладных научных исследований, направленных на изучение закономерностей развития и использования живых организмов в сельском хозяйстве, разработку новых знаний, обеспечивающих получение научно-технической продукции (породы животных и птицы, новые сорта сельскохозяйственных культур, технологии, технологические системы и процессы производства сельскохозяйственного сырья и продуктов его переработки, новые виды удобрений, техники, био-, хим-, ветпрепараты, приборы, машины и оборудование, продукты питания и т.д.), предназначенной для освоения в агропромышленном производстве.

Научные исследования в сельскохозяйственном секторе науки проводились по шести основным направлениям: экономика, земельные отношения и социальное развитие села; земледелие, мелиорация, водное и лесное хозяйство; растениеводство, защита и биотехнология растений; зоотехния и ветеринария; механизация, электрификация и автоматизация сельскохозяйственного производства; хранение и переработка сельскохозяйственной продукции.

В области экономики земельных отношений и социального развития села наибольшую актуальность для более благоприятного развития сельского хозяйства имеет изучение интеграционных процессов в мировой экономике и разработка современной экономической теории и принципов развития агропромышленного комплекса страны в условиях глобализации мирового сообщества, исследования проблем трансформации земельных отношений и управления земельными ресурсами в сельском хозяйстве, разработка механизмов формирования новой социальной парадигмы устойчивого развития сельских территорий.

Результаты исследований, проведенных в 2014 г. позволили разработать научную продукцию, к важнейшей из которой относятся:

методология оценки эффективности государственного регулирования сельского хозяйства в условиях членства России в ВТО и интеграции в Евразийский экономический союз, позволяющая оценить влияние системы государственной поддержки на результативность функционирования сельского хозяйства по отдельным его направлениям при решении задачи обеспечения продовольственной независимости страны и увеличения продолжительности жизни населения;

методология исследований взаимоотношений подсистем экономического механизма в регионах с благоприятными и неблагоприятными условиями ведения сельского хозяйства, обеспечивающая дифференцированный подход к финансированию предприятий разных уровней производства;

методические положения по совершенствованию механизма кредитования сельского хозяйства, способствующие повышению устойчивости сельскохозяйственного производства;

организационно-экономический механизм развития сельских территорий, обеспечивающий повышение благосостояния сельского населения,

достойные условия их жизни, сохранение экономической и социальной системы, природных ресурсов;

научные основы трансформации и совершенствования земельных отношений в сельском хозяйстве, позволяющие разработать меры по повышению управляемости земельными ресурсами сельского хозяйства;

методология формирования государственной политики регулирования земельных отношений и повышения эффективности инвестиций в использование земель сельскохозяйственного назначения, обеспечивающая качественное управление и распоряжение государственными землями сельскохозяйственного назначения субъектов Российской Федерации.

По направлению земледелия, мелиорации, водного и лесного хозяйства наибольший интерес представляют проблемы сохранения и воспроизводства почвенного плодородия, эффективного использования природно-ресурсного потенциала агроландшафтов, естественной и антропогенной трансформации почв в различных природно-климатических зонах России, интеграции микроорганизмов и растений с целью создания эффективных растительно-микробных систем, проблемы создания и эксплуатации оросительных и осушительных систем нового поколения, а также создания агролесомелиоративных и лесохозяйственных комплексов в условиях техногенеза и глобальных изменений климата.

Полученные по результатам проведения фундаментальных исследований методология и принципы формирования современных агротехнологий и проектирования систем земледелия на ландшафтной основе; теория, методы и методики систем воспроизводства плодородия почв для товаропроизводителей различной специализации; теоретические основы применения различных способов обработки почвы и комплексного использования средств химизации позволили разработать:

регистр технологий возделывания масличных культур для условий Центрального Черноземья, включающий потребность в ресурсах для обеспечения технологий выращивания подсолнечника, рапса, сои, горчицы и рыжика, позволяющий исключить заведомо малоэффективные и научно не обоснованные технологии, либо их неустойчивое действие;

методология, методы и информационное обеспечение ведения агроэкологического мониторинга в зонах отрицательного воздействия выбросов промышленных предприятий;

методология и методы радиоэкологического мониторинга агроландшафтов и сельскохозяйственной продукции на территории, прилегающей к предприятию ядерного топливного цикла;

методология и критерии возвращения в хозяйственное использование, временно выведенных из оборота земель в результате их радиоактивного загрязнения, основанные на действующих нормативно-правовых актах и санитарно-гигиенических нормативах;

мониторинг формирования растительного покрова и изменения плодородия почвы на неиспользуемых землях сельскохозяйственного назначения и научно обоснованная программа возврата в оборот земель, выбывших из активного сельскохозяйственного производства на юго-западе Нечерноземья;

теоретические основы и методы управления плодородием почв и продуктивностью агроценозов Нечерноземной зоны, учитывающие характеристику дерново-подзолистых почв, оптимальные дозы органических и минеральных удобрений в севооборотах, приемы повышения эффективности удобрений;

научные основы геоинформационного обеспечения агроэкологической оценки земель на региональном уровне, основанной на цифровой модели рельефа, картограммах морфометрических показателей для агроэкологической оценки природных условий территории, почвенного покрова, эрозионной опасности рельефа, которые используются при разработке комплекса противоэрозионных мероприятий по защите почв от эрозии;

новые биотехнологии и оптимальные режимы массового культивирования симбиотически активных штаммов клубеньковых и ризосферных бактерий для производства биопрепаратов;

коллекция эндофитных и эпифитных бактерий, обладающих ростостимулирующей и фитопротекторной активностью для изучения биоразнообразия штаммов, перспективных для производства биопрепаратов комплексного действия;

технология дифференцированного применения минеральных удобрений в севообороте с учетом уровня плодородия почвы, обеспечивающая стабильный рост урожайности культур севооборота и снижение 15–20% затрат вне зависимости от погодных условий Приморского края;

методология и алгоритм расчета взаимосвязанных составляющих водного и теплового балансов сельскохозяйственного поля для автоматизации процесса двойного регулирования водного режима почв и структура электронного хранилища данных полевых экспериментов;

метод восстановления плодородия малопродуктивных и заброшенных земель и пастбищ за счет глубокой чизельно-отвальной обработки почвы и внесения специальных удобрений-мелиорантов в виде мульчирующего слоя с последующим выращиванием кормовых многолетних или технических культур;

технология восстановления и реконструкции мелиоративных систем, основанная на применении закрытого дренажа с засыпкой древесной щепой траншеи до пахотного горизонта, обеспечивающая оптимальный водно-воздушный режимы почвы и экономию на 15–20% материальных и энергетических ресурсов;

приемы лесомелиоративного обустройства современных агроландшафтов и способы восстановления старовозрастных лесных насаждений, направленные на снижение воздействия экологически неблагоприятных факторов и поддержание устойчивого функционирования агроландшафтов на юго-востоке Центрального Черноземья (Каменная Степь).

Результаты исследований позволили разработать следующую научную продукцию мирового уровня:

адаптивно-ландшафтные системы земледелия и агротехнологии выращивания сельскохозяйственных культур, предназначенные для повышения эффективности использования земель, увеличения производства сельскохозяйственной продукции и сохранения экологической устойчивости агроландшафтов, обеспечивающие в хозяйствах Центрального Черноземья, Среднего

Поволжья, Северного Кавказа рост производства валовой продукции в среднем на 20–30%;

единый государственный реестр почвенных ресурсов России, созданный на основе новейших информационных технологий, включающий полную унифицированную цифровую информацию о разнообразии почв страны; ориентированный на оценку пригодности почв для агропроизводства, кадастровых работ, мониторинга деградации в условиях техногенеза и глобальных изменений климата, что открывает новые возможности для формирования государственной политики использования и охраны почв, оценки их качества, обоснованного назначения земельных платежей, подготовки директивных документов на уровне Правительства Российской Федерации;

технология малообъемного орошения, включающая системы комбинированного орошения, совмещение капельного и мелкодисперсного дождевания при возделывании пропашных и овощных культур и сочетание подкронового и мелкодисперсного дождевания в орошаемых садах на юге Российской Федерации, способствующая снижению интенсивности водоподачи до 30% и экономии водных и энергетических ресурсов на 15–20%; повышению урожайности орошаемых культур на 30–40% при сохранении почвенного плодородия. Защищена патентами Российской Федерации;

система применения минеральных и органических удобрений и биологических ресурсов в земледелии России, обеспечивающая увеличение на 15–20% производства растениеводческой продукции, возврат в сельскохозяйственное производства биогенных элементов, сохранение и повышение плодородия почв и утилизацию навоза и птичьего помета промышленного животноводства и птицеводства;

молекулярно-генетические основы конструирования клубеньковых бактерий, и технологии производства микробных препаратов на основе активных штаммов микроорганизмов для формирования эффективных растительно-микробных систем, обеспечивающие вовлечение в земледелие страны около 0,5 млн т биологического азота, повышение устойчивости растений к неблагоприятным факторам внешней среды, увеличение урожайности и улучшение качества растениеводческой продукции.

По направлению растениеводства, защиты и биотехнологии растений ведущее значение имеет поиск, мобилизация и сохранение генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей с целью использования их биоразнообразия, развитие сельскохозяйственной биотехнологии в целях создания новых высокопродуктивных форм культурных растений, устойчивых к неблагоприятным абиотическим и биотическим факторам среды, управление селекционным процессом создания новых генотипов растений с высокими хозяйственно ценными признаками продуктивности, создание систем мониторинга, прогноза и оценки фитосанитарного состояния агроландшафтов нового поколения, разработка биологических и химических средств защиты растений нового поколения, методов молекулярной селекции, создания сортов штаммо-продуцентов лекарственных и ароматических растений и технологий получения биологически активных веществ, а также создания препаратов для улучшения качества и продолжительности жизни человека.

Исследования, связанные с проблемами молекулярной генетики и селекции, направлены как на изучение строения и функционирования генетического аппарата, так и на получение практически значимых результатов с использованием генно-инженерных подходов.

Научная продукция, полученная по результатам проведения фундаментальных исследований, позволила в 2014 г. создать:

два сорта озимой мягкой пшеницы КНИИСХ 148 и КНИИСХ 14, высокоустойчивые к полеганию, высокоморозостойкие, засухоустойчивые, с потенциалом зерновой продуктивности 10–11 т/га, по качеству зерна соответствуют сильной пшенице;

сорт Караван скороспелый, альтернативного образа жизни (сорт-двуручка), обладает хорошей регенерационной способностью – в случае повреждения растений сильными морозами зимой или весной, он хорошо восстанавливает необходимую густоту стеблестоя, характеризуется высокой стабильной продуктивностью, хорошими хлебопекарными качествами зерна, надежной морозостойкостью, средней устойчивостью к фузариозу, устойчивый к полеганию;

сорт пшеницы твердой озимой КНИИСХ 2093, короткостебельный, среднеранний с повышенной морозостойкостью и устойчивостью к осыпанию; имеет хорошие показатели качества зерна и макарон, позволяющие использовать его для изготовления высококачественных макаронных изделий;

новый сорт яровой твердой пшеницы Безенчукская золотистая по содержанию каротиноидных пигментов в зерне не имеет мировых аналогов, значительно превосходит все коммерческие сорта отечественной и зарубежной селекции, раннеспелый, обладает высокой устойчивостью к засухе, жаре, листовым болезням, полеганию;

пшеница твердая яровая Оазис, среднепоздний, крупнозерный сорт с урожайностью, превышающей лучшие районированные сорта, отличающийся повышенными показателями качества зерна и продуктов его переработки;

перспективные сорта яровой мягкой пшеницы Канская, Тюменская 34, Сигма 2, Тобольская степная – интенсивные, пластичные, высокоурожайные (3,5–4,0 т/га), превышают по продуктивности стандарты на 10–20%, имеют достоверное преимущество по засухоустойчивости, устойчивости к болезням, формируют зерно на уровне ценных и сильных сортов;

зимостойкий, устойчивый к полеганию, высокоурожайный сорт озимой ржи Графиня, продовольственного использования, имеет зерно высокого качества, пригоден для возделывания на высоких агрофонах и на кислых почвах с низким плодородием, обеспечивает дополнительный сбор зерна от 0,5 до 1,7 т/га;

созданы новые жаро-, засухоустойчивые сорта озимого тритикале: Атаман Платов, высокопродуктивный (11 т/га зерна), продовольственного назначения, и сорт кормового назначения Арго, который при засухах существенно улучшит кормовую базу для жвачных животных;

уникальные, не имеющие мировых аналогов, по устойчивости к засухам превосходящие формы озимого тритикале, сорта ярового тритикале Хайкар и Саур с продуктивностью до 5 т/га зерна;

адаптивные к регионспецифичным экологическим факторам сорта ярового ячменя Регент и Бионик, превосходящие стандарт по урожайности на 13–28% на почвах, подверженных эдафическому стрессу, устойчивые к полеганию и болезням;

подготовлены для передачи на ГСИ среднеспелые сорта озимого ячменя: Артель, среднеспелый, устойчивый к полеганию, зимостойкость выше стандарта, урожайность около 5 т/га, что на 15% превышает контроль, содержание белка в зерне 11,5–13,0%; сорт Беркут с продуктивностью 8–10 т/га, обладающий интенсивным темпом весеннего отрастания, крепкой соломиной, высокой полевой устойчивостью к наиболее вредоносным листовым болезням озимого ячменя: мучнистой росе, карликовой ржавчине, сетчатой и темно-бурой пятнистостям; Кадет и Шторм с повышенной продуктивностью (+ к St 0,20–0,43 т/га) и устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам среды Северо-Кавказского региона;

сорта овса Факел и Новосибирский 6 с урожайностью 3,8–4,8 т/га, высокоустойчивые к пыльной головне, засухоустойчивые; сорт Покров в условиях Дальневосточного региона формирует до 5 т/га крупного зерна с меньшим содержанием пленок, слабо восприимчив к пыльной головне;

создан новый сорт зернового сорго Л-1439/11, скороспелый, вегетационный период от 77 до 86 дней, растения низкорослые, зерно темно-оранжевое, крахмалистое, урожайность зерна от 4,2 до 5,0 т/га, содержание протеина в зерне до 12%;

гибриды кукурузы Воронежский 197 СВ (раннеспелый) и Воронежский 266 МВ (среднеранний) универсального направления использования, холодостойкие, засухоустойчивые, устойчивы к полеганию, поражению пузырчатой и пыльной головней, болезнями початков, кукурузным стеблевым мотыльком; предназначены для возделывания на зерно и силос в Центральном и Средневолжском, на силос – в Центральном, Волго-Вятском и Средневолжском регионах;

два сорта гороха Алтын (усатый) и Эдем (листочковый);

нут Кулундинский 5, урожайный, светлосемянный сорт – интересен для зернофуражного и продовольственного использования;

короткостебельный сорт риса Орион, устойчивый к неблагоприятным факторам среды, с потенциальной урожайностью 10–11 т/га и отличным качеством крупы;

сорт риса Патриот с эффективным геном устойчивости к пирикулярриозу (Pib), пригоден для возделывания по разным технологиям, в том числе по интенсивной;

длиннозерный сорт риса Арамир, устойчивый к пирикулярриозу и полеганию (не требует защитных мероприятий), имеет стойкий аромат (подобный аромату риса Басмати) и оригинальный вкус, при урожайности 6,5–7,0 т/га имеет высокое качество крупы: стекловидность 99%, общий выход крупы – 69–70%, содержание целого ядра в крупе 80–82%;

завершено создание восьми сортов сои, в том числе для условий Дальнего Востока создано три сорта: Дочь Викинга, засухоустойчивый, высокоурожайный (3,6–4,2 т/га), содержание белка и масла в семенах – 39,6 и 19,4%, соответственно; Лебедушка с потенциальной урожайностью 3,03 т/га,

вызревает в зоне с суммой активных температур 2200–2400 °С, устойчив к болезням; Куханна, устойчив к засухе и переувлажнению, имеет прямой стебель, короткие междоузлия, потенциал урожайности 3,5–4,0 т/га;

созданы новые высокопродуктивные, устойчивые к болезням (расы А-Е) и комплексу рас ложной мучнистой росы, толерантные к фомопсису, гибриды подсолнечника Арсенал и Форум. Арсенал по урожайности и сбору масла с единицы площади находится на уровне лучших мировых образцов, потенциальная урожайность в условиях производства 4,0–5,0 т/га, среднеранний гибрид Форум интенсивного типа, потенциал урожайности 4,0–4,5 т/га, масличность – 47–50%;

завершено создание гетерозисных гибридов капусты: белокочанной F₁ Елизавета – позднеспелый, с урожайностью 65–80 т/га, предназначен для длительного хранения и последующего потребления в переработанном или свежем видах; брюссельской F₁ Созвездие, выделившийся по признакам высокой продуктивности, товарности и цилиндрического расположения кочанчиков, и капусты китайской F₁ Лиловое чудо с высоким содержанием антиоксидантов;

созданы новые генотипы томата с повышенной устойчивостью к болезням, с хорошими вкусовыми качествами, в том числе: три гибрида для защищенного грунта и 1 сорт для открытого грунта, в т.ч.: Эльф F₁ – типа черри, плоды массой 15–18 г со сладким десертным вкусом; Золотой поток F₁ – типа коктейль, плоды массой 40–45 г, желтые, плотные, пригодные к транспортировке;

для условий юга России создано 8 новых сортов плодовых культур с широким адаптивным потенциалом, пригодных для биологизированных систем садоводства, включая: 4 сорта яблони: Гранатовое, Факел, Атласное, Бархат осени (иммунные к парше) – высококачественные зимние сорта интенсивного типа, устойчивые к засухе и морозам, мучнистой росе, регулярно плодоносящие; 1 сорт груши Ассоль – адаптивный, высококачественный, высокопродуктивный; 1 сорт черешни Регина – устойчивый к основным грибным заболеваниям, урожайный, дающий продукцию высокого качества; 1 сорт ореха грецкого Дачный – скороплодный, урожайный, зимостойкий, засухоустойчивый, толерантен к марсонии; 1 сорт вишни декоративной Утреннее облако, отличающийся высокими декоративными характеристиками, устойчив к засухе и морозам;

разработаны зональные технологии возделывания зерновых, плодовых, масличных, овощных и кормовых культур;

создан ассортимент новых препаратов защиты растений, позволяющих активно подавлять особо опасные многолетние корневищные, корнеотпрысковые и карантинные сорные растения.

Фундаментальные исследования, в основу которых были положены методы молекулярной генетики, позволили создать сорта сельскохозяйственных культур, превосходящие показатели мирового уровня:

Новые сорта озимой пшеницы Миссия, Доля, Безостая 100, Кристелла, Лазурит и другие предназначены для их возделывания в Южном, Северо-Кавказском и Центральном федеральных округах с целью получения высоких урожаев зерна с хорошими качественными характеристиками. Потен-

циал их продуктивности достигает 12 т/га зерна. Они обладают высокой экологической пластичностью – повышенными жаро-, засухоустойчивостью и зимо-морозостойкостью, выносливостью к длительному нахождению под ледяной коркой и слабой восприимчивостью к поражению основными болезнями зерновых культур.

Зерно новых сортов отличается высокими хлебопекарными качествами (содержание белка до 20%, клейковины до 45%).

Новые сорта риса Визит, Кураж, Фаворит, Магнат, Привольный-4, Рыжик с потенциалом продуктивности 11 т/га зерна предназначены для внедрения в производство в Краснодарском крае, Ростовской и других рисосеющих областях России, с целью получения высоких урожаев зерна риса хорошего качества. Сорта отличаются повышенной адаптивностью, устойчивостью к полеганию, осыпанию, поражению перикюляриозом, улучшенным качеством зерна (стекловидность 95%, выход крупы 70%, содержание целого ядра в крупе более 90%). Новые сорта обеспечивают получение крупы широкого спектра использования, в том числе изготовление продуктов для функционального и диетического питания. Отечественные сорта эксклюзивны по холодостойкости и солеустойчивости.

Сорта сои Алена, Бонус, Евгения, Веретейка, МК-100 предназначены для получения зерна с высоким содержанием белка. Сорта характеризуются высокой урожайностью до 4 т/га, с содержанием белка в семенах до 42%, жира до 19%.

Новые гибриды кукурузы Сибирский 135, Воронежский 160 СВ, Марух, Джуца, Краснодарский 206 МВ, Бештау предназначенные для производства зерна и силоса в регионах с ограниченным периодом вегетации с урожайностью зерна 7–10 т/га, что на 10–15% выше стандартов, среднеспелый гибрид Краснодарский 315 МВ с урожайностью 12 т/га зерна рекомендован для Северо-Кавказского региона.

Отечественные гибриды, не уступая иностранным аналогам по продуктивности, превосходят их по раннеспелости, холодостойкости, устойчивости к стресс-факторам окружающей среды.

Новые сорта подсолнечника Джинн, Имидж, Аrimi кондитерского типа обладают высокой урожайностью (до 4 т/га), масличностью (до 45,5%), массы 1000 семян (до 100 г) и устойчивостью к новым расам зарази и ложной мучнистой росы.

Результаты фундаментальных исследований в области зоотехнии и ветеринарии позволили создать:

новую систему сохранения генетических ресурсов редких и исчезающих пород кур;

способ криоконсервации семени петухов. Патент № 2517848;

способ отбора племенных петухов селекционного стада. Патент № 2504151;

способ получения яиц для диетического и функционального питания. Патент № 2523836;

способ улучшения пищевых качеств яиц. Патент № 2527499;

способ повышения неспецифической резистентности петухов родительского стада. Патент № 2527501;

штамм бактерий *Lactobacillus acidophilus*, обладающий повышенной устойчивостью к Т-2 токсину. Патент № 2526577;

мультиэнзимная композиция для получения белковых добавок из семян зернобобовых культур. Патент № 2525337;

способ выращивания дрожжей. Патент № 2522006;

способ регулирования пищеварительных процессов в рубце жвачных животных, позволяющий увеличить целлюлозолитическую активность бактерий рубца на 4–5%, среднесуточный прирост животных – на 6–8%, рентабельность производства живой массы – на 4–7%. Патент № 2506925;

генная конструкция pWCAG на основе модифицированной лентивирусной векторной системы второго поколения, для получения трансгенных кур;

генно-инженерная конструкция α 1Lf/GCSF для получения трансгенных животных, продуцирующих с молоком биологически активные вещества белковой природы;

тест-система для выявления антител к вирусу аденовирусного гепатита с тельцами-включениями гидроперикардита в сыворотке крови кур методом иммуноферментного анализа и Методические положения «Лабораторная диагностика аденовирусного гепатита с тельцами-включениями гидроперикардита птиц методом иммуноферментного анализа».

К важнейшим результатам мирового уровня относятся:

тип крупного рогатого скота Андриановский герефордской породы с живой массы быков в возрасте трех лет – 750 кг, 5 лет – 1000–1100 кг, среднесуточный прирост молодняка при доращивании – 1250 г и выше, выход телят на 100 коров – 92% и выше, сохранность – 98%, рентабельность – 39,1%. Патент № 7538;

внутрипородный тип калмыцких верблюдов «Астраханский», превышающий продуктивные показатели стандарта породы на 7%;

западно-сибирская мясная порода овец, превосходящая районированные породы по воспроизводительным качествам на 12–15%, скороспелости и мясной продуктивности ягнят на 14–18%. Патент № 5728;

кросс уток «Агидель 34» создан на базе пекинской породы, отличается высокой скоростью прироста живой массы, хорошими мясными формами, плодовитостью, приспособленностью к различным технологиям выращивания и пониженным содержанием жира в тушке на 6,4%. Использование уток кросса «Агидель 34» позволяет повысить рентабельность утководческих хозяйств на 4–4,5% и полностью обеспечить отечественных товаропроизводителей племенным материалом. Патент № 6779;

кросс уток «Агидель 345» создан на базе пород пекинская и индийские бегуны, отличается приспособленностью к интенсивным и экстенсивным технологиям выращивания, хорошими мясными качествами, пониженным содержанием жира на 6,6%. Использование кросса уток «Агидель 345» позволяет повысить рентабельность утководческих хозяйств на 5–6% и полностью обеспечить отечественных товаропроизводителей племенным материалом. Патент № 6777;

гибриды домашних коз с сибирским козорогом и кавказским туром (n = 600), превосходящие своих аналогов по среднесуточному приросту на 30–35%;

гибриды архара с романовской овцой, превосходящие своих аналогов по живой массе на 40,4%, по среднесуточному приросту на 55,8%.

В области механизации, электрификации и автоматизации большое значение имеют работы по выяснению принципов развития процессов энергообеспечения, энергоресурсосбережения и возобновляемых источников энергии. Проблем и принципов разработки интенсивных машинных технологий и энергонасыщенной техники нового поколения для производства основных групп продовольствия.

Результаты фундаментальных исследований по этим проблемам позволили получить следующую научную продукцию:

способ утилизации теплоты, рециркуляции и озонирования воздуха для обеспечения микроклимата в животноводческих помещениях в отопительный период, снижающий энергозатраты в среднем на 30–40%;

новые системы освещения, УФ-облучения и обеззараживания сельскохозяйственных помещений с применением светодиодных источников света, обеспечивающих снижение расходов электроэнергии более чем в два раза;

новые системы преобразования солнечной энергии на основе высоковольтных каскадных кремниевых фотопреобразователей, позволяющие создавать новые методы и устройства метрологического обеспечения экспериментальных исследований преобразователей концентрированных излучений;

методические положения по определению эффективности применения ветроэнергетических установок (ВЭУ) в районах с низким ветровым потенциалом для скоростей ветра 3–14 м/с; конструкция аэродинамического усилителя, увеличивающего КПД ВЭУ на 15–25%;

способ повышения производительности биогазовой установки блочно-модульного типа и установки для газификации, снижающий затраты энергии на 30–50% с выработкой биогаза в объеме 0,72 м³/(м³ реактора сут.);

способы получения и образцы наноприсадок и нанокатализаторов для повышения качества биотоплив и улучшения процесса их сгорания;

научные основы кремниевой энергетики, метод получения энергии на основе сжигания кремнийсодержащих соединений, обеспечивающий получение энергии на установках мощностью от 100 кВт до 100 МВт с расчетной себестоимостью энергии до 0,4 руб. за киловатт;

инновационная технология получения биодизельного топлива, позволяющая снизить энергозатраты на 10–15%;

технология уборки льна-долгунца на основе выделения волокнистых веществ с использованием способа дезинтеграции, обеспечивающая повышение производительности труда до 30%;

параметры и режимы работы адаптеров для теребления и очеса лент льна, повышающие надежность выполнения технологического процесса на 25–30% при снижении потерь семян на 20% и уменьшении отхода стеблей в пуганину на 30–40%;

технология получения износостойких покрытий (твердосплавных, боридных, керметных, композиционных) для упрочнения рабочих органов сельскохозяйственных орудий и машин, повышающая износостойкость деталей в 1,5 раза;

технология создания износостойких покрытий с использованием современных порошковых материалов, обеспечивающая повышение производительности процесса газотермического нанесения покрытий на 20–30%;

технология и оборудование для восстановления блоков и гильз цилиндров зарубежных дизельных двигателей методами электроискровой наплавки и газодинамического напыления, обеспечивающие высокий послеремонтный ресурс до 30–50%;

технология упрочнения электроискровой обработкой режущих поверхностей пальцев жаток зерноуборочных комбайнов, повышающая их ресурс в 1,4 раза при использовании аморфных и нанокристаллических сплавов.

Результаты фундаментальных исследований в области механизации, электрификации и автоматизации позволили разработать научно-техническую продукцию, не уступающую мировым аналогам:

импортозамещающий комплекс машин для молочных ферм, предназначенный для комфортного содержания, доения, первичной обработки молока, зооветеринарного обслуживания животных, выращивания телят. Использование импортозамещающего оборудования позволяет снизить затраты на его приобретение в 1,7–2,0 раза, сервис обслуживания в 2,0–2,5 раза;

технологическая линия производства комплексных удобрений на основе гуминовых удобрений с автоматизированным управлением дозирования микроэлементов, позволяющая получать высококонцентрированные гуминовые удобрения и препараты с заданным содержанием элементов питания растений, при себестоимости менее 4,5 руб. за литр гуминового препарата. Рекомендуются для широкого использования в агропромышленном производстве.

Исследования комплекса проблем хранения и переработки сельскохозяйственной продукции направлены на развитие основ трансформации биологических объектов сельскохозяйственного сырья и продуктов его переработки, решение проблем интеграционного контроля производства и оборота продовольственного сырья и продуктов питания в трофологической цепи «от поля до потребителя», принципов разработки процессов и технологий производства пищевых ингредиентов, композиций, белковых концентратов и биологически активных добавок функциональной направленности, основ управления биохимическими и технологическими процессами хранения продовольственного сырья и пищевых продуктов.

В целом проведенные в 2014 г. фундаментальные научные исследования можно рассматривать как очередной важный этап формирования и расширения работ обобщающего характера, ставящих целью интеграцию наполненных данных методами информатики и системной сельскохозяйственной агробιοтехнологии.

Главная стратегическая задача состоит в развитии интеграционного подхода в исследованиях, основанного на системном анализе результатов изучения по разным направлениям исследований с различным уровнем организации – от молекулярного до междисциплинарного технологического.

Такие комплексные фундаментальные исследования позволили в 2014 г. получить следующую научную продукцию:

теоретические основы и базовые принципы интеграции инновационных процессов поточной кристаллизации лактозы в технологии концентрированных лактозосодержащих продуктов, обеспечивающие повышение качества концентрированных продуктов на молочной основе с длительным сроком годности за счет управления процессами кристаллизации;

методы протеомного анализа мышечных белков в мясных продуктах, банк данных биомаркеров белков, специфичных для мышечной ткани в термообработанных мясных продуктах, позволяющие оценивать содержание исходных мясных компонентов, исключить фальсификацию мясных продуктов;

пробиотический штамм *Lactobacillus reuteri*, выделенный и идентифицированный современными молекулярно-генетическими методами, обладающий эффективной антагонистической активностью по отношению к условно-патогенным и патогенным микроорганизмам, предназначенный для создания кисломолочных продуктов функционального назначения;

инновационные технологии биосорбции и биокаталитической конверсии молочных белков, направленные на получение их гидролизатов с заданным молекулярно-массовым распределением и сниженной в 10 раз остаточной аллергенностью, позволившие разработать 5 видов функциональных молочных продуктов для питания людей, страдающих аллергией на белки коровьего молока;

методология создания хлебобулочных изделий с повышенной биологической эффективностью, технология и проекты технической документации на два вида изделий хлебобулочных из пшеничной муки с растительными маслами функционального назначения;

технологии и техническая документация гомогенизированных мясных продуктов, обогащенных пептидами, полученными из сычугов крупного рогатого скота, для питания детей старше трех лет с функциональными нарушениями желудочно-кишечного тракта.

Результаты фундаментальных исследований в области хранения и переработки сельскохозяйственной продукции позволили получить продукцию, не уступающую мировым аналогам:

технологии гипоаллергенных функциональных молочных продуктов, в том числе для детского питания, обеспечивающая профилактику аллергических заболеваний населения;

новая технология и поточная универсальная линия для производства сушеной плодоовощной продукции, обеспечивающая снижение энергозатрат по сравнению с существующими аналогами на 20%;

ресурсосберегающая комплексная технология глубокой переработки зернового сырья, обеспечивающая ускорение процесса обработки зерна в три раза, сокращение расхода энергоресурсов на 15% и сокращение техногенной нагрузки на окружающую среду за счет снижения образования барды на 40%.

В целом по результатам научных исследований проведенных в 2014 г. с учетом научного задела прошлых лет, учеными сельскохозяйственной науки создано 293 сорта и гибрида сельскохозяйственных культур, 7 селекционных форм животных и птицы; разработано 295 новых и усовершенствованных

технологий и технологических процессов; 286 технологических способов и приемов; 140 единиц машин, рабочих органов, приборов и оборудования; 47 вакцин, диагностикумов, препаратов и дезинфицирующих средств; 39 препаратов защиты растений. Разработано и передано для освоения промышленностью 392 наименования новых продуктов питания общего и специального назначения, пищевых добавок и концентратов продуктов. Разработано и усовершенствовано 240 методов и методик и 860 комплектов нормативной документации.

По результатам научных исследований в 2014 г. издано 588 книг и монографий, опубликовано 14187 тыс. статей, в том числе 632 тыс. в рецензируемых журналах и 1010 в зарубежных изданиях. Получен 741 патент.

Фундаментальные исследования в агропромышленном комплексе Российской Федерации в долгосрочной перспективе будут осуществляться в следующих областях:

- земледелие, мелиорация, лесное и водное хозяйство;
- растениеводство, защита и биотехнология растений;
- зоотехния и ветеринария;
- механизация, электрификация автоматизация сельскохозяйственного производства;
- хранение и переработки сельскохозяйственной продукции.

Важнейшие исследования в области агропромышленного комплекса Российской Федерации будут направлены на решение следующих проблем.

Разработка и совершенствование систем воспроизводства плодородия почв, предотвращение всех видов ее деградации, адаптивно-ландшафтных систем земледелия:

- модели оптимизации использования земельных ресурсов в АПК;
- системы агроэкологического районирования территории России;
- высокие агротехнологии возделывания сельскохозяйственных культур в системе адаптивно-ландшафтного земледелия;
- системы нового поколения комплексной мелиорации земель и технологий управления ими, реализующих современные принципы рационального природопользования;

методология проектирования и формирования новых систем земледелия на ландшафтной основе, обеспечивающих сохранение и повышение плодородия почв, в том числе при наличии техногенного загрязнения, предотвращение развития эрозионных процессов и климатических изменений;

надорганизменные микробно-растительные системы, обеспечивающие эффективное использование природных ресурсов агрофитоценоза.

Управление продукционным и средоулучшающим потенциалом агроэкосистем и агроландшафтов:

- концептуальные основы управления продукционными и средообразующими функциями агроэкосистем и агроландшафтов;

агроэкологическое и фитосанитарное районирование территорий с применением средств дистанционного позиционного зондирования;

адаптивные направления селекции (биогеоценотической, эдафической, симбиотической, экологической, экотипической, биоэнергетической);

устойчивые агроэкосистемы с использованием новых сортов, нетрадиционных культур и их сородичей, растительно-микробные симбиотические системы с высоким азотфиксирующим потенциалом;

фитосанитарно устойчивые агроэкосистемы на основе интегрированной защиты растений;

адаптивные ресурсоэкономичные и природоохранные технологии управления продукционным и средоулучшающим потенциалом агроэкосистем и агроландшафтов.

Мобилизация, сохранение и изучение генофонда растений:

мобилизация мировых ресурсов дикой и культурной растительной флоры;

теоретические и технологические основы повышения продуктивности, использования генетических ресурсов лесных насаждений с целью сохранения биоразнообразия, повышения качества и устойчивости лесных насаждений;

теоретические основы селекции растений и микроорганизмов для создания новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур;

изучение генофонда полезных и фитопатогенных растительных микроорганизмов, сохранение и развитие государственных коллекций этих организмов.

Эффективные биотехнологии создания новых форм культурных растений и исходного материала для селекции с высокой продуктивностью к неблагоприятным факторам среды:

изучение молекулярно-биологических и физиолого-биохимических процессов, обуславливающих продуктивность и качество продукции растений;

эффективные биоинженерные технологии получения трансгенных растений различных видов с повышенной продуктивностью и улучшенными показателями качества продукции;

системы генетических маркеров для повышения эффективности селекции растений;

создание трансгенных растений, генетически устойчивых к болезням и вредителям.

Новые генотипы растений с хозяйственно ценными признаками и устойчивостью к стрессовым факторам:

высокоэффективные методы индуцирования растений с адаптивно-значимой генотипической изменчивостью;

высокоэффективные методы идентификации ценных генотипов культурных растений.

Биологические средства защиты растений:

разработка биологических средств защиты растений полифункционального действия, активаторов устойчивости растений и получения препаративных форм;

технологии применения микробиологических средств защиты растений, включая и техногенно-загрязненные территории.

Системы агроэкологического мониторинга и фитосанитарного прогнозирования на основе усовершенствования традиционных методов с использованием информационных и компьютерных технологий:

мониторинг агроландшафтов в зонах воздействия предприятий промышленности, энергетики и транспорта;

информационные системы обоснования оптимальных технологических решений при производстве растениеводческой продукции заданного количества и качества с учетом требований экологической безопасности и климатическими изменениями;

фитосанитарный мониторинг с использованием информационных технологий и компьютерной диагностики вредных организмов.

Мобилизация, сохранение и изучение генофонда животных, птиц, рыб и насекомых:

рациональное сохранение и использование мировых и национальных генетических ресурсов животных, птиц, рыб и насекомых;

теоретические основы селекции животных, птиц, рыб и насекомых для совершенствования существующих и создания новых типов, пород, линий, кроссов сельскохозяйственных животных, птиц, рыб и насекомых;

изучение генофонда полезных и патогенных микроорганизмов, сохранение и развитие государственных коллекций этих организмов.

Новые генотипы животных, птиц, рыб с хозяйственно ценными признаками и устойчивостью к стрессовым факторам:

высокоэффективные методы индуцирования животных, птиц и рыб с адаптивно значимой генетической изменчивостью;

высокоэффективные методы идентификации ценных генотипов сельскохозяйственных животных;

эффективные биоинженерные технологии получения животных, птиц, рыб различных видов с повышенной продуктивностью и улучшенными показателями качества продукции;

технологии клонирования животных на основе использования ядер тотипотентных клеток в качестве кориопластов при реконструировании клеток;

системы генетических маркеров для повышения эффективности селекции животных, птиц и рыб;

новые генотипы животных, клетки и органы которых пригодны для ксенотрансплантации и генной терапии;

новые генотипы животных, птиц, рыб генетически устойчивые к инфекционным заболеваниям;

система кормления сельскохозяйственных животных, птиц, рыб с учетом физиологической потребности в питательных веществах разных генотипов, для полной реализации генетического потенциала продуктивности.

Биологические средства защиты животных, птиц, рыб и насекомых:

средства и методы экспресс-диагностики, лечения и профилактики болезней животных, птиц, рыб и насекомых на основе новейших достижений молекулярной биологии и генетической инженерии;

технологии производства и стратегии применения биологических препаратов в системе защиты животных от инфекционных болезней;

технологии применения микробиологических средств защиты животных, птиц, рыб и насекомых, включая техногенно-загрязненные территории и климатические изменения.

Обеспечение безопасности и противодействия биологическому терроризму:

критерии биологической опасности, включая угрозу биотерроризма, методов их оценки и дифференциации значения по степени опасности;

эпизоотологическое районирование территории России по степени риска возникновения, распространения, масштабам поражения животных и риску заражения людей в случае актов биотерроризма с использованием возбудителей особо опасных, экзотических, зооантропонозных и малоизученных болезней;

комплексы противоэпизоотических мер по упреждению, локализации и ликвидации эпизоотий;

моделирование и прогнозирование угроз заноса на территорию страны, а также выбросов и разноса из природных очагов, научных и производственных учреждений возбудителей особо опасных, экзотических, зооантропонозных и малоизученных болезней животных;

комплекс диагностической аппаратуры для экспертизы современных биофизических и генноинженерных технологий.

Энергообеспечение и энергоресурсосбережение, возобновляемые источники энергии:

системы надежного, безопасного и эффективного энергообеспечения сельских потребителей на базе высокоэффективного нового энергетического оборудования, аккумуляционных и комбинированных систем с использованием средств малой энергетики, местных энергоресурсов, отходов сельхозпроизводства и возобновляемых источников энергии;

ресурсо- и энергосберегающие технологии, электротехнологии на базе электрофизических методов воздействия на биообъекты, продукты и сырье, обеспечивающие экономию топливно-энергетических ресурсов;

комплексные системы интегрированного использования возобновляемых и местных энергоресурсов для сельских потребителей, обеспечивающих экономию традиционных видов топлива и снижение энергозатрат.

Интенсификация машинных технологий и новая энергонасыщенная техника для производства основных групп продовольствия:

системы экологически безопасных ресурсосберегающих машинных технологий для устойчивого производства зерна, сахарной свеклы, картофеля, подсолнечника, кормов и продукции животноводства применительно к природно-экономическим особенностям важнейших земледельческих зон;

комплекс нового поколения машин для ресурсосберегающих технологий;

блочно-модульное конструирование мобильных машин и оборудования с учетом адаптации машинных технологий к почвенно-климатическим условиям природных зон.

Безопасность и контроль за качеством сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов:

компьютеризированные системы контроля качества сельскохозяйственного сырья и пищевых продуктов на всех стадиях производства, переработки, хранения и реализации;

системы стандартизации и сертификации пищевых производств и продуктов питания, включая гармонизацию отечественной нормативной до-

кументации с международными стандартами, с учетом требований закона «О техническом регулировании» от 27.12.2002 № 184-ФЗ;

высокоточные методы измерений санитарно-гигиенических и физико-химических показателей безопасности сельскохозяйственного сырья и продуктов питания;

средства и методы ветеринарно-санитарной экспертизы продуктов и сырья животного происхождения, методов идентификации видовой принадлежности мяса и мясопродуктов.

Биотехнологические процессы переработки сельскохозяйственного сырья:

ферментологические методы повышения технологической и пищевой адекватности продовольственного сырья;

микробиологические методы производства пищевых добавок;

биоконверсионные технологии утилизации вторичных ресурсов и отходов производств.

Белковые препараты, композиты и биологически активные добавки с заданными свойствами:

технологии белковых концентратов, изолятов, композитов и гидролизатов;

экологические процессы производства метаболически адаптированных пищевых добавок.

Технологии продуктов профилактического, лечебного, детского, геродиетического питания:

системы питания продуктивных животных, обеспечивающие получение экологически чистой продукции для производства продуктов детского питания;

способы регуляции обмена веществ и процессов биосинтеза компонентов молока и мяса в целях получения экологически чистой животноводческой продукции с заданными свойствами для производства продуктов диетического и лечебного назначения;

компьютерное проектирование рецептур специализированных продуктов питания метаболически адаптирующими макро- и микронутриентами;

высокоэффективные производственные технологии специализированных продуктов питания.

Современные технологии хранения и транспортировки продовольственного сырья и пищевых продуктов:

высокоэффективные методы замораживания продовольственного сырья и продуктов питания, минимизирующих потери нативных функционально-технологических свойств и пищевой адекватности;

новые холодильные технологии хранения и транспортировки продовольственных ресурсов;

методы ингибирования микробиологических процессов и ферментолиза в процессе хранения и транспортировки продовольственного сырья и пищевых продуктов.

Важнейшие достижения

Обоснованы адаптивно-ландшафтные системы земледелия и агротехнологии выращивания сельскохозяйственных культур, которые предназначены для повышения эффективности использования земель, увеличения производства сельскохозяйственной продукции и сохранения экологической устойчивости агроландшафтов (рис. 49).

Системы включают структуру использования пашни, посевных площадей и севооборотов, технологии мелиорации и защиты почв от эрозии, приемы обработки почвы, защиты растений, использования удобрений и применение комплекса сельскохозяйственных орудий и машин. Апробированы в хозяйствах Ставропольского края, Воронежской и Ульяновской областей.

Освоение систем земледелия нового поколения и агротехнологий выращивания сельскохозяйственных культур обеспечивает увеличение производства валовой продукции в среднем на 15–20%.

Создан Единый государственный реестр почвенных ресурсов России, создан на основе новейших информационных технологий, включает полную унифицированную цифровую информацию о разнообразии почв страны. Технологическая платформа реестра ориентирована на оценку пригодности почв для агропроизводства, кадастровых работ, мониторинга деградации в условиях техногенеза и глобальных изменений климата, что открывает новые возможности для формирования государственной политики использования и охраны почв, оценки их качества, обоснованного назначения земельных платежей.

Совместимость реестра с почвенно-ресурсными данными Европейского Союза и мира расширяет перспективы согласованного решения проблем продовольственной и экологической безопасности. Реестр успешно используется в подготовке директивных документов на уровне Правительства Российской Федерации, для формирования субсидиарной политики в сельском хозяйстве (рис. 50). (Почвенный институт им. В.В. Докучаева)

Разработана технология малообъемного орошения, предназначенная для выращивания сельскохозяйственных культур на орошаемых землях в южных районах страны. Технология включает системы комбинированного орошения, совмещающие капельное и мелкодисперсное дождевание при возделывании пропашных и овощных культур и подкрановое и мелкодисперсное дождевание в орошаемых садах. Использование комбинированного орошения позволяет регулировать температуру и влажность приземного слоя воздуха, состояние водного и пищевого режимов почвы. Это способствует снижению интенсивности водоподачи до 30% и экономии водных и энергетических ресурсов на 15–20%, повышению урожайности орошаемых культур на 30–40% при сохранении почвенного плодородия. Технология апробирована в Южном федеральном округе Российской Федерации (рис. 51). (ВНИИ гидротехники и мелиорации им. А.Н. Костякова)

В области растениеводства, защиты и биотехнологии растений остаются первостепенными проблемы повышения урожайности зерновых культур и качества зерна. Качеством зерна надо постоянно управлять посредством селекции, семеноводства и технологий возделывания зерновых культур.

В этом плане учеными созданы высокопродуктивные сорта с высоким качеством зерна, способствующие решению этой проблемы.

К наиболее значимым из них, не уступающим мировым аналогам относятся следующие (рис. 52).

Новые сорта озимой пшеницы Миссия, Доля, Безостая 100, Кристелла, Лазурит и другие, созданные авторскими коллективами селекционеров под руководством академиков РАН Беспаловой Л.А., Сандухадзе Б.И., члена-корреспондента РАН Грабовца А.И., предназначены для их возделывания в Южном, Северо-Кавказском и Центральном федеральных округах с целью получения высоких урожаев зерна с хорошими качественными характеристиками. Потенциал продуктивности их достигает 12 т/га зерна. Они обладают высокой экологической пластичностью – повышенными жаро-засухоустойчивостью и зимо-морозостойкостью, выносливостью к длительному нахождению под ледяной коркой и слабой восприимчивостью к поражению основными болезнями зерновых культур.

Новизна разработок, их научная и практическая значимость, конкурентоспособность подтверждена патентами.

Новые сорта риса Визит, Кураж, Фаворит, Магнат, Привольный-4, Рыжик с потенциалом продуктивности 11 т/га зерна предназначены для внедрения в производство в Краснодарском крае, Ростовской и других рисосеющих областях России, с целью получения высоких урожаев зерна риса хорошего качества. Авторами новых разработок являются коллективы под руководством докторов сельскохозяйственных наук Шиловского В.Н., Ковалева В.С., Костылева П.И., Гончаровой Ю.К.

Отечественные сорта эксклюзивны по холодостойкости и солеустойчивости.

Разработки защищены патентами. Материалы опубликованы в 20 статьях в реферируемых и зарубежных изданиях.

Новые гибриды кукурузы Сибирский 135, Воронежский 160 СВ, Марух, Джуца, Краснодарский 206 МВ, Бештау, предназначенные для производства зерна и силоса в регионах с ограниченным периодом вегетации, с урожайностью зерна 7–10 т/га, что на 10–15% выше стандартов, среднеспелый гибрид Краснодарский 315 МВ с урожайностью 12 т/га зерна рекомендован для Северо-Кавказского региона.

Отечественные гибриды, не уступая иностранным аналогам по продуктивности, превосходят их по раннеспелости, холодостойкости, устойчивости к стресс-факторам окружающей среды.

Гибриды внесены в Каталог «Сорта и гибриды» Краснодар 2014 г. и Каталог «Гибриды кукурузы» Пятигорск 2012. – 31 с.

Новые сорта подсолнечника Джинн, Имидж, Аrimi (рис. 8) кондитерского типа обладает высокой урожайностью (до 4 т/га), масличностью (до 45,5%), массы 1000 семян (до 100 г) и устойчивостью к новым расам заразихи и ложной мучнистой росы. Создан коллективом авторов под руководством Котлярова И.А., Демурина Я.Н.

Рекомендован для возделывания в Северо-Кавказском и Южном федеральных округах.

Сорта фестулолиума Аллегро, Фест созданы авторским коллективом под руководством Коровиной В.Л., предназначены для кормового использования при производстве объемистых кормов.

Характеризуются высокой урожайностью зеленой массы до 30 т/га, высокими кормовыми достоинствами: переваримость сухого вещества составляет более 75%, содержание углеводов в фазу выхода в трубку более 20%.

Уникальность сортов, в том, что как гибриды унаследовали полезные качества родителей – высокие кормовые достоинства от райграса и повышенную зимостойкость, долголетие, устойчивость к полеганию от овсяницы. Рекомендованы к возделыванию по всей территории России. Запатентованы (№№ 6960, 6961 от 19.07.2013 г.). (Институты ОСХН РАН)

Разработана технология получения сыров с большим сроком годности до 1-го года и более (рис. 53). (Сибирский НИИ сыроделия)

В области зоотехнии и ветеринарии в последнее время обозначились проблемы импортозамещения животноводческой продукции и ее качественных характеристик. Учеными академии были созданы высокоэффективные, конкурентоспособные селекционные формы сельскохозяйственных животных и птицы, и технологии их выращивания и содержания, способствующие решению этой проблемы.

Восточно-маньчжский шерстно-мясной тип овец предназначен для получения высококачественной баранины и очень тонкой шерсти (от 17,0 до 22,0 мкм). Отличительной особенностью животных нового типа является комолость баранов и маток, высокая энергия роста (до 15%), высокий выход мытой шерсти (64–68%). Живая масса баранов-производителей 110–115 кг, убойная масса ярок и баранчиков к 10-месячному возрасту 18–20 кг, убойный выход мяса не ниже 43%. Животные этого типа используются при разведении в засушливых и крайне засушливых зонах Юга России. Получен патент № 6794. Создан авторским коллективом (Абонеев В.В., Водолазский И.Ф., Гордеев Ю.А.).

Западносибирская мясная порода овец предназначена для получения высококачественной баранины в различных регионах страны. Отличительной особенностью животных этой породы является хорошая адаптация к условиям разведения. Они превосходят районированные в южных районах России породы по воспроизводительным качествам на 12–15%, скороспелости и мясной продуктивности ягнят на 14–18%. Получены патент № 5728 и авторское свидетельство № 54176. Создан авторским коллективом (Ульянов А.Н., Куликова А.Я., Трухачев В.И., Мороз В.А.).

Кросс уток «Агидель 345» создан на базе пород пекинская и индийские бегуны, с высоким показателем продуктивности и качества продукции. Отличается приспособленностью к интенсивным и экстенсивным технологиям выращивания, хорошими мясными качествами, пониженным содержанием жира на 6,6%. Яйценоскость уток составляет 240 яиц; живая масса молодняка в 6 недель: самцов – 3,15 кг, самок – 2,90 кг, конверсия корма на 1 кг прироста живой массы – 2,27 кг, сохранность молодняка – 99%. Использование кросса уток «Агидель 345» позволяет повысить рентабельность уководческих хозяйств на 5–6% и полностью обеспечить отечественных това-

ропроизводителей племенным материалом. Получен патент № 6777. Создан авторским коллективом (Фисинин В.И., Ройтер Я.С., Кутушев Р.Р.).

Тест-система для выявления генома вируса блютанга на основе ОТ-ПЦР в режиме реального времени предназначена для обнаружения РНК вируса блютанга и определения его серотипа. Тест-система основана на полимеразной цепной реакции с обратной транскрипцией, что повышает чувствительность метода.

Исследования методом ПЦР являются обязательными при исследованиях импортного скота, завозимого в Российскую Федерацию, и входят в систему лабораторной диагностики блютанга.

Разработана коллективом ученых Всероссийского научно-исследовательского института ветеринарной вирусологии и микробиологии (Цыбанов С.Ж., Колбасов Д.В., Кольцов А.Ю., и др.).

Получен патент № 2481404 от 10.05.2013 г.

В области механизации, электрификации и автоматизации сельскохозяйственного производства остро стоят проблемы технического и технологического перевооружения отрасли с целью повышения ее конкурентоспособности. Для решения этих проблем учеными разработаны технологии нового поколения, эффективные процессы энергообеспечения и возобновляемые источники энергии, к важнейшим из которых относится импортозамещающий комплекс машин для молочных ферм, предназначенный для комфортного содержания, доения, первичной обработки молока, зооветеринарного обслуживания животных, выращивания телят. Комплекс разработан коллективом ученых ВИЭСХ под руководством члена-корреспондента РАН Цоя Ю.А. и внедрен в 23 регионах страны на фермах с общим поголовьем свыше 80 тыс. дойных коров.

Использование импортозамещающего оборудования позволяет снизить затраты на его приобретение в 1,7–2,0 раза, сервисное обслуживание в 2,0–2,5 раза. Материалы опубликованы в научных журналах «Вестник ВНИИМЖ», 2013 г., № 3, «Техника и оборудование для села», 2012 г., № 6, № 7, 2014 г., № 2, № 8, в книге «Технологическое и техническое переоснащение молочных ферм», 2014 г., 16,75 п.л. Получено 5 патентов (№№ 2423825, 2423046, 2427130, 2463996 в 2012 г., № 2501208 в 2013 г.).

Разработана технологическая линия производства комплексных удобрений, предназначенная для производства комплексных удобрений на основе гуминовых удобрений с автоматизированным управлением дозирования микроэлементов. Технологическая линия включает оборудование, автоматизированный блок дозирования, обеспечивающие гидродинамическую кавитацию, дробления частиц торфа на молекулярном уровне. Позволяет получить высококонцентрированные гуминовые удобрения и препараты с заданным содержанием элементов питания растений, при себестоимости менее 4,5 руб. за литр гуминового препарата. Линия рекомендуется для широкого использования в агропромышленном производстве. (ВНИИ агрохимического обслуживания сельского хозяйства)

Технология производства гипоаллергенных функциональных молочных продуктов, в том числе для детского питания, на базе инновационных способов биосорбции и биокаталитической конверсии молочных белков. Про-

ведена клинико-физиологическая оценка новых продуктов в НИИ питания РАМН и доказана возможность использования продуктов для питания людей, страдающих аллергией на белки коровьего молока.

Созданные продукты (кисломолочный продукт для детей от 3 лет и паста молочосодержащая для детей от 3 лет) используются в типовых рационах и циклических меню при организации питания детей дошкольного и школьного возраста, повышая конкурентоспособность молочной продукции и обеспечивая импортзамещение.

Получены патенты №№ 2510849, № 2528068.

Документация прошла согласование в органах Ростехрегулирования. Технология рекомендована для внедрения на предприятиях отрасли.

Новые виды продуктов и рационов питания для экипажей космонавтов, длительно действующих на орбитальных станциях. (ВНИИ молочной промышленности)

Для производства продуктов космического питания применялись уникальные технологии сублимационной сушки многокомпонентных готовых блюд, что позволяет сохранять питательные вещества и вкусовые качества блюд и в процессе хранения.

Новизна технологических решений, применяемых при разработке продуктов и рационов питания, подтверждена патентами Российской Федерации №№ 2489900, 2446707, 2446703, 2357500.

Изготавливаются Бирюлевским экспериментальным заводом и поставляются на Международную космическую станцию. (ВНИИ пищевых концентратов промышленности и специальной пищевой технологии)

III. СОСТОЯНИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ В ОБЛАСТИ АРХИТЕКТУРЫ И СТРОИТЕЛЬНЫХ НАУК И ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ

В области архитектуры

Научные исследования в области архитектуры проводились по двум направлениям, в которых особое внимание было уделено:

общетеоретическим вопросам развития архитектуры, профессиональной культуры и образования;

исследованиям в области истории архитектуры и градостроительства;

теоретическим и методологическим проблемам сохранения и использования архитектурно-градостроительного наследия;

научным проблемам формирования средствами архитектуры среды жизнедеятельности благоприятной для развития человека и сохранения природы.

Важнейшие научные результаты в области архитектуры, полученные в ходе научных исследований, следующие.

По направлению «Теоретические и исторические проблемы архитектуры и градостроительства» в разделе *«Общетеоретические вопросы развития архитектуры, профессиональной культуры и образования»* разработана модель органической архитектуры на основе анализа ее генезиса. Уточнены принципы органического формообразования и их детерминация в современных социально-экономических и технологических условиях. Введены в научный оборот данные о наиболее значимых объектах органической архитектуры второй половины XX – начала XXI вв. Разработана классификация объектов органической архитектуры на основе выделенных принципов формообразования.

Предложена концепция эволюции моделей архитектурных объектов в истории архитектуры. На основе использования информационных технологий в архитектурном моделировании (параметрическое моделирование, пространственный синтаксис, «интеллектуальные» здания, сетевые и облачные технологии работы с архитектурным объектом), сформулированы требования к языкам модели архитектурного объекта.

Конкретизированы понятия информационной модели и ее составляющих для структурирования мышления архитектора, что позволяет рассматривать объект комплексно в контексте окружающей среды и процесса его функционирования во времени.

Определены тенденции исторического развития архитектурных форм высотных зданий; проведена систематизация архитектурных форм высотных

объектов по наиболее существенным композиционным характеристикам. Установлены основные научные закономерности структурно-компоновочной организации архитектурных форм высотных зданий. Разработаны новые способы пластического моделирования архитектурных форм высотных зданий. Созданы новые предпроектные концептуальные решения высотных объектов.

Установлены неизвестные ранее закономерности и последовательность структурно-компоновочной организации архитектурных форм оболочек плоскостного, сводчатого, купольного и гиперболического типов. Разработаны новые способы пластического моделирования архитектурных форм оболочек, позволяющие получать широкий спектр принципиальных объемных решений. Созданы новые типы складчатых, перекрестно-ребристых и комбинированных систем, обладающих известными ранее эстетическими и компоновочными свойствами. Раскрыты композиционные возможности полученных новых оболочек в авторских предложениях для различных типов зданий и сооружений.

Впервые на примере искусства и архитектуры Большого Хорасана и Ирана осмыслены философские аспекты и существо архитектурного орнамента и орнамента в целом, а также изучены семантический и этимологический ареал специальных терминов, имеющих отношение к архитектурному орнаменту. Рассмотрен комплексный характер орнамента, проводятся различия между орнаментом и декором. Аналитический подход к проблемному полю орнамента показал, что в сравнении с ним декор не в состоянии проникнуть вглубь архитектурной стены, то есть, не расположен к формообразованию, не способен трансформировать архитектурную и любую другую плоскость.

Изучены процессы становления и развития архитектуры в контексте региональных культур Северного Кавказа и Крыма, что способствует определению места этих своеобразных вариантов зодчества в византийской и общемировой архитектуре. Научная новизна исследования заключается в реконструкции целостной картины архитектуры отдельных городищ Северного Кавказа и Крыма периода средневековья в пространственно-временной динамике, а также в проведении впервые композиционного анализа памятников на основе точнейших обмеров их геометрии. Инновационный потенциал выполненной НИР заключается в возможности использования уникального оборудования для исследования памятников архитектуры – 3-D сканирующих систем.

В рамках раздела *«Исследования в области истории архитектуры и градостроительства»* в отечественную историю культуры возвращено творчество выдающегося русского зодчего рубежа веков Василия Антоновича Косякова – крупного мастера культового зодчества. Богатство и разнообразие материала, до сих пор неизвестного и потому представляющего самостоятельную научную ценность, позволило на его основе сделать фундаментальные выводы исторического и теоретического характера. Это позволило проанализировать ряд фундаментальных проблем, актуальных и значимых не только для творчества Косякова, но и для зодчества второй половины XIX – начала XX в. в целом. В работе впервые исследованы вопросы и сделаны выводы историко-теоретического характера, важные для понима-

ния своеобразия и смысла архитектурно-художественного процесса, освещены проблемы историко-теоретического характера, до настоящего времени не затрагивавшиеся ни в работах отечественных историков архитектуры и искусствоведов, ни за рубежом. Показано, насколько радикальным было воздействие технического прогресса (распространение водяного, пароводяного и парового отопления и железобетонных сводчатых конструкций и пр.) на типологическое развитие русских храмов. Рассмотрена проблема стиля (фактически стилевых направлений в церковном строительстве) в контексте развития больших архитектурных стилей, таких как историзм и модерн. Все перечисленные проблемы представлены в непосредственной связи с творчеством Косякова, его особенностями и эволюцией.

Впервые осуществлена оценка вклада известных финансистов, предпринимателей и меценатов баронов Штиглицев в формирование архитектурной среды Петербурга и его окрестностей. Выявлены отечественные и зарубежные художественные контакты заказчиков, определен круг архитекторов, работавших с ними. Получены новые сведения об архитекторах второй половины XIX в. – авторов жилых и производственных построек района «Парусинка» в Ивангороде. Выявлена и изучена архитектурно-пространственная среда этого уникального многофункционального ландшафта. Проведена систематизация широкого круга объектов, различных по типологии, разработаны рекомендации по сохранению наиболее ценных архитектурных объектов, связанных с деятельностью баронов Штиглицев.

Впервые собраны и проанализированы различные регламентирующие документы, проекты жилых зданий в контексте тех преобразований в общественно-политической жизни страны, которыми были насыщены 1930-е годы, что позволило создать целостную картину развития процесса проектирования и строительства жилища в то время. Был выявлен характер интерпретации и отражения социальных задач в проектной практике прошлого, что поможет скорректировать принципы современной организации проектирования и массового строительства.

Введены критерии оценки и определено значение малоизученного и недооцененного архитектурного наследия конца 1920-х – середины 1930-х гг. – проектов кинотеатров (включая типовые проекты) по всей территории СССР, что может способствовать распространению на ряд наиболее выдающихся памятников охранного статуса. Анализ опыта проектирования кинотеатров в эпоху авангарда и период постконструктивизма, когда архитекторами ставилась задача создать многофункциональное, трансформируемое и выразительное зрелищное сооружение, необходим для решения задач реконструкции и нового функционирования старых кинотеатров. Выработан новый подход к малоизученному наследию конструктивизма и постконструктивизма, наследию отечественной массовой архитектуры введено в мировой контекст и выявлены взаимосвязи между довоенным и послевоенным отечественным зодчеством.

Впервые с точки зрения градостроительства были проанализированы материалы по градостроительному развитию Западной Сибири времен Великой Отечественной войны (в том числе массив ранее закрытых источников из местных партийных архивов), градостроительный феномен «временного

города», влияние градостроительных процессов военного времени на градостроительную морфологию городов Западной Сибири. Впервые был проведен сопоставительный анализ градостроительного развития городов Западной Сибири разных типов – исторических (Омск, Томск, Барнаул) и новых промышленных (Новосибирск и города Кузбасса) – в годы войны, проанализированы региональные особенности градостроительства Западной Сибири в период Великой Отечественной войны, а в научный оборот введены не публиковавшиеся ранее архивные документы по градостроительству Западной Сибири.

Впервые проведено четкое разделение архитектуры барокко в Сибири на три региональных школы: для Западной Сибири – тобольскую школу; для Восточной Сибири – енисейскую и иркутскую школы. Школы представлены в тесном взаимодействии с выявлением присущих каждой как общих с другими, так и специфических местных черт. Проведена сравнительная классификация в сферах композиционной и декоративной. Выявлены условия и влияния, определившие различия школ, в том числе воздействие Украины на западносибирский субрегион и Востока (Монголия, Китай, Индия) – на восточносибирской. Показана существенная разница между обоими субрегионами в предпочтении и характере композиционно-пространственных решений, разработки объема и силуэта, в декоративно-пластическом подходе (аппликативный – на западе и «деструктивный» – на востоке Сибири). Определены роль и место сибирского барокко во всей архитектуре данного стиля в России.

С использованием новейших технологий проведено обследование 30 памятников архитектуры на территории Херсонеса таврического (Севастополь), 5 на территории Нижнеархыского городища (Карачаево-Черкессия), 12 городищ Северного Кавказа методами натурных обследований и 3D сканирующих систем. Изучение процессов становления и развития архитектуры в контексте региональных культур Северного Кавказа и Крыма определило место этих своеобразных вариантов зодчества в византийской и общемировой архитектуре. Авторы реконструировали целостную картину развития архитектуры отдельных городищ Северного Кавказа и Крыма периода средневековья в пространственно-временной динамике. В исследовании впервые выполнен композиционный анализ памятников на основе точнейших обмеров их геометрии. Изучая генезис композиционных особенностей архитектуры обследуемых памятников и городищ, авторы приходят к выводу, что выявляемая двойственная природа зодчества рассматриваемых регионов обусловлена, с одной стороны, совокупностью традиционных представлений и приемов, реализуемых в сакральных объектах, с другой – «образцовыми» установками византийской культуры.

Изучены источники, как зарубежные, так и отечественные, указывающие на наличие взаимного интереса между СССР и Италией в период 1920–1930-х гг. в условиях набиравших силу тоталитарных тенденций. Архитектура и градостроительство были центральным объектом этого взаимного внимания, главным свидетельством которого являются публикации в прессе тех лет. Внимание итальянской прессы к советским архитекторам, их постройкам, архитектурной полемике в СССР, градостроительным идеям и

достижениям показывают, что интерес между двумя странами не был поверхностным, а также помогают сделать вывод об определенном влиянии советского опыта на итальянскую архитектуру новейшего времени.

В научных исследованиях раздела *«Теоретические и методологические проблемы сохранения и использования архитектурно-градостроительного наследия»* были определены возможности новых технологий – «дополненной реальности» и 3D-мэппинга – воссоздавать утраченные памятники архитектуры и ансамбли, а также встраивать утраченные фрагменты памятников. Исследованы вызовы применения технологий, обусловленные заменой подлинных объектов виртуальными. Анализируются дополнительные сложности восприятия и сохранения памятников культурного наследия, соседствующих с медийными структурами, и наоборот – виртуальных объектов с историческим контекстом.

Произведен анализ московской практики использования технологии «дополненной реальности» и проекционного мэппинга для презентации культурного наследия (в сопоставлении с теоретическими исследованиями, посвященными включению виртуальных объектов в современную городскую среду), изучены процессы насыщения пространства города информационными и коммуникационными системами, делающие актуальной проблему взаимодействия материального и виртуального в современной городской среде.

Разработана методика комплексного анализа культурных ландшафтов приморских городов, сформулированы теоретические положения, характеризующие устойчивое развитие культурных ландшафтов дальневосточных приморских городов в процессе реконструкции, разработаны региональные научно-практические рекомендации, способствующие их устойчивому развитию.

По направлению «Междисциплинарные научные исследования в сфере архитектуры, градостроительства и строительных наук» в рамках раздела *«Научные проблемы формирования средствами архитектуры среды жизнедеятельности благоприятной для развития человека и сохранения природы»* были определены положения концепции типологии объектов архитектурного проектирования в условиях современной социокультурной ситуации и трендов развития, позволяющие перейти к разработке новой типологии объектов архитектурного проектирования. Проанализирована ситуация в архитектурно-строительном проектировании, сделавшая необходимым построение новой типологии объектов архитектурного проектирования. Сформулированы основные принципы организации городской жизни, которые необходимо учитывать при построении новой типологии: удовлетворения потребностей и запросов популяций, находящихся на данной территории, полноты отдельных форм и видов городской жизнедеятельности, учета структурных возможностей (и ограничений) городской среды, информационно-образной и эстетической артикуляции городской среды и форм жизнедеятельности, создания условий для развития, реализации в отношении городской жизнедеятельности технологического подхода; указаны две основные задачи, которые нужно решать для сознательного формирования новой типологии.

Выработаны принципы и подходы к дифференциации архитектурно-планировочной организации многоквартирных зданий массового типа, к развитию их типологии, к повышению их градостроительной маневренности с учетом влияния комплекса новых социально-пространственных факторов развития города и технологий строительства. Были выявлены и определены не рассматривавшиеся ранее факторы развития города, влияющие на формирование многоквартирного здания массового типа, а также учтен потенциал новых технических средств, позволяющих жилому зданию формировать привлекательную городскую среду без ухудшения условий проживания в жилом здании. Полученные результаты помогут в дальнейшем наметить пути к ликвидации несоответствия между новой градостроительной концепцией организации пространств массовой застройки и архитектурно-пространственной организацией жилых зданий массового типа.

Проведена разработка дифференцированной структуры нового жилищного строительства с внедрением арендного жилья, которое должно стать дополнительной формой удовлетворения потребностей спроса нуждающегося населения и, прежде всего, одиночек и малосемейных, которые составляют более 50% от общего количества семей страны. Показано, что внедрение арендного жилья в практику планирования структуры нового жилищного строительства может стать дополнительной формой увеличения объемов жилищного строительства при удовлетворении потребностей спроса нуждающегося населения в данном жилье и обеспечит гармоничное развитие жилищного фонда. Анализ исторического развития строительства доходных домов и арендного жилья в отечественной и зарубежной практике в совокупности с системным подходом к анализу плановых и нормативных документов, информации о населении и заселенности жилищного фонда позволили осуществить программное моделирование структуры нового жилищного строительства за счет внедрения типов арендного жилья.

Исследовано современное храмовое строительство на примере Петербурга, возобновившееся в середине 1990-х годов после продолжительного перерыва и к настоящему времени ставшее явлением, существенно влияющим на формирование облика городских кварталов, и по этой причине требующим анализа и научной оценки. Впервые предпринят последовательный градостроительный анализ этого явления, проведенный на большой выборке петербургских объектов. Выявлены основные факторы, влияющие на качество градостроительного решения в ситуации интродукции храма в среду новостроек: фактор размера, расположения, архитектурного качества.

Разработана концепция дифференциации основного фонда объектов дошкольных организаций на два вида: постоянный и изменяемый, даны их определения и характеристика. Разработана методика, позволяющая спрогнозировать возможные демографические ситуации и разработать единую долгосрочную программу мероприятий по изменению мощности сети дошкольных организаций с наименьшими временными и материальными затратами. Выявлены и систематизированы территориально-строительные ресурсы для размещения новых объектов дошкольных организаций в условиях плотной городской застройки.

Ряд монографий, изданных под грифом НИИТИАГ РААСН, получили широкое признание, о чем свидетельствуют престижные отечественные и международные награды: золотые медали РААСН и международного фестиваля «Зодчество–2014», премия «Europa Nostra–2014» за вклад в сохранение европейского культурного наследия и другие.

В области градостроительства

Реализация научных исследований по градостроительству осуществлялась по трем направлениям, в которых особое внимание было уделено разработке:

- научных основ пространственного развития территории России;
- основ теории города;
- градостроительных основ повышения качества и безопасности городской среды;
- научных основ модернизации среды жизнедеятельности на территории Российской Федерации средствами архитектуры, градостроительства и строительных наук;
- научных основ и стратегических приоритетов территориально-градостроительной политики России;
- научных основ модернизации градостроительной деятельности.

Важнейшими научными результатами, полученными в ходе научных исследований в области градостроительства, можно назвать следующие.

По направлению «Развитие теоретических основ градостроительства» в разделе *«Научные основы пространственного развития территории России»* среди основных результатов можно выделить следующие важнейшие достижения: проведено обобщение мирового опыта формирования пространственных структур урбанизации в сопоставлении с Россией. Определена характеристика современного состояния, тенденций и проблем расселения в РФ, экстраполяционный прогноз расселения в РФ. Определено место градостроительной науки в системе государственного стратегического планирования, показана значимость территориального планирования как неотъемлемой составляющей стратегического планирования, разработаны предложения по интеграции отраслевых мероприятий, по законодательному регулированию процесса организации пространства в системе государственного стратегического планирования. Проведен анализ процессов развития городских агломераций. Разработаны основы системного подхода к планированию пространственного развития региональных производственных и урбанизированных комплексов, в увязке с прогнозируемыми системами расселения.

Разработано понятие «территория историко-культурного назначения» как основного понятия, применяемого в универсальной методике сохранения и использования территорий историко-культурного назначения в крупнейших городах и как особого вида зоны с особыми условиями использования территорий. Разработаны: теоретическая модель архитектурно-планировочной организации системы расселения УрФО, включающая в себя принципы архи-

тектурно-планировочной организации системы расселения УрФО на основе формирования зон совместных интересов и использования их уникальных ресурсов. Разработана концепция жилищного строительства Екатеринбургской агломерации, основанная на принципах инновационной архитектурно-планировочной организации жилых образований в орбитальной агломерации Уральского региона.

В научных работах, проводившихся в рамках раздела *«Основы теории города»* были получены следующие важнейшие результаты: определены основы пространственного взаимодействия антропогенного и естественно-природного факторов в рамках рассмотрения градостроительного предмета исследования. Сформулированы основные положения концепции развития современной теории градостроительства. Раскрыто реальное значение динамики центральных, срединных, периферийных и других типов городского пространства в процессе функционирования города как социально-пространственного феномена развития городской цивилизации. В рамках анализа демографического аспекта эволюции системы расселения России разработан пакет графической информации на основе выявленных 42 центров, перечня 146 выявленных крупногородских агломераций, 33 конурбаций и 23 региональных систем расселения, в числе которых 14 этнических систем (предварительно), выявляются локальные, весьма необходимые для этносов, системы расселения. Дана характеристика основным источникам инноваций в градостроительстве: научной, художественной, технической и проектной деятельности; систематизированы инновационные теоретические градостроительные концепции, разработанные в последние годы отечественными учеными; установлены инновационные подходы к территориальному планированию городов России. Проведен анализ развития представлений о форме города; установлена взаимосвязь формы плана и фазы развития планировочной структуры, позволяющая повысить вероятность реализации генплана; предложен новый раздел градостроительной науки – градостроительная топология, позволяющая определить пределы возможных изменений плана города; введено понятие «топологического класса» города и разработана модель развития формы плана города. Сформулированы принципы информационной модели архитектурно-пространственной городской среды с использованием современных социальных аспектов и направленных на улучшение комфорта проживания горожан.

В работах по разделу *«Градостроительные основы повышения качества и безопасности городской среды»* получены следующие важнейшие результаты: анализ планировочных решений, формирования и эволюции элементов городской среды в начале XXI в. в агломерациях городов – региональных столиц – Российской Федерации с населением более миллиона человек; определение проблемных ситуаций, тенденций и закономерностей развития. Типология, описывающая качественные и количественные характеристики общественных пространств при центрах Законодательной, Исполнительной и Судебной власти как элементов градостроительной структуры федеральной и региональных столиц России, их взаимоотношения и вероятные пути трансформаций. Концептуальные положения по разработке мер по обеспечению безопасности в составе генерирующих, сетевых и распреструйств

при территориальном и пообъектном проектировании, обеспечивающих экономический и экологический эффект развития и модернизации систем и устройств электро- и теплоснабжения. Систематизация проблематики в области формирования благоприятного микроклимата в городской среде для подготовки предложений с градостроительными решениями, направленными против аномальных погодных явлений с учетом специфики климатических, социально-экономических, технических, территориальных условий в городах и регионах России. Разработка классификации градостроительных ситуаций на территориях проектируемой малоэтажной застройки в зависимости от региональных климатических, геологических и экологических условий; определение типологии и планировочной организации проектируемой малоэтажной и средней этажности застройки для наиболее типичных градостроительных условий Новой Москвы. Предложения по актуализации правовой и нормативно-методической базы, проектной практики, с выявлением планировочных принципов, приемов и ограничений при формировании природного каркаса в составе генеральных планов городов и схем территориального планирования (СТП) субъектов Российской Федерации. Анализ и обобщение собранных материалов по городам Владимирской и Тверской областей для разработки научных предложений по повышению качества городской среды в малых исторических городах, изучение, классификация и ранжирование объектов наследия по их территориально-пространственному и градоформирующему потенциалу с графическим выражением результатов. Анализ градостроительных риск-факторов и обоснование необходимости перехода к парадигме градостроительной риск-концепции. Обоснование инновационного процесса проектирования транспортных систем в генеральных планах городов и разработка основных положений по инновациям. Установлен двойственный характер взаимосвязи архитектурно-планировочного каркаса населенного пункта и формированием промышленно-производственных зон. На примере отдельных промышленных предприятий города Екатеринбурга изучены основные приемы архитектурно-пространственной адаптации устаревших производственных площадок. На примере отдельных подземных сооружений города Екатеринбурга изучены основные приемы архитектурно-пространственной адаптации подземных объектов к естественным условиям их размещения на территориях с различным рельефом и гидрогеологической средой.

В рамках направления «Междисциплинарные научные исследования в сфере архитектуры, градостроительства и строительных наук» в работах по разделу *«Научные основы модернизации среды жизнедеятельности на территории Российской Федерации средствами архитектуры, градостроительства и строительных наук»* можно отметить следующие важнейшие достижения: анализ законодательных и нормативных проектов документов по направлению «Природа и общество» применительно к решению градостроительных задач с учетом принципов универсального эволюционизма при решении организационных, экономических и экологических задач в урбоэкологической деятельности. Рассмотрение альтернативных возможностей развития Московской агломерации на основе формирования новой системы расселения страны, формулировкой основных положений

концепции развития Московской агломерации, формируемой на основе линейно-узловой системы трансконтинентальных коммуникационных коридоров. Разработка концептуальных предложений по зонированию территорий для транспортно-коммуникационных коридоров крупных городских агломераций на основе анализа международного опыта формирования мультимодальных транспортных коридоров и узлов. Концептуальные предложения по выбору рациональных приемов реорганизации районов сложившейся жилой застройки городской периферии различных периодов строительства. Основные принципы и примеры экологической реконструкции производственных объектов города в рамках оценки гуманитарного баланса урбанизированных территорий с производственными объектами в городской инфраструктуре. Анализ региональных особенностей демографической ситуации, ее влияния на расселение и пространственную организацию региональной социальной инфраструктуры, для разработки предложений по учету влияния региональных особенностей демографической ситуации на структуру расселения и пространственную организацию социальной инфраструктуры. Разработка классификации градостроительных ситуаций на проектируемых территориях малоэтажной застройки в зависимости от региональных условий и обеспеченности энергоресурсами. Исследование инженерных задач и градостроительных аспектов сейсмостойкости высотных зданий, на основе исследования колебательного движения высотных зданий в контексте задач сейсмостойкости; выявление сложившейся проблематики социально-градостроительных исследований и обследований населения по «старой» и «новой» Москве. Типология приемов реабилитации промышленных территорий и транспортных зон средствами ландшафтной архитектуры. Типология ландшафтных объектов в условиях Сибири; формирование рекреационных пространств в структуре сибирского города.

В рамках направления «Выявление тенденций развития и прогнозные исследования» основными результатами научных исследований, выполненных по разделу *«Научные основы и стратегические приоритеты территориально-градостроительной политики России»*, являются: исследования системы градостроительных принципов, факторов, условий, обеспечивающих целостный подход к формированию системы расселения России. Концептуальные положения по формированию стратегии развития градостроительства РФ на долгосрочный период (научные основы градостроительной доктрины Российской Федерации). Принципиальные положения по определению градостроительных параметров и характеристик районов жилой застройки сектора социального жилья на основе анализа конкурсов на лучшее градостроительное решение РААСН-РЖС. Создание основ формирования градостроительной политики в области развития малоэтажного строительства. Анализ и оценка факторов, влияющих на процесс развития автомобильных дорог в России и других странах мира. Концепция долгосрочного развития градостроительства. Градостроительная доктрина в системе документов перспективного развития Российской Федерации. На основе анализа миграционной ситуации («западный дрейф»), рассмотрены стратегические планы решения этой проблемы (формирование новых структур расселения, новое качество городского и сельского образа жизни).

Выявлены и дана оценка основных тенденций в сельском расселении и мер, предпринимаемых региональными органами власти по стабилизации сельского расселения. На основе ретроспективных градостроительных материалов выявлены природообусловленные закономерности размещения городов и иных поселений, необходимые для упреждения риск-ситуаций геополитического, природного, природно-техногенного и этносоциального генезиса. Концептуальные основы и инновационные подходы к градостроительному регулированию территорий и основам городской экологической политики с учетом анализа стратегий ЕЭС ТЭК Российской Федерации и международных тенденций в экологии городов. Адаптация комплексной модели развития системы расселения к специфике УРФО; научное определение характера и особенностей оптимизации применительно к системам расселения. Создана основа для формирования системы рекомендаций по оптимизации расселения УрФО в виде программы его градостроительного развития. Методика градостроительного проектирования на принципах устойчивого развития. Научные основы внедрения принципов бассейновой урбанистики в процессы актуализации Генерального плана города-курорта Сочи, в комплексное управление прибрежными зонами Черноморского побережья России, в проектную практику территориального планирования курортов Черноморско-Кавказского региона с позиций устойчивого развития. Концептуальные основы разработки генеральных планов приграничных муниципальных образований Дальнего Востока с обобщением имеющихся методик и изучением опыта схем территориального планирования приграничных городских округов, городских и сельских поселений, выполненных различными проектными и научно-исследовательскими организациями.

В разделе *«Научные основы модернизации градостроительной деятельности»* в результате выполненных работ получены результаты: проведен анализ глобального процесса урбанизации; мировой практики развития градостроительства последних десятилетий; современного состояния, проблем и вызовов российского градостроительства. Анализ современных и целевых параметров воспроизводства профессиональных кадров для градостроительства в России на основе исследования по послевузовскому повышению квалификации. Анализ действующих нормативных правовых актов, регламентирующих разработку документов территориального планирования муниципальных образований, опыта территориального планирования муниципальных образований Московской области, опыта разработки схем территориального планирования муниципальных районов, генеральных планов поселений, городских округов. Обобщен отечественный опыт разработки технологий моделирования в территориальном планировании, систематизированы современные зарубежные достижения в данной области, даны основные выводы по методологическим основам компьютерных технологий, использующих математические методы и модели при подготовке градостроительных решений в территориальном планировании. Проведен анализ генеральных планов городов и изменений в их развитии в соответствии с требованиями градостроительного законодательства; рассмотрены изменения в развитии городов под воздействием градостроительного законодательства, зафиксированные в их генеральных планах малых, средних

и крупных городов Свердловской области.. Сформирована стратегическая градостроительная миссия развития туристической сферы Свердловской области; на примере муниципальных образований Свердловской области определены критерии комплексной оценки инвестиционной привлекательности территорий; выявлены принципы взаимосвязи градостроительного планирования, социально-экономического планирования и маркетинговых методов развития территорий на примере комплексной программы развития Верхотурского городского округа.

В области строительных наук

Научные исследования в области строительных наук проводились по трем направлениям, в которых особое внимание было уделено:

физическим и вычислительным методам механики новых строительных материалов и конструкций; методам обеспечения конструктивной безопасности зданий и сооружений;

разработке физико-химических основ структурообразования новых материалов;

исследованиям по строительной физике и энергоэффективным инженерным системам; обеспечению безопасной и комфортной среды проживания населения;

вопросам обеспечения безопасности и комфортности среды жизнедеятельности инженерных, социальных и природно-техногенных систем городов и поселений на основе новой мировоззренческой парадигмы – биосферной совместимости;

прогнозным исследованиям по решению проблемы полной переработки техногенных отходов промышленных предприятий в строительные материалы; созданию физико-химических основ и основ механики легких и сверхлегких материалов нового поколения для конструкций высокого эксплуатационного качества.

Важнейшие научные результаты в области строительных наук, полученные в ходе научных исследований следующие.

В рамках направления «Развитие теоретических основ строительных наук» по разделу *«Физические и вычислительные методы механики новых строительных материалов и конструкций; методы обеспечения конструктивной безопасности зданий и сооружений»* получены следующие результаты.

Разработана полная система физических соотношений, которая необходима для расчета бетонных конструкций при различных объемных напряженных состояниях. В разработанную систему физических соотношений входят: усовершенствованный составной критерий прочности и новые инкрементальные физические соотношения в виде связей между приращениями напряжений и деформаций применительно к указанным видам объемного напряженного состояния бетона.

Построена математическая модель в инкрементальном виде по расчету оболочек с учетом влияния на ее несущую способность наведенной неоднородности.

родности, возникающей в поверхностных слоях оболочки вследствие действия внешней агрессивной рабочей среды, и даны примеры расчета пологих оболочек с учетом влияния фактора наведенной неоднородности.

Получены на основании проведенных обширных экспериментальных исследований основные физико-механические характеристики высокопрочного сталефибробетона, такие как «прочность на сжатие», «прочность на осевое растяжение», «прочность на растяжение при изгибе», модуль упругости, и разработаны теоретические зависимости по их определению для элементов различного возраста. Получены диаграммы изменения мер ползучести во времени для образцов, загруженных в разном возрасте, и дано их аналитическое описание. Проведена проверка справедливости принципа наложения воздействий (ПНВ) применительно к высокопрочному сталефибробетону, при расчете деформаций ползучести и предложена их корректировка.

Разработаны математические основы и основы реализующей алгоритмической базы континуальные, дискретные и дискретно-континуальные постановки краевых задач строительной механики для построения корректных многоуровневых численных и численно-аналитических методов локального расчета строительных конструкций на основе кратномасштабного вейвлет-анализа.

Построены модели распространения влаги в грунте с цилиндрическим и сферическим фронтом. Решены задачи влагопереноса в стационарной и нестационарной постановке в грунтах при различных воздействиях, а также в строительных конструкциях при их изготовлении (сушке) и эксплуатации.

Предложен критерий живучести статически неопределимых конструктивных систем с внезапно выключающимися односторонними связями с учетом длительной и динамической прочности бетона. Разработаны расчетные модели силового и среднего сопротивления конструктивных систем из железобетона в запредельных состояниях, вызванных внезапными структурными перестройками в них.

Разработан метод и программа расчета плосконапряженных железобетонных элементов с учетом нелинейной ползучести на основе диаграмм-изохрон.

Разработана методика описания сложных диаграмм деформирования бетона при нагрузках с разгрузками и выполнена их проверка на основании экспериментальных исследований.

Разработана универсальная методика, позволяющая прогнозировать долговечность композиционных материалов (полимерных, цементных, волокнистых, дисперсно-армированных), с учетом действия жидких агрессивных сред и температуры.

Получены зависимости деформаций прилегающего к подземным объектам грунтового массива, включая фундаменты существующих зданий и коммуникации, при применении активной и пассивной защиты и предложен метод расчета осадок зданий в зоне влияния глубоких котлованов.

Разработана методика расчета прочности и жесткости наклонных к продольной оси сечений в изгибаемых железобетонных элементах с использованием нелинейной деформационной модели.

Выполнено математическое и компьютерное моделирование взаимодействия сооружения с грунтовым основанием, в том числе с применением нелинейных моделей грунта. Проведены экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния конструкций здания и грунтового основания.

Проанализированы различные варианты оптимального проектирования рам с учетом регулирования усилий в узлах. Рассмотрены уточненные расчетные модели и предложена методика оптимизации конструктивных решений.

На основе обобщения экспериментальных исследований, построены нелинейные зависимости для совершенствования разрешающих уравнений и программ ЭВМ по расчету напряженно-деформированного состояния, прочности и перемещений стержневых конструкций.

На основании детального параметрического исследования двухконтурной вихревой трубы были сформулированы рекомендации относительно рекомендуемых размеров проточной части вихревых труб и режимов их работы.

Установлены зависимости, учитывающие влияние температурных напряжений на параметры зимнего бетонирования (разность температур наружных слоев бетона и воздуха при распалубке, скорость остывания бетона).

Получены зависимости технологических свойств бетонов из самоуплотняющихся смесей при отрицательных температурах, учитывающие влияние температурных напряжений на параметры зимнего бетонирования. Разработаны методика компьютерного контроля параметров зимнего бетонирования и руководство по контролю выдерживания бетона из самоуплотняющихся смесей в зимних условиях.

Выявлен механизм сцепления базальтопластиковых стержней с бетоном; разработаны новые теоретические зависимости по расчету величин сцепления базальтопластиковых арматурных стержней с бетоном.

Впервые получены зависимости, связывающие максимальную плотность композитных грунтов с их гранулометрическим составом и физико-механическими характеристиками их компонентов.

Разработаны методы расчета и моделирования работы сосудов из тяжелого армоцемента и фибробетона.

Разработан расчетно-программный комплекс POLYGON, предназначенный для решения двумерных задач наследственной теории старения бетона методом конечных элементов, с учетом усадки бетона, преднапряжения арматуры, технологических параметров непрерывного бетонирования.

По результатам выполнения научных исследований в рамках раздела *«Физико-химические основы структурообразования новых материалов»* проведены экспериментальные исследования наномодифицирования структур полиминеральных (цементных) гидратационных систем. Обоснованы технологические принципы наномодифицирования полиминеральных (цементных) гидратационных систем. Созданы строительные композиты и бетоны двойного структурообразования, изучены их свойства, в том числе на наноуровне.

Исследована структура цементно-песчаного раствора на различных заполнителях с добавкой жидкого стекла. Установлено, что совместное при-

менение базальтовых волокон и жидкого стекла в составе штукатурного раствора значительно повышает его термостойкость, образуя при этом большее количество высокоосновных гидросиликатов кальция.

Исследованы закономерности процессов формирования структуры и свойств строительных композитов на основе аморфно-металлической фибры, а также разработана методика получения высокоэффективного фибробетона с высокой вязкостью разрушения, обеспечивающей безопасность строительных конструкций;

Изучены виды энергетических воздействий на составляющие цементных композиций. Установлено, что эти воздействия вызывают разрушение и перестройку их пространственной структуры, особенно в критических условиях (магнитные поля, температура, давление и многое другое), что приводит к изменению ряда их свойств

Впервые разработаны основы получения новых, строительных композиционных материалов на основе бетонов методом гидромеханической и акустической интенсификации процессов. Развита новая подходы к управлению процессом твердения бетонов.

Теоретически обоснованы принципы получения цементных систем (вяжущих) методом твердофазного модифицирования нефункциональными кремнийорганическими соединениями (КОС) в процессе помола клинкера.

Установлены закономерности влияния нефункциональных полиорганосилоксанов трехмерного и линейного строения на процессы помола клинкера.

Разработана технология получения цементных систем (вяжущих) модифицированных твердофазным механохимическим методом в процессе помола клинкера, позволяющая существенно повысить морозостойкость и коррозионную стойкость бетонов.

Впервые проведены комплексные исследования химического, элементного состава, гранулометрии, топографии поверхности, морфологии, фрактографии частиц микрокремнеземов, производимых в Российской Федерации и за рубежом. Разработана технология производства вакуумных теплоизоляционных панелей, свойства которых не уступают зарубежным аналогам, но ниже по стоимости, технологичнее и доступнее по материалу наполнителя.

Получены металлохимические присадки (МХП) с более прочными связями между частицами. Разработана технология монтажной сварки стыковых соединений стали 10ХСНД с применением МХП, которая обеспечивает повышение хладостойкости и стабильности свойств сварных соединений.

По результатам выполнения научных исследований в рамках раздела *«Строительная физика и энергоэффективные инженерные системы. Обеспечение безопасной и комфортной среды проживания населения»* получены следующие результаты.

Доказана важность учета нелинейных, неравновесных и необратимых связей силовых и коррозионных воздействий в методах обеспечения конструктивной безопасности и живучести сооружений и предложено их совершенствование с учетом указанных факторов.

Разработаны теория управления формированием макро-, микро- и наноструктуры конгломератных строительных композитов на основе пространственно-геометрических закономерностей и принципов наномодификации структур неорганических строительных композитов в процессе формирования их твердого состояния.

Разработан метод твердофазного механохимического модифицирования вяжущих (цементов) кремнийорганическими полимерами нефункционального типа, позволяющий управлять физико-химическими процессами гидратации клинкерных минералов и структурой цементного камня на молекулярном уровне через химические процессы на поверхности твердой фазы.

Разработана методика оценки максимальной плотности и определения истинных характеристик композитных грунтов, содержащих крупнообломочные включения различной прочности и петрографического состава и пылевато-глинистый заполнитель, по гранулометрическим параметрам и физико-механическим свойствам.

Изучены физико-химические процессы структурообразования цементных композитов на основе термоизмененных пород с различной степенью самообжига, содержащих в своем составе активный кремнезем в аморфной и микрокристаллической формах.

Получены закономерности изменения динамических характеристик звукоизолирующих материалов во времени, позволяющие прогнозировать уровень изоляции ударного шума строительных конструкций в процессе эксплуатации зданий.

Разработаны методы расчета приведенного сопротивления теплопередаче фрагментов теплозащитной оболочки, создана система табличных данных по характеристикам удельных теплопотерь линейных и точечных неоднородностей.

Теоретически исследовано формирование шумового режима в общественных зданиях на основе разработанной модели здания как системы акустически связанных объемов. Разработаны расчетные методы распределения шума в системах акустически связанных объемов гражданских зданий различного назначения.

Разработана теория современных физических методов контроля состояния и свойств ограждающих конструкций зданий.

Проведен анализ методов повышения энергетической эффективности инженерного оборудования отапливаемых зданий с учетом затрат на текущие и капитальные ремонты.

Исследовано поглощение теплового излучения зданий окружающей атмосферой в условиях ее замутненности и влияние поглощения на точность регистрации температурных полей наружных ограждающих конструкций зданий по их тепловому излучению.

Определены значения удельных тепловых потоков через линейные и точечные теплотехнические неоднородности трех видов теплозащитных элементов ограждающих конструкций.

Разработана математическая модель и установлены основные закономерности формирования двумерного поля концентрации радона в грунтовом

основании здания, что позволяет уточнить способ определения радоновой нагрузки на его подземную часть.

Проведена оценка акустических возможностей существующих виброизолирующих материалов и конструкций, пригодных для снижения структурного шума, создаваемого различными элементами.

Разработан метод расчета новых высокоэффективных энергосберегающих систем естественного и совмещенного освещения.

По направлению «Междисциплинарные научные исследования в сфере архитектуры, градостроительства и строительных наук» в рамках раздела *«Обеспечение безопасности и комфортности среды жизнедеятельности инженерных, социальных и природно-техногенных систем городов и поселений на основе новой мировоззренческой парадигмы – биосферной совместимости»* выявлены закономерности динамики развития природно-техногенных систем биосферосовместимых урбанизированных территорий в виде количественных соотношений между параметрами состояния составляющих систем.

Разработана имитационная математическая модель динамики возрастной структуры населения урбанизированной территории, позволяющая прогнозировать изменения доли трудоспособной части в структуре населения.

Разработана классификация состояний динамического взаимодействия человека с окружающей природной средой на урбанизированных территориях. Построены математические модели расчета параметров количественных балансовых соотношений потенциала био- и техносферы урбанизированной территории и разработаны критерии прогрессивного развития урбанизированных территорий на основе интегрального показателя – гуманитарного баланса биотехносферы.

Разработана концепция эколого-экономической модели, которая заключается в том, что первоначальные затраты на применение энергоэффективных и экологичных технологий, а также подходов на стадии проектирования и строительства существенно сокращают операционные расходы на стадии эксплуатации здания, которые в среднем составляют 75% от общих затрат, что приводит к уменьшению совокупной стоимости здания.

Развиты методы контроля освещенности, установлены коэффициенты пульсации освещенности, слепящего действия искусственного освещения.

Разработаны критерии светового загрязнения окружающего пространства (мест производства работ вне зданий) наружными осветительными установками.

Разработаны принципы построения интеллектуальных систем в строительстве, базирующихся на основных критериях организации интеллектуального строительного производства и использовании гибридных управляющих структур, являющихся основой для разработки мехатронных систем отслеживания и управления процессами строительного производства.

Разработана система оценочных показателей и интегральные критерии состояния безопасности и комфортности среды жизнедеятельности. Разработан концептуально-методологический подход и методы управления при-

родо-социо-техническими структурами на принципах биосферосовместимости. Создан теоретико-методологический инструментарий обеспечения безопасности и комфортности среды жизнедеятельности. Разработаны методы и алгоритмы построения концептуальных моделей биосферосовместимых природо-социо-технических структур.

Построена основная логика и математика численных представлений качественных параметров условно абстрактных искусственных объектов.

По направлению «Выявление тенденций развития и прогнозные исследования» в рамках раздела *«Прогнозные исследования по решению проблемы полной переработки техногенных отходов промышленных предприятий в строительные материалы. Создание физико-химических основ и основ механики легких и сверхлегких материалов нового поколения для конструкций высокого эксплуатационного качества»*, разработаны физико-химические основы и новые принципы комплексной и глубокой переработки неорганических техногенных образований, в также вскрышных пород, в альтернативные традиционным, менее энергоемкие и более экономичные строительные материалы. Созданы основы механики легких и сверхлегких материалов с использованием продуктов переработки указанных техногенных образований и разработаны новые методологические решения материаловедческих и технологических вопросов структурообразующей роли техногенных образований, использование которых в инновационных технологиях позволит обеспечить комплексную и глубокую переработку этих образований в альтернативные строительные материалы, которые отличаются от традиционных аналогов относительно низкой энергоемкостью и экономичностью при высоких показателях качества.

Разработаны физико-химические, теплофизические и структурно-технологические основы производства альтернативных традиционным экологически чистых, низкоэнергоемких и экономичных строительных материалов на базе продуктов переработки крупнотоннажных техногенных образований.

Впервые сформулирована концепция актуальности разработки специального класса низкотеплопроводных, низкосорбционноактивных, и при том низкоэнергоемких в производстве, малоклинкерных и бесклинкерных композиционных вяжущих активностью 30–40 МПа.

Разработаны физико-химические основы создания оптимальных (прежде всего, по критериям максимально низких показателей коэффициентов теплопроводности и сорбционной влажности) структур и фазовых составов «цементного» камня таких вяжущих для особо легких и сверхлегких теплоизоляционных и конструкционно-теплоизоляционных бетонов.

Разработаны закономерности формирования систем твердения в кислотно-щелочных смесях, отвечающих составам и химико-минералогическим характеристикам типичных неорганических техногенных отходов.

Выполнены исследования физико-химических процессов структурообразования цементных композитов из термоизмененных вскрышных пород Дальнего Востока с целью комплексной переработки отходов угледобычи в альтернативные традиционным строительные материалы.

Определены генетический тип пород, химический и фазовый составы, наличие вредных примесей, в частности, повышенное содержание аморфного кремнезема, оксидов железа, которые могут вызвать внутреннюю коррозию бетона.

С помощью использования метода лазерной интерферометрии определены новообразования в контактной зоне «цементного» камня и заполнителей из вскрышных, в т.ч. горелых пород.

Исследованы процессы взаимодействия заполнителя из горелой породы с цементной матрицей бетона в возрасте 90–180 суток, установлено отсутствие в бетоне новообразований, характерных для внутренних коррозионных процессов при использовании реакционноспособного заполнителя.

IV. СОСТОЯНИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ В ОБЛАСТИ ОБРАЗОВАНИЯ И ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ

В целом образование нашего времени приобретает черты серьезной общественно-политической задачи, имея целью подготовку человека, обладающего необходимым потенциалом знаний, технологий и твердых нравственных установок, человека, которому нравятся перемены, который готов смело встретить совершенно непредвиденные ситуации – ведь он вышел уже во внеземное космическое пространство. А это требует другого уровня миропонимания, развитого эвристического мышления, формирования ответственности, при которой утилитарные ценности выступают не как цель, а как инструмент формирования новых духовных ценностей – милосердия и честности, справедливости и способности к сопереживанию, терпимости и порядочности, ответственности и сознания собственного достоинства, патриотизма и чувства долга.

Такое образование, встраиваемое в современное историко-культурное пространство нашего времени, должно быть ориентировано не на трансляцию от поколения к поколению социокультурного опыта, включающего в себя опыт познания, опыт освоения способов деятельности и опыт формирования ценностных отношений, а на образование – **формирование** человека, его самообразование, самоопределение, требующее креативных способностей – не только познавательных, но и коммуникативных, и организационных.

Ориентация на развитие человека предполагает построение новой стратегии его образования, образования, которое способствует его социализации в самом широком понимании – не только как присвоения социального мира, но вписанности в этот мир в качестве активного деятеля. А это требует, с одной стороны, изменения системы отношений внутри школьного пространства – вывода детей за стены класса, изменения их места в учебно-воспитательном пространстве, на что направлено, кстати, построение проектного, эвристического обучения, технологии коллективной мыследеятельности, деловые игры и пр.; с другой – создания внешкольных структур, новых образовательных форм, включая кардинальную перестройку дополнительного образования как сферы образования открытого.

Концептуальные основы **стратегии опережающего развития** необходимо создавать на новых, тщательно методологически проработанных принципах, ориентируясь на вызовы завтрашнего дня, особое внимание уделяя

установлению нравственных ориентиров и ценностей, росту духовного потенциала растущих людей.

В связи с этим требуется формирование нового образовательного пространства, нового его уровня, содержания, функциональной нагрузки в развитии человека и общества.

При этом очевидно придется порой и противостоять устоявшимся взглядам, определяя главные проблемы и вырабатывая адекватную стратегию процесса проведения перспективных фундаментальных и прикладных исследований в области наук об образовании и смежных с ними наук.

В числе многих важнейших их направлений в качестве первоочередных вычлняются следующие.

По специально создаваемой программе предстоит определить реальную политическую, экономическую, социальную ситуацию, действительно влияющую на развитие растущего человека. Это предполагает выявление, раскрытие, описание соответствующих характеристик современной социокультурной и технологической среды, в том числе и тех отношений межличностного и социального взаимодействия, в систему коих уже включен ребенок, подросток, юноша (девушка), определяя и отношения, не соответствующие их конкретному возрасту. При этом важно раскрыть особенности и границы социального пространства, в котором реально функционирует растущий человек, проведя культурно-психологический анализ повседневности, рассмотрев средовые характеристики, наиболее активно действующие на детское развитие.

Важно определить главные особенности современного детства. Непросто обобщить наработанную совокупность имеющихся, к сожалению, пока еще разрозненных данных, но попытаться выстроить интегральную экспозицию его реального развития. Здесь предстоит рассмотреть те уже фиксируемые подвижки, которые происходят на разных его периодах, стадиях, определив способности, потребности дошкольника, младшего школьника, подростка, старшеклассника, внутренние причины их поведения, деятельности, поступков.

Предстоит глубоко выявить и описать специфику процесса современного детского развития, его изменяющийся сегодня, сейчас характер на каждом этапе онтогенеза, установив, проследив намечающиеся тенденции. Необходимо выяснить психологические, физиологические гендерные особенности именно современного ребенка. Проследить, как информационный прессинг изменяет его восприятие – слуховое и зрительное, характер развития мышления растущего человека, его сознания, речи, памяти, установив, в частности, какой объем информации удерживает он в разном возрасте, моделируя в экспериментальных условиях разные ситуации с целью выяснения, что у ребенка, подростка, юноши устойчиво сформировано в интеллектуальной, потребностно-мотивационной и эмоционально-волевой сферах, а что случайно инъецировано, определив специфику миропонимания, мировосприятия «внутреннего человека» (в известной формулировке Ф.М. Достоевского).

Назрела необходимость, на основе серьезной выборки в 2–3 тыс. респондентов, обеспечить построение **целостной реальной картины** психического, нейропсихологического, психофизиологического, личностного развития

современных растущих людей, подготовки их к жизни в быстро меняющемся мире, где произошло разрушение межпоколенческого и культурного пространства. Без этого невозможно строить открытый инновационный процесс обучения, воспитания детей, развивающий их критическое рациональное сознание и самосознание, обеспечивающий стрессоустойчивость.

При вхождении в новое социокультурное пространство, в котором образование становится реальной силой воспроизводства общества, особый смысл приобретает проблема определения сегодняшних целей, сегодняшних возможностей его построения, актуализируя выработку принципиально новых концепций как основы **новой теории** образования, опирающейся на четкие мировоззренческие позиции и научные достижения, новые научные открытия, в том числе таких явлений, как иррациональное мышление, значимость интуиции, роль бессознательного, увеличение данных о характеристиках образного мышления, виртуальной реальности, полагающих организацию по-новому самих знаний, формирование условий реального их усвоения, при структурировании процесса познания, выработки необходимого отношения к нему.

В современных условиях информационного общества, когда все возрастающий поток информации растет буквально в геометрической прогрессии, на первый план выходит поиск путей формирования информационной культуры, связанной с проблемой выбора необходимой информации, умения ее ранжировать, выработки соответствующего отношения к ней. Стоит, в частности, задача минимизировать риски Интернета, определив возможности использования его сетевых ресурсов, а также взаимодополняющего использования учебной книги и средств массовой информации.

Поскольку нашей целью является образование современного человека, сохраняющего весь потенциал человеческой культуры, важно установить, какой объем и характер знаний, в том числе и технических, ему необходимо давать при ориентации на быстрый прогресс последних, на будущее, научив его находить знания, улавливать их суть, смысл, глубже логически мыслить и одновременно интегрировать, обобщать, усваивать понятия, сформировав готовность познавать мир при разумном сочетании естественнонаучных и гуманитарных знаний.

Остро необходимо выявление подвижек в мыследеятельности растущих людей, в том числе раскрытие специфики технологизации интеллектуального развития ребенка, испытывающего гигантское давление компьютеризации.

По сути, общество имеет дело с новым уровнем, новым характером существования растущего человека, имеющего возможность широко использовать в учебе, работе, жизни все достижения человечества. Как писал известный математик, академик Н.Н. Моисеев, «человек, благодаря компьютерам, получил ... новое средство совершенствования коллективного интеллекта...». При этом «коллективный разум, по его мнению, может обрести способности, о которых мы даже не догадываемся». Сейчас, по представлению этого выдающегося ученого, идет историческое развитие человеческого интеллекта от индивидуального, обособленного состояния к групповому, коллективному.

Особое значение приобретает поиск технологий, механизмов, методов, способов обучения, приемов организации современного процесса образова-

ния, что требует выработки специальных программ, в которых пересекаются проблемы педагогики и психологии, дидактики и частных методик.

Сюда относятся: а) вопросы переструктурирования основных учебных предметов; б) возможности, способы формирования мотивации учения, потребности и способности приобретения детьми знаний; в) определение временного режима работы образовательных учреждений, обостряющегося в связи с возросшим объемом научных знаний; г) пути перехода к активному типу обучения на основе поисково-творческой деятельности учащихся, включая конструирование, проектирование, прогнозирование при ориентации не на подражание, копирование, а на креативность; д) вопросы соотношения индивидуальных и коллективных форм обучения, организации совместной или самостоятельной классно-урочной деятельности; е) характер построения нетрадиционных методов и форм (проекты, дискуссии, игромоделирование, видеоуроки, микро-преподавание); ж) переход в учебниках от механических упражнений к заданиям, формирующим использование специфической компоновки учебного материала для создания системы смыслов; з) вопросы переосмысления функций оценивания и контроля; и) условия активизации мышления детей, стимулирования их самопознания, самоидентификации, самореализации, а следовательно, развития самосознания; к) выявление возможностей расширения социально-культурных функций школы, сочетания формального и неформального образования, определение путей развития обширной сферы неформального образования, обеспечивающего, помимо всего прочего, необходимый уровень технологической компетентности растущих людей.

В условиях роста самосознания растущего человека, с одной стороны, а с другой – ощутимой потери нравственных норм в обществе, обострилась необходимость поиска путей, возможностей культурного развития людей, роста их нравственности и духовности, что отражается, кстати, в научной сфере – появлении герменевтики, понимающей психологии и других, объективно усиливая внимание к гуманитаризации знания.

В сложившейся ситуации исключительную актуальность приобретает развернутая психолого-педагогическая проработка средств и методов воспитания молодых людей, развития всех их чувств и возможностей, при четкой формулировке общих целей и ценностей, что требует объединения усилий философов и психологов, социологов и педагогов, антропологов и физиологов, медиков, юристов и других специалистов, действующих в содружестве с практиками-организаторами как школ, так и молодежных движений, клубов, отрядов, групп. Вынесенная ошибочно в 90-е годы за пределы школьного образования проблема воспитания детей встала сегодня с особой остротой.

Именно поиск, нахождение, оптимизация резервов углубления, расширения, развертывания мотивационно-потребностной сферы растущих людей представляется сейчас наиболее значимой психолого-педагогической проблемой. Ведь еще великий Альберт Эйнштейн утверждал, что «моральные качества личности имеют, возможно, большее значение для данного поколения и всего хода истории, чем чисто интеллектуальные достижения».

Но, решая проблемы духовно-нравственного развития, следует четко ответить на главный вопрос – кого мы стремимся получить, организуя процесс образования? Узкого профессионала с ограниченным объемом знаний

и ограниченными культурными потребностями? Или активную, творческую, нестандартно мыслящую личность, обладающую не только определенным запасом знаний, получающую удовольствие от освоения новых знаний, но и развитой ценностно-смысловой сферой, способную к самоконтролю, самореализации и самосовершенствованию, ответственную, готовую к непрерывному образованию, умеющую самостоятельно принимать решения, мотивированную к инновационному поведению, устойчивую к фрустрации, человека культурного – субъекта социума?

Важнейшим направлением выступает практико-ориентированный поиск оптимальных условий подготовки школьного педагога в современной ситуации, где произошли коренные изменения – экономические, демографические, социальные, культурные, обуславливающие мультипарадигмальность педагогического знания, что требует качественного пересмотра всего предметного содержания педобразования.

Тем более что, с одной стороны, расширился психологический и культурный разрыв между, условно говоря, «цифровыми» учениками и «нецифровыми» учителями, когда нынешнее поколение учителей, в основной своей массе не владеющее в достаточной степени специальными информационно-технологическими знаниями, должно учить детей, часто опережающих их в этом отношении. С другой стороны, современный учитель перестал быть единственным источником информации для детей. Он уже не может выступать лишь глашатаем, транслятором некоей «неприкасаемой истины», а должен являться личностью, стимулирующей у растущих людей желание творить, наставником-организатором сложной, напряженной работы учащихся, помогающим организовывать их самостоятельную деятельность, содействуя развитию способностей каждого ребенка, росту его интереса и желания учиться, научающим ученика думать в процессе, что важно заметить, взаимообучения. Именно при таком подходе учителя формируется не просто «человек знающий», а личность, любознательная, любопытная, способная творчески решать возникающие перед ней проблемы. Ибо, как замечал еще Сократ, «многознание не научает мудрости».

Из-за все увеличивающихся миграционных потоков, обостряющих культурную неоднородность общества, специального внимания требует решение особой проблемы адаптации детей мигрантов, включая преодоление сложившихся этнических стереотипов. В этой связи особая роль отводится функционированию центров психолого-социальной адаптации и консультирования детей, подростков и молодежи, центров социально-психологического сопровождения обучающихся и педагогических работников, создаваемых, в том числе, и на базе образовательных учреждений.

Для эффективной деятельности таких центров необходима подготовка научно-методического обеспечения, включая учебные, научно-популярные, справочные материалы, учебно-методические комплексы, учебники по педагогике и психологии (на традиционных и нетрадиционных носителях информации), обеспечивающего информационно-познавательную и методическую поддержку педагогических работников, обучающихся и их родителей, их потребность в психолого-педагогических знаниях с целью успешной адаптации и социализации в новой социальной среде.

Научно-методическое обеспечение требуется и образовательным учреждениям. Так, для дошкольных образовательных учреждений необходима подготовка комплекта научно-методической литературы: «Библиотечка для воспитателя», «Библиотечка для родителя», в том числе для полной и неполной семьи.

Для начальной, средней и старшей школы необходима разработка как методик по диагностике интеллектуальных, физических, национальных особенностей детей, так и психолого-педагогических технологий по социализации детей в образовательном пространстве современной школы, в том числе с использованием средств этнопедагогики и этнопсихологии (включая национальные игры, сказки, традиции, праздники). Важна подготовка научно-популярной литературы для родителей в контексте совместной с образовательным учреждением деятельности по адаптации детей в новой социальной среде.

Для высших учебных заведений назрела потребность в создании методик по диагностике студентов 1, 3, 5 курсов, направленных на выявление качества подготовки выпускников, оценке их гражданской, политической активности, толерантности, социализации в условиях образовательного учреждения, выявлению социальных рисков, в т.ч. экстремистской направленности, принадлежности к различным общественным и политическим организациям.

Необходима разработка психолого-педагогических технологий по социализации студентов в образовательном пространстве современного вуза, в том числе с использованием средств этнопедагогики и этнопсихологии.

Выстраивая всю эту многоплановую деятельность, деятельность исключительно трудную, следует сознавать, что переходность современной эпохи ставит систему образования в чрезвычайно сложную ситуацию из-за отсутствия общенациональной идеи, несформированности в обществе целей образования, идеалов образованного человека. При общем понимании того, что новый человек – не какой-то там ницшеанский сверхчеловек, а растущий человек нашего времени должен быть конструктивным и креативным, так как именно ему предстоит конструировать новую реальность и одновременно он должен быть человеком высокой культуры, «человеком облагоустроенного образа» (Даниил Андреев. Приложение к журн. Эксперт, 2000 г., № 1–2, с. 18), необходимо соответственно вырабатывать концептуально-теоретические схемы нового содержания образования, и новые методы, формы, средства действенного побуждения детей, подростков, юношества к его познанию и претворению в жизнь, активизируя их самостроительство.

Прогноз развития наук об образовании и смежных с ними наук

Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года (утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. № 2227-р), Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года (распоряжение Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г.

№ 1662-р), Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 599 «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки», Основные направления деятельности Правительства Российской Федерации до 2018 года (утверждены Председателем Правительства РФ Д. Медведевым 31 января 2013 г.) определяют основные направления развития социальной сферы и экономики страны и первоочередные задачи, которые предстоит решить в указанные периоды.

В этих государственных документах важная роль отводится российской системе образования, направлениям, целям и задачам ее развития. Эффективность решения выдвинутых Правительством Российской Федерации приоритетных задач своей деятельности, направленных, в частности, на повышение национальной конкурентоспособности и производительности труда, создания условий для эффективного развития внутренних и внешних рынков, повышение качества и доступности услуг социальной сферы, во многом определяется развитием фундаментальных наук об образовании, инновационных процессов в сфере науки и образования, оптимизацией процессов дальнейшей модернизации системы образования.

Долгосрочный прогноз развития фундаментальных исследований в области наук об образовании базируется на положениях указанных документов и определяет приоритетные направления развития этих областей науки на период до 2030 г.

Педагогика

Одним из стратегически важных направлений научных исследований в области философии образования и теоретической педагогики является разработка тематики, связанной с углублением существующих сегодня представлений о роли, месте, природе и характере образования в современном мире (философия образования) и о структуре, функциях, составе педагогических теорий, без которых принципиально невозможно добиться соответствия между требованиями к образованию, определяющему лик будущего, и самими реалиями бытия этого социального института.

Осуществлены исследования, раскрывающие вопросы, касающиеся формирования самосознающей личности в контексте динамично изменяющейся сферы образования; специфики диалогической встречи Учителя и Ученика, позволяющей превратить традиционный образовательный процесс трансляции накопленных наукой знаний в процесс совместного поиска ответов на смысловые вопросы и их осмысления; выработки свободного от ценностных ориентаций конкретного ученого нейтрального языка наблюдения за образовательными объектами; инновационного преобразования структуры и содержания образования.

На основе анализа фундаментальных для деятельности сферы образования вопросов разработки концептуальных ответов отечественного образования на вызовы информационной цивилизации и проектов развития отечественного образования в гражданско-идентификационном и геополитическом измерениях в 2020–2030 гг. прогнозируется продолжать исследования, в контексте которых найдет место осмысление таких проблем, стоящих перед отечественным образованием, как концептуальное освоение пространства планирования бытия сферы образования в эпоху информационной цивили-

зации, как проектирование развития отечественного образования, конструктивно выполняющего функции обеспечения государственной безопасности путем укрепления его гражданско-идентификационного и геополитического измерений. Останутся актуальными исследования, цель которых состоит в прояснении особенностей реализации философией образования критической интерпретации педагогических феноменов; в раскрытии своеобразия смысла и оснований педагогических отношений Учителя и Ученика; в обосновании способов привлечения данных культурологии, социологии, экологии, этологии и других наук для разработки теоретических положений педагогической науки, стремительно осваивающей в XXI в. горизонты междисциплинарного поиска.

К настоящему времени наблюдается тенденция отрыва фундаментальной науки в области образования от потребностей быстро меняющейся образовательной сферы России, изменения в которой обусловлены как внутрисполитическими факторами, так и интеграцией отечественного образования в мировое образовательное пространство. В современной теоретической педагогике еще не в полной мере имеется осознание новой социокультурной реальности, в которой сегодня существует мир, вступивший в эпоху постмодерна, существенно изменившего картину гуманитарного пространства. Все более актуализируется потребность в изменении структуры и содержания образования, осознание обществом и властью его новых целей и задач. Рассмотрение педагогического знания с позиций неклассической и постмодернистской методологии требует в свою очередь постановки новых задач в области теоретико-педагогических исследований, кардинального обновления подходов к теоретико-методологическим основам обучения и воспитания. Сегодня крайне необходимы определенный аудит, пересмотр положений, сложившихся в теоретической педагогике, приближение науки к реально существующим потребностям и ожиданиям государства, общества, личности в сфере образования. В этой связи становятся актуальными вопросы структуры, состава, назначения педагогических теорий, терминологического единства теории и практики, построение на этой основе современных моделей воспитания и обучения школьников.

Научное решение возникших задач предполагает философский, педагогический и исторический анализ опыта социокультурной модернизации образования, актуализации историко-педагогического наследия, его использования при прогнозировании развития мирового образовательного пространства.

Перспективным направлением дальнейших исследований в области образования представляется *анализ развития образовательного пространства государства*. Он будет способствовать выработке концептуальных положений формирования единого образовательного пространства, позитивно влияющего на гражданскую идентичность, развитие гражданского общества и способствующего обеспечению безопасности государства.

Стратегический путь развития теоретических исследований состоит в их возможности реально влиять на практику образования. Настоятельно требуют своего научно-методологического обеспечения развивающиеся в образовательных учреждениях педагогические измерения, разработка стратегии

развития непрерывного образования, определение его теоретических основ, сравнительная характеристика основных тенденций, прогнозов и сценариев его развития в разных странах в условиях формирования единого образовательного пространства и конкурентоспособной экономики.

Основные ожидаемые результаты по конкретным направлениям исследований, которые могут быть получены 2030 г., включают: концепцию развития воспитания в России; модели воспитания подрастающего поколения; исследования феномена «теория обучения и воспитания» в зарубежной педагогике. В результате изучения и осмысления ведущих современных зарубежных концепций обучения и воспитания будут выделены основные понятия, категории и структура; выявлены основные подходы к разработке; обозначены проблемы в разработке содержания и структуры; определены различные условия, пути и способы реализации.

Прогнозируется проведение анализа политико-правового и социокультурного развития современного образовательного пространства с выявлением проблемных точек образовательного пространства, негативно влияющих на формирование национально-гражданских идей, развитие гражданского общества и безопасность государства и определение места образовательного пространства России в мировом образовательном пространстве и образовательном пространстве стран СНГ.

Перспективными являются разработка концептуальных основ формирования единого образовательного пространства, позитивно влияющего на национально-гражданскую идентичность, развитие гражданского общества и способствующего безопасности государства, обоснование специфических особенностей государственной образовательной политики в приграничных территориях России, определение глобальных тенденций развития образовательного пространства.

Все это создаст основу для осуществления научно обоснованного процесса выработки стратегических приоритетов развития российского образования на период до 2030 г.

Другое приоритетное направление исследований в прогнозируемый период в области философии образования и теоретической педагогики – *теория непрерывного образования*. Приоритетными аспектами исследования являются: методология развития педагогических систем; построение концепций и моделей преемственности образовательных ступеней от дошкольного образования до обучения взрослых, создание интегрированного образовательного процесса; прогнозирование развития образовательных программ в постиндустриальном обществе; разработка принципов и условий формирования и развития региональных и отраслевых систем непрерывного образования; разработка и апробация вариативных моделей образовательных учреждений – комплексов непрерывного образования; сравнительный анализ развития отечественных и зарубежных систем непрерывного образования с учетом вхождения России в мировое образовательное пространство на основе Лиссабонского, Болонского и Копенгагенского процессов.

Ожидаемыми результатами исследований здесь являются концептуальное и теоретико-методологическое приращение педагогического знания, заключающееся в разработке принципиальных подходов к развитию непрерывного образования постиндустриального этапа.

Будет определено соотношение социально-культурного, экономического и педагогического в решении проблемы формирования человеческого потенциала, социально-экономические, культурологические и педагогические условия развития непрерывного образования в зарубежных странах, получившие обоснование в материалах Евросоюза, Совета Европы, ОЭСР, Римского Клуба, а также в стратегиях развития образования стран-членов ЕС. Непрерывное образование за рубежом будет представлено в качестве фактора, обеспечивающего развитие и конкурентоспособность стран ЕС в условиях изменяющегося рынка труда, формирования активной гражданской позиции и адаптации жителей зарубежных стран к социальным, культурным, этническим и языковым переменам, происходящим в этих странах.

Важным направлением перспективных фундаментальных исследований будет *«Стратегическое проектирование инновационного развития образования в условиях глобализации»*, предполагающее создание «стратегического профиля российского образования в формате глобализации: методология прогнозирования и образовательного форсайта»; научное обеспечение «стратегического проектирования устойчивого развития инновационных моделей образования в ситуации интенсивной трансформации глобального мира»; разработку «социокультурных основ стратегирования процессов социализации детей в условиях информационно-образовательного пространства».

В рамках реализации научно-исследовательского проекта «Стратегический профиль российского образования в формате глобализации: методология прогнозирования и образовательный форсайт» к 2030 г. будет проведен комплекс ретроспективных, мониторинговых и сравнительных исследований отечественных и зарубежных социально-педагогических стратегий, результатов их реализации в первые десятилетия XXI в.; охарактеризованы тенденции, противоречия, социальная эффективность стратегического проектирования развития отечественной системы образования; будут выявлены социокультурные факторы глобализации, детерминирующие особенности образовательного пространства России.

В рамках научных исследований по проекту «Стратегическое проектирование устойчивого развития инновационных моделей образования в ситуации интенсивной трансформации глобального мира» к 2030 г. предполагается широкоформатный мониторинг динамики инновационных моделей российского образования, комплекс сопоставительных и социологических исследований с целью выявления эффектов реализации стратегических инициатив в области образования. Будет охарактеризован государственно-общественный ресурс устойчивого развития инновационных моделей образования в условиях интенсификации социально-экономического развития страны. На основе анализа опыта реализации международной стратегии образования для устойчивого развития будут выявлены тенденции, актуальные задачи и стратегические приоритеты проектирования образования для устойчивого развития на долгосрочную перспективу.

В целом результаты исследований, прогнозируемые к 2030 г., ориентированы на применение в практике модернизации образования в качестве научно-методических основ проектирования и реализации стратегий, программ, моделей и мероприятий федерального, регионального и институциональ-

ного форматов. Разработанная стратегия социокультурной модернизации образования и научно-методическое обеспечение ее реализации представляет собой методологическую и технологическую основу практической проектной деятельности специалистов в области образования и социализации по созданию и внедрению в практику инновационных программ и мероприятий на ведомственном и межведомственном уровнях.

Еще одним стратегически значимым перспективным направлением исследований является *«Теоретико-методическое обеспечение развития инновационного потенциала системы образования»*. Предполагаются результаты, вклад которых в решение социально-экономических проблем долгосрочного характера обусловлен следующим. Главным стратегическим направлением модернизации нашей страны определен переход на инновационный путь развития. Важнейшей задачей политики государства, решение которой призвано обеспечивать движение в этом направлении, является формирование национальной инновационной системы. В данном контексте прогнозируется создание: теоретических моделей и технологий организационного развития учреждений общего и дошкольного образования, направленного на повышение качества реализации ими требований государственных образовательных стандартов; теоретических моделей и технологий поддержки на муниципальном уровне инновационной деятельности образовательных учреждений, ориентированной на повышение качества реализации ими требований государственных образовательных стандартов; теоретической модели и инструментария совершенствования мотивационной среды инновационной деятельности в общеобразовательных учреждениях; программно-методическое обеспечение (образовательные программы, дидактические средства и технологии) подготовки будущих педагогов к инновационной деятельности.

Перспективы развития социальной педагогики ориентированы на исследовательские проекты интеграции социальной педагогики с науками более высокого методологического статуса (философия, социология, культурология, экономика, психология и др.); познание личности и современного пространства общественной жизни в исторически новом времени; научное обоснование стратегий образования современного человека, методологическое обоснование социально-педагогического ресурса государственно-общественных и бизнес-структур.

Важнейшей составляющей решения проблемы возрождения семейных традиций, здоровой семьи в перспективе является научное обеспечение консолидации усилий государства и общества, направленных на решение проблем, с которыми сталкивается семья, проблем взаимоотношений семьи и общества, государства, семьи и рыночной экономики. Прежде всего прогнозируется разработка организационно-социально-педагогических средств создания условий реализации системного подхода, включающего все составляющие государственно-общественного механизма поддержки семьи, учитывающего уникальность каждой семьи, ее индивидуальность.

Вторая, не менее важная составляющая этого процесса – социально-педагогическая поддержка включения самой семьи как активного субъекта саморазвития, развития семьи изнутри, посредством восстановления ее внутренних сил, ее уникального общественно-исторического статуса, гармонизации

семейно-брачных, детско-родительских, межпоколенческих отношений, оздоровления семейного социума путем повышения компетентности родителей, прародителей, формирования их профессиональной компетентности.

Психология

Приоритетным фундаментальным направлением исследований в области психологии до 2030 г. является направление поискового типа *«Фундаментальные закономерности психического развития человека в условиях меняющегося социума»*. В результате планируется: выявить психологические закономерности и механизмы когнитивного и личностного развития человека; определить специфику феноменологии нового детства (психологические особенности развития способностей в меняющемся социальном пространстве); раскрыть этиологию индивидуальных различий способностей к обучению. Полученные научные знания целесообразно применить в сфере научного познания и системе образования РФ. Вклад в научно-техническое развитие страны заключается в исследовании индивидуально-типологических траекторий развития личности как реализации природных (психофизиологических, нейропсихологических) и социально обусловленных (средовых, социокультурных, экологических) ресурсов; в проведении психогенетических и молекулярно-генетических исследований, направленных на понимание роли генетических различий когнитивных механизмов, лежащих в основе индивидуальных особенностей способностей к обучению.

Организация образовательной системы РФ на основе современного фундаментального научного знания о закономерностях психического развития человека составляет одно из ключевых условий повышения эффективности системы образования. Прогнозируется применение генетически чувствительных методов изучения когнитивных механизмов, лежащих в основе индивидуальных различий в способностях к обучению – современные области психологических исследований нового детства, изучения актуальных проблем обучения и развития человека.

Не менее важным направлением исследований является направление поискового типа *«Перспективные направления психологии образования: развитие, воспитание, обучение»*. В результате предполагается разработать комплексные модели интеграции психологической науки и практики образования, ориентированные на новые профессиональные и образовательные стандарты и различные категории детей: модель психологической подготовки педагогических кадров, основанная на клиническом принципе; модель современной школы, основанная на концепции развивающего обучения Д.Б. Эльконина–В.В. Давыдова; модель выявления, поддержки и психолого-педагогического сопровождения талантливых детей и молодежи.

Актуальным направлением исследований *психолого-педагогических проблем детства* в прогнозируемый период являются фундаментальные исследования в области дошкольного образования. В результате предполагается раскрыть теоретические основы развития дошкольного образования и разработать инновационные продукты и технологии для системы российского дошкольного образования. Создание и развитие системы дошкольного образования как первого уровня общего образования обеспечит не только создание качественных предпосылок для развития других уровней общего

образования, но и способно повысить эффективность капиталовложений в общее и профессиональное образование в целом. Развитие качественного дошкольного образования, ориентированного на применение современных методов и технологий образования детей, позволит повысить эффективность системы российского образования в целом и создать фундамент для решения социально-демографических проблем. Теоретические основы и научно-методическое обеспечение дошкольного образования в новых условиях, предусматривающих превращение дошкольного образования в первый уровень системы общего образования, могут остаться на международном уровне и способствовать повышению конкурентоспособности российского образования в целом.

Теория общего среднего образования

Направления перспективных исследований в области образования должны обеспечивать реализацию стратегической цели государственной политики в этой области – повышение доступности и качества образования, соответствующего требованиям инновационного развития экономики, современным потребностям государства, общества и каждого гражданина.

Дальнейшее развитие *теории содержания общего образования*, обеспечивающей, наряду с другими факторами, повышение качества общего образования как ресурса конкурентоспособности Российской Федерации на мировой арене, тесно сопряжено с разработкой *прогноза развития общего среднего образования* (цели и функции, содержание и технологии образования, организация образовательного процесса и контроль качества образования) как важнейшего института социализации личности в условиях социально-экономических трансформаций, информационных и коммуникационных технологий, нарастания этнического и культурного многообразия в образовательной среде, радикальных изменений практик межличностной коммуникации детей, подростков, учителей и родителей. Важной составляющей этого процесса является создание *прогнозных моделей содержания и организации образовательного процесса* в условиях диверсификации форм получения общего образования и изменения организационных структур деятельности образовательных организаций.

В условиях бурно протекающих миграционных процессов школа становится полиэтнической, отличительными чертами которой являются многонациональный состав школы в целом, разный уровень ее культуры. Освоение социальных норм, правил поведения, ролей и форм социальной жизни в группах и сообществах может быть обеспечено только при развитии коммуникативных умений и навыков культуры общения. Актуальными и перспективными в этой связи являются научное и технологическое обеспечение разработки и реализации (цели и задачи, организация, научно-методическое обеспечение, мониторинг качества) системы изучения русского языка как государственного языка Российской Федерации для детей и учащихся с родным нерусским языком обучения и членов их семей, разработка теоретико-методических оснований системы непрерывного экологического образования и формирования культуры обучающихся как смыслоорганизующего начала интеграции содержания естественнонаучного, социально-гуманитарного, информационно-технологического и художественного образования в кон-

тексте задач развития отечественной «зеленой экономики» и экологической безопасности страны.

Обеспечение в долгосрочной перспективе доступности и качества общего среднего образования требует разработки новой системы оценивания учебных достижений обучающихся в условиях структурных и содержательных изменений в образовательном процессе, изменяющихся требований к подготовке выпускников общеобразовательных организаций, а также системы учебно-методического обеспечения образовательного процесса и средств обучения с использованием электронных ресурсов на основе гуманитарных когнитивных технологий для создания качественно новой образовательной среды в школе.

На развитие российского общества, его научных и образовательных успехов влияют и общественно-политические, экономические и социально-культурные условия развития России, а также социальные трудности и риски. На развитие образования и наук влияет, и в дальнейшем будет влиять, изменение в современном информационном пространстве характера общения человека с интеллектуальными и культурными ценностями. Сегодня на развитие культуры и искусства серьезно влияют глобализация и формирование информационного общества, повышение удельного веса информационной составляющей в деятельности самих организаций культуры и образования, расширение возможностей информационных и коммуникационных технологий в культурной деятельности, доступность населения к художественным ценностям культуры на базе сетевого взаимодействия.

В настоящее время проходят серьезную проверку критерии, по которым ценятся культура и искусство. Культурное пространство становится пространством рынка, на который выбрасывается все, а то, что отбирает человек, для производителей культурного продукта остается в большинстве своем тайной. Расширяется участие России в формировании общемирового культурного пространства, практически разрушены барьеры в международных культурных обменах, все больше людей овладевают современными информационными ресурсами сети Интернет. Основной формой существования культуры будущего будет язык массмедиа, он станет универсальным для подавляющего большинства людей, и деятели культуры будут активно работать в этой сфере. Новый век окончательно «сотрет» все грани между вымыслом и реальностью, между производителем творческого продукта и его потребителем, между элитарным искусством и массовой культурой.

Укрепление творческого потенциала и повышение уровня информированности в области культуры в XXI в. – это трудная и важная задача, решения которой избежать нельзя. Все силы общества должны быть мобилизованы на обеспечение того, чтобы новые поколения приобретали знания и навыки, а также (что, видимо, еще более важно) делали выбор в пользу моделей поведения, этических принципов и нравственных ориентиров, которые позволят им стать ответственными гражданами мира и гарантами стабильного будущего.

Общее и профессиональное образование могут иметь хорошее качество лишь в том случае, если будут с помощью *художественного образования* содействовать более глубокому пониманию мира и перспектив его развития, творчеству и инициативе, а также критическому восприятию действительности и приобретению профессиональных навыков, необходимых для жизни в новом веке.

Кроме профессионального образования в культуре и искусстве, следует оценить то, что рождается сегодня в практике широкого художественного творчества, относящегося к разным возрастным и социальным ситуациям, в современных художественных и творческих пристрастиях, в профессиях, которые еще недавно даже не числились по художественному ведомству. Формирование духовных потребностей, интеллектуального уровня не обойдется без погружения человека в мир искусства, высокой поэзии, дерзновенных мечтаний. Образованность культурой и искусством для большинства молодых людей необходимы как никогда, так как прагматичность жизненных устремлений и кажущаяся легкость достижения успеха и благополучия могут коверкать юные души. И в дальнейшем своем развитии художественное образование будет опираться на дидактику, на новейшие достижения в науке об образовании. И, что особенно важно, на развитие художественной жизни, ибо главные проблемы и перспективы образования в культуре и искусстве неразрывно связаны сегодня и будут неразрывно связаны в будущем с тем, что в XXI в. будет представлять собой сфера культурной жизни, какими будут ее организаторы, создатели и потребители.

Теория воспитания

Состояние исследований в сфере воспитания характеризуется движением от узко тематической проблематики к крупным методологическим исследованиям, от профильных педагогических исследований к междисциплинарным проектам, от фрагментарных к комплексным и системным исследованиям целостного воспитательного пространства.

В настоящее время недостаточно ограничиваться констатацией основных направлений воспитательного процесса. Важно представить развернутую содержательную программу совместной деятельности субъектов воспитательного процесса, охарактеризовать необходимое современному школьнику пространство самореализации личности для формирования у него соответствующей требованиям времени социальной компетентности, обеспечить реализацию системно-деятельностного подхода при формировании ценностных ориентаций, опыта деятельности, социальных установок и моделей поведения личности.

Перспективы развития фундаментальных исследований, прежде всего, связаны с комплексным анализом динамики воспитательной ситуации в стране, развитием стратегии модернизации социального института воспитания, междисциплинарными исследованиями прогнозирования и проектирования воспитательных процессов школы будущего, созданием концепции правового регулирования воспитательной деятельности, разработкой методологии и механизмов социально-педагогической экспертизы результатов воспитания. Это продиктовано задачей укрепления и развития общенациональной системы воспитания будущих поколений как стратегического ресурса развития общества, минимизации социальных и других рисков социализации.

Культурология образования

Сегодня наряду с философией, социологией, психологией, педагогикой, этнографией и другими областями гуманитарного знания ведущее место как идеологическая дисциплина занимает культурология.

Предметом современной культурологии выступает все, что создано руками и разумом человека, предметом прикладной ее стороны становится процесс постижения индивидом результатов деятельности, вовлечения его в воспроизводство ценностей культуры. Прикладная культурология интегрирует широкий круг проблем – от культурной политики и управления социально-культурной сферой до методик вовлечения человека в духовную жизнь.

В условиях острой необходимости в полной мере реализовать созидательный потенциал культуры требуют развития практические аспекты, позволяющие превратить культуру в двигатель общественного процесса, в реальную ее доступность для каждого человека. В этой связи представляется целесообразным развивать такую прикладную область культуры, как культурология образования – область науки и социальной практики, интегрирующая в себе основы культурологии и педагогики, опирающаяся на их взаимодействие и взаимовлияние, раскрывающая методику социально-культурного просвещения и вовлечения человека в культурную деятельность, преобразующая знания о культуре в нравственно-эстетические убеждения, в нормы и принципы духовной жизни, в умения и навыки созидательной деятельности. Прогнозируемыми в этой области являются исследования, ориентированные на научное и технологическое обеспечение:

приобретения, расширения, углубления, обновления, приведения в систему знаний о природе, обществе, технике, мышлении и способах деятельности, способствующих утверждению мировоззренческой, нравственной и эстетической позиций, формирования навыков и умений в сфере социального, научно-технического и художественного творчества, развития созидательных качеств;

создания, освоения, сохранения, распространения и воспроизведения ценностей культуры, усвоения способов созидательного творчества и духовного общения;

обогащения эстетических интересов и потребностей разных групп населения, регуляции социального бытия, воспитания повседневной, практической культуры труда, познания, быта, досуга, делового и неформального общения.

Исследования взаимосвязи и взаимовлияния научного, нормативно-правового и практического уровней педагогической деятельности показывают, что мультикультурная образовательная политика в зарубежных странах, таких как США, Канада и другие, направлена на решение проблемы равенства образовательных возможностей, поддержку представителей различных этнических групп и сохранение их культур, на борьбу с различными формами проявления дискриминации.

Для конкурентоспособности исследований в сфере отечественного *этнокультурного образования* целесообразны учет позитивных идей и элементов педагогической деятельности в поликультурных обществах: диалога культур и интеграции идей мультикультурного образования в содержании учебных программ и предметов, организации мультикультурного образования на всех уровнях образовательного процесса; описание процедур оценки соответствующей деятельности учебных заведений; использование специальных технологий, формирующих мультикультурное мышление.

Актуальными и перспективными в этой области образования являются разработка методологических, теоретических и методических оснований развития *этнорегиональной и гражданской идентичности малочисленных народов* в условиях формирования гражданского общества, теоретико-методических подходов и оснований к созданию учебно-методических комплектов по родным (нерусским) языкам малочисленных народов и подготовка для учащихся, не владеющих родным языком, учебно-методических комплектов по родным языкам (тюркской, финно-угорской, тунгусо-маньчжурской, палеоазиатской языковой группы) для учреждений дошкольного, начального и среднего образования. В настоящее время ни по одному из 41 языка, входящему в перечень коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока, не имеется позитивного примера по разработке современных УМК по обучению родным языкам детей, не владеющих ими.

Особую социально-экономическую и образовательную значимость приобретают исследования содержания и технологий психолого-педагогического сопровождения социально-профессионального самоопределения детей и молодежи малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока.

Реализация перспективных направлений исследований будет способствовать совершенствованию системы этнокультурного образования, созданию образовательных программ для коренного населения, особенно в части подготовки молодежи к жизни в современном обществе, с полноценным освоением навыков проживания в экстремальных природных условиях, а в итоге – сохранению национальной самобытности, языка и культуры аборигенных народов, созданию условий для формирования устойчивого развития, повышения уровня и качества жизни малочисленных народов Севера.

Теория профессионального образования

Эффективность решения задач перевода экономики страны на инновационный путь развития, социального развития общества во многом определяется развитием инновационных процессов в сфере науки и образования, продолжением процессов дальнейшей модернизации системы образования. Профессионал, носитель знаний, является главным источником инноваций.

Поэтому важнейшими задачами, стоящими перед учеными и научными учреждениями, ведущими исследования в области профессионального образования, являются задачи фундаментальных исследований в области теории и методологии научного обеспечения процессов модернизации системы образования.

Формирование национальной инновационной системы образования актуализирует создание инновационных кластеров, ориентированных на новые технологии, глубинную технологическую модернизацию, развитие промышленности и подготовку кадров для работы в условиях новой промышленно-технологической формации. Это позволяет прогнозировать исследования, предполагающие: разработку поликультурных оснований и дидактического обеспечения содержания профессионального образования; методологии, теории и праксиологического инструментария создания продуктивной модели отечественного профессионального образования, сочетающего мировой опыт и историко-национальные традиции; научное обоснование и разработку модели управления качеством профессиональной подготовки в условиях

развития инновационно-образовательного кластера; концепции и вариативных моделей профессиональной социализации в системе непрерывного образования в условиях глобализации. Решение этих научных задач будет способствовать развитию человеческого капитала и интеллектуального потенциала общества как основы инновационной экономики.

Решение социально-экономических проблем долгосрочного характера, стоящих перед обществом, объективно связано с достижением нового качества *педагогического образования* и нового качества педагога, опосредованно влияющих на формирование человеческого капитала и инновационной экономики. Оно также связано с возможностью выстраивания эффективного механизма кооперации государств-участников СНГ в области подготовки и профессионального использования педагогических кадров. Это обуславливает перспективность исследований, реализующих принципиально новый подход к обеспечению педагогического образования в условиях глобальной мировой конкуренции по качеству кадровых ресурсов, качеству систем образования и качеству жизни, соответствующих мировому уровню концептуально-стратегического планирования развития систем педагогического образования в изменяющемся, глобальном мире, открытом социуме. Процесс их осуществления должен предусматривать: обоснование концепции и модели многоуровневой системы обеспечения качества непрерывного педагогического образования, новой структуры профессиональных компетенций педагога; технологии формирования и развития информационно-интеллектуальной компетентности педагога в сфере дополнительного профессионального (педагогического) образования; определение факторов и рисков дегуманизации в педагогической профессии, отчуждения от профессии; разработку инновационной модели научно-методического обеспечения и поддержку педагога с опорой на применение новых инструментально-технологических средств и реализацию идеи интегрированных информационно-образовательных сред; определение структуры фундаментального ядра новой педагогической профессии; концепции интеграции и дифференциации педагогических профессий в постиндустриальном обществе; разработку модели педагогической интернатуры; разработку семейства стандартов качества педагогического образования в странах – участницах СНГ на основе новых принципов взаимодействия институтов педагогического образования и работодателей. В проблемной зоне дидактических научных исследований и разработок в сфере педагогического образования остаются вопросы эффективности систем педагогического образования (многоуровневой или моноуровневой, индивидуализированной или стандартизированной, фундаментальной или компетентностно ориентированной; отбор одаренных учителей и проблема аттестации; ориентация на личность педагога или на его мастерство и др.).

Актуальными в прогнозируемый период остаются проблемы развития теоретической базы и аппарата андрагогической науки на основе интеграции культур в контексте культурации и социализации; создания новой дидактики *образования взрослых*, концептуального подхода к отбору источников и механизму формирования содержания образования взрослых, проектирования интегрированных многоуровневых логико-категориальных тезаурусных структур; концепции сменяющихся циклов образования взрослых как осно-

вы становления нового качества жизни, механизма компенсации социальных деприваций; диверсифицированных моделей организации образования взрослых; квалиметрии образования взрослых как нового направления синтетической квалиметрии; инновационной модели интеграции формального и неформального образования взрослых применительно к длительным циклам профессионального использования и задачам обеспечения профессиональной мобильности; интегративных моделей профессиональной подготовки взрослых мигрантов, обеспечивающих их культурану и социализацию в мультикультурном обществе; обоснование концепции и модели образования, интегрированного в сферу профессиональной и общественной деятельности взрослого населения, в том числе с применением дистанционных технологий.

Перспективным в области совершенствования образования является обоснование и разработка различных моделей сетевого взаимодействия субъектов образовательного процесса с другими его участниками (представители государства, бизнеса, некоммерческих организаций и др.). Особую значимость в этой связи приобретает изучение возможностей организации сетевого пространства в условиях дополнительного профессионального образования, разработка методологии и технологии его обеспечения.

Актуальной и перспективной в условиях перевода экономики страны на инновационный путь развития является проблема разработки теоретико-методологических основ развития человеческого потенциала в регионе, создания механизмов воспроизводства и развития творческой активности молодежи.

Информатизация образования

На основе анализа технических и технологических инноваций, инициирующих развитие информационного общества массовой сетевой коммуникации и глобализации, процесса конвергенции наук и технологий, а также интенсивного развития нано-, инфо-, когнитивных технологий выявлены основные направления долгосрочного прогноза информатизации образования. Остановимся на их описании.

Прогноз развития теории обучения и различных подходов к обучению (личностно-ориентированный, деятельностный, компетентностный подходы к обучению; проблемное обучение, алгоритмизация обучения и др.) связан с особенностями современного периода информатизация образования, рассматриваемого как целенаправленно организованный процесс обеспечения сферы образования методологией, технологией и практикой создания и оптимального использования научно-педагогических, учебно-методических, программно-технологических разработок, ориентированных на реализацию дидактических возможностей информационных и коммуникационных технологий (ИКТ), применяемых в комфортных и здоровьесберегающих условиях. Вместе с тем информатизация образования рассматривается как область педагогической науки, интегрирующая фундаментальные и прикладные психолого-педагогические, медико-социальные, физиолого-гигиенические, технико-технологические научные исследования, находящиеся в определенных взаимосвязях, отношениях между собой и образующих определенную целостность, которая ориентирована на обеспечение сферы образования

методологией, технологией и практикой решения ряда междисциплинарных проблем и задач. В контексте вышеизложенного развитие теории обучения и различных подходов к обучению обусловлено следующими факторами:

изменением парадигмы учебного информационного взаимодействия (в том числе реализацией сетевой парадигмы), при котором интеллектуально активными становятся обучающийся, обучающий и интерактивный источник учебной информации в условиях функционирования информационно-образовательного пространства;

использованием электронных баз и банков данных учебно-методических материалов, в том числе «банков данных по эксперименту», «банков данных проб и ошибок», «библиотек методических решений» и пр.;

реализацией различных видов учебной деятельности в условиях использования ИКТ (информационной деятельности по поиску, сбору, обработке, применению учебной информации, деятельности по моделированию, формализации, продуцированию учебного материала, в том числе в электронном виде);

конвергенцией педагогической науки и наукоемких технологий, реализующей возможность имитировать и моделировать любые, поддающиеся описанию, операционализации для исследования динамики изучаемых процессов с последующим анализом и прогнозом тенденций их развития;

совершенствованием педагогических технологий, ориентированных на самостоятельную учебно-информационную деятельность и сетевое взаимодействие как с пользователями, так и с интерактивным электронным ресурсом образовательного назначения.

На этой основе прогнозируется создание информационно-предметных сред со встроенными элементами технологии обучения по каждому учебному предмету (предметной области), позволяющих предоставить в распоряжение обучающегося и обучающего инструмент визуализации объектов данной предметной области, инструмент измерения и исследования закономерностей для осуществления самостоятельного «микрооткрытия» изучаемой закономерности. Следствием вышеизложенного прогнозируется *создание методических систем обучения в условиях функционирования информационно-предметных сред со встроенными элементами технологий обучения (по каждому учебному предмету или предметной области)*, обеспечивающих: имитацию различных, поддающихся описанию, операционализаций; создание виртуальных моделей, имитирующих динамику поведения изучаемых объектов или развития процессов с последующим анализом и прогнозом тенденций их изменения; конструирование виртуальных миров с использованием библиотек готовых виртуальных объектов.

Развитие научно-методического обеспечения подготовки, переподготовки и повышения квалификации педагогических и управленческих кадров в области использования программно-аппаратных и информационных комплексов образовательного назначения прогнозируется в условиях функционирования высокотехнологичной информационно-образовательной среды учебного заведения. В данном контексте разработка дидактических и программно-технологических оснований информационного взаимодействия обучающихся с робототехническими системами и устройствами, реализую-

щими технологию виртуальной реальности, в условиях функционирования высокотехнологичной информационно-образовательной среды учебного заведения определит развитие профессионального образования и профильной подготовки в среднем звене образования. Как средство подготовки педагогических и управленческих кадров прогнозируется *формирование образовательной информационной системы федерального уровня*, аккумулирующей опыт развития национальных и региональных систем образования и осуществления межкультурных связей на основе реализации возможностей систем искусственного интеллекта и технологий виртуальной реальности.

Методическое и технологическое обеспечение *создания и применения тренажеров, позволяющих имитировать и моделировать любые, поддающиеся описанию, операционализации, максимально приближающие деятельность пользователя к реальной учебной и (или) профессиональной деятельности* прогнозируется на основ технологии «Виртуальная реальность». Такие тренажеры обеспечивают:

- создание «виртуальных миров», которые выступают по отношению к реальному миру как модели, позволяющие имитировать динамику поведения изучаемых или исследуемых объектов или развития процессов;

- создание моделей (с определенным, чаще всего лимитированным, числом качественных характеристик, таких как размер, цвет, вес, потенциал движения и т.д.) виртуальных объектов и окружающей их виртуальной среды, позволяющих имитировать реальные объекты, динамику протекания определенных реальных процессов с последующим анализом и прогнозом тенденций их изменения или развития;

- создание стереоскопической визуализации трехмерных объектов (в области математики, биологии, архитектуры, искусства и т. п.);

- использование библиотек готовых виртуальных объектов или моделирование объектов из ранее созданных отдельных их частей, в том числе с использованием звуковых возможностей программного обеспечения;

- создание стереоскопической визуализации абстрактных данных в виде графиков, диаграмм, матриц, таблиц, схем, структур и пр.

Реализация возможностей нанотехнологий, технологии микроэлектроники и их интеграция с современными знаниями о природе человека позволяет создавать *«симбиозные системы», усиливающие физические и психические возможности человека*. Влияние интенсивного развития био-, нано-, инфо-, когнитивных технологий изменит образовательную парадигму в направлении сугубо индивидуального подхода с применением принципиально новых инструментальных средств и устройств прямого воздействия на обучающегося. Появление миниатюрных устройств контроля психологического и физиологического состояния обучающегося с применением нанодатчиков позволит фиксировать (косвенно) уровень усвоения передаваемых знаний. Использование контроллеров физиологического состояния обучающихся позволит оптимизировать учебные нагрузки, осуществлять контроль состояния здоровья учащихся в процессе обучения, адаптировать информационно-образовательную среду обучающегося (в том числе вне учебного заведения) под его физиологические особенности. Вышеизложенное позволяет прогнозировать разработку теоретико-методологических оснований интеллектуали-

зации инструментальных средств и устройств контроля психологического и физиологического состояния обучающегося для оптимизации учебных нагрузок, осуществления мониторинга состояния здоровья, адаптации персонализированной информационно-образовательной среды под физиологические особенности обучающегося. Реализация вышеизложенного определит внедрение в образовательный процесс:

инструментальных средств и устройств, фиксирующих уровень усвоения знаний, параметры психологического и физиологического состояния обучающихся с целью контроля за его образовательными достижениями и состоянием здоровья в процессе обучения;

мониторинга индивидуальных образовательных достижений обучающихся на основе выявленных ранее его психологических и физиологических данных;

инструментальных средств и устройств, интенсифицирующих процесс усвоения обучающимся больших объемов информации и принятия им решений в условиях наличия больших объемов неструктурированной информации.

Развитие компьютерного моделирования образовательных систем основывается на создании теории и методологии интегрированных математических схем и инструментальных программных средств для проведения математического моделирования и вычислительного эксперимента в интересах решения проблемных задач педагогической науки. Основой интегрированных математических схем (ИМС) могут являться интеллектуальные средства имитационного и виртуального моделирования и интеллектуального анализа данных, управляемых пользователем. Характерной особенностью среды моделирования, реализующей методологию ИМС, может стать использование интеллектуального интерфейса, который, наряду с реализацией возможностей ведения диалога с пользователем на естественном языке, технологии виртуальной реальности, когнитивной графики, будет способен осуществлять автоматический выбор оптимального набора инструментальных средств, их настройки и режима моделирования в зависимости от решаемых задач и уровня квалификации исследователя.

Интеллектуализация информационных систем образовательного назначения прогнозируется на основе создания и массового применения интегрированных интеллектуальных обучающих систем (ИИОС), расширенный функционал которых предусматривает два режима работы:

режим автоматизированного решения задач профессиональной деятельности (например, информационно-аналитическая поддержка процесса принятия управленческих решений в нестандартных условиях);

режим автоматизированного обучения сотрудников решению профессиональных задач в условиях нечеткости и неопределенности исходных данных.

Специфической особенностью ИИОС является применение гибридных моделей и средств выявления и представления слабо структурированных знаний проблемной области. Прогнозируется совместное использование логико-лингвистических моделей, семантических и нейронных сетей. Для построения многоальтернативных сетевых моделей, необходимых для многокритериального выбора оптимальной стратегии и соответствующего

управленческого решения по схеме «ситуация – стратегия управления – действие», в качестве математического аппарата могут быть использованы нечеткие гиперграфы.

Совершенствование управления деятельностью образовательного учреждения прогнозируется на следующих основаниях:

создание интегрированных систем управления (ИСУ), имеющих распределенную инфраструктуру и объединяющих на единой платформе (или многоплатформенной основе) гетерогенные автоматизированные информационные системы (АИС) различного функционального назначения: АИС управления учебным процессом, АИС поддержки научной деятельности, АИС управления бизнес-процессами, АИС поддержки финансовой деятельности и т.д. Построение ИСУ осуществляется на основе принципов унификации, типизации и оптимального комплексирования компонентов, адекватно требованиям системы менеджмента качества в образовании и тенденциям развития системы непрерывного профессионального образования.

Создание защищенной распределенной информационной образовательной среды (ИОС) образовательного учреждения. Главная особенность системной организации защищенной ИОС заключается в применении специальных интеллектуальных механизмов интегрированной защиты (МИЗ) активов образовательного учреждения. Основное свойство защищенной ИОС – устойчивость функционирования в условиях реализации широкого спектра информационных угроз и деструктивных воздействий. Интеллектуальный МИЗ, наряду с традиционными свойствами, будет наделен дальновидностью, активностью и свойством самообучения, которые соответственно поддерживают решение: а) задач анализа уязвимостей и прогностической оценки информационных рисков; б) задач моделирования проблемных ситуаций и инцидентов, задач выбора оптимального механизма интегрированной защиты ресурсов; в) задач накопления, анализа и обобщения опыта функционирования системы защиты информационной системы в интересах настройки (адаптации) средств защиты. Следует ожидать реализацию в структуре интеллектуального МИЗ когнитивных технологий, основанных на применении нечетких когнитивных карт для анализа информационных рисков и семантического представления знаний.

Теоретические основания создания национальных стандартов (ГОСТ Р) в области педагогико-технологического качества программно-аппаратных и информационных комплексов образовательного назначения, функционирующих на базе ИКТ, прогнозируются по следующим направлениям:

обоснование и разработка технического регламента Таможенного союза «О требованиях к педагогической продукции, функционирующей на базе ИКТ»;

выявление области распространения деятельности по обязательной сертификации педагогической продукции, функционирующей на базе ИКТ;

выявление и описание видов сертифицируемой педагогической продукции, функционирующей на базе ИКТ;

обоснование и формулирование требований к проведению обязательной сертификации педагогической продукции, функционирующей на базе ИКТ, на основе международных стандартов;

обоснование и формулирование требований к организации и функционированию испытательных лабораторий, осуществляющих сертификацию педагогической продукции, функционирующей на базе ИКТ, на основе международных стандартов.

Развитие мотивации учащихся в системе дополнительного образования и профильной школы к изучению естественнонаучных дисциплин, привитие им интереса к региональным экологическим проблемам, внедрение инновационных форм работы с учащимися прогнозируется в условиях функционирования федеральной учебной спутниковой системы мониторинга процессов на поверхности Земли.

В данном контексте планируется разработка дидактических и программно-технологических оснований информационного взаимодействия обучающихся с системой спутников, разрабатываемых и создаваемых в передовых технических вузах России.

Как средство подготовки педагогических и управленческих кадров для развития этого направления прогнозируется *формирование образовательной информационной системы федерального уровня*, обеспечивающей развитие предложенного направления в плане подготовки педагогических кадров, решения организационно-технических вопросов, взаимодействия учебных заведений и центром управления федеральной учебной спутниковой системой мониторинга процессов на поверхности Земли.

Развитие прогнозируемого направления обеспечит также повышение качества подготовки специалистов по аэрокосмическим специальностям в технических вузах России за счет привлечения их к решению актуальных практических инновационных задач.

Социология образования

Важное место в развитии научных исследований РАО занимают и будут занимать в долгосрочной перспективе исследования в области социологии образования. Спектр социологических исследований определяется разнообразием и широтой проблем образования как социального явления. Это отношение к образованию участников образовательного процесса, уровень понимания государством и обществом проблем и перспектив образования всех уровней и направлений, динамика развития школы в зависимости от вектора развития страны. Это и специфика молодежной субкультуры, особенности среды пребывания подрастающих поколений, социальные риски и девиации, профессиональные и нравственные ценности. Практически весь спектр жизни детей, подростков и молодежи требует сегодня и потребует завтра тщательного и профессионального осмысления, качественного социологического мониторинга и социальной оценки подрастающих поколений первой трети XXI в.

Управление образованием

В области создания научных основ управления образованием перспективным направлением является *управление развитием образовательных организаций в динамично изменяющемся социокультурном и экономическом пространстве*. В рамках этого направления прогнозируется: создание инновационных механизмов управления образованием в условиях новых образовательных стандартов и меняющейся социально-экономической среды;

разработка механизмов и инструментария управления, повышающих доступность качественного образования на основе процедур оценки результатов обучения и социализации школьников; разработка теоретических основ нормативно-правового обеспечения регулирования отношений в сфере образования и исследовательской деятельности.

Перспективными являются создание системы федеральных централизованных мониторингов в области образования и социализации как части общенациональной системы оценки качества, а также *развитие потенциала сетевого управления образовательными системами и изучение тенденций развития интернационализации и транснационализации образования на основе анализа влияния данных процессов на образовательный менеджмент.*

Учитывая общий вектор развития механизмов управления в условиях преобразований сегодняшнего дня, который задается процессами глобализации, создающей реальную угрозу экономической безопасности вузов стран, конкурентоспособность национальных образовательных систем которых невелика, ожидаемым результатом исследований явится создание теоретических моделей и механизмов управления сетевым взаимодействием образовательных учреждений в условиях роста их самостоятельности с учетом процессов глобализации, интернационализации и транснационализации.

В современных условиях возрастает значимость исследований проблем управления национальными системами образования как частью формирующегося глобального образовательного пространства. Глобализация образовательного пространства, информационные технологии меняют не только содержание и методы педагогической деятельности, но и формы ее организации. Развитие информационно-образовательного пространства объективно приведет к появлению новых форм занятости в сфере образования, к созданию виртуальных педагогических коллективов, обладающих всеми признаками организованности. Для нового типа организаций потребуются создание новой идеологии и новых моделей, механизмов, инструментов управления, обеспечивающих согласованную деятельность по достижению нужных образовательных результатов. Важным направлением исследований проблем управления образованием в перспективе является *создание концепции, моделей и инструментов управления информационно-образовательным пространством*, что послужит основой для создания программы подготовки руководителей системы образования к использованию электронных ресурсов для профессионального самообразования.

В Концепции долгосрочного социально-экономического развития РФ до 2020 г. стратегически приоритетным направлением объявлен переход к новой модели пространственного развития российской экономики, в том числе создание сети территориально-производственных кластеров, реализующих конкурентный потенциал территорий. В числе перспективных – научное обоснование и создание *моделей формирования и развития территориальных образовательных кластеров*, что предполагает создание социокультурных технологий управления и развития образовательных систем. Прогнозируемыми результатами исследований в данной области предполагается создание нормативно-правового и экономического обеспечения и управленческих

механизмов и моделей управления территориальными образовательными кластерами.

Повышение качества образования является одним из необходимых инструментов обеспечения конкурентоспособности рынка образовательных услуг, наиболее эффективного его развития. В исследованиях, призванных обосновать соотношение роли государства и рынка в сфере управления образованием, будут разрабатываться современные технологии управления образованием на разных уровнях для создания системы федеральных централизованных мониторингов в области удовлетворения потребностей доступности и качества образования.

Возрастная физиология

Одно из самых перспективных направлений исследований в области возрастной физиологии и психофизиологии – изучение закономерностей и особенностей развития физиологических систем на разных этапах онтогенеза – от рождения до зрелого возраста, и изучение адаптивных возможностей организма человека в единстве с меняющейся вариативной средой жизни. В физиологии развития наибольшую актуальность имеет изучение фундаментальных закономерностей развития мозга, возрастных и индивидуальных особенностей мозговой организации познавательных процессов и сложных видов когнитивной деятельности. Важным перспективным направлением исследований является изучение генетических и популяционных механизмов формирования генотипической и фенотипической изменчивости в разных регионах России. Как особое направление исследований следует выделить изучение биологических, психологических и социальных аспектов формирования зависимостей (алкогольной, табачной, наркотической, компьютерной), выявление факторов риска, поиска путей профилактики, формирования культуры здоровья, ценности здорового образа жизни.

В целом перспективы фундаментальных исследований в области возрастной физиологии и психофизиологии в период до 2020 г. и до 2030 г. можно рассматривать как один из этапов расширения возрастных диапазонов (от подросткового возраста до взрослого (дефинитивного) типа) проводимых исследований функционирования организма в условиях изменяющейся окружающей среды, изучения закономерностей и механизмов функционирования мозга, мозговых механизмов восприятия и переработки информации, формирования и реализации сложных когнитивных видов деятельности. Главная стратегическая задача этих исследований – интегративный подход в исследованиях, проводимых на поведенческом, психофизиологическом и физиологическом уровнях, разработка новых подходов к системному анализу разных уровней биологических систем, использование принципа междисциплинарного подхода. В перспективе ожидается получение следующих результатов фундаментальных исследований: выявление закономерностей и особенностей развития и функционирования физиологических систем организма человека на разных этапах возрастного развития; разработка теории онтогенеза; выявление закономерностей структурно-функциональной организации мозга на разных возрастных этапах; разработка новых подходов и новых методов изучения и анализа механизмов функционирования мозга в междисциплинарных исследованиях; разработка теоретических основ мозго-

вой организации формирования и реализации познавательной деятельности и сложных когнитивных процессов человека на разных этапах возрастного развития; выявление факторов, механизмов и закономерностей адаптации на разных этапах возрастного развития; разработка интегративных моделей (поведенческих, психофизиологических, нейрофизиологических) нарушения сложных когнитивных процессов (письма и чтения); разработка технологий комплексной коррекции нарушений когнитивной деятельности; разработка моделей адаптивных стратегий в комплексных исследованиях воздействия интеллектуальных и физических нагрузок; разработка методологии и организации мониторинга физического и психического здоровья детей и молодых людей на разных этапах онтогенеза; выяснение популяционных механизмов формирования генотипической и фенотипической изменчивости; разработка моделей мониторинга формирования химических зависимостей в детском, подростковом и юношеском возрасте; разработка методики и технологии профилактики химической и комплексной зависимостей; разработка методики и технологии формирования культуры здоровья, ценности здорового образа жизни. Результаты планируемых фундаментальных исследований в перспективе могут быть использованы в практике психологии, психофизиологии, педагогики, психотерапии, неврологии. Новые данные о закономерностях роста и развития человека на разных этапах онтогенеза, их взаимосвязь с процессами обучения и воспитания – это основы для разработки теории онтогенеза; основы для психофизиологической и нейропсихологической диагностики трудностей обучения, школьной дезадаптации, здоровья детей; основы практико-ориентированных разработок дошкольного образования, здоровьесберегающей деятельности, профилактики вредных привычек, магистерских программ для вузов.

Результаты фундаментальных исследований и практических разработок в возрастной физиологии и психофизиологии позволят эффективно решать следующие социально-экономические проблемы долгосрочного характера, стоящие перед обществом, и получить научное обоснование для: определения приоритетных целей и задач государства и общества в отношении Детства, развития детей и молодежи, их эффективного обучения, воспитания, социально-психологической адаптации; создания условий для формирования у подрастающего поколения культуры здоровья, ценности здорового образа жизни; эффективного использования новых информационных технологий; ранней коррекции нарушений функционального развития, в т.ч. функционального развития мозга; научного обоснования выделения рисков физического (физиологического), психологического и социального развития детей и молодежи в ближайшем будущем.

Коррекционная педагогика

Приоритетным фундаментальным направлением исследований является направление «Модернизация системы помощи лицам с ограниченными возможностями здоровья на основе развития отечественной научной школы специальной психологии и коррекционной педагогики и новых технологий трансляции научного знания». В результате прогнозируется: осуществить раннюю психолого-педагогическую профилактику инвалидизации детей с ограниченными возможностями здоровья; разработать систему дошкольного,

школьного и профессионального образования лиц с ограниченными возможностями здоровья, модернизированную с учетом современных социокультурных реалий; развить теоретико-методологические основы отечественной научной школы дефектологии в меняющемся социокультурном пространстве; осуществить модернизацию содержания и технологий непрерывного образования преподавателей вузов и научных кадров НИИ в области специальной психологии и коррекционной педагогики. Вклад в научно-техническое развитие страны заключается в разработке современных технологий трансляции научного знания в профессиональную среду. Модернизация системы помощи лицам с ограниченными возможностями здоровья на основе фундаментального научного знания и современных образовательных технологий будет способствовать снижению уровня инвалидизации, повышению качества социальной адаптации и интеграции в общество детей и взрослых с отклонениями в психофизическом развитии.

V. СОСТОЯНИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ НАУКИ В ОБЛАСТИ ИЗОБРАЗИТЕЛЬНОГО ИСКУССТВА И ВАЖНЕЙШИЕ НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ

Российской академией художеств были реализованы комплексные научно-исследовательские, научно-образовательные, научно-практические, а также культурно-просветительские программы, которые объединили усилия специалистов России в разработке и систематизации новых направлений теоретических и практических фундаментальных знаний в области изобразительного искусства – живописи, графики, скульптуры, декоративно-прикладного и народного искусства, театрально- и кинодекорационного искусства, а также архитектуры, дизайна, искусства фотографии, новых художественных течений.

Научные исследования в РАХ проводились по девяти основным направлениям: методология и теория исторического процесса развития изобразительного искусства и архитектуры; анализ актуальных процессов развития современной художественной культуры; дизайн и технологии: эволюция среды обитания человека; изобразительное искусство в контексте современного гуманитарного образования; интеграция научного и творческого знания в процессе сохранения культурного и духовного наследия; искусство и наука в современном мире; искусство, наука, религия: пути познания и формы интеграции в пространстве культуры; особенности развития техник и технологий в изобразительном искусстве, архитектуре, дизайне: история и современность; гуманистические основы и социальные функции искусства.

Масштабной частью программы явилось изучение искусства многонациональной Сибири, что отражено в подготовке и выпуске 2-томного фундаментального труда – словаря-указателя «Изобразительное искусство Сибири XVII – начала XXI в.». Историография сибирского искусства насчитывает трудно обозримое количество письменных источников, которые в новейшей истории кратно и очень интенсивно увеличиваются с помощью электронных ресурсов. В этой ситуации объективно созрела необходимость в дальнейшем изучении, обобщении и систематизации материалов по истории искусства и художественной культуры Сибири. От первых образцов эстетической деятельности человека эпохи палеолита до искусства сегодняшнего дня в Сибири накоплен колоссальный фактический материал. Целью настоящего исследования является попытка создать единую фактологическую и источниковедческую базу данных по субъектам изобразительного искусства и художественной культуры Сибири XVII – начала XXI в. Словарь-указатель

«Изобразительное искусство Сибири XVII – начала XXI в.» включает более 5 тыс. статей, 4 приложения, список источников. За основу принята междисциплинарная методология, включающая искусствоведческие и культурологические подходы. Исторические рамки словаря – 4 века.

Важной составляющей программы фундаментальных исследований является изучение пространства культуры через призму таких форм познания, как искусство, наука и религия. Проведение очередного международного симпозиума является продолжением исследований христианской мировой культуры, попытки сформировать и ввести в научный оборот новую терминологию, отвечающую современным научным подходам. Сборник материалов симпозиума впервые в мировой науке посвящен проблематике воды как важного средства в создании сакральных пространств, преимущественно в византийско-древнерусской традиции, рассматриваемой в широком историческом и географическом контексте, что позволит понять как специфику византийского подхода, так и христианской традиции в целом. Данная программа носит междисциплинарный характер. При этом внимание сосредоточено на сакрально-символических аспектах использования воды и на методологии историко-культурных исследований.

Последнее столетие отличают бурные трансформации классического языка искусства, что ставит перед учеными ряд глобальных исследовательских проблем: в какой мере лексика новых, не всегда понятных художественных форм выступает как звено, как непреложный этап в мировом художественном процессе; в какой мере новые эксперименты в искусстве продиктованы объективной необходимостью, а в какой – есть следствие субъективности, произвольности мастера. В научных исследованиях учеными раскрываются новые подходы в изучении восприятия органики нового языка искусства, который представляет собой чрезвычайно сложный феномен.

Новым научно-исследовательским направлением фундаментальных исследований Российской академии художеств является программа «Искусство-наука-медицина: феномен арт-терапии». В рамках организованной в Академии художеств научной дискуссионной площадки ведущими учеными России и Европы были обозначены основные методы формирования программ по арт-терапии, возможности более широкого внедрения этой дисциплины в образовательные программы, объединение психологии и изобразительного искусства как фундаментальных основ, синтез которых должен сформировать новые обучающие и в дальнейшем реализуемые на практике арт-терапевтические программы в России.

Проводится разработка комплексной программы воссоздания системы профессиональной подготовки мастеров-исполнителей высшей квалификации в соответствии с заявленной реализацией концепции создания Института исполнительского художественного мастерства. Продолжена экспериментальная работа по внедрению новых технологий в процессе создания произведений живописи, скульптуры, архитектуры, декоративно-прикладного искусства, дизайна, театрально- и кинодекорационного искусства, искусства фотографии и мультимедиа.

Традиционно масштабный блок научно-исследовательской и практической работы посвящен изучению и использованию старинных техник в

процессе реставрационных работ, деятельности по воссозданию памятников культуры, а также трансформации старинных техник в современных произведениях искусства. Некоторые результаты получили практическое воплощение в реставрационных проектах в России и за рубежом, в т.ч. **координация, научное руководство реставрационными и научно-исследовательскими работами по реставрации росписей храмов Троице-Сергиевой лавры.**

С целью получения физико-химических данных, необходимых для проведения достоверной атрибуции подлинности произведений современного станкового искусства, совместно со специалистами лаборатории химических и оптических методов анализа Московского государственного музея современного искусства, разработана специальная программа научно-фундаментальных исследований, посвященная изучению составов художественных красок, лаков, масел, других связующих и наполнителей, используемых отечественными мастерами живописи с 70-х гг. XX в. по настоящее время. Программа направлена на создание уникального банка физико-химических данных для идентификации художественных лакокрасочных материалов, используемых в практике изобразительного искусства мастерами XX–XXI столетий.

Среди основных задач направлений фундаментальных исследований Российской академии художеств – расширение представления о национальном своеобразии и творческих общностях в отечественном и мировом искусстве, изучение и осмысление роли российского искусства в мировом процессе художественного развития. Это касается многих уникальных явлений в изобразительном искусстве, таких как история религиозного искусства, история русского зарубежья и проблемы изучения культурного наследия русской эмиграции, своеобразие развития национальных художественных систем в пространстве культуры народов России, что выдвигает необходимость переосмысления и углубленного изучения различных периодов отечественного изобразительного искусства.

Поиск новых подходов к изучению направлений, существовавших в мировом пространстве и получивших яркое воплощение в искусстве России, необходимо рассматривать в контексте эволюции мирового художественного процесса. Поэтому крайне актуальным сегодня является процесс обновления существующей фундаментальной базы знаний в сфере изобразительного искусства, архитектуры, дизайна за счет публикаций новых источников, касающихся разных пластов художественной культуры, а также проведение модернизации существующих научных подходов.

Среди значимых результатов деятельности членов Российской академии художеств важно принять во внимание их активную профессиональную деятельность, связанную с реализацией программы фундаментальных исследований и разработанной согласно основам культурной политики страны.

Здесь необходимо отметить ежегодно организуемые и проводимые выставочные проекты, признанные экспертным сообществом значимыми культурными событиями, а также создание творческих произведений, имеющих международное и национальное значение в рамках сохранения исторической памяти и утверждения диалога культур.

Основными направлениями практического использования полученных результатов являются создание авторских произведений изобразительного искусства, архитектуры и градостроительных комплексных решений, прикладного искусства, дизайна, способных служить стандартами и образцами художественного осмысления действительности, проведение оперативной реставрации памятников мирового искусства из собраний отечественных музеев, различного рода исследований технологических особенностей в сфере изобразительного искусства.

В рамках развития международного сотрудничества академики Российской академии художеств приняли участие в научных и образовательных, а также выставочных программах, организованных Академией и ее членами в партнерстве с другими организациями.

В 2014 г. прошла переаттестацию научная и образовательная программа Международной кафедры ЮНЕСКО изобразительного искусства и архитектуры Российской академии художеств, которая является частью международной сетевой программы УНИТВИН и координируется Сектором по образованию Штаб-квартиры ЮНЕСКО (Париж). В настоящий момент, кроме научно-исследовательских программ, в состав кафедры в качестве образовательных программ входят: Творческие мастерские Российской академии художеств в качестве специальной художественной аспирантуры (архитектура, живопись, графика, скульптура, театральное искусство, монументальное искусство); программа изучения современного искусства «Свободные мастерские» в партнерстве с Московским музеем современного искусства, детская программа студии «Академия» на базе Научно-исследовательского института теории и истории изобразительных искусств Российской академии художеств.

В 2014 г. Российской академией художеств был организован и проведен Конкурс на проект оформления внутреннего убранства храма Святого Саввы в Белграде, который был осуществлен в рамках культурного сотрудничества России и Сербии. Международное экспертное жюри возглавили председатель Отдела внешних церковных связей Московского патриархата митрополит Волоколамский Иларион, митрополит Черногорско-Приморский Амфилохий, первый заместитель председателя правительства, министр иностранных дел Республики Сербия господин Ивица Дачич.

В июле 2014 г. Российская академия художеств приняла активное участие в 25-й Международной торгово-экономической ярмарке, один из ее разделов был посвящен Саммиту русской живописи в рамках Российско-Китайского ЭКСПО. В российской экспозиции, состоящей из более 300 работ художников из разных регионов России, Российская академия художеств была представлена целым рядом работ ее академиков.

Продолжением плодотворных связей с КНР стал Договор о сотрудничестве между Российской академией художеств и Китайской государственной академией живописи, подписанный в июле 2014 г. президентом Академии Зурабом Церетели и ректором Китайской академии живописи Ян Сяояном.

В продолжение развития научно-исследовательской и образовательной программ по арт-терапии соглашение о сотрудничестве было заключено с

Академией художеств Софии (Болгария), которая имеет значительный опыт в разработке программ этого направления.

Значительный вклад в развитие культурного диалога внесли международные проекты Академии 2014 г., среди которых открытие памятника Папе Римскому Иоанну Павлу II в Париже (автор Зураб Церетели), открытие памятника Николаю II в столице Республики Сербской городе Баня-Лука (Босния и Герцеговина) (автор Зураб Церетели), открытие скульптурной композиции «Клоуны» в итальянском городе Морчиано-ди Романья (Область Эмилия-Романья) (автор Зураб Церетели), памятник Императору Николаю II в Белграде (Сербия) (авторы Андрей Ковальчук и Александр Правоторов), открытие обелисков-памятников русским солдатам и офицерам – участникам кампании 1814 г. в Реймсе, Бержер-Ле-Вертю и Фер-Шампенуаз (Франция) (автор Александр Таратынов), открытие памятника герцогу Гольштейн-Готторпскому Карлу Петеру Ульриху в городе Киль (Германия) (автор Александр Таратынов).

13–18 октября в пространстве выставочного зала Московского академического художественного лица РАХ стартовала Третья Международная выставка-конкурс современного дизайна «Грани большого города», организаторами которого выступили Российская академия художеств (Отделение дизайна) и МОА «Союз дизайнеров». Из 141 участника (27 – из РАХ), наряду со специалистами из России (Воронеж, Иваново, Москва, Московская обл., Красноярск, Ростов-на-Дону, Рязань, Ставрополь и др.), приняли участие дизайнеры и исследователи из Азербайджана, Армении, Беларуси, Испании, Казахстана, Канады, Приднестровья, Украины, Швейцарии.

Художники-стажеры Творческой мастерской живописи Российской академии художеств приняли участие в выставке русских художников в Кувейте (г. Эль-Кувейт, Государственная картинная галерея). Выставка была организована Посольством РФ в Кувейте, где было представлено 130 работ, в том числе 10 художников-выпускников Творческой мастерской живописи РАХ. Выставка вызвала широкий общественный резонанс как первая в истории выставка русских художников на Аравийском полуострове.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленные в докладе обзор состояния науки в Российской Федерации и важнейшие научные достижения российских ученых, полученные в 2014 г., свидетельствуют о том, что отечественная фундаментальная наука продолжает сохранять широкий фронт исследований и отчетливые представления о путях дальнейшего развития в общей перспективе мировой науки. Фундаментальные исследования являются непосредственным источником инноваций и прорывных технологий, способствуют росту экономики за счет инновационного фактора.

В настоящее время вопросы роли науки в динамичном развитии российского общества приобрели особую актуальность. В России ситуация с наукой остается проблемной. В производстве доля инновационных продуктов в России менее 1%, а в Европе, Японии, США – 70–80%. В России на науку выделяется примерно 1% ВВП. По этому параметру Россия находится на 25-м месте в мире – между Словенией и Грецией.

Без активного участия науки невозможны выход страны из кризиса и обеспечение технологического прорыва и усиление позиции и роли России в мировом научно-исследовательском, образовательном, инновационно-внедренческом пространстве.

Принятием закона о РАН в России была начата полномасштабная реформа организации научных исследований, в основе которой лежит принцип разделения компетенций, согласно которому за развитие науки в стране отвечает научное сообщество под руководством Российской академии наук, а административно-хозяйственное сопровождение научной деятельности поручается специальным структурам. Необходимо подвести прочный нормативно-правовой и финансовый фундамент под происходящие радикальные институциональные изменения в научно-технической сфере и ее регулировании, чтобы в полной мере использовать потенциал отечественной фундаментальной науки.

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

ОМН РАН	– Отделение математических наук РАН
ОФН РАН	– Отделение физических наук РАН
ОНИТ РАН	– Отделение нанотехнологий и информационных технологий РАН
ОЭММПУ РАН	– Отделение энергетики, машиностроения, механики и процессов управления РАН
ОХНМ РАН	– Отделение химии и наук о материалах РАН
ОБН РАН	– Отделение биологических наук РАН
ОФН РАН	– Отделение физиологических наук РАН
ОНЗ РАН	– Отделение наук о Земле РАН
ООН РАН	– Отделение общественных наук РАН
ОГПМО РАН	– Отделение глобальных проблем и международных отношений РАН
ОИФН РАН	– Отделение историко-филологических наук РАН
ОМН РАН	– Отделение медицинских наук РАН
ОСН РАН	– Отделение сельскохозяйственных наук РАН
ДВО РАН	– Дальневосточное отделение РАН
СО РАН	– Сибирское отделение РАН
УрО РАН	– Уральское отделение РАН
ВНЦ РАН и РСО-А	– Владикавказский научный центр РАН и Правительства Республики Северная Осетия – Алания
ДНЦ РАН	– Дагестанский научный центр РАН
КБНЦ РАН	– Кабардино-Балкарский научный центр РАН
КазНЦ РАН	– Казанский научный центр РАН
КарНЦ РАН	– Карельский научный центр РАН
КНЦ РАН	– Кольский научный центр РАН
ННЦ РАН	– Нижегородский научный центр РАН
НЦЧ РАН	– Научный центр РАН в Черноголовке
ПНЦ РАН	– Пущинский научный центр РАН
СамНЦ РАН	– Самарский научный центр РАН

СПбНЦ РАН	– Санкт-Петербургский научный центр РАН
СНЦ РАН	– Саратовский научный центр РАН
ТНЦ РАН	– Троицкий научный центр РАН
УНЦ РАН	– Уфимский научный центр РАН
ЮНЦ РАН	– Южный научный центр РАН
АРАН	– Архив РАН
БЕН РАН	– Библиотека по естественным наукам РАН
БИН РАН	– Ботанический институт им. В.Л. Комарова
БИП СО РАН	– Байкальский институт природопользования Сибирского отделения РАН
БМ СО РАН	– Байкальский музей Иркутского научного центра РАН
БПИ ДВО РАН	– Биолого-почвенный институт Дальневосточного отделения РАН
БС УрО РАН	– Ботанический сад Уральского отделения РАН
БСИ ДВО РАН	– Ботанический сад-институт Дальневосточного отделения РАН
ВСИМЭИ	– Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований, ФГБНУ
ВЦ РАН	– Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН
ГАО РАН	– Главная (Пулковская) астрономическая обсерватория
ГБС РАН	– Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина РАН
ГЕОХИ РАН	– Ордена Ленина и Ордена Октябрьской революции институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН
ГИ КНЦ РАН	– Геологический институт Кольского научного центра РАН
ГИ УрО РАН	– Горный институт Уральского отделения РАН
ГИН РАН	– Геологический институт РАН
ГИН СО РАН	– Геологический институт Сибирского отделения РАН
ГНЦ РФ ИМБП РАН	– Государственный научный центр Российской Федерации «Институт медико-биологических проблем РАН»
ГоИ КНЦ РАН	– Горный институт Кольского научного центра РАН
ГорБС ДНЦ РАН	– Горный ботанический сад Дагестанского научного центра РАН
ГПНТБ СО РАН	– Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения РАН
ГЦ РАН	– Геофизический центр РАН
ДВГИ ДВО РАН	– Дальневосточный геологический институт Дальневосточного отделения РАН
ДНЦ ФПД	– Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания, ФГБНУ
ЗИН РАН	– Зоологический институт РАН
ИА РАН	– Институт археологии РАН

ИАгП РАН	– Институт аграрных проблем РАН
ИАЗ ЮНЦ РАН	– Институт аридных зон Южного научного центра РАН
ИАиЭ СО РАН	– Институт автоматики и электрометрии Сибирского отделения РАН
ИАП РАН	– Институт автоматизации проектирования РАН
ИАПУ ДВО РАН	– Институт автоматики и процессов управления Дальневосточного отделения РАН
ИАФ РАН	– Институт Африки РАН
ИАЭТ СО РАН	– Институт археологии и этнографии Сибирского отделения РАН
ИБ КарНЦ РАН	– Институт биологии Карельского научного центра РАН
ИБ КомиНЦ УрО РАН	– Институт биологии Коми Научный центр Уральского отделения РАН
ИБ РАН	– Институт белка РАН
ИБ УНЦ РАН	– Институт биологии Уфимского научного центра РАН
ИБВВ РАН	– Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН
ИБГ РАН	– Институт биологии гена РАН
ИБГ УНЦ РАН	– Институт биохимии и генетики Уфимского научного центра РАН
ИБК РАН	– Институт биофизики клетки РАН
ИБМ ДВО РАН	– Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского Дальневосточного отделения РАН
ИБМИ ВНЦ РАН и РСО-А	– Институт биомедицинских исследований Владикавказского научного центра РАН и правительства Республики Северная Осетия-Алания
ИБМХ	– Научно-исследовательский институт биомедицинской химии имени В.Н. Ореховича, ФГБНУ
ИБП РАН	– Институт биологического приборостроения с опытным производством РАН
ИБПК СО РАН	– Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения РАН
ИБПС ДВО РАН	– Институт биологических проблем Севера Дальневосточного отделения РАН
ИБР РАН	– Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН
ИБРАЭ РАН	– Институт безопасности развития атомной энергии РАН
ИБФ СО РАН	– Институт биофизики СО РАН
ИБФМ РАН	– Институт биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скребина
ИБФРМ РАН	– Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов РАН
ИБХ РАН	– Институт биоорганической химии им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова РАН
ИБХФ РАН	– Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля РАН

ИВ РАН	– Институт востоковедения РАН
ИВИ РАН	– Институт всеобщей истории РАН
ИВиС ДВО РАН	– Институт вулканологии и сейсмологии Дальневосточного отделения РАН
ИВМ РАН	– Институт вычислительной математики им. Г.И. Марчука РАН
ИВМ СО РАН	– Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения РАН
ИВММГ СО РАН	– Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН
ИВНД и НФ РАН	– Институт высшей нервной деятельности и нейрофизиологии РАН
ИВП РАН	– Институт водных проблем РАН
ИВР РАН	– Институт восточных рукописей РАН
ИВС РАН	– Институт высокомолекулярных соединений РАН
ИВТЭ УрО РАН	– Институт высокотемпературной электрохимии Уральского отделения РАН
ИВЭП ДВО РАН	– Институт водных и экологических проблем Дальневосточного отделения РАН
ИВЭП СО РАН	– Институт водных и экологических проблем Сибирского отделения РАН
ИГ ДНЦ РАН	– Институт геологии Дагестанского научного центра РАН
ИГ КарНЦ РАН	– Институт геологии Карельского научного центра РАН
ИГ КНЦ УрО РАН	– Институт геологии Кольского научного центра Уральского отделения РАН
ИГ РАН	– Институт географии РАН
ИГ УНЦ РАН	– Институт геологии Уфимского научного центра РАН
ИГАБМ СО РАН	– Институт геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения РАН
ИГГ УрО РАН	– Институт геологии и геохимии им. А.Н. Заварицкого Уральского отделения РАН
ИГД СО РАН	– Институт горного дела Сибирского отделения РАН
ИГД УрО РАН	– Институт горного дела Уральского отделения РАН
ИГДД РАН	– Институт геологии и геохронологии докембрия РАН
ИГДС СО РАН	– Институт геологии алмаза и благородных металлов Сибирского отделения РАН
ИГиП ДВО РАН	– Институт геологии и природопользования Дальневосточного отделения РАН
ИГМ СО РАН	– Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения РАН
ИГП РАН	– Институт государства и права РАН
ИГФ УрО РАН	– Институт геофизики Уральского отделения РАН
ИГХ СО РАН	– Институт геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения РАН

ИГЭ РАН	– Институт геоэкологии им. Е.М. Сергеева РАН
ИДВ РАН	– Институт Дальнего Востока РАН
ИДГ РАН	– Институт динамики геосфер РАН
ИДСТУ СО РАН	– Институт динамики систем и теории управления Сибирского отделения РАН
ИЕ РАН	– Институт Европы РАН
ИЗК СО РАН	– Институт земной коры Сибирского отделения РАН
ИИ СО РАН	– Институт истории Сибирского отделения РАН
ИИА УрО РАН	– Институт истории и археологии Уральского отделения РАН
ИИАЭ ДНЦ РАН	– Институт истории, археологии и этнографии Дагестанского научного центра РАН
ИИЕТ РАН	– Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова РАН
ИИМИ РАН	– Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского РАН
ИИМК РАН	– Институт истории материальной культуры РАН
ИИММ КНЦ РАН	– Институт информатики и математического моделирования технологических процессов Кольского научного центра РАН
ИИПРУ КБНЦ РАН	– Институт информатики и проблем регионального управления Кабардино-Балкарского НЦ РАН
ИИФ УрО РАН	– Институт иммунологии и физиологии Уральского отделения РАН
ИИЭАЭ ДВО РАН	– Институт истории, археологии, этнографии народов Дальнего Востока Дальневосточного отделения РАН
ИИЯЛ УНЦ УрО РАН	– Институт истории, языка и литературы Уфимского научного центра РАН
ИК СО РАН	– Институт катализа им. Г.К. Борескова Сибирского отделения РАН
ИКАРП ДВО РАН	– Институт комплексного анализа региональных проблем Дальневосточного отделения РАН
ИКВС УрО РАН	– Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза Уральского отделения РАН
ИКЗ СО РАН	– Институт криосферы Земли Сибирского отделения РАН
ИКИ РАН	– Институт космических исследований РАН
ИКИР ДВО РАН	– Институт космофизических исследований и распространения радиоволн Дальневосточного отделения РАН
ИКТИ РАН	– Институт конструкторско-технологической информатики РАН
ИКФИА СО РАН	– Институт космофизических исследований и аэронауки им. Ю.Г. Шафера Сибирского отделения РАН
ИЛ КарНЦ РАН	– Институт леса Карельского научного центра РАН
ИЛА РАН	– Институт Латинской Америки РАН
ИЛАН РАН	– Институт лесоведения РАН

ИЛИ РАН	– Институт лингвистических исследований РАН
ИЛФ СО РАН	– Институт лазерной физики Сибирского отделения РАН
ИМ СО РАН	– Институт математики им. С.Л. Соболева Сибирского отделения РАН
ИМ ХНЦ РАН	– Институт материаловедения Хабаровского научного центра Дальневосточного отделения РАН
ИМАШ РАН	– Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН
ИМАШ УрО РАН	– Институт машиноведения Уральского отделения РАН
ИМБ РАН	– Институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта РАН
ИМБТ СО РАН	– Институт монголоведения, буддологии и тибетологии Сибирского отделения РАН
ИМВЦ УНЦ РАН	– Институт математики с вычислительным центром Уфимского научного центра РАН
ИМГ РАН	– Институт молекулярной генетики РАН
ИМГиГ ДВО РАН	– Институт морской геологии и геофизики Дальневосточного отделения РАН
ИМЕТ РАН	– Институт металлургии и материалов им. А.А. Байкова РАН
ИМЕТ УрО РАН	– Институт металлургии Уральского отделения РАН
ИМЗ СО РАН	– Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова Сибирского отделения РАН
ИМИН УрО РАН	– Институт минералогии Уральского отделения РАН
ИМКБ СО РАН	– Институт молекулярной и клеточной биологии Сибирского отделения РАН
ИМКЭС СО РАН	– Институт мониторинга климатических и экологических систем Сибирского отделения РАН
ИМЛИ РАН	– Институт мировой литературы им. А.М. Горького РАН
ИММ КазНЦ РАН	– Институт механики и машиностроения Казанского научного центра РАН
ИММ УрО РАН	– Институт математики и механики им. Н.Н. Красовского Уральского отделения РАН
ИМПБ РАН	– Институт математических проблем биологии РАН
ИМПМ	– Институт молекулярной патологии и патоморфологии, ФГБНУ
ИМСС УрО РАН	– Институт механики сплошных сред Уральского отделения РАН
ИМХ РАН	– Институт металлорганической химии им. Г.А. Разуваева РАН
ИМЧ РАН	– Институт мозга человека им. Н.П. Бехтеревой РАН
ИМЭМО РАН	– Институт мировой экономики и международных отношений РАН
ИНАСАН	– Институт астрономии РАН
ИНБИ РАН	– Институт биохимии им. А.Н. Баха РАН

ИНГТ СО РАН	– Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.М. Трофимука Сибирского отделения РАН
ИНК РАН	– Институт нефтехимии и катализа РАН
ИНМИ РАН	– Институт микробиологии им. С.Н. Виноградского РАН
ИНОЗ РАН	– Институт озероведения РАН
ИНП РАН	– Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН
ИНХ СО РАН	– Институт неорганической химии им. А.В. Николаева Сибирского отделения РАН
ИНХС РАН	– Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН
ИНЦ РАН	– Институт цитологии РАН
ИНЦХТ	– Иркутский научный центр хирургии и травматологии, ФГБНУ
ИНЭИ РАН	– Институт энергетических исследований РАН
ИНЭОС РАН	– Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова РАН
ИНЭПХФ РАН	– Институт энергетических проблем химической физики РАН
ИО РАН	– Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
ИОА СО РАН	– Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева Сибирского отделения РАН
ИОГЕН РАН	– Институт общей генетики им. Н.И. Вавилова РАН
ИОНХ РАН	– Институт общей и неорганической химии им. Н.С. Курнакова
ИОС УрО РАН	– Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского Уральского отделения РАН
ИОФ РАН	– Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН
ИОФХ КазНЦ РАН	– Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова Казанского научного центра РАН
ИОХ РАН	– Институт органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН
ИОХ УНЦ РАН	– Институт органической химии Уфимского научного центра РАН
ИП РАН	– Институт психологии РАН
ИПА СО РАН	– Институт почвоведения и агрохимии Сибирского отделения РАН
ИПВЭ им. М.П. Чумакова	– Институт полиомиелита и вирусных энцефалитов им. М.П. Чумакова, ФГБНУ
ИПИ РАН	– Институт проблем информатики РАН
ИПКОН РАН	– Институт проблем комплексного освоения недр РАН
ИПЛИТ РАН	– Институт проблем лазерных и информационных технологий РАН
ИПМ ДВО РАН	– Институт прикладной математики Дальневосточного отделения РАН

ИПМ РАН	– Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН
ИПМА РАН КБНЦ РАН	– Институт прикладной математики и автоматизации КБНЦ РАН
ИПМАШ РАН	– Институт проблем машиноведения РАН
ИПМБ РАН	– Институт проблем международной безопасности РАН
ИПМех РАН	– Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского РАН
ИПМИ КарНЦ РАН	– Институт прикладных математических исследований Карельского научного центра РАН
ИПММ РАН	– Институт проблем проектирования в микроэлектронике РАН
ИПМНС СО РАН	– Институт гуманитарных исследований и проблем малочисленных народов Севера Сибирского отделения РАН
ИПМТ ДВО РАН	– Институт проблем морских технологий Дальневосточного отделения РАН
ИПНГ РАН	– Институт проблем нефти и газа РАН
ИПОС СО РАН	– Институт проблем освоения Севера Сибирского отделения РАН
ИППИ РАН	– Институт проблем передачи информации им. А.А. Харкевича РАН
ИППМ РАН	– Институт проблем проектирования в микроэлектронике РАН
ИППУ РАН	– Институт проблем переработки углеводородов Сибирского отделения РАН
ИППЭС КНЦ РАН	– Институт проблем промышленной экологии Севера Кольского научного центра РАН
ИПР РАН	– Институт проблем рынка РАН
ИПРЭ РАН	– Институт проблем региональной экономики РАН
ИПРЭК СО РАН	– Институт природных ресурсов, экологии и криологии Сибирского отделения РАН
ИПС РАН	– Институт программных систем РАН им. А.К. Айламазяна РАН
ИПСМ РАН	– Институт проблем сверхпластичных металлов РАН
ИПТ РАН	– Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН
ИПТМ РАН	– Институт проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов РАН
ИПТМУ РАН	– Институт проблем точной механики и управления РАН
ИПУ РАН	– Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН
ИПУСС РАН	– Институт проблем управления сложными системами РАН
ИПФ РАН	– Институт прикладной физики РАН
ИПХВ РАН	– Институт проблем химической физики РАН
ИПХЭТ СО РАН	– Институт проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения РАН
ИПЭЭ РАН	– Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН
ИРИ РАН	– Институт российской истории РАН

ИрИХ СО РАН	– Иркутский институт химии им. А.Е. Фаворского Сибирского отделения РАН
ИРЛИ РАН	– Институт русской литературы РАН
ИРЭ РАН	– Институт радиотехники и электроники РАН им. В.А. Котельникова РАН
ИРЯ РАН	– Институт русского языка им В.В. Виноградова РАН
ИС РАН	– Институт социологии РАН
ИС УрО РАН	– Институт степи Уральского отделения РАН
ИСА РАН	– Институт системного анализа РАН
ИСАН	– Институт спектроскопии
ИСВЧПЭ РАН	– Институт сверхвысокочастотной полупроводниковой электроники РАН
ИСЗФ СО РАН	– Институт солнечно-земной физики СО РАН
ИСИ СО РАН	– Институт систем информатики им. А.П. Ершова СО РАН
ИСК РАН	– Институт Соединенных Штатов Америки и Канады РАН
ИСл РАН	– Институт славяноведения РАН
ИСМАН	– Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения РАН
ИСОИ РАН	– Институт систем обработки изображений РАН
ИСП РАН	– Институт системного программирования РАН
ИСПИ РАН	– Институт социально-политических исследований РАН
ИСПМ РАН	– Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова РАН
ИСЭ СО РАН	– Институт сильноточной электроники СО РАН
ИСЭГИ ЮНЦ РАН	– Институт социально-экономических и гуманитарных исследований Южного научного центра РАН
ИСЭИ ДНЦ РАН	– Институт социально-экономических исследований Дагестанского научного центра РАН
ИСЭИ УНЦ РАН	– Институт социально-экономических исследований Уфимского научного центра РАН
ИСЭМ СО РАН	– Институт систем энергетики им. Л.А. Мелентьева Сибирского отделения наук РАН
ИСЭПН РАН	– Институт социально-экономических проблем народонаселения РАН
ИСЭПС КомиНЦ УрО РАН	– Институт социально-экономических и энергетических проблем Севера Коми научного центра Уральского отделения РАН
ИСЭРТ РАН	– Институт социально-экономического развития территорий РАН
ИТ СО РАН	– Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН
ИТиГ ДВО РАН	– Институт тектоники и геофизики им. Ю.А. Косыгина Дальневосточного отделения РАН
ИТПМ СО РАН	– Институт теоретической и прикладной механики им. С.А. Христиановича Сибирского отделения РАН
ИТПЭ РАН	– Институт теоретической и прикладной электродинамики РАН

ИТФ РАН	– Институт теоретической физики им. Л.Д. Ландау РАН
ИТФ УрО РАН	– Институт теплофизики Уральского отделения РАН
ИТХ УрО РАН	– Институт технической химии Уральского отделения РАН
ИТЭБ РАН	– Институт теоретической и экспериментальной биофизики РАН
ИУУ СО РАН	– Институт угля и углехимии Сибирского отделения РАН
ИУХМ СО РАН	– Институт углехимии и химического материаловедения Сибирского отделения РАН
ИФ ДНЦ РАН	– Институт физики Дагестанского научного центра РАН
ИФ Коми НЦ УрО РАН	– Институт физиологии Коми научного центра Уральского отделения РАН
ИФ РАН	– Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН
ИФ СО РАН	– Институт физики им. Л.В. Киренского Сибирского отделения РАН
ИФА РАН	– Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН
ИФАВ РАН	– Институт физиологически активных веществ РАН
ИФВД РАН	– Институт физики высоких давлений им. Л.Ф. Верещагина РАН
ИФЗ РАН	– Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН
ИФЛ СО РАН	– Институт филологии Сибирского отделения РАН
ИФМ РАН	– Институт физики микроструктур РАН
ИФП РАН	– Институт физических проблем П.Л. Капицы РАН
ИФП СО РАН	– Институт физики полупроводников им. А.В. Ржанова Сибирского отделения РАН
ИФПА УрО РАН	– Институт физиологии природных адаптаций Уральского отделения РАН
ИФПБ РАН	– Институт фундаментальных проблем биологии РАН
ИФПМ СО РАН	– Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения РАН
ИФПМ СО РАН	– Институт физики прочности и материаловедения Сибирского отделения РАН
ИФПР СО РАН	– Институт философии и права Сибирского отделения РАН
ИФР РАН	– Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН
ИФТПС СО РАН	– Институт физико-технических и биологических проблем Севера Сибирского отделения РАН
ИФТТ РАН	– Институт физики твердого тела РАН
ИФХиБПП РАН	– Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН
ИФХЭ РАН	– Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН
ИХ ДВО РАН	– Институт химии Дальневосточного отделения РАН
ИХ Коми НЦ УрО РАН	– Институт химии Коми НЦ Уральского отделения РАН

ИХБФМ СО РАН	– Институт химической биологии и фундаментальной медицины Сибирского отделения РАН
ИХВВ РАН	– Институт химии высокочистых веществ им. Г.Г. Девярых РАН
ИХКГ СО РАН	– Институт химической кинетики и горения Сибирского отделения РАН
ИХН СО РАН	– Институт химии нефти Сибирского отделения РАН
ИХР РАН	– Институт химии растворов РАН
ИХС РАН	– Институт химии силикатов им. И.В. Гребенщикова РАН
ИХТРЭМС КНЦ РАН	– Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра РАН
ИХТТ УрО РАН	– Институт химии твердого тела Уральского отделения РАН
ИХТТМ СО РАН	– Институт химии твердого тела и металлохимии Сибирского отделения РАН
ИХФ РАН	– Институт химической физики им. Н.Н. Семенова РАН
ИХХТ СО РАН	– Институт химии и химической технологии Сибирского отделения РАН
ИЦиГ СО РАН	– Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН
ИЭ КарНЦ РАН	– Институт экономики Карельского научного центра РАН
ИЭ РАН	– Институт экономики РАН
ИЭ УрО РАН	– Институт экономики Уральского отделения РАН
ИЭА РАН	– Ордена Дружбы народов институт этнологии и антропологии им. Н.Н. Миклухо-Маклая РАН
ИЭА РАН	– Институт этнологии и антропологии РАН
ИЭВБ РАН	– Институт экологии Волжского бассейна РАН
ИЭГМ УрО РАН	– Институт экологии и генетики микроорганизмов Уральского отделения РАН
ИЭГТ КБНЦ РАН	– Институт экологии горных территорий Кабардино-Балкарского научного центра РАН
ИЭИ ДВО РАН	– Институт экономических исследований Дальневосточного отделения РАН
ИЭиОПП СО РАН	– Институт экономики и организации промышленного производства Сибирского отделения РАН
ИЭМ РАН	– Институт экспериментальной минералогии РАН
ИЭП КНЦ РАН	– Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина Кольского научного центра РАН
ИЭПС УрО РАН	– Институт экологических проблем Севера Уральского отделения РАН
ИЭПС УрО РАН	– Институт экологических проблем Севера Уральского отделения РАН
ИЭРиЖ УрО РАН	– Институт экологии растений и животных Уральского отделения РАН
ИЭФ УрО РАН	– Институт электрофизики Уральского отделения РАН

ИЭФБ РАН	– Институт эволюционной физиологии и биохимии им. И.М. Сеченова РАН
ИЭЧ СО РАН	– Институт экологии человека Сибирского отделения РАН
ИЭЭ РАН	– Институт электрофизики и электроэнергетики РАН
ИЯИ РАН	– Институт ядерных исследований РАН
ИЯЛИ ДНЦ РАН	– Институт языка, литературы и искусства им. Г. Цадасы Дагестанского научного центра РАН
ИЯЛИ КарНЦ РАН	– Институт языка, литературы и истории Карельского научного центра РАН
ИЯФ СО РАН	– Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера Сибирского отделения РАН
КФ ГС РАН	– Камчатский филиал геофизической службы РАН
КИББ КНЦ РАН	– Казанский институт биохимии и биофизики Казанского научного центра РАН
ИМПМ	– Институт молекулярной патологии и патоморфологии, ФГБНУ
Институт экспериментальной медицины	– Научно-исследовательский институт экспериментальной медицины, ФГБНУ
КИГИ РАН	– Калмыцкий институт гуманитарных исследований РАН
КФТИ КазНЦ РАН	– Казанский физико-технический институт им. Е.К. Завойского Казанского научного центра
ЛИН СО РАН	– Лимнологический институт Сибирского отделения РАН
МАЭ РАН	– Музей антропологии и этнографии им. Петра Великого РАН
МГНЦ	– Медико-генетический научный центр, ФГБНУ
МГУ	– Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
МИАН	– Математический институт им. В.А. Стеклова РАН
ММБИ КНЦ РАН	– Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра РАН
МСЦ РАН	– Межведомственный суперкомпьютерный центр РАН
МТЦ РАН	– Институт «Международный томографический центр» Сибирского отделения РАН
Национальный НИИ общественного здоровья им. Н.А. Семашко	– Национальный научно-исследовательский институт общественного здоровья имени Н.А. Семашко, ФГБНУ
НГИЦ РАН	– Научный геоинформационный центр РАН
НИГТЦ ДВО РАН	– Научно-исследовательский геотехнологический центр Дальневосточного отделения РАН
НИИ биохимии	– Научно-исследовательский институт биохимии, ФГБНУ
НИИ кардиологии	– Научно-исследовательский институт кардиологии, ФГБНУ

НИИ КиЭР	– Научно-исследовательский институт клинической и экспериментальной ревматологии, ФГБНУ
НИИ КПГПЗ	– Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний, ФГБНУ
НИИ КПССЗ	– Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-сосудистых заболеваний, ФГБНУ
НИИ МПС	– Научно-исследовательский институт медицинских проблем Севера, ФГБНУ
НИИ МТ	– Научно-исследовательский институт медицины труда, ФГБНУ
НИИ НХ	– Научно-исследовательский институт нейрохирургии им. академика Н.Н. Бурденко, ФГБНУ
НИИ питания	– Научно-исследовательский институт питания, ФГБНУ
НИИ ПМА КБНЦ РАН	– Научно-исследовательский институт прикладной математики и автоматизации Кабардино-Балкарского научного центра РАН
НИИ ПМА КБНЦ РАН	– Научно-исследовательский институт прикладной математики и автоматизации Кабардино-Балкарского научного центра РАН
НИИ психического здоровья	– Научно-исследовательский институт психического здоровья, ФГБНУ
НИИ терапии и профилактической медицины	– НИИ терапии и профилактической медицины, ФГБНУ
НИИ фармакологии им. В.В. Закусова	– Научно-исследовательский институт фармакологии им. В.В. Закусова, ФГБНУ
НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.П. Сомова	– Научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии имени Г.П. Сомова, ФГБНУ
НИИАГ им. Д.О. Отта	– Научно-исследовательский институт акушерства и гинекологии им. Д.О. Отта, ФГБУ
НИИАГП	– Научно-исследовательский институт акушерства, гинекологии и перинатологии, ФГБНУ
НИИВС им. И.И. Мечникова	– Научно-исследовательский институт вакцин и сывороток им. И.И. Мечникова, ФГБНУ
НИИГБ	– Научно-исследовательский институт глазных болезней, ФГБНУ
НИИКЭЛ	– Научно-исследовательский институт клинической и экспериментальной лимфологии, ФГБНУ
НИИМББ	– Научно-исследовательский институт молекулярной биологии и биофизики, ФГБНУ
НИИМГ	– Научно-исследовательский институт медицинской генетики, ФГБНУ
НИИМех МГУ	– Научно-исследовательский институт механики Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова

НИИМП РАМН	– Научно-исследовательский институт медицинской приматологии РАМН, ФГБУ
НИИМЧ	– Научно-исследовательский институт морфологии человека, ФГБНУ
НИИНА	– Научно-исследовательский институт по изысканию новых антибиотиков имени Г.Ф. Гаузе, ФГБНУ
НИИНФ им. П.К. Анохина	– Научно-исследовательский институт нормальной физиологии им. П.К. Анохина, ФГБУ
НИИОПП	– Научно-исследовательский институт общей патологии и патофизиологии, ФГБНУ
НИИОР	– Научно-исследовательский институт общей реаниматологии им. В.А. Неговского, ФГБНУ
НИИР им. В.А. Насоновой	– Научно-исследовательский институт ревматологии им. В.А. Насоновой, ФГБНУ
НИИСИ РАН	– Научно-исследовательский институт системных исследований РАН
НИИТПМ СО РАМН	– Институт терапии СО РАМН
НИИФиРМ им. Е.Д. Гольдберга	– Научно-исследовательский институт фармакологии и регенеративной медицины им. Е.Д. Гольдберга, ФГБНУ
НИИФКИ	– Научно-исследовательский институт фундаментальной и клинической иммунологии, ФГБНУ
НИИФФМ	– Научно-исследовательский институт физиологии и фундаментальной медицины, ФГБНУ
НИОХ СО РАН	– Новосибирский институт органической химии им. Н.Н. Ворожцова Сибирского отделения РАН
НИЦЭБ РАН	– Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН
НС РАН	– Научная станция Российской академии наук в г. Бишкеке
НЦ ПЗСРЧ	– Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека, ФГБНУ
НЦЗД	– Научный центр здоровья детей, ФГБНУ
НЦКЭМ	– НЦ клинической и экспериментальной медицины, ФГБНУ
НЦН	– Научный центр неврологии, ФГБНУ
НЦПЗ	– Научный центр психического здоровья, ФГБНУ
НЦССХ им. А.Н. Бакулева	– Научный центр сердечно-сосудистой хирургии им. А.Н. Бакулева, ФГБНУ
ОИВТ РАН	– Объединенный институт высоких температур РАН
ОИЯИ	– Объединенный институт ядерных исследований
ОНЦ УрО РАН	– Оренбургский научный центр Урального отделения РАН
ПГИ КНЦ РАН	– Полярный геофизический институт Кольского научного центра
ПИБР ДНЦ РАН	– Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН

ПИН РАН	– Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН
ПОМИ РАН	– Петербургское отделение Математического института РАН
РНЦ «Курчатов- ский институт»	– Российский научный центр «Курчатовский институт»
РНЦХ им. акаде- мика Б.В. Петров- ского	– Российский научный центр хирургии им. академика Б.В. Петровского, ФГБНУ
РОНЦ им. Н.Н. Блохина	– Российский онкологический научный центр им. Н.Н. Блохина, ФГБНУ
РФЯЦ-ВНИИТФ	– Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт технической физики
РФЯЦ-ВНИИЭФ	– Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики
РЦЭИ ДНЦ РАН	– Региональный центр этнополитических исследований Дагестанского научного центра РАН
САО РАН	– Специальная астрофизическая обсерватория РАН
СВКНИИ ДВО РАН	– Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт Дальневосточного отделения РАН
СИ РАН	– Социологический институт РАН
СКБ САМИ ДВО РАН	– Специальное конструкторское бюро средств автоматизации морских исследований Дальневосточного отделения РАН
СНИЦ РАН	– Сочинский научно-исследовательский центр РАН
СОИГСИ ВНЦ РАН и РСО-А	– Северо-Осетинский институт гуманитарных и социальных исследований им. В.И. Абаева Владикавказского научного центра РАН и правительства Республики Северная Осетия-Алания
СПб АУ НОЦНТ РАН	– Санкт-Петербургский академический университет – научно-образовательный центр нанотехнологий РАН
СПб ЭМИ РАН	– Санкт-Петербургский экономико-математический институт РАН
СПБИН РАН	– Санкт-Петербургский институт истории РАН
СПИИРАН	– Санкт-Петербургский институт информатики и информатизации РАН
ТИБОХ ДВО РАН	– Тихоокеанский институт биоорганической химии Дальневосточного отделения РАН
ТИГ ДВО РАН	– Тихоокеанский институт географии Дальневосточного отделения РАН
ТОИ ДВО РАН	– Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения РАН
Томский НИИ онкологии	– Томский научно-исследовательский институт онкологии, ФГБНУ
ТувИКОПР СО РАН	– Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов Сибирского отделения РАН

УИИЯЛ УрО РАН	– Удмуртский институт истории, языка и литературы Уральского отделения РАН
УРАН ИГ КарНЦ РАН	– Институт геологии Карельского научного центра РАН
ПИЯФ	– Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова
ФИАН	– Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН
ФтехнолИ РАН	– Физико-технологический институт РАН
ФТИ РАН	– Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе РАН
ЦБ РАН	– Центр «Биоинженерия» РАН
ЦГИ ВНЦ РАН и РСО-А	– Центр геофизических исследований Владикавказского научного центра РАН и Правительства Республики Северная Осетия – Алания
ЦЕИ РАН	– Центр египтологических исследований РАН
ЦИТП РАН	– Центр информационных технологий и проектирования РАН
ЦНИИТ РАМН	– Центральный научно-исследовательский институт туберкулеза РАМН, ФГБУ
ЦСБС СО РАН	– Центральный сибирский ботанический сад Сибирского отделения РАН
ЦТП ФХФ РАН	– Центр теоретических проблем физико-химической фармакологии РАН
ЦФ РАН	– Центр фотохимии РАН
ЦЭМИ РАН	– Центральный экономико-математический институт РАН
ЦЭПЛ РАН	– Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН
ЮМИ ВНЦ РАН РСО-А	– Южный математический институт Владикавказского научного центра РАН и Правительства Республики Северная Осетия – Алания
ЯНЦ КМП	– Якутский научный центр комплексных медицинских проблем, ФГБНУ

О РАБОТЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПОЛОЖЕНИЙ 253-ФЗ «О РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, РЕОРГАНИЗАЦИИ ГОСУДАРСТВЕННЫХ АКАДЕМИЙ НАУК И ВНЕСЕНИИ ИЗМЕНЕНИЙ В ОТДЕЛЬНЫЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬНЫЕ АКТЫ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»

С 27 сентября 2013 г. – даты принятия Федерального закона № 253-ФЗ «О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» – РАН проделана следующая работа по реализации его положений.

1. Подготовлены документы, в том числе перечень организаций и проект Постановления Правительства Российской Федерации, по передаче институтов, подведомственных РАН, в ведение Федерального агентства научных организаций (ФАНО России), что позволило завершить эту процедуру к началу 2014 г.

2. Подготовлены и переданы в ФАНО России материалы и документы по финансированию научных организаций, что позволило обеспечить бесперебойное финансирование институтов, начиная с января 2014 г.

3. Проведено объединение Российской академии наук, Российской академии медицинских наук, Российской академии сельскохозяйственных наук. Проведено общее собрание объединенной РАН и принят новый Устав РАН, утвержденный Правительством Российской Федерации 27 июня 2014 г.

4. Более чем на 75% сокращен аппарат Российской академии наук.

5. В части, касающейся РАН, выполнены все мероприятия, определенные графиком Правительства Российской Федерации (от 18.10.2013 г. ОГ-П8–7471).

6. Организовано взаимодействие с ФАНО России, подписано соглашение о сотрудничестве.

7. РАН приняла активное участие в проведении экспертных сессий ФАНО России по вопросам реструктуризации. Было достигнуто соглашение о реализации 4 пилотных проектов по отработке новых механизмов организации научных исследований. При этом выработана единая позиция, согласно которой реструктуризация институтов, подведомственных ФАНО России, не должна менять подведомственность научных организаций.

8. Создан Научно-координационный совет РАН–ФАНО России.

9. В различной степени готовности находятся проекты регламентов, определяющих порядок взаимодействия РАН и ФАНО России по различным направлениям.

**Уточнение приоритетных направлений
развития фундаментальных наук,
а также поисковых научных исследований
с учетом изучения и анализа достижений мировой
и российской науки, с выработкой рекомендаций
по их использованию в интересах Российской Федерации**

Российской академией наук разработаны основные направления фундаментальных научных исследований до 2025 г. Эти направления составили основу Программ фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2008–2012 гг. и 2013–2020 гг.

Актуализация прогноза развития фундаментальных научных исследований проводится ежегодно. Результаты обсуждаются на заседании Координационного совета по Программе фундаментальных научных исследований государственных академий наук.

В 2014 г. члены РАН приняли участие в работе Межведомственной рабочей группы по вопросам корректировки приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в Российской Федерации и перечня критических технологий Российской Федерации.

**Проведение Российской академией наук
фундаментальных научных исследований
и поисковых научных исследований**

Основным инструментом проведения фундаментальных исследований РАН служат Программы фундаментальных научных исследований Президиума РАН, в том числе программы отделений РАН, формируемые на конкурсной основе и проводимые под руководством членов РАН.

В целях реализации стратегических направлений развития научно-технологического комплекса страны, обозначенных Президентом Российской Федерации В.В. Путиным, в январе 2014 г. Президиум РАН дополнительно сформировал четыре комплексные программы фундаментальных научных исследований:

1. Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации.
2. Фундаментальные исследования для разработки медицинских технологий.
3. Фундаментальные основы технологий двойного назначения в интересах национальной безопасности.
4. Фундаментальные основы математического моделирования.

В 2014 г. Президиум РАН сформировал 42 научные программы по приоритетным направлениям исследований. Реализация этих программ позволила обеспечить высокий уровень научно-методического руководства со стороны РАН исследованиями, проводимыми институтами, подведомственными ФАНО России, включая их ресурсное обеспечение. По результатам проведенных исследований получены результаты мирового уровня.

Перечень программ фундаментальных научных исследований Президиума РАН (2014 г.)

1. Физико-технические принципы создания технологий и устройств для интеллектуальных активно-адаптивных электрических сетей.
2. Вещество при высоких плотностях энергии.
3. Энергетические аспекты глубокой переработки ископаемого и возобновляемого углеродсодержащего сырья.
4. Природная среда России: адаптационные процессы в условиях изменяющегося климата и развития атомной энергетики.
5. Фундаментальные науки – медицине.
6. Молекулярная и клеточная биология.
7. Механизмы интеграции молекулярных систем при реализации физиологических функций.
8. Разработка методов получения химических веществ и создание новых материалов.
9. Создание и совершенствование методов химического анализа и исследования структуры веществ и материалов.
10. Фундаментальные свойства материи и астрофизика.
11. Экспериментальные и теоретические исследования фундаментальных взаимодействий на ускорителях ЦЕРН.
12. Фундаментальные процессы в высокотемпературной плазме с магнитной термоизоляцией.
13. Экстремальные световые поля и их приложения.
14. Проблемы создания информационно-вычислительной среды на основе ОКЮ-технологий, облачных вычислений и современных телекоммуникационных систем.
15. Информационные, управляющие и интеллектуальные технологии и системы
16. Фундаментальные проблемы системного программирования.
17. Динамические системы и теория управления.
18. Алгоритмы и математическое обеспечение для вычислительных систем сверхвысокой производительности.
19. Фундаментальные проблемы нелинейной динамики в математических и физических науках.
20. Квантовые мезоскопические и неупорядоченные структуры.
21. Нестационарные явления в объектах Вселенной.
22. Фундаментальные проблемы исследований и освоения Солнечной системы.
23. Фундаментальные проблемы океанологии: физика, геология, биология, экология.
24. Фундаментальные основы технологий наноструктур и наноматериалов.
25. Фундаментальные проблемы механики и смежных наук в изучении много масштабных процессов в природе и технике.
26. Горение и взрыв.

27. Фундаментальный базис инновационных технологий прогноза оценки, добычи и глубокой комплексной переработки стратегического минерального сырья, необходимого для модернизации экономики России.
28. Проблемы происхождения жизни и становления биосферы.
29. Фундаментальные проблемы импульсной сильноточной электроники.
30. Живая природа: современное состояние и проблемы развития.
31. Роль пространства в модернизации России: природный и социально-экономический потенциал.
32. Фундаментальные проблемы модернизации полиэтничного макро-региона в условиях роста напряженности.
33. Традиции и инновации в истории и культуре.
34. Прогноз потенциала инновационной индустриализации России.
35. Экономика и социология науки и образования.
36. Корпусная лингвистика.
37. Физика высокого давления.
38. Электромагнитные информационные технологии в исследованиях природной среды и человека.
39. Программы фундаментальных исследований отделений РАН по областям и направлениям науки.
40. Программы фундаментальных исследований Уральского отделения РАН.
41. Программы фундаментальных исследований Сибирского отделения РАН.
42. Программы фундаментальных исследований Дальневосточного отделения РАН.

**Координация фундаментальных
и поисковых научных исследований
и научно-методическое руководство научной
и научно-технической деятельностью научных организаций
и образовательных организаций высшего образования,
направленные на укрепление научных связей
и взаимодействия с субъектами научной
и (или) научно-технической деятельности**

РАН осуществляет координацию фундаментальных и поисковых научных исследований в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 гг.

В соответствии с положением о Координационном совете Программы, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 26 марта 2013 г. № 258, в его состав входят руководители (полномочные представители – руководители структурных подразделений ФОИВ, отвечающие за проведение фундаментальных исследований) РАН, РАО, РАХ, РААСН, Минпромторга России, Минобрнауки России, Минэнерго России, Роскосмоса, госкорпораций и вузов.

Координационный совет рассматривает материалы о ходе реализации Программы и готовит предложения по определению или корректировке приоритетных направлений фундаментальных научных исследований после анализа результатов деятельности и с учетом тенденций мировой науки.

Доклад об итогах реализации Программы ежегодно направляется в Администрацию Президента Российской Федерации, в Правительство Российской Федерации, в заинтересованные федеральные министерства и госкорпорации, а также размещается на сайте РАН (www.ras.ru).

РАН организована работа по сбору материалов о результатах фундаментальных исследований вузов, ГНЦ, госкорпораций.

В части научно-методического руководства научной и научно-технической деятельностью институтов РАН, подведомственных ФАНО России, осуществляются согласования основных научных направлений научных организаций при подготовке изменений в Уставы научных организаций, согласования планов научно-исследовательских работ и госзаданий на их проведение, сопровождение реструктуризации сети институтов, кадровых назначений.

РАН проведена работа по сохранению и развитию научного потенциала Крымского федерального округа и интеграции крымских научных организаций в российское научное пространство. По согласованию с руководством Республики Крым и г. Севастополя Российская академия наук приняла на себя обязанности по научно-методическому руководству научными институтами Крымского федерального округа. В аппарате президиума РАН создано Управление РАН по взаимодействию с научными организациями Крымского федерального округа (распоряжение президиума РАН от 25 ноября 2014 г.).

Научные организации Крымского федерального округа под научно-методическим руководством РАН подготовили предложения по проведению научно-исследовательских работ. Материалы направлены в Администрацию Президента Российской Федерации (от 15.10.2014 г. № 1-10001-2200/359) и Минобрнауки России (от 12.09.2014 г. № 1-10103-2110/321).

В соответствии с поручением Президента Российской Федерации от 29.08.2014 г. № Пр-2014 Российская академия наук совместно с Правительством Республики Саха – Якутия разработала проект программы «Якутия – регион нового развития».

Подготовка изменений в Программу фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период

Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 декабря 2012 г. № 2538-р. Этим же распоряжением определено, что сопредседателями Координационного совета Программы являются министр образования и науки России и президент РАН. При этом ответственность по формированию состава Совета возложена на Мин-

обнауки России. Правительством Российской Федерации утверждено Положение о Совете (Постановление Правительства РФ от 02.07.2013 г. № 554, ред. от 14.03.2014 г.) и персональный состав Координационного совета Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2013–2020 гг.) (от 03.11.2014 г. № 2185-р).

По просьбе Минобрнауки России в РАН подготовлен проект новой редакции Программы фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период. Указанный проект был направлен в заинтересованные министерства и организации (исх. от 27.10.2014 г. № 10103–2217/112).

18.11.2014 г. в РАН состоялось совещание с участием представителей заинтересованных органов исполнительной власти, государственных академий наук, ведущих университетов, государственных научных центров, НИЦ, на котором были одобрены основные подходы к разработке новой версии программы.

25.11.2014 г. проект Программы был рассмотрен на заседании Координационного совета по Программе фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 гг.

01.12.2014 г. доработанный с учетом высказанных замечаний проект Программы был рассмотрен на заседании Президиума РАН и после внесения корректировок направлен в Правительство Российской Федерации в соответствии со ст. 17 253-ФЗ «О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

**Создание системы независимой экспертизы
научно-технических программ и проектов, мониторинга
и оценки результатов деятельности
государственных научных организаций
независимо от их ведомственной принадлежности**

Постановлением Правительства РФ от 30.07.2014 г. № 718 утверждены Правила направления научно-технических программ и проектов на экспертизу в РАН. Перечень представляемых на экспертизу материалов включает проекты и программы, предусматривающие проведение научных исследований и разработок.

Оценка результативности деятельности научных организаций в настоящее время проводится федеральными органами исполнительной власти, осуществляющими от имени Российской Федерации функции и полномочия учредителя и собственника федерального имущества научной организации в соответствии с Правилами, установленными Постановлением Правительства Российской Федерации от 08.04.2009 г. № 312 «Об оценке результативности деятельности научных организаций, выполняющих научно-исследовательские, опытно-конструкторские и технологические работы гражданского назначения» (с учетом последующих изменений и дополнений).

Формы и степень участия РАН в мониторинге и оценке результатов деятельности российских научных организаций, экспертном обеспечении вневедомственной оценки их результативности определены ст. 7 253-ФЗ «О Российской академии наук, реорганизации государственных академий наук и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации», а также поручением Президента Российской Федерации от 17.05.2013 г. Пр-1144 (п. 4).

В РАН на протяжении десятилетий сложился опыт комплексных экспертных комиссий, которые с выездом на место и с учетом цифровых показателей всесторонне оценивали работу научной организации. В состав таких комиссий включались не только ученые, но и юристы, экономисты, специалисты по имуществу, охране труда и т.д. Этот опыт использован при разработке единой системы оценки деятельности научных организаций, т.е. независимо от их подведомственности.

С целью создания системы независимой экспертизы научно-технических программ и проектов, мониторинга и оценки результатов деятельности государственных научных организаций отделениями РАН выработаны предложения о создании тематических научных советов по профилю Отделений, формируются экспертные группы для таких советов. РАН выполняет функцию координатора работы советов, осуществляет методологическое, организационное и финансовое обеспечение их деятельности.

В 2010 г. в РАН была создана Автоматизированная система учета результатов интеллектуальной деятельности, обеспечивающая ведение базы данных по всем научным организациям РАН, включая информацию об институтах РАН и РАСХН. Наличие такого задела позволяет не только обеспечить создание, развитие и функционирование Единой системы сопровождения оценки эффективности и результативности деятельности российских научных организаций Российской Федерации (ЕСОД «Наука»), но и существенно сэкономить бюджетные деньги.

На основе опыта Российской академии наук, федеральных органов исполнительной власти Российской Федерации, а также с учетом опыта стран ЕС разработаны основные положения ЕСОД «Наука».

Экспертное научное обеспечение деятельности государственных органов и организаций

Поручением заместителя Председателя Правительства Российской Федерации О.Ю. Голодец от 26 февраля 2014 г. № ОГ-П8-1342 (пункт 2) предусмотрена разработка годового графика работы РАН по проведению экспертиз при разработке крупных научно-технических и социально-экономических программ и проектов на среднесрочную перспективу. Во исполнение этого поручения РАН 09.06.2014 г. обратилась к Федеральным органам исполнительной власти (всего 24 министерства и ведомства) с просьбой направить до 1 августа 2014 г. перечень планируемых к разработке в 2014–2016 гг. крупных научно-технических и социально-экономических программ и проектов с указанием сроков их представления в РАН для проведения экспертизы.

На 20 ноября т.г. Минтруд России, Минсвязи России и Минобрнауки России сообщили о возможной экспертизе разрабатываемых программ. Не дали предложений 15 министерств, ссылаясь на отсутствие нормативно-правовой базы для направления программ и проектов на экспертизу в РАН.

В 2013–2014 гг. по поручениям Президента Российской Федерации и Председателя Правительства Российской Федерации, руководителя Администрации Президента Российской Федерации, председателей палат Федерального Собрания Российской Федерации, Совета Безопасности и др. Российской академией наук подготовлено более 700 экспертных и аналитических материалов, из них 37 документов по запросу Совета Безопасности Российской Федерации и Военно-промышленной комиссии при Правительстве Российской Федерации, в том числе проект Основ государственной политики регионального развития (совместно с секцией по стратегическому планированию Научного совета Совета Безопасности Российской Федерации).

Экспертные заключения для органов государственной власти также готовятся отделениями РАН.

Результаты экспертной работы готовятся в форме, максимально адаптированной для использования государственными органами.

С 2005 года РАН проводит экспертизу учебников для начальной, средней и высшей школы. В 2013–2014 гг. по педагогической экспертизе 1136 учебников получили положительное заключение, 243 учебника – отрицательное; по научной – 265 и 66 соответственно.

Тип зак.

Издательство «Наука»

117997, Москва, Профсоюзная ул., 90

ППП «Типография «Наука»

121099, Москва, Шубинский пер., 6

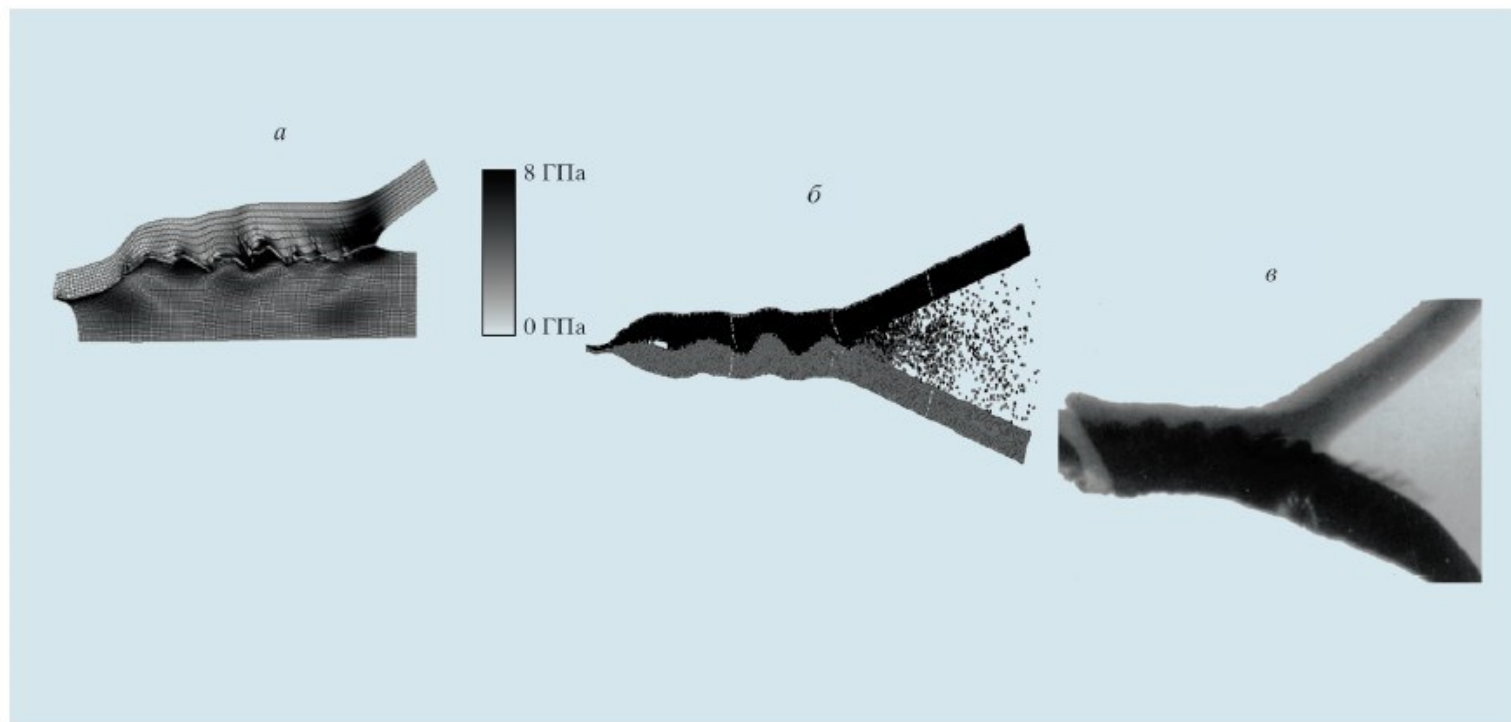
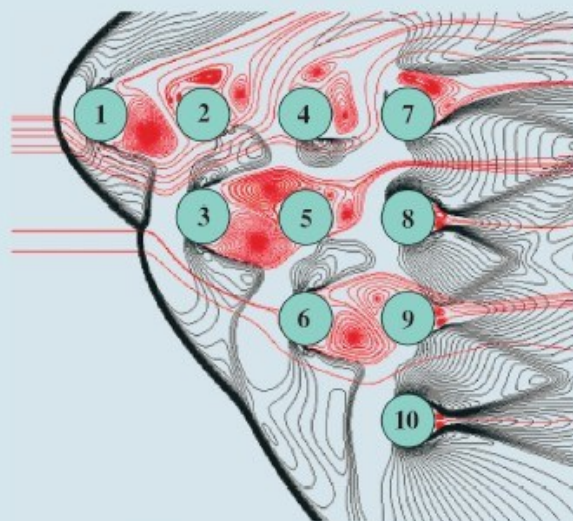
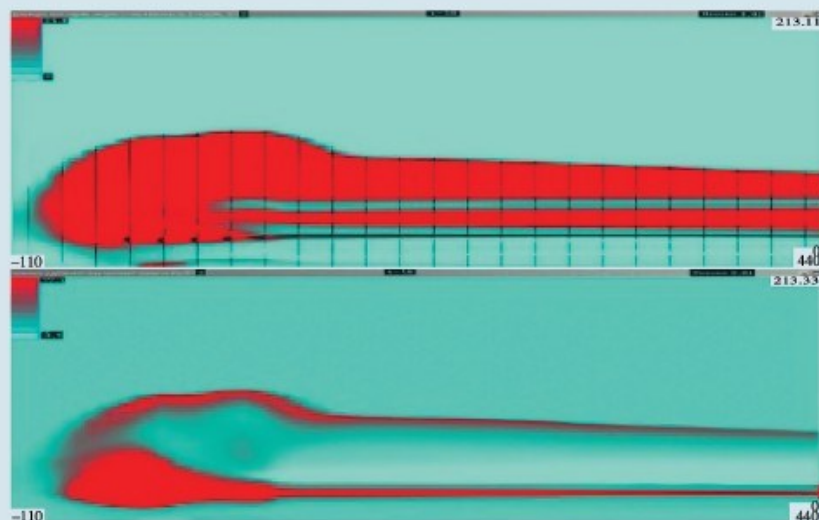


Рис. 1. Дискретная вычислительная модель образования волн при сварке взрывом
а – численный расчет соударения алюминиевых пластин по схеме Годунова в упругопластической модели;
б – расчет соударения алюминиевых пластин методом молекулярной динамики;
в – рентгеновский снимок соударения алюминиевой и свинцовой пластин (эксперимент)



Гиперзвуковое обтекание
системы тел



Поле скорости (вверху) и распределение внутренней энергии (внизу)
возмущенной атмосферы в момент прихода ударной волны
к поверхности Земли

Рис. 2. Исследование падения Челябинского метеорита с целью создания прототипа системы, моделирующей движение крупных космических тел в атмосфере Земли и прогнозирующей их воздействие на окружающую среду



Интерферометр «РадиоАстрон»

Радиокарты квазаров 2013 + 370 (слева) и 3C418 (справа) на длине волны 6,2 см, полученные на интерферометре «РадиоАстрон». Размер поля 30×30 миллисекунд дуги

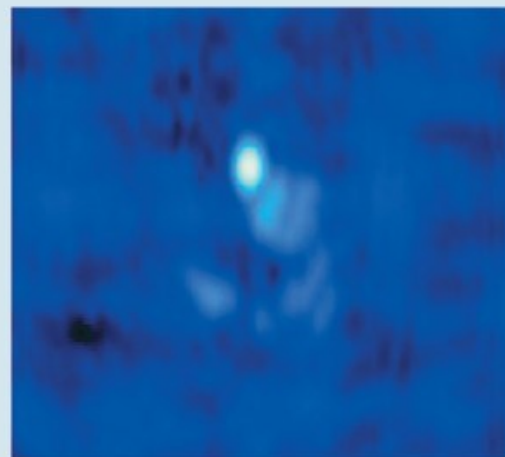
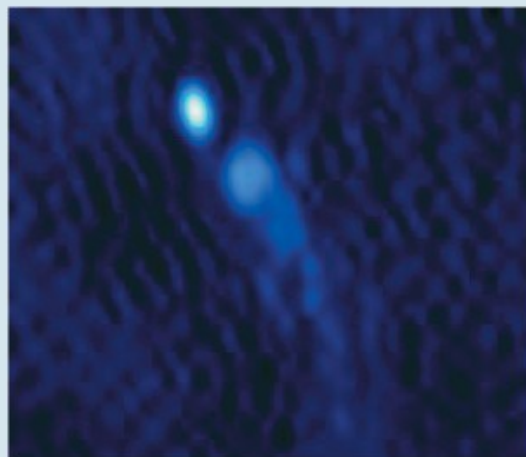
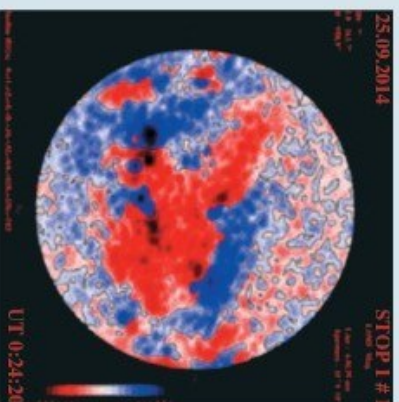
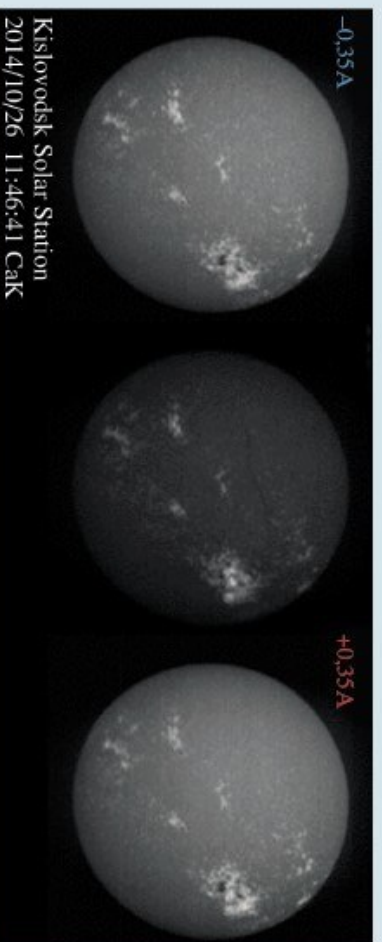


Рис. 3



Телескоп СТОП (высокочувствительный магнитограф
для измерения слабых магнитных полей Солнца)
Байкальской астрофизической обсерватории ИСЗФ СО РАН
и магнитограмма, полученная 25 сентября 2014 г.

CORE



Изображения активных областей Солнца в различных спектральных
линиях оптического диапазона, полученные на автоматическом
патрульном телескопе Горной станции ГАО РАН

Рис. 4. Возрождение в РФ национальной службы мониторинга
солнечной активности

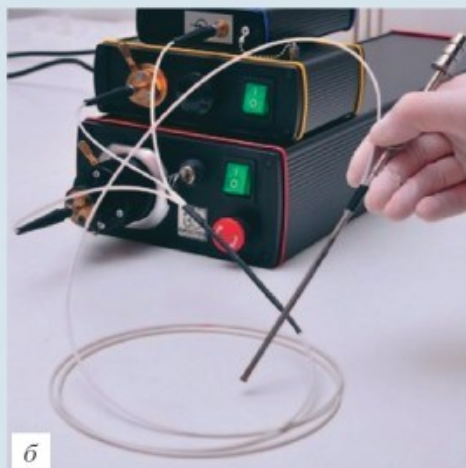


Рис. 5. Развитие проекта NICA

Оптимистические методы и аппаратура навигации нейроонкологических операций



а

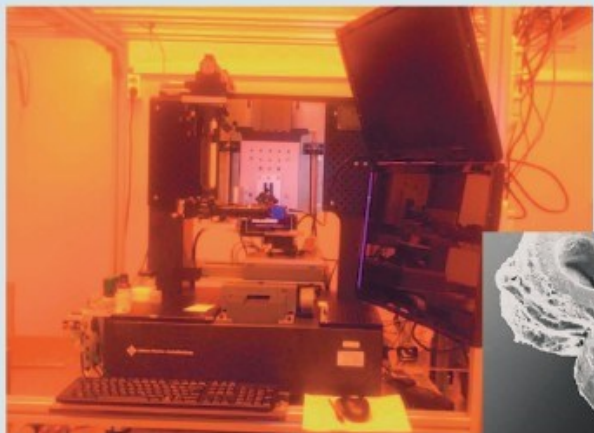


б

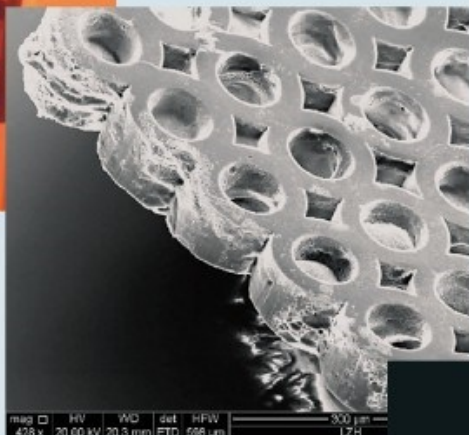
Рис. 6. Оборудование, реализующее метод комбинированного спектроскопического анализа
а – оборудование в операционной; б – оптоволоконный зонд, совмещенный с нейрохирургическим аспиратором



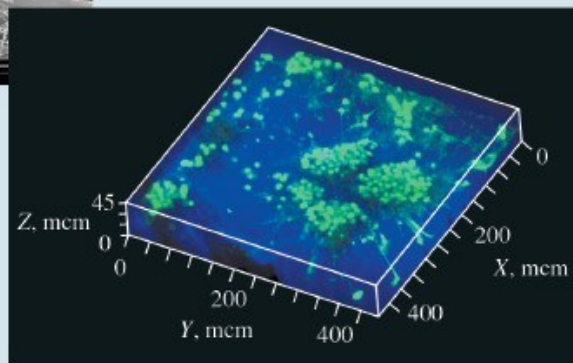
Рис. 7. Новые методы биосенсорики и реализации адресной доставки лекарств к очагам инфекции и опухолевым клеткам внутри организма



Комплекс фемтосекундной лазерной
микростереолитографии



3-мерные скаффолды
из биodeградируемых
полимеров



Выращенные структуры
глиальных клеток мозга

Рис. 8

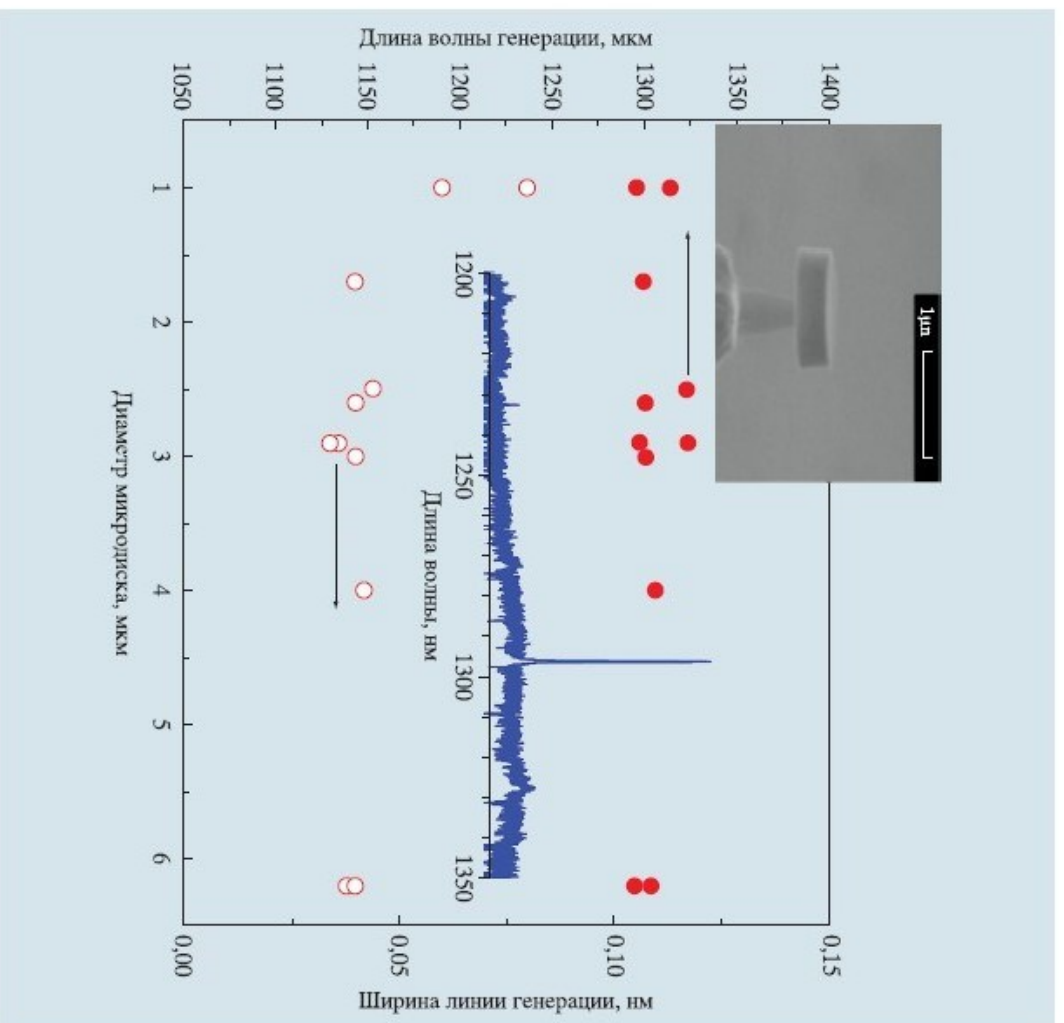


Рис. 9. Длина волны (сплошные символы) и спектральная ширина (открытые символы) линии лазерной генерации микролазеров в зависимости от диаметра

На вставке – изображение микролазера диаметром 1 мкм и его спектр генерации

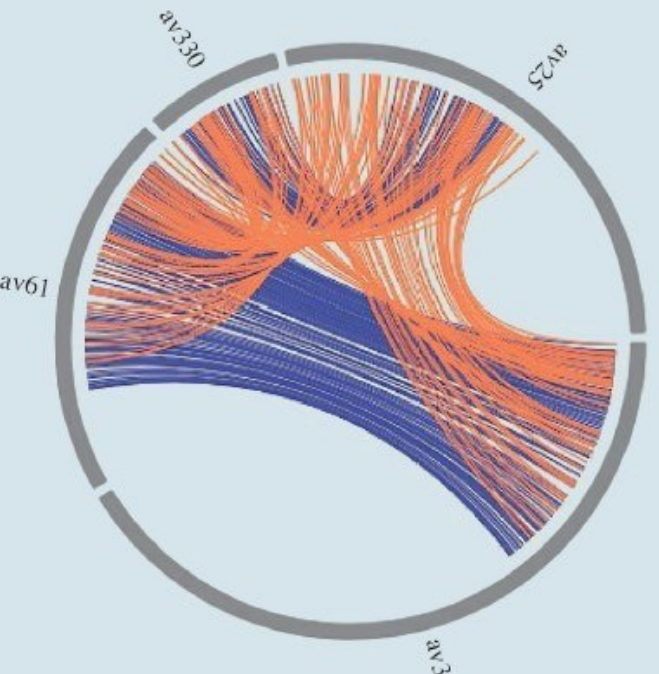


Рис. 10. Вверху – бделлоидная коловратка *A. vago*,
внизу – схема фрагмента генома коловратки; линиями соединены фрагменты
хромосомы, имеющие общее происхождение

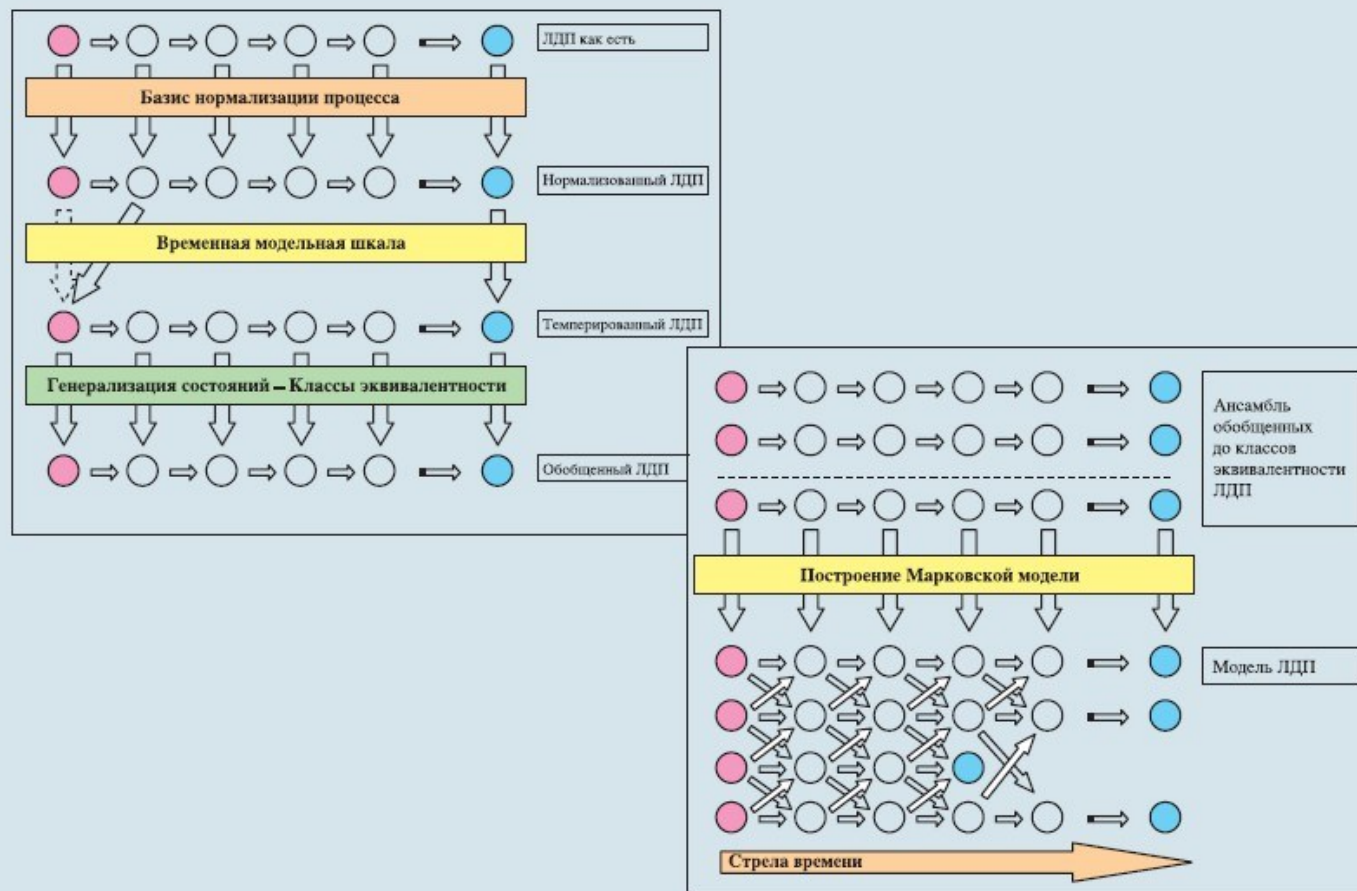


Рис. 11. Этапы построения модели лечебно-диагностического процесса

АНАЛОГ – КОМПЛЕКС DA VINCI (ДА ВИНЧИ)	РАЗРАБОТАННЫЙ КОМПЛЕКС	
	Основные параметры	
	<p>0,5 мм</p> <p>Операции на достаточно крупных органах</p>	<p>0,05/0,005 мм</p> <p>Операции на любых органах, в т.ч. на сосудах</p>
	Система управления	
	Аналоговая	Цифровая
	Функциональные возможности	
<p>Отсутствует удобство позиционирования по координатам, ограничена масштабируемой перемещений, отсутствует автоматизация функций</p>	Ограничены аналоговой системой	Точность расчета до 0,1 мкм
	Стоимость	
	140 млн руб.	40 млн руб.
	<p>Обеспечение пропорциональной передачи перемещения руки хирурга, доступность удаленного управления, комплекс блокировок и защит, наличие свободного интерфейса, простота в обучении и использовании</p>	

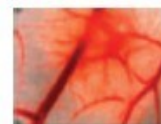


Рис. 12. Стратегические преимущества базовых характеристик российского роботхирургического комплекса

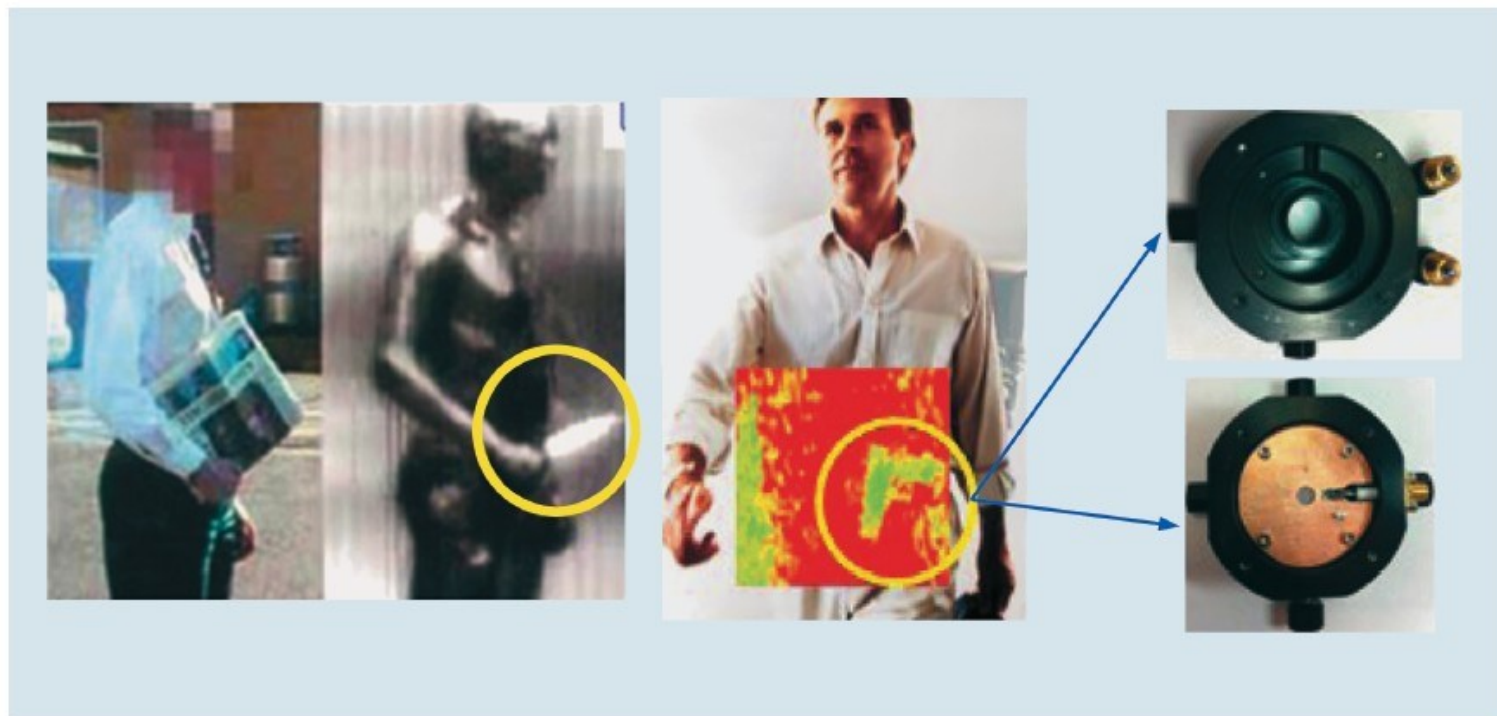


Рис. 13. Обнаружение скрытого оружия за счет терагерцового детектора

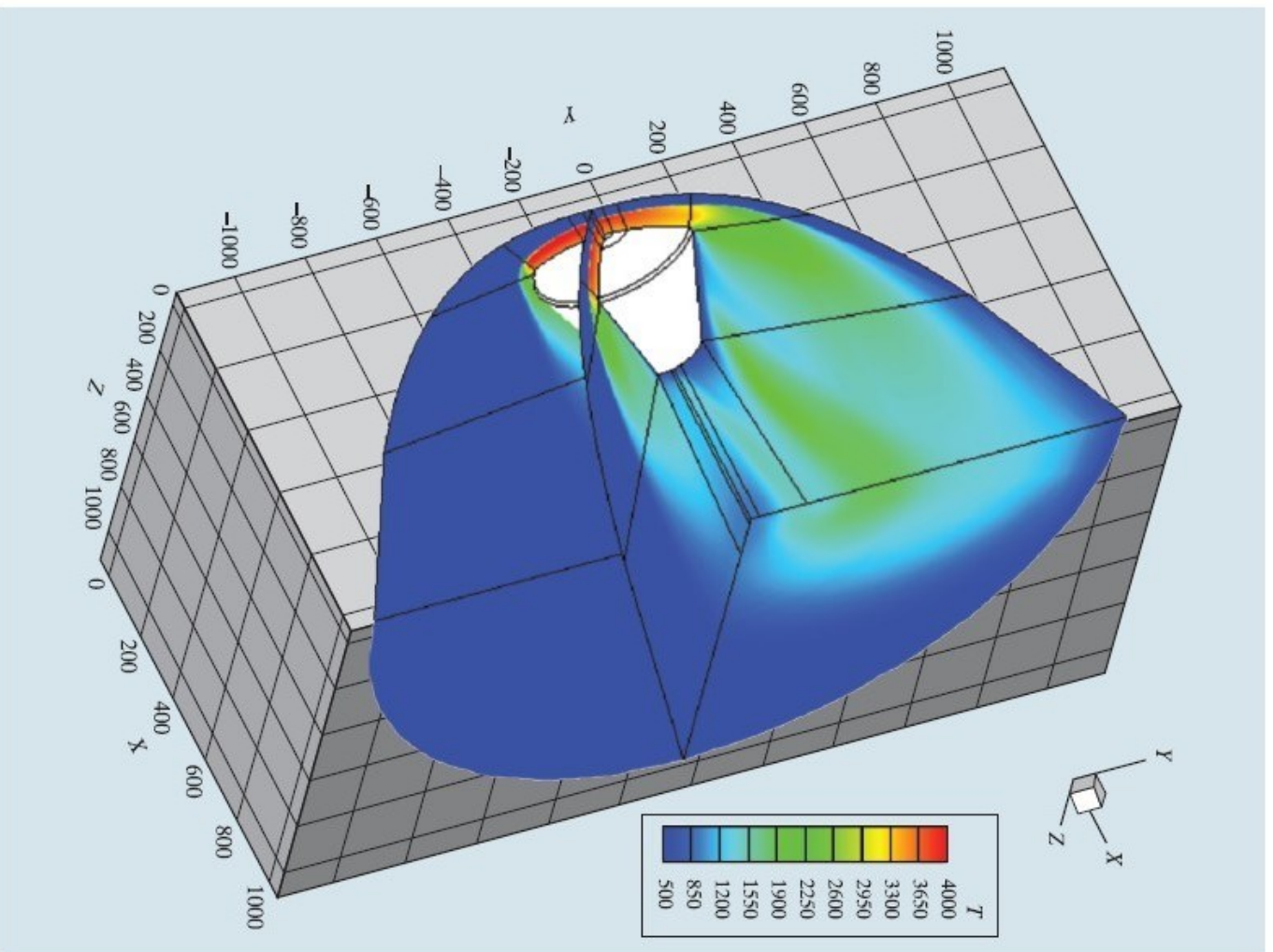


Рис. 14. Распределение поступательной температуры в окрестности перспективного российского транспортного корабля при входе в плотные слои атмосферы

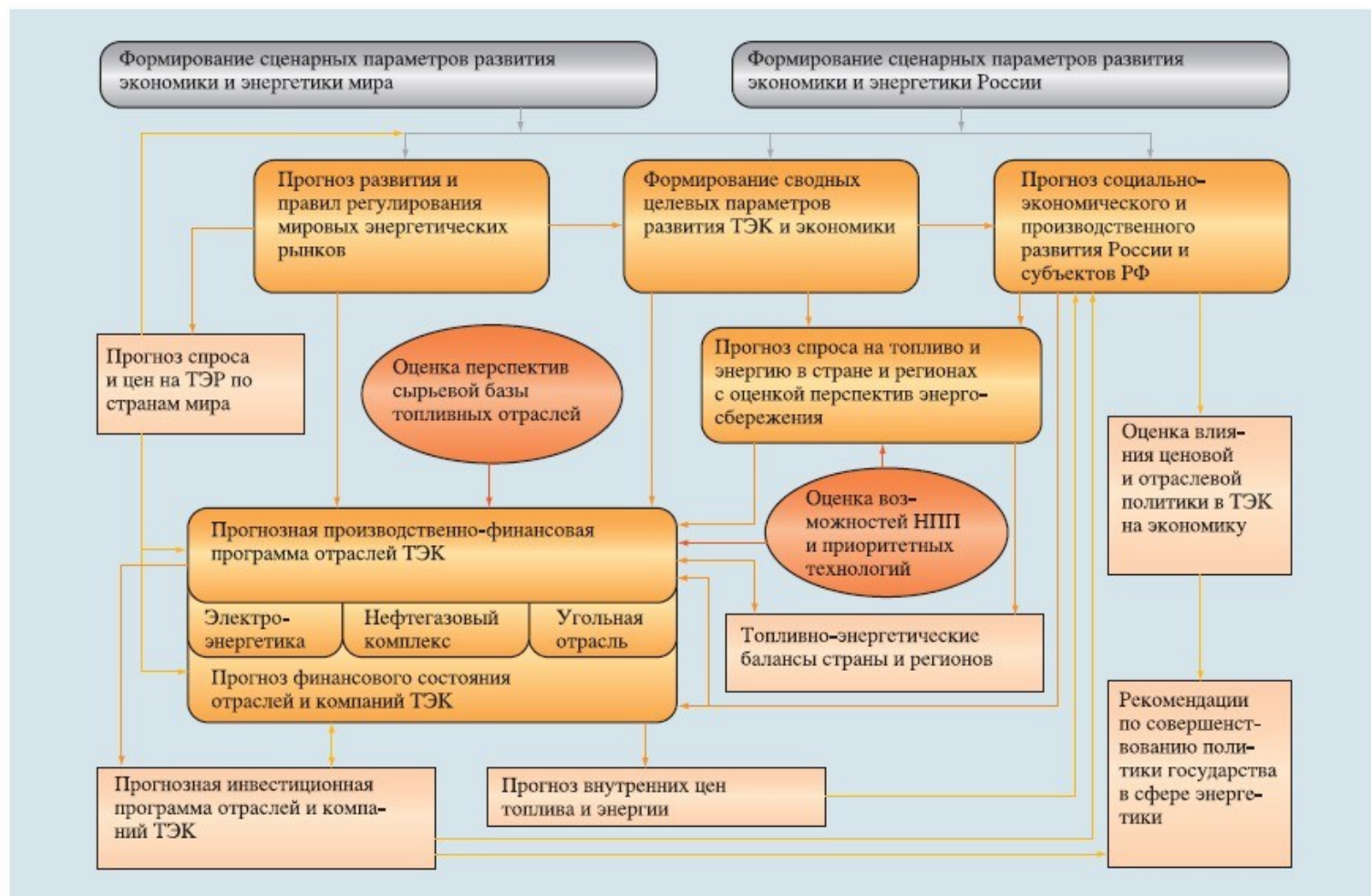
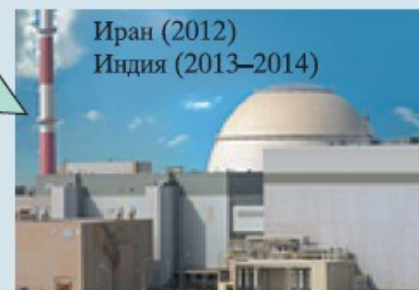
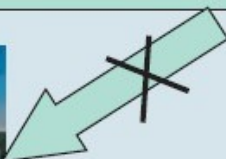


Рис. 15. Модельно-информационный комплекс для прогнозирования развития энергетики России (SCANER Super Complex for Active Navigation in Energy Research)

Фундаментальные результаты: теория информационно-управляющих систем, надежности, компьютерная диагностика, интеллектуальный человеко-машинный интерфейс, интеграция сверхбольших систем управления (количество сигналов в одном блоке АЭС: 8 тыс. аналоговых, 100 тыс. дискретных, 360 тыс. диагностических).

Технологии: Новый вид систем, полностью отечественное программное обеспечение, уникальная технология распределенного изготовления, интеграции, тестирования и сборки.



США, Франция,
Великобритания,
Литва

Создана методика оценки киберустойчивости технических систем и методика разработки и автоматизированного анализа формальных моделей безопасности систем управления сложными объектами.

Рис. 16. Системы управления для АЭС

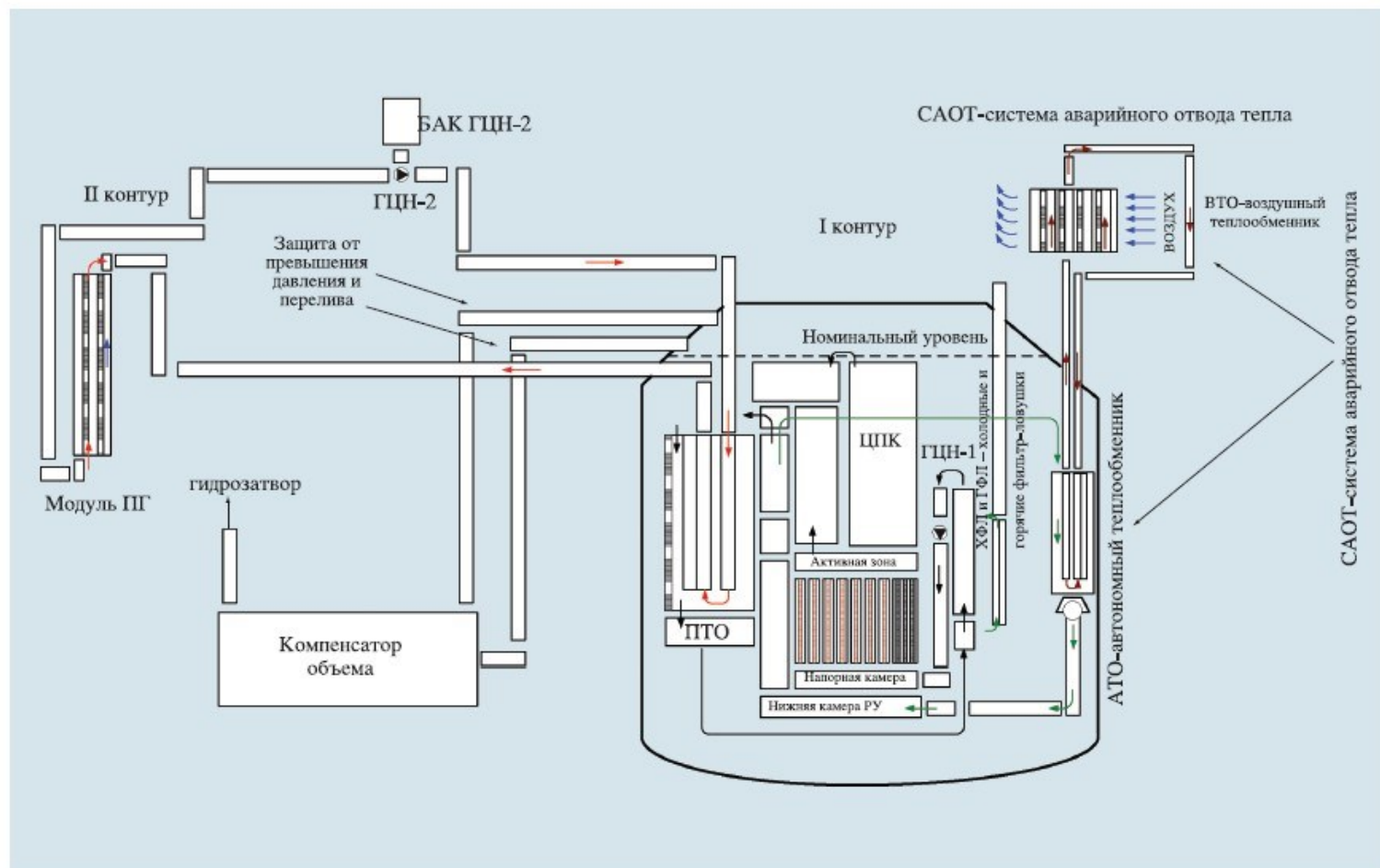


Рис. 17. Нодализационная схема реакторной установки БН-1200

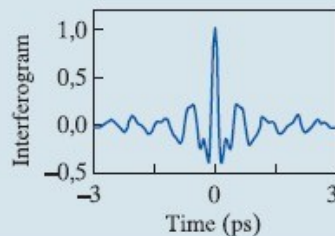
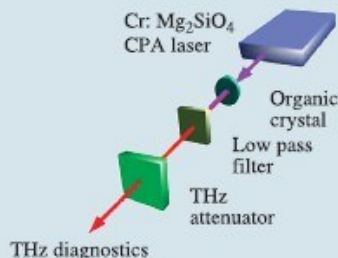


Разработка метода получения короткоимпульсного рекордного по мощности источника терагерцового излучения

Лазерный тераваттный фемтосекундный комплекс ОИВТ РАН

- Диапазон частот $0,1 \div 5$ ТГц
- Длительность импульса (один период) 200 фс (5 ТГц) – 10 пс (0,1 ТГц)
- Пиковая мощность излучения до 5 GW
- Напряженность электрического поля 42 МВ/см

Принцип генерации терагерцового излучения – оптическое выпрямление в нелинейном органическом кристалле



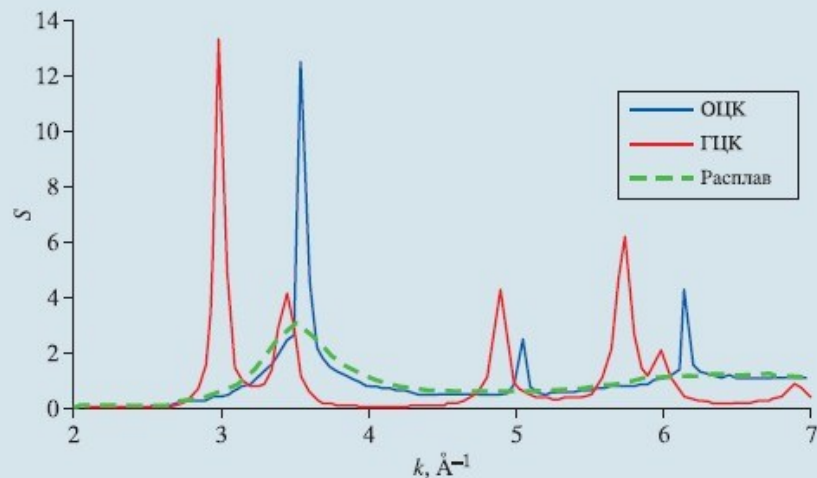
Ключ к получению рекордных параметров – тераваттная фемтосекундная хром-форстерит лазерная система ИОВТ РАН, изготовленная из российских комплектующих изделий и не имеющая аналогов в мире



Применение:

- дистанционное воздействие на вещество
- дистанционная идентификация различных материалов, в том числе биообъектов

Рис. 18. Разработка метода получения короткоимпульсного рекордного по мощности источника терагерцового излучения



Структурный фактор (СФ) за фронтом ударной волны с давлением 200 ГПа. В поликристаллической меди со средним размером зерна 2 нм сосуществуют ОЦК фаза меди и расплав. Приведен СФ ГЦК структуры начального недеформированного поликристалла

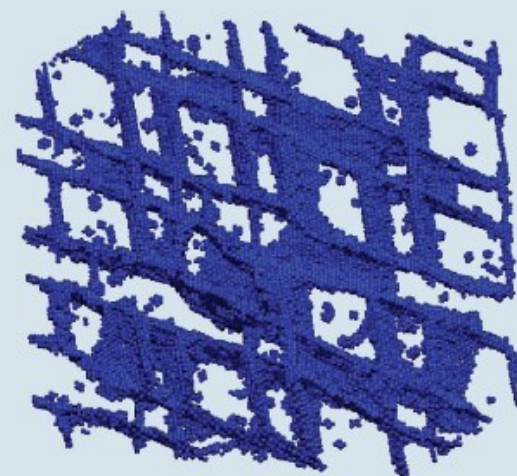


Рис. 19



Рис. 20. Внешний вид трехкомпонентного катализатора гидроочистки вакуумного газойля



Катализатор	Конверсия CO + CO ₂ , %	Производи- тельность по метанолу, г/л · час	Селективность по метанолу, %
Cu-Zn-Al ₂ O ₃ -ПАРАФИН Капельный термолиз (катализатор ИНХС РАН)	35	1400	93
Cu-Zn-ПАРАФИН Капельный термолиз (катализатор ИНХС РАН)	37	960	99
Зарубежный катализатор Cu-МИНЕРАЛЬНОЕ МАСЛО	–	316	–

Рис. 21. Внешний вид трехкомпонентного катализатора гидроочистки вакуумного газойля

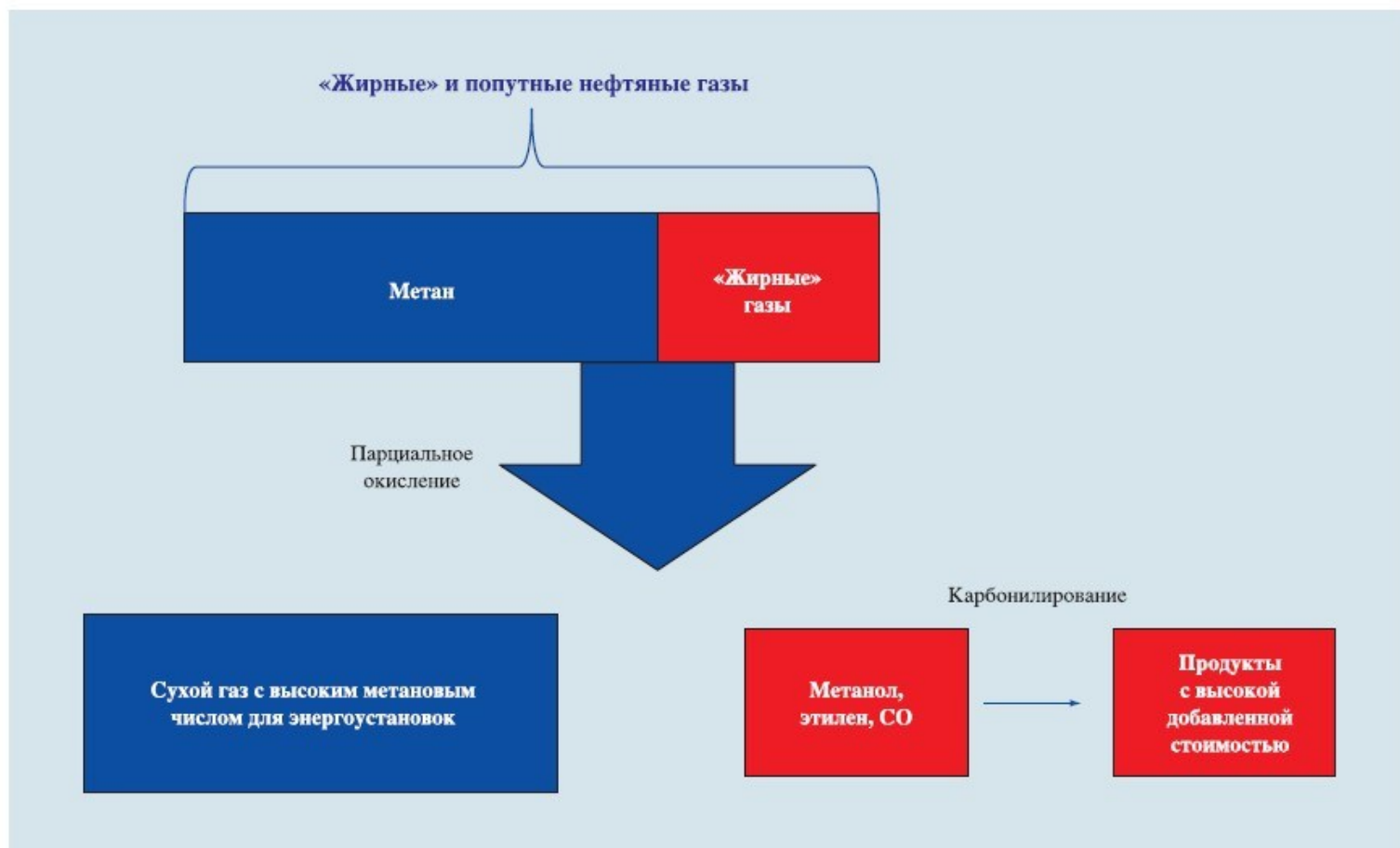
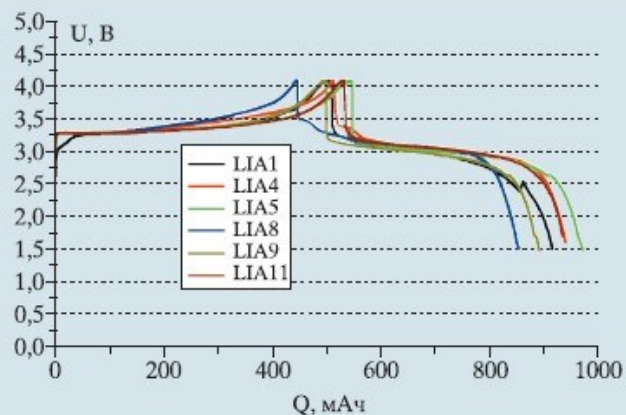


Рис. 22. Комплексный процесс прямого парциального окисления легких углеводородных газов и карбонилировании получаемых продуктов окисления



Проведение испытаний системы перчаточных боксов с контролируемой инертной атмосферой для сборки ЛИА

Разрядная емкость, мАч	350
Напряжение, В	2,9
Ток, мА	40
Удельная энергия, Втч/кг	210
Удельная энергия, Втч/л	335
Габариты (ДхШхВ), мм	15 × 3 0 × 0,7

Фотография опытного образца литий-ионного аккумулятора системы "феррофосфат лития – тонкопленочный кремний" и его характеристики

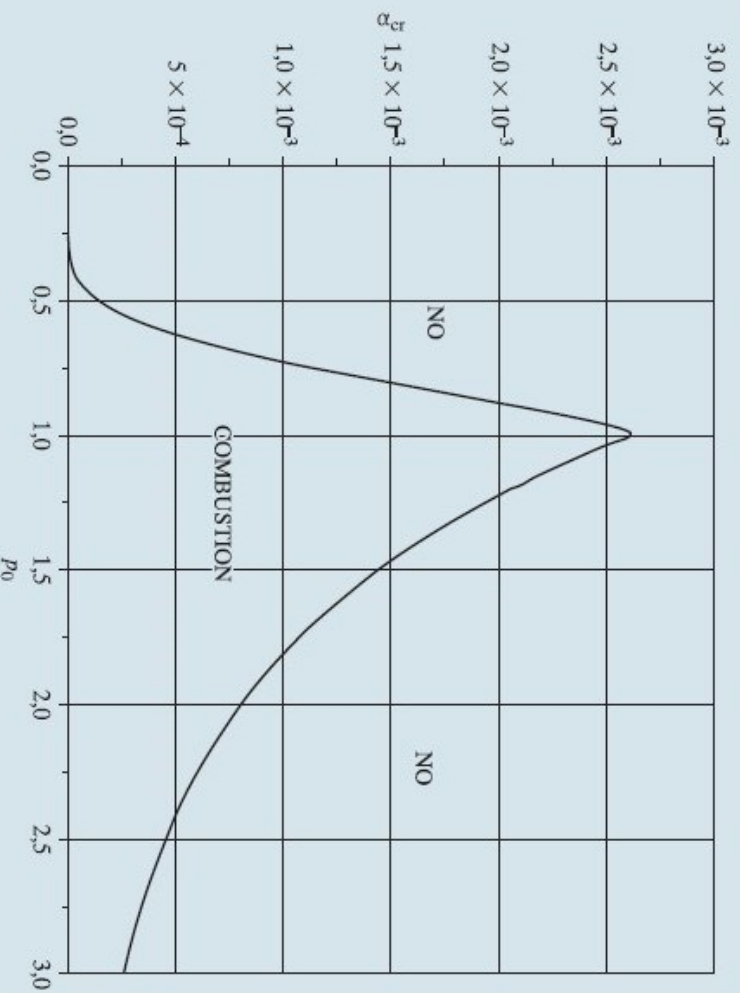


Рис. 24. Зависимость критического значения коэффициента теплоотдачи от начального давления газового реагента

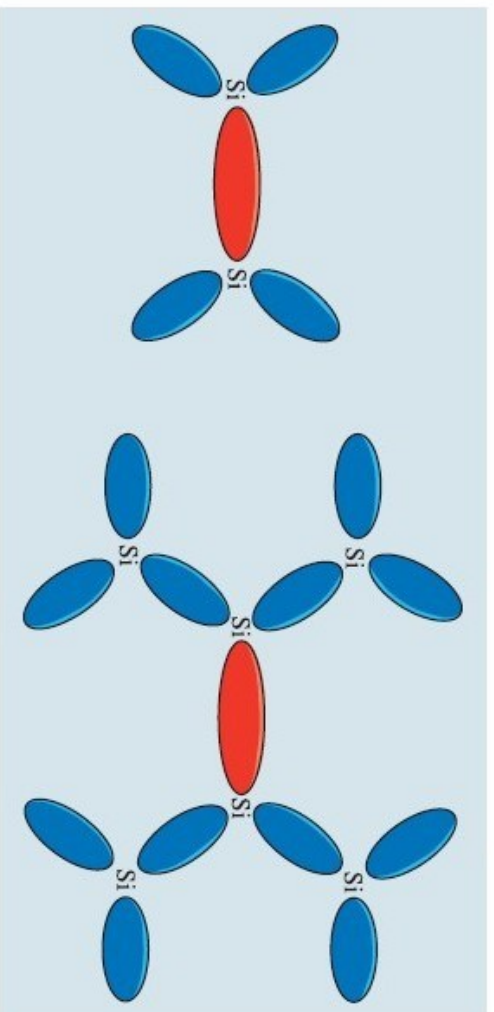


Рис. 25. Схематическое изображение КНЛ

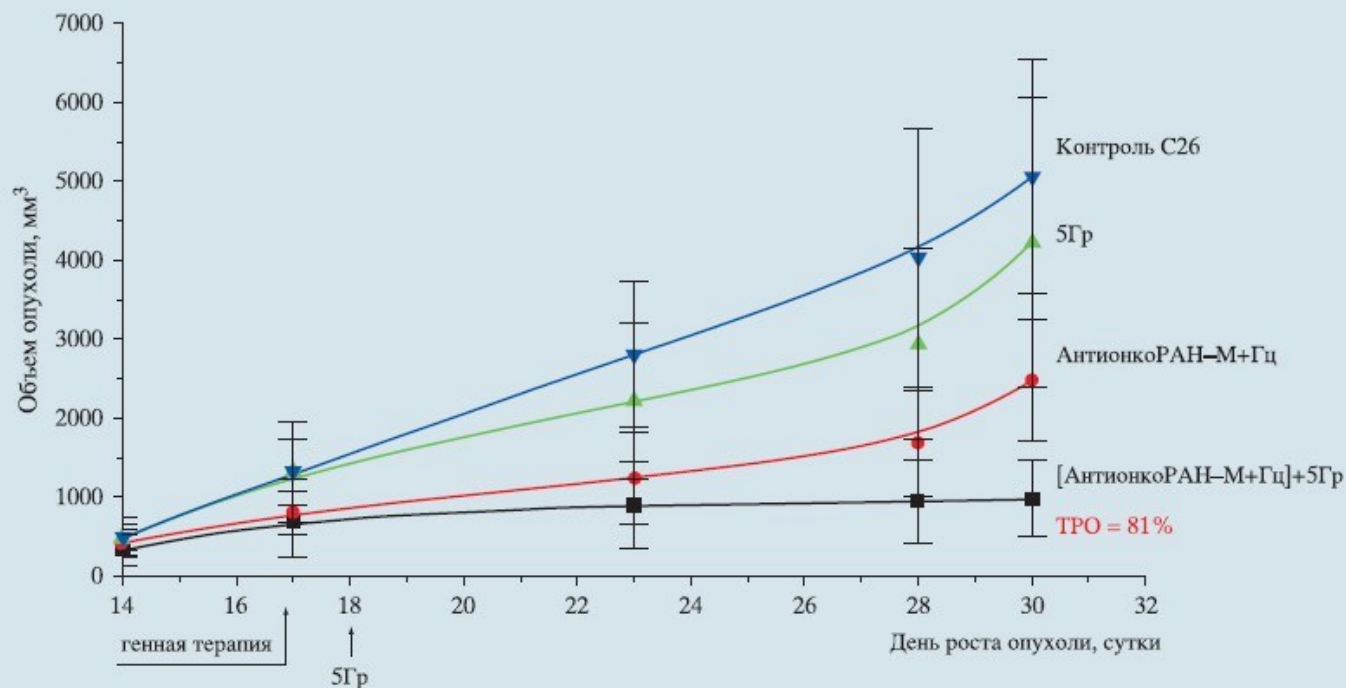


Рис. 26. Оценка противоопухолевой эффективности АнтионкоРАН-М в сочетании с лучевой терапией.

Эксперимент проводили на мышах BALB/c с привитым раком толстой кишки C26.

TPO – торможение роста опухоли

Контроль – синяя кривая; Лучевая терапия (5 Гр) – зеленая; АнтионкоРАН-М – красная;

АнтионкоРАН-М + лучевая терапия – черная



Рис. 27. А: 1 – контрольные животные; 2 – животные, получавшие лечение лактапином.
Б: Образцы экспериментальной партии препарата лактапин

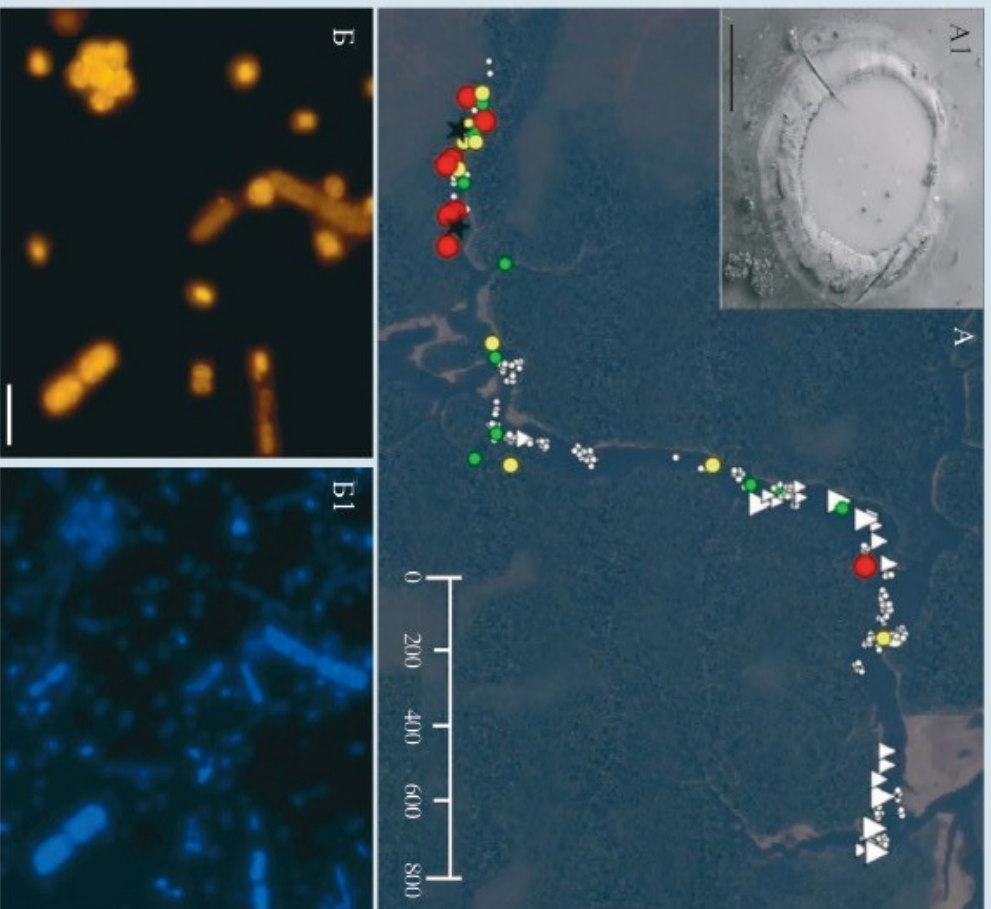


Рис. 28. (А) Карта распределения метановых скважин в долине реки Мухриной, Ханты-Мансийский АО. Кружки – одиночные скважи, треугольники – сайты многоисленных потоков метана (в гСР4 ч-1): красный, 0,9–5,5; желтый, 0,4–0,5; зеленый, 0,05–0,16 (A1) фото грязевого сипа; шкала 3 см. (Б) Молекулярная детекция клеток метанотрофных бактерий в иле скважин с помощью гибридизации с флуоресцентными зондами. (Б1) Выявление всех микробных клеток в образце иле путем окраски ДНК-специфичным красителем ДАФИ. Шкала (Б, Б1) 5 мкм

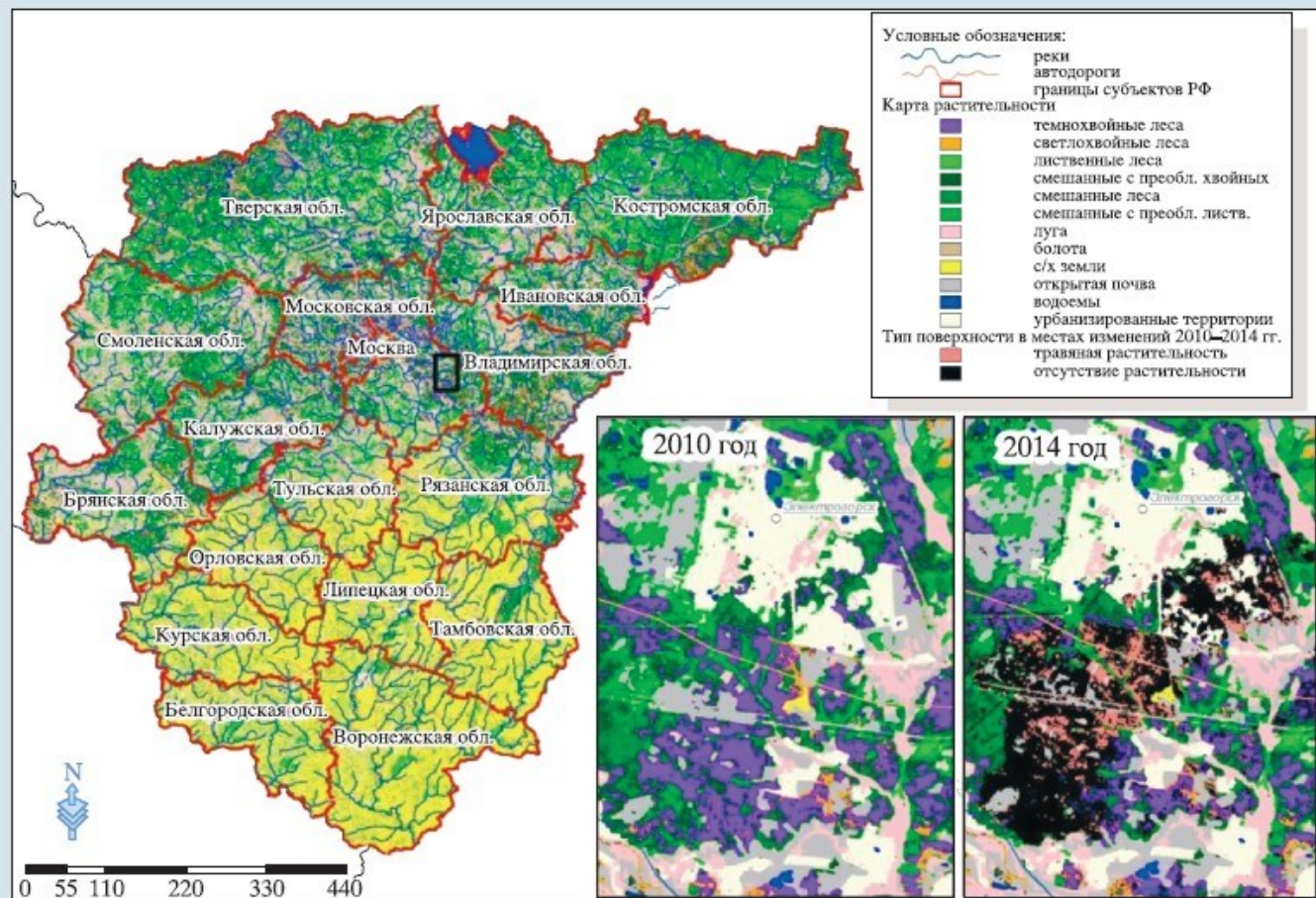


Рис. 29. Карта растительности Центрального федерального округа 2014 года

В правой части рисунка приведен фрагмент карты территории Московской области с участком гари (пожары 2010 г.), зарастающим травяной растительностью после пожара (состояние на 2014 г.)



Рис. 30. ДНК-вирус *Pithovirus sibericum*, проникающий в тело амёбы
рода *Acanthamoeba*

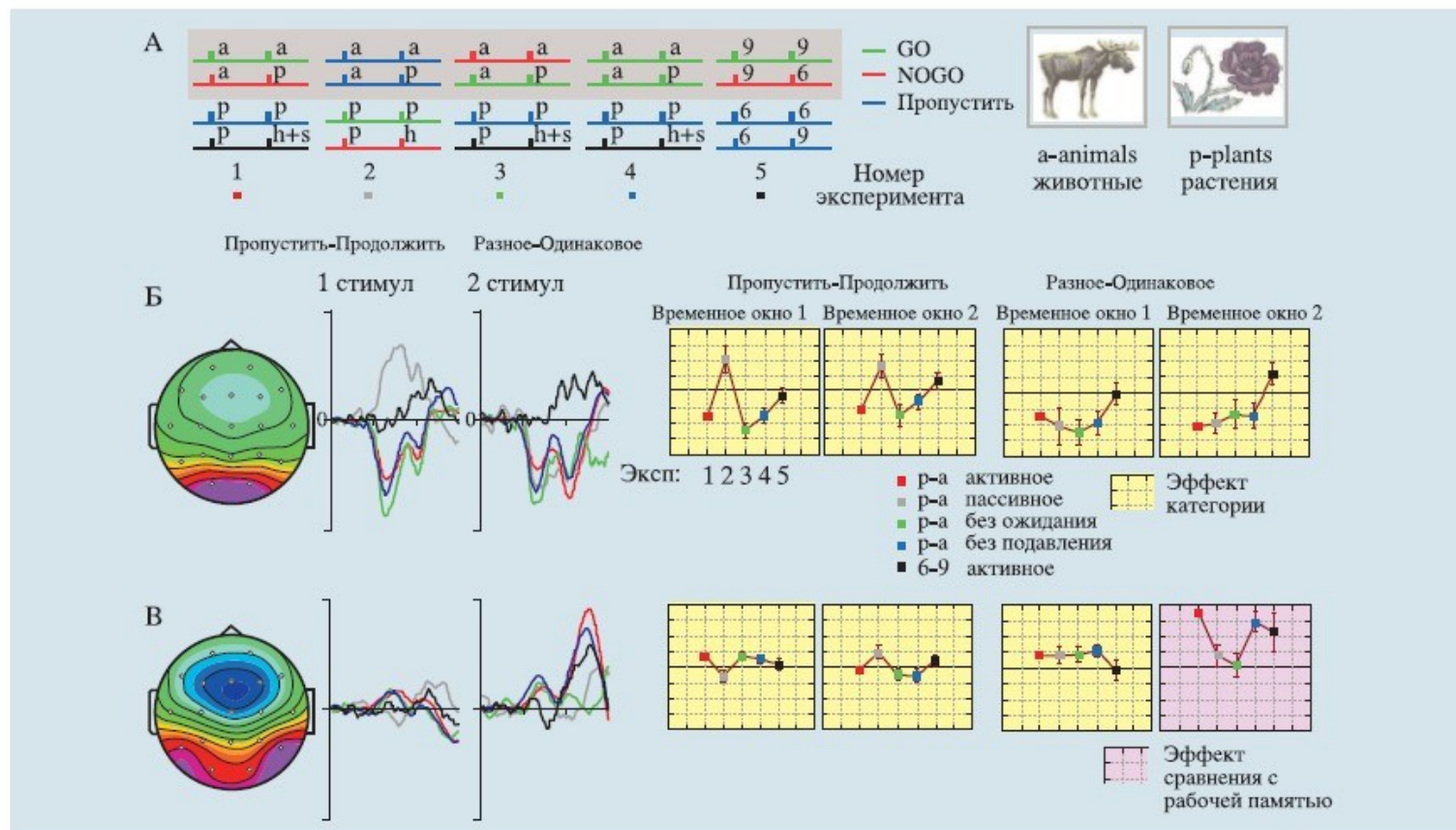


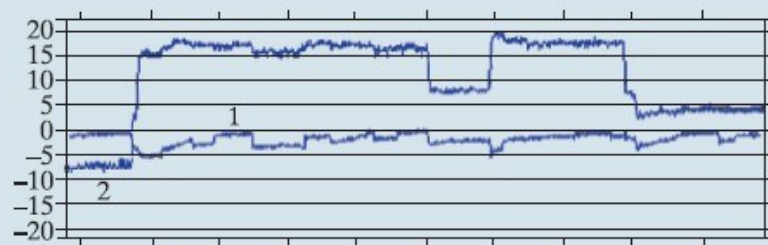
Рис. 31. Разница паттернов активации двух латентных компонент, одна из которых связана с операцией определения категории зрительного стимула (Б.), а другая (В.) связана с операцией сравнения текущего стимула со следом в рабочей памяти.

Структура эксперимента

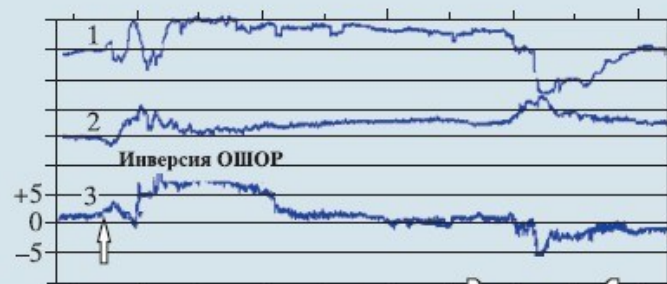
Стимулы из различных категорий (растения, животные, цифры) предъявлялись парами. Испытуемые инструктировались нажимать на кнопку в ответ на предъявление определенной пары стимулов. На Б. В. – слева направо – топография латентной компоненты, разница активационных паттернов в зависимости от теста



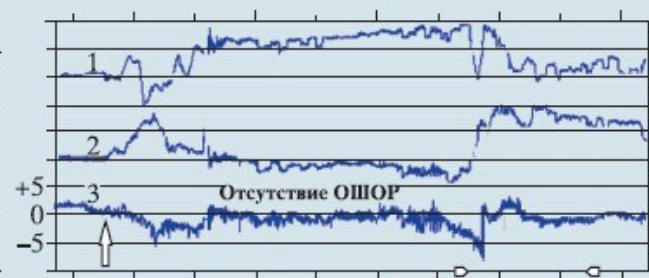
Космический эксперимент «ВИРТУАЛ» на борту
Российского сегмента Международной космической станции
(Этап 1)



Нарушения спонтанных движений глаз на 15-е сутки полета
1 – горизонтальная ВОГ, 2 – вертикальная ВОГ

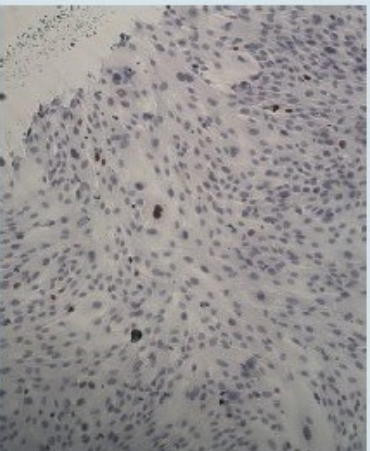


Инверсия ОШОР на 7-е сутки полета
1 – горизонтальная ВОГ, 2 – вертикальная ВОГ,
3 – вертикальная ВОГ, ↑ – момент наклона головы



Отсутствие ОШОР на 15-е сутки полета
1 – горизонтальная ВОГ, 2 – вертикальная ВОГ,
3 – вертикальная ВОГ, ↑ – момент наклона головы

Рис. 32. Влияние изменений вестибулярных и тактильно-проприоцептивных функций на зрительно-мануальное слежение при длительном воздействии невесомости



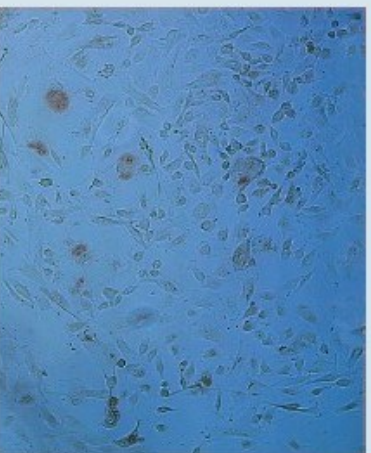
1. Клеточная популяция
культуры эндометрия человека



2. Экспрессия маркера клеточной
пролиферации ki 67

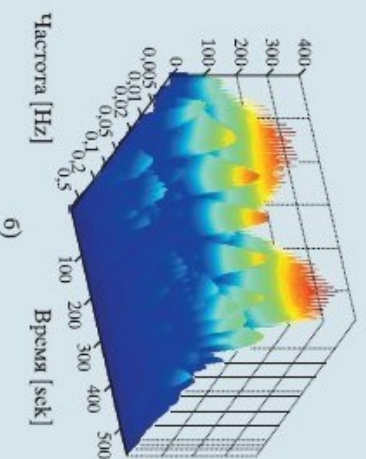
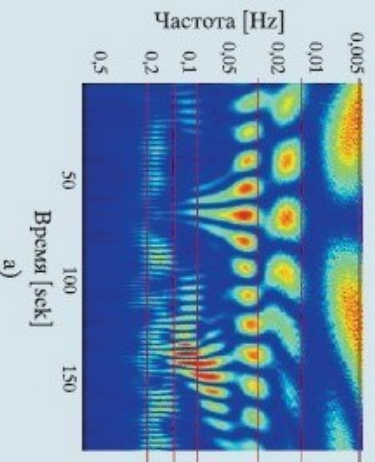


3. Экспрессия маркера
к рецепторам эстрогенов



4. Экспрессия маркера
к рецепторам прогестерона

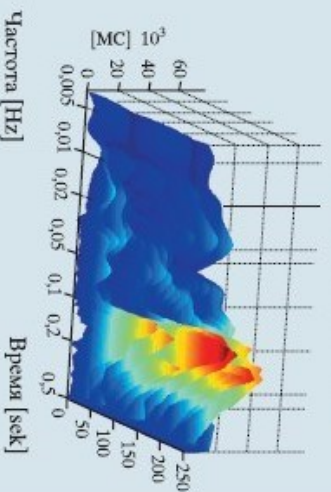
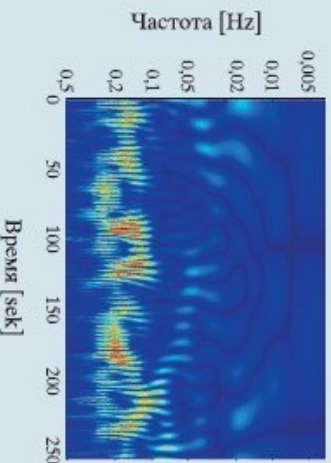
Рис. 33



Динамический частотный спектр ВРС молодой женщины ШВД,
22 года в **спокойном** бодрствующем состоянии. (1083 R-R интервалов).
Доминирует Медленноволновые процессы

2. Умственная нагрузка

2. Умственная нагрузка

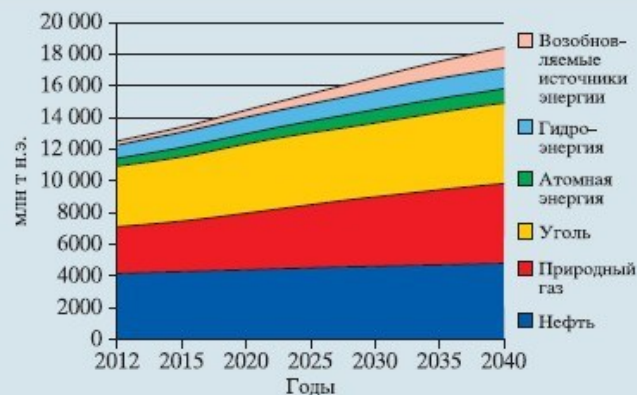


Динамический частотный спектр ВРС молодого мужчины 3-в,
33 года в состоянии хронической усталости и стресса. (1083 R-R интервалов).
Доминирование 10 сек ритмов

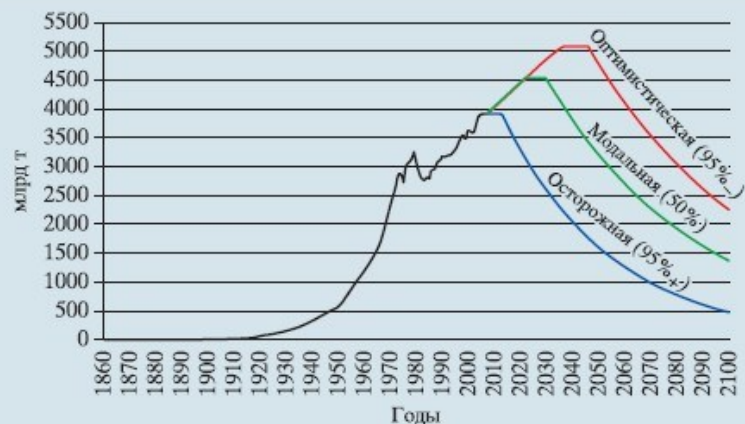
Рис. 34



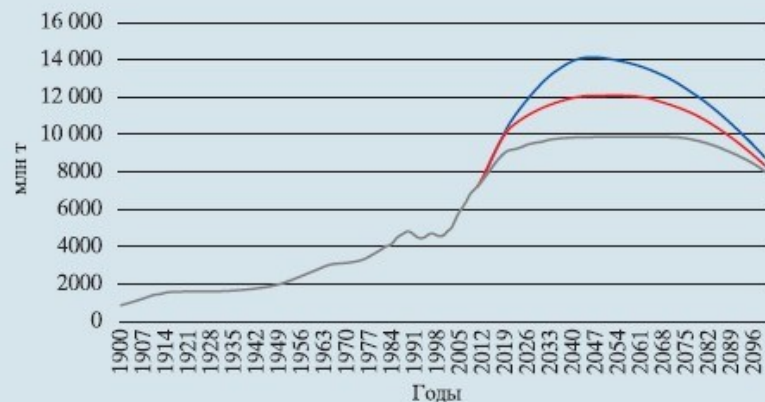
Рис. 35. Экспресс-тест для ранней диагностики инфаркта миокарда с использованием метода определения сердечного белка, связывающего жирные кислоты «КардиоБСЖК»



Прогноз добычи/производства и потребления энергии в мире с дифференцировкой по энергоносителям (2012–2040)



История и прогноз добычи нефти в мире (1859–2100)



История и прогноз добычи и потребления угля в мире (1900–2010), млн т

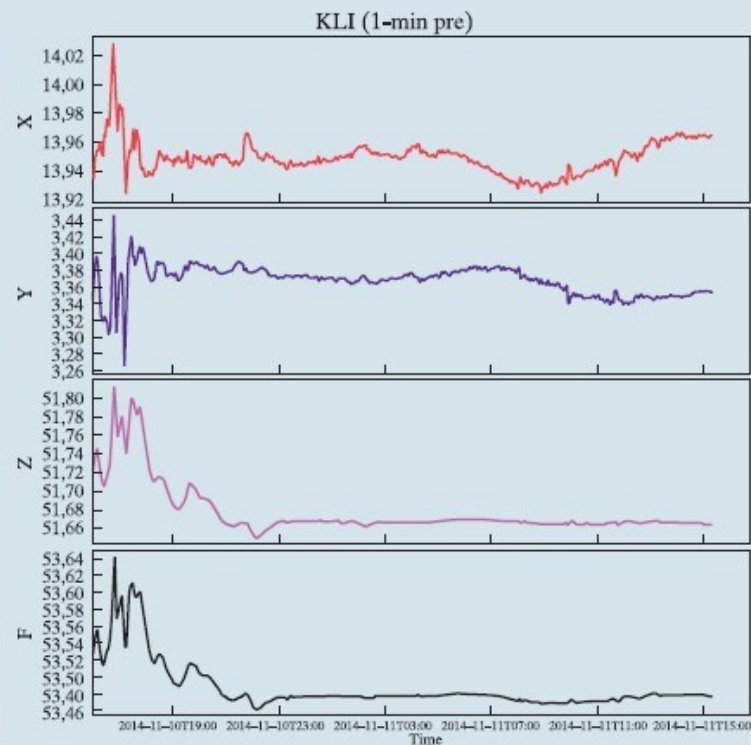
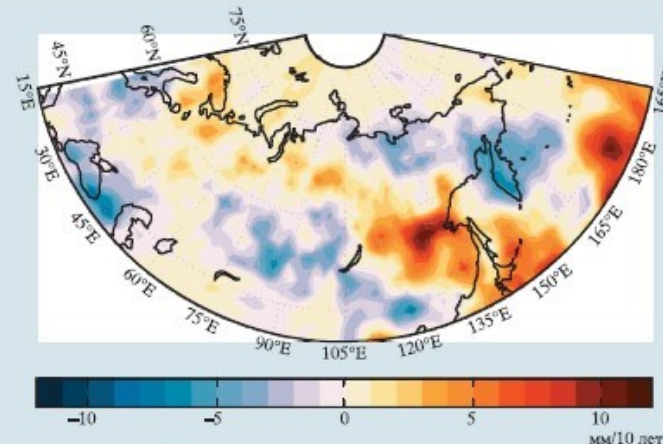


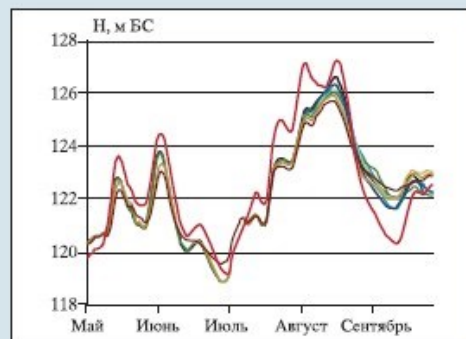
Рис. 37. Создание российского сегмента международной сети геомагнитных наблюдений высшего стандарта качества ИНТЕРМАГNET



Хронологическая схема движения паводочных волн в бассейне р. Амур



Распределение трендов количества осадков летом в Северной Евразии по расчетам с климатической моделью MPI-ESM-MR при сценарии RCP4.5 для периода 2006–2100



Оценка влияния планируемых Нижне-Зейского и Селемджинского водохранилищ (красные точки) на ход уровня воды в г. Благовещенск при разных сценариях задания противопаковых емкостей указанных водохранилищ

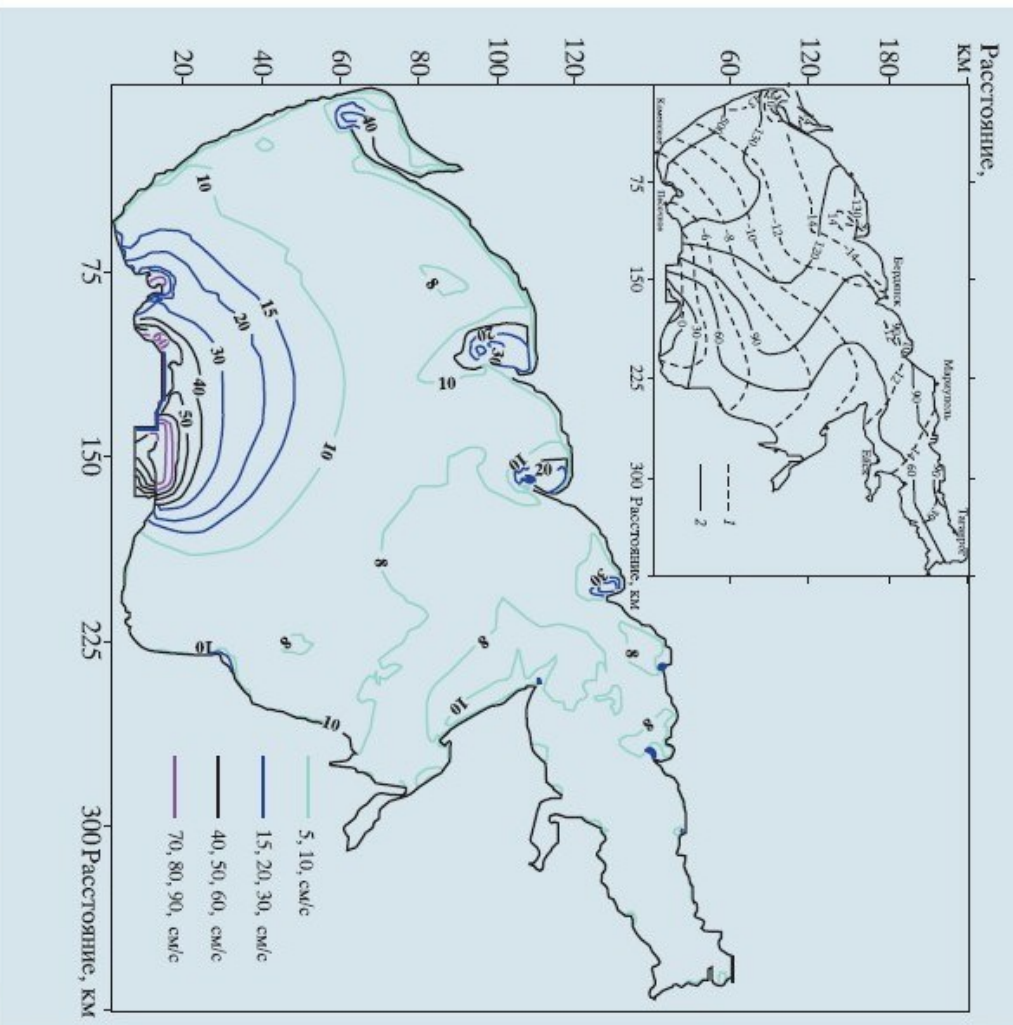




Рис. 40. Модернизация и экономическая безопасность Российской Федерации



Рис. 41

Индекс продовольственной безопасности стран мира в 2013 г.

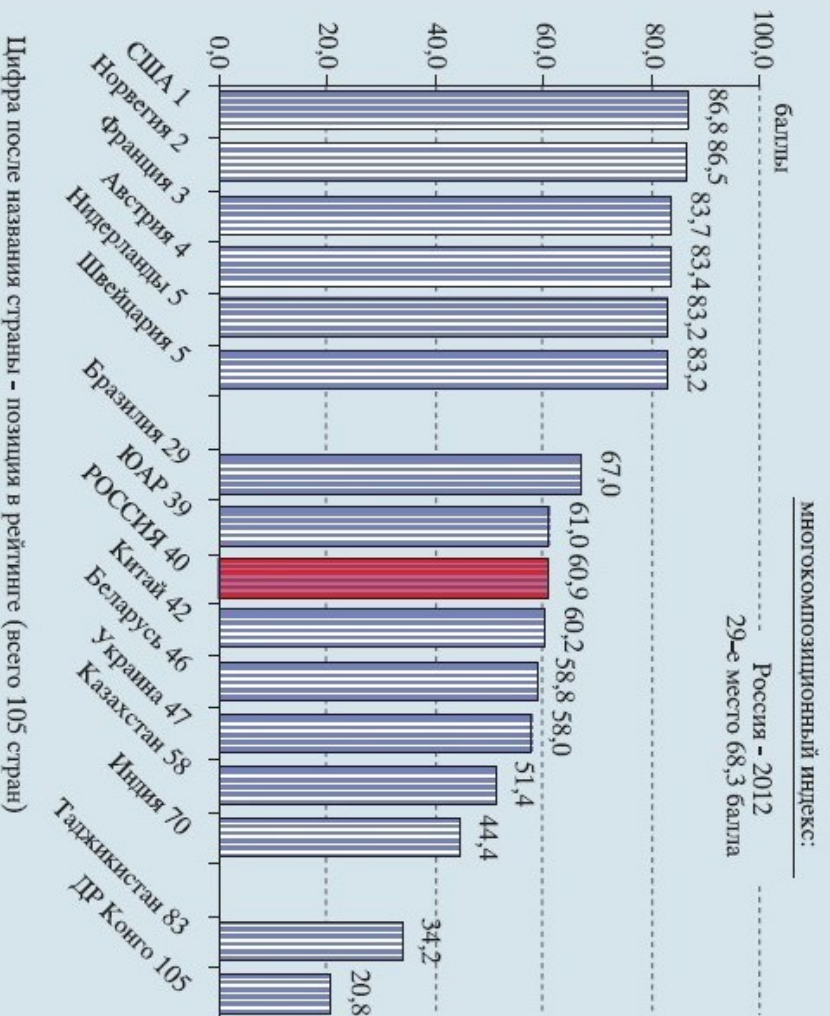


Рис. 42. Научно-аналитический доклад «Стратегический анализ социально-экономических приоритетов обеспечения продовольственной безопасности России в условиях усиления глобальной и региональной интеграции»

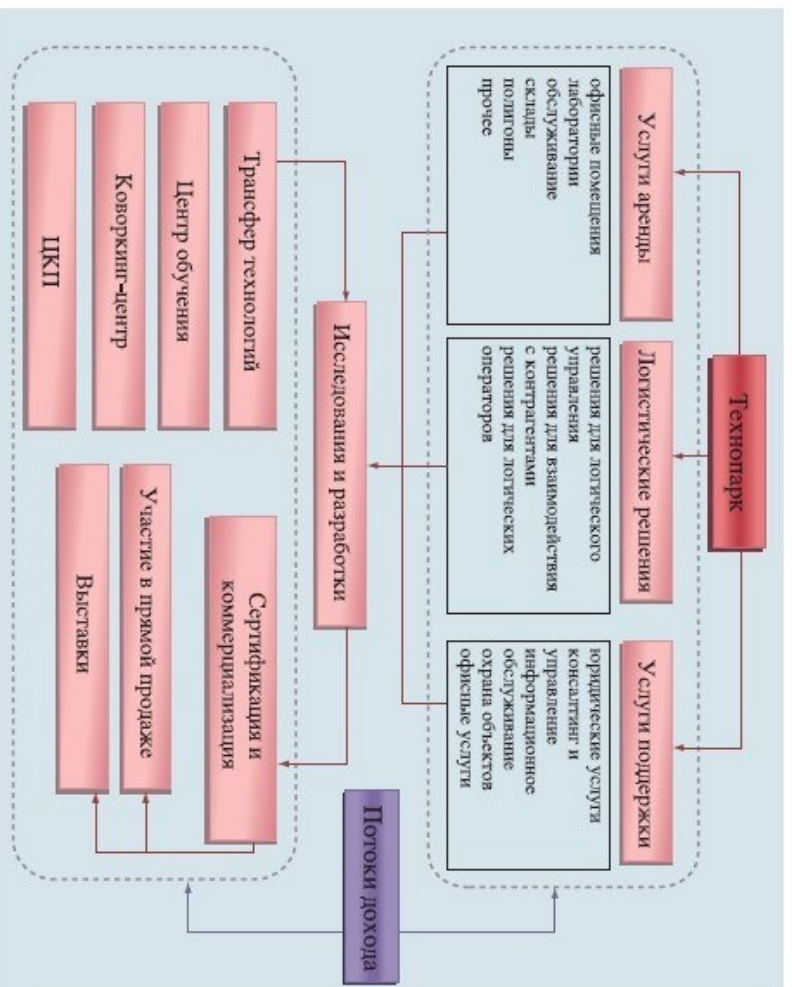


Рис. 43. Двухконтурная модель потока доходов промышленно-логистического технопарка

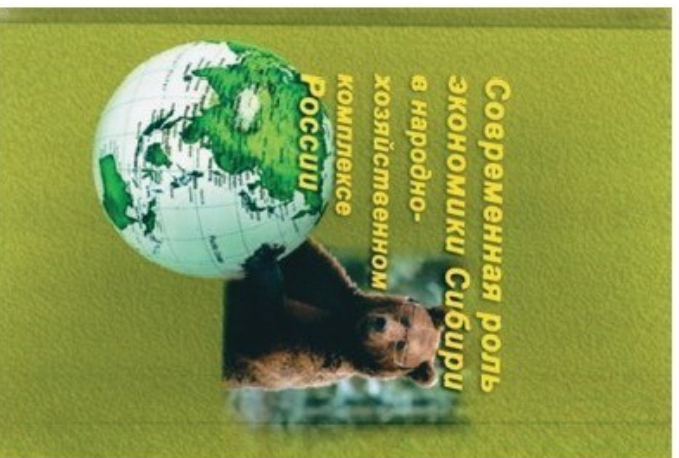


Рис. 44

Транс-Евразийский пояс «РАЗВИТИЕ»



POWERLEOS

Рис. 46

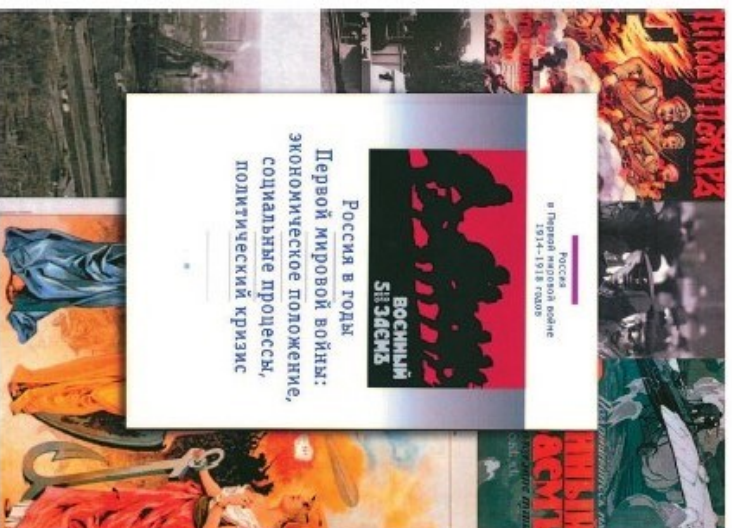


Рис. 47



Рис. 48. Предметы неолитического искусства.
Памятник Венгурово-2



Рис. 49. Адаптивно-ландшафтные системы земледелия и агротехнологии выращивания сельскохозяйственных культур.
Технологические приемы возделывания сельскохозяйственных культур в системе земледелия



Рис. 50. Единый государственный реестр почвенных ресурсов России

Капельное орошение и мелкодисперсное дождевание



Рис. 51. Технология малообъемного орошения



Новые сорта озимой пшеницы
– Кристалла



Привольный-4



Рис Магнат

Сорта риса Рыжик, Привольный-4, Магнат



Рис. 53. Сыры с большим сроком годности до 1-го года и более